

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA



TESIS

EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA CONFORME LA NORMA IR.003.2013, PARA LA ADECUADA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES EN LA UNIDAD DE RADIOLOGÍA DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES DEL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO 2025

PRESENTADO POR:

**Br. POOL SMITH HUALLPARIMACHI
OCROS**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE FÍSICO**

ASESOR:

Dr. OSWALDO LUIZAR OBREGÓN

**CUSCO – PERÚ
2026**



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor OSWALDO LUIZAR OBREGÓN
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS
ESTÁNDARES DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA CONFORME LA NORMA IR.003.2013, PARA LA ADECUADA
SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES EN LA UNIDAD DE RADIOLOGÍA DEL CENTRO DE
DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES DEL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO 2025

Presentado por: PO L SMITH HUALLPARIMACHI OCRDS DNI N° 74214973
presentado por: DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico de
FÍSICO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2 %.

**Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a
grado académico o título profesional, tesis**

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 26 de JUNIO de 2026

Firma

Post firma OSWALDO LUIZAR OBREGÓN

Nro. de DNI 23857009

ORCID del Asesor 0009-0009-1780-6944

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:602829290

TESIS25.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:602829290

217 páginas

Fecha de entrega

26 jun 2026, 6:37 a.m. GMT-5

37.444 palabras

Fecha de descarga

26 jun 2026, 9:56 a.m. GMT-5

204.090 caracteres

Nombre del archivo

TESIS25.docx

Tamaño del archivo

40.0 MB

2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para la

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
35 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis está dedicado con respeto y admiración al trabajo inmejorable que realizan mis padres superando a la resistencia constante que implica el desarrollo de su mejor obra “SU FAMILIA”.

Al ímpetu diario de mamá, a su mejor enseñanza “el trabajo” no soy buen hijo, tu excelente mamá, “mamita, este trabajo te lo dedico con cariño”.

Para papá que busca nuevas cosas y aventuras extraordinarias, gracias por el conocimiento brindado a lo largo de todo este camino juntos...

A Lucero, sé que lograrás grandes cosas.

A Luz Nicolas por ser parte de mis días y hacerme reír con sus ocurrencias divertidas, eres la mejor hermanita que se come mis dulces.

Para Jose Angel, estudia bastante y no desesperes.

A la familia y amigos en general...

Pool Smith Huallparimachi Ocros.

AGRADECIMIENTOS

A papá, Julio Cesar Huallparimachi Ccollatupa. A mamá, Virginia Ocros Ayte. quienes son los únicos acreedores de mis logros. Agradecerles, por su amor constante, siendo la inspiración y fuerza para el desarrollo de esta tesis.

Para la familia en general, por ser parte del proceso y brindarme enseñanzas en todo momento, me hace muy feliz ser parte de ella.

A mi asesor de tesis, por su orientación, dedicación y valioso aporte académico durante el desarrollo de este trabajo, los cuales fueron vitales para la culminación del mismo.

Asimismo, agradezco a los trabajadores de la unidad de radiología del Hospital Regional del Cusco, compañeros de trabajo en el día a día, por su colaboración y experiencias compartidas durante mi estancia en la unidad. De igual manera, a mis compañeros de la universidad, con quienes compartí aprendizajes, retos y memorables experiencias a lo largo de esta etapa.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
I.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. Situación problemática.....	4
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema General.....	5
1.2.2. Problemas Específicos.	5
1.3. Justificación del problema.....	6
1.4. Objetivos de la investigación.	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2. Objetivos específicos.	7
II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	8
2.1.2. Antecedente Nacional:	9
2.1.3. Antecedente Local:	11
2.2. Bases teóricas	11
2.2.1. Onda.....	11
2.2.2. Ondas electromagnéticas o Radiación electromagnética	11
2.2.3. Rayos X.....	12

2.2.4.	Fenómenos Físicos en los mecanismos de producción de Rayos X	13
2.2.5.	Fenómenos y Efectos Físicos que se dan en la Interacción de la radiación con la materia.	15
2.2.6.	Magnitudes y unidades de la radiación	19
2.2.7.	Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes	21
2.2.8.	Protección radiológica.....	22
2.2.9.	Protección radiológica operacional.....	26
2.2.10.	Aspectos tecnológicos.....	28
2.2.11.	Aspectos regulatorios.....	30
2.2.12.	Gestión de protección radiológica.....	32
2.2.13.	Cumplimiento normativo	37
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	38
3.1.	Hipótesis General:.....	38
3.2.	Hipótesis Específicas:	38
IV.	MARCO METODOLÓGICO.	39
4.1.	Localización política y geográfica	39
4.2.	Tipo y Enfoque de investigación.....	39
4.2.1.	Tipo de investigación	39
4.2.2.	Enfoque de Investigación.....	39
4.3.	Diseño de Investigación:	40
4.4.	Población y Muestra:.....	41
4.5.	Técnicas de Recolección de Datos:.....	42
4.5.1.	Revisión, recaudación de documentos y registro fotográfico	42
4.5.2.	Formularios de encuestas para los trabajadores sobre nivel de conocimiento de buenas prácticas y cumplimiento de la norma técnica (Anexo C).	42
4.5.3.	Cuadro para la Revisión y Análisis de dosimetría (Anexo D).	43
4.5.4.	Tabla de cotejo para la verificación de los estándares (Anexo E).	43
4.6.	Técnicas de Procesamiento de Datos:	44

4.6.1.	Análisis documental.....	44
4.6.2.	Tabulación y análisis de encuestas.....	44
4.6.3.	Tratamiento de mediciones dosimétricas	69
4.6.4.	Análisis de tabla de cotejo	71
4.7.	Tratamiento de información y consideraciones éticas	87
4.7.1.	Tratamiento de la información.....	87
4.7.2.	Consideraciones éticas	87
V.	RESULTADOS	89
5.1.1.	Determinación de resultados	89
VI.	DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	102
6.1.	Discusiones por componentes con respecto a los requisitos	102
6.1.1.	Discusión – Requisito 4 (Administrativo) – 40.00 % (ROJO).....	102
6.1.2.	Discusión – Requisito 5 (Seguridad física/operativa) – 78,50 % (VERDE).....	104
6.1.3.	Discusión – Requisito 6 (Vigilancia dosimétrica y salud ocupacional) – 51,10 %	
	(NARANJA).	106
6.1.4.	Discusión – Requisito 7 (Evaluación, optimización y registros clínicos) – 34,10% (ROJO).	108
6.1.5.	Discusión – Requisito 8 (Control de accesos y apoyo voluntario) – 100% (VERDE)	109
6.1.6.	Discusión general – 60,73% global (funcional con brechas críticas).....	110
6.2.	Discusiones por componentes con respecto el establecimiento, personal y mixto	112
6.2.1.	Discusión – Componente Establecimiento.....	112
6.2.2.	Discusión – Componente Personal.....	114
6.2.3.	Discusión – Componente Mixto.....	115
6.3.	Conclusiones	117
6.4.	Recomendaciones.....	121
	BIBLIOGRAFÍA.....	126
	Anexos	130
	Panel fotográfico	177

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Espectro Electromagnético	12
Figura 2	Producción de Radiación X	14
Figura 3	Espectro de Rayos X característicos	15
Figura 4	Representación del Efecto Fotoeléctrico	17
Figura 5	Representación del Efecto Compton.....	18
Figura 6	Señales de Zonas con Riesgo de Irradiación Externa	27
Figura 7	Dosímetro de Película.....	29
Figura 8	Dosímetro Detector Geiger - Müller	30
Figura 9	: Índice de cumplimiento e incumplimiento de EPR.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores de Ponderación de Tejidos <i>WT</i>	21
Tabla 2 Límites de Dosis	24
Tabla 3 : Consolidado de datos de la encuesta realizada a los trabajadores del área	45
Tabla 4 : Análisis descriptivo y porcentual de las encuestas	50
Tabla 5: Matriz de análisis codificado para nivel: binaria y ponderada.....	58
Tabla 6: Verificación de cumplimiento o incumplimiento de cuestionario de la encuesta ..	64
Tabla 7 : Tabla de datos sobre límite de dosis recibido en trabajadores.....	69
Tabla 8: Porcentaje de dosis recibidos comparados con umbrales de dosis	70
Tabla 9: Tabla de cotejo con evidencia para cada ítem evaluado	72
Tabla 10: Matriz de verificación y Cuantificación del cumplimiento de los EPR de acuerdo a los porcentajes ponderados de Cumplimiento (C) e incumplimiento (I)	90
Tabla 11: Matriz de verificación por componentes (Establecimiento, Personal, Mixto) si Cumple o Incumple.....	95

RESUMEN

La tesis evalúa el cumplimiento de los Estándares de Protección Radiológica (EPR) establecidos en la norma técnica IR.003.2013 en la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco durante el año 2025. Dado el uso de equipos de Rayos X que emiten radiaciones ionizantes, se busca garantizar la seguridad del personal expuesto mediante la verificación del cumplimiento normativo, el uso de equipos de protección individual en el personal, la capacitación del personal y el funcionamiento adecuado del sistema de gestión de Protección Radiológica (PR). La tesis adopta un enfoque cuantitativo y cualitativo, de tipo no experimental, transversal y descriptivo, con el fin de identificar deficiencias en la implementación de las medidas de seguridad y proponer mejoras. El trabajo emplea herramientas como encuestas y tablas de cotejo donde se muestra el análisis documental y fotográfico, para alcanzar los objetivos,

Palabras clave: Protección Radiológica (PR), Estándares de Protección Radiológica (EPR), Físico Médico (FM), Oficial de Protección Radiológica (OPR),

INTRODUCCIÓN

La radiografía es uno de los métodos más relevantes en estos últimos años en el aspecto de la medicina, ya que ayuda en el diagnóstico y seguimiento de una amplia gama de trastornos de la salud (MedlinePlus, s. f.), la creación de estas imágenes médicas requiere del uso de equipos de Rayos X como necesidad crucial, a partir de la radiografía en la actualidad uno puede encontrar diversas técnicas que usan necesariamente los Rayos X. Como, por ejemplo: la tomografía computarizada que consiste en múltiples radiografías tomadas desde distintas direcciones, forma imágenes a detalle en tres dimensiones y la mamografía que también es una técnica de radiografía dirigida al tejido de las glándulas mamarias.

Por otra parte, al 2023, las exposiciones a radiaciones ionizantes en el ámbito de la medicina representan el 98% de exposición artificial, así como el 20% del total que recibe (OMS, 2023), paralelo al uso de estos dispositivos es necesario implementar rigurosas medidas de seguridad para proporcionar buena salud de los pacientes y de los especialistas que los atienden. Según el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA, 2016), la implementación de un sistema adecuado de protección contra radiaciones en los centros dedicados a la imagenología diagnóstica, así como su revisión constante, son esenciales para minimizar los peligros asociados a la exposición a la radiación. (NORMAS OIEA, 2016).

La finalidad de esta labor es examinar la aplicación de los EPR según los lineamientos establecidos en los requisitos de PR en diagnóstico médico con Rayos X de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN, 2013), en el Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco, para garantizar la buena seguridad de los trabajadores en el área de Rayos X en 2025, analizando el buen nivel en protección sobre el personal de salud expuesto a radiación ionizante. El trabajo pretende determinar el nivel de cumplimiento de las normativas nacionales

dadas por la OTAN que están basadas en la reglamentación internacional especificadas por el OIEA, La implementación de protocolos de seguridad, la utilización de equipos de protección y la formación del personal en materia de PR.

La evaluación exhaustiva del sistema de PR permite identificar cualquier problema en su aplicación y sugerir mejoras para optimizar la seguridad del personal sanitario. Con la finalidad de proporcionar un entorno de trabajo seguro, reducir los peligros relacionados con la exposición a radiaciones ionizantes y optimizar las acciones preventivas en el ámbito laboral.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Situación problemática

Si no se aplican las medidas de PR adecuadas, las radiaciones ionizantes que se utilizan en los procesos de diagnóstico por imagen, como los Rayos X, suponen una amenaza potencial para la salud de las personas que trabajan en la zona de Rayos X. Una exposición excesiva a radiaciones puede tener efectos negativos a corto y largo plazo, como la destrucción de células, la aparición de quemaduras y el aumento de la probabilidad de desarrollar una enfermedad (Alshowiman et al., 2023).

En el Hospital Regional del Cusco, más de cuatro decenas de pacientes son atendidos por el personal del centro de diagnóstico por imágenes en la unidad de radiología por turno diurno (mañana y tarde) según sus registros, lo que hace imprescindible contar con un sistema de PR eficiente y correctamente implementado. Esto se conseguirá estimando el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales en cuanto a la PR, dictadas por entidades como la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Por lo tanto, es de gran relevancia analizar cómo se están aplicando los EPR en el departamento de radiología, debido a que este trabajo permitirá identificar posibles deficiencias y plantear mejoras en la gestión de la seguridad radiológica. También contribuirá a la optimización de los protocolos de seguridad, fomentando las buenas prácticas en PR, fortaleciendo la capacitación del personal. Además, establecerá una base para la realización de futuras evaluaciones y monitoreos, que garanticen condiciones laborales seguras, minimizando riesgos. Conforme a los estándares internacionales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cumple la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco con la implementación de estándares conforme a la norma técnica IR.003.2013 de protección radiológica para garantizar la seguridad de los trabajadores en el año 2025?

1.2.2. Problemas Específicos.

1. ¿En qué medida el establecimiento de la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco cumple con los estándares de la norma técnica IR.003.2013 de protección radiológica en 2025?
2. ¿Se presentan deficiencias en el cumplimiento y uso de las medidas de protección radiológica IR.003.2013, por parte de los trabajadores expuestos a radiación ionizante?

1.3. Justificación del problema

Los Rayos X han sido una herramienta crucial en diversos campos, especialmente en la medicina, para diagnósticos por imágenes. Sin embargo, la exposición prolongada o inadecuada a radiaciones ionizantes durante procedimientos médicos como radiografías, tomografías y radiografías dentales puede presentar graves riesgos para la salud del equipo de trabajadores y de los usuarios del centro. El riesgo aumenta (en radiología el riesgo es inherente) dependiendo de factores como el nivel de radiación, el tiempo de exposición y la proximidad a la fuente de radiación (Alshowiman et al., 2023).

En la unidad de radiología (Rayos X) del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco, el personal se encuentra continuamente expuesto a radiación ionizante durante el desarrollo de sus actividades. En este contexto, el presente trabajo tiene como finalidad evaluar la implementación de los EPR en dicha unidad, considerando la normativa vigente que regula las autorizaciones, los procedimientos y las recomendaciones orientadas a la seguridad radiológica. Asimismo, se busca identificar posibles deficiencias e irregularidades en el sistema de PR actualmente implementado.

Este trabajo es fundamental en el ámbito de la salud y la protección del personal de la unidad de radiología (Rayos X), ya que contribuirá a mejorar las falencias encontradas, lo que permitirá garantizar un ambiente laboral seguro, minimizar los riesgos para los trabajadores y satisfacer los requisitos internacionales de seguridad radiológica.

1.4. Objetivos de la investigación.

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el cumplimiento de la implementación de los estándares de protección radiológica conforme a la Norma Técnica IR.003.2013, en la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco, con el fin de garantizar la seguridad de los trabajadores expuestos a radiación ionizante en el año 2025.

1.4.2. Objetivos específicos.

1. Determinar en qué medida el establecimiento de la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco cumple con la implementación de los estándares de la norma técnica IR.003.2013 de protección radiológica en 2025
2. Identificar deficiencias en el cumplimiento y uso de las medidas de protección radiológica IR.003.2013, por parte de los trabajadores expuestos a radiación ionizante.

II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

1. (Ojados M, 2022) Llevó a cabo un trabajo de investigación en un servicio de radiología de Alicante España donde se hizo un análisis descriptivo de los peligros que experimentan los empleados del Servicio de Radiodiagnóstico como consecuencia de su exposición a radiaciones ionizantes, así como un análisis de las medidas de PR que se han implantado para reducir la gravedad de estos peligros.

Además, se realiza una encuesta para determinar el grado de cumplimiento de estas medidas de seguridad por parte de los trabajadores y la cantidad de información que poseen sobre las mismas. El cien por cien de los trabajadores lleva correctamente el delantal con plomo, el sesenta y uno por ciento utiliza regularmente el dosímetro y el setenta y cinco por ciento ha recibido formación sobre seguridad radiológica. En cambio, el conocimiento teórico de las medidas de protección difiere de un trabajador a otro, y se detectan disparidades considerables en este conocimiento según la categoría profesional. Las medidas de PR son respetadas correctamente por el personal sanitario del Departamento de Sanidad y Servicios Humanos, que en su mayoría ha recibido formación en este ámbito concreto. Por otra parte, el grado de concienciación de la población sobre la seguridad radiológica no es óptimo y varía en función de la categoría profesional el grado de concienciación de la población sobre la seguridad radiológica no es óptimo y varía en función de la categoría profesional. Con el fin de maximizar los conocimientos en este campo, se recomienda poner en marcha una estrategia de mejora mediante un programa de formación.

2. (Arias J, 2022) El centro de diagnóstico por imagen mejora gracias al proyecto “Elaboración del Protocolo de Calidad y Seguridad Radiológica de la Clínica Hispanoamérica de la ciudad de Pasto” (Colombia). Este proyecto se traduce en una disminución de costos, un aumento de la calidad del centro y una optimización de las condiciones de protección de los empleados del sector salud. Con la ayuda de una guía, se es capaz de alcanzar sus objetivos mediante la evaluación de los materiales que han sido producidos por una variedad de organizaciones y escritores. Además de demostrar que las normas de calidad y seguridad radiológicas son insustituibles, está en marcha la consolidación de un proceso de calidad y seguridad radiológicas que respalde la certificación del centro de diagnóstico por imagen que ofrece la clínica.

3. (Alshowiman et al., 2023) En el estudio realizado en el Centro Cardíaco Príncipe Sultán de Arabia Saudita indica que: Las cuestiones actuales relativas a los fundamentos de la PR se ofrecen como objetivo principal de esta propuesta. En 2023, se descubrió que el aumento de la dosis acumulada y la realización de pruebas innecesarias son las cuestiones que deben abordarse. Para abordar estas cuestiones, se sugirieron tres medidas para mejorar la PR. Mantener un registro exacto del historial de radiación de cada paciente, educar a todo el personal sobre las incidencias de seguridad más importantes y llevar a cabo controles de calidad estrictos en las clínicas.

2.1.2. Antecedente Nacional:

1. (Vilca, 2023) mediante la utilización de la metodología analítica aplicada, no experimental, de corte transversal, realizó su trabajo de investigación titulado “Nivel de conocimientos sobre protección contra las radiaciones ionizantes respecto al rol que desempeña el personal de salud del Hospital Público de Trujillo, 2023”. Esta investigación se realizó sobre una

población censal compuesta por 195 médicos, entre especialistas generales y residentes. Se halló una correlación ($p < 0.001$) muy importante entre el nivel alcanzado y la función, siendo los doctores generales el grupo con mayor nivel de conocimiento. Los hallazgos del estudio mostraron que el 20,5% de la población tenía un buen nivel de conocimientos, el 38,5% poseía un nivel regular y el 41% poseía un nivel malo considerando: Bueno (232 – 330 puntos), Regular: (133 – 231 puntos), Malo (33 – 132 puntos) del total de 330 puntos totales posibles. Concluyendo la existencia de una conexión entre la cantidad de información sobre PR y la función que desempeña el médico.

2. (Alarcón, 2022) En el año 2022, lo que se logró en la investigación fue determinar la conexión que se da entre los saberes teóricos y las prácticas de resguardo radiológico en las enfermeras que laboran en el Centro Quirúrgico del Hospital Regional Docente Las Mercedes de Chiclayo. La investigación fue cuantitativa, de diseño no experimental y correlacional, y se realizó con una muestra de diecisiete auxiliares de enfermería tituladas. Ambos factores fueron medidos mediante el uso de un cuestionario. Con un porcentaje respectivo del 47%, los resultados demostraron que el grado de conocimientos teóricos y los comportamientos en materia de PR eran coherentes. El valor de la asociación entre conocimientos teóricos y prácticas de PR resultó ser de 0,769, y el nivel de significación se determinó en 0,000. Además, se descubrió una relación directa y sustancial entre ambos. De ello se deduce que la mejora de los conocimientos teóricos puede influir favorablemente en las prácticas de PR en este ámbito.

3. (Santisteban, 2019) Mediante un enfoque de investigación descriptivo, transversal y observacional, el propósito de este estudio es conocer si los hospitales de la zona amazónica cumplen o no con las medidas de PR establecidas. Las personas que brinda servicios en el centro de diagnóstico por imágenes de los hospitales de Chachapoyas, Utcubamba y Bagua conforman la

población de esta zona. En el proceso de revisión se utilizaron formularios alterados de los originalmente elaborados por el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN). Se descubrió que la mayoría de los equipos no cuentan con control de calidad verificado, que una parte importante de los equipos y del personal no cuenta con licencias o autorizaciones del IPEN, y que no existen señales de advertencia de radiación en las instalaciones. Se ha determinado que los hospitales situados en la zona amazónica no cumplen los procedimientos de seguridad radiológica establecidos.

2.1.3. Antecedente Local:

En cuanto a los antecedentes de investigación a nivel local, se hizo una búsqueda en el repositorio institucional de la UNSAAC, la página de la dirección regional de salud GERESA y las páginas web de los principales hospitales del departamento del Cusco tales como el Hospital Regional, el Hospital Antonio Lorena y el hospital Adolfo Guevara Velasco de EsSalud distintas bases de datos, no lográndose encontrar evidencia relacionada directa e indirectamente con este trabajo.

2.2.Bases teóricas

2.2.1. Onda

Se llama onda a todo fenómeno físico que se repite en el tiempo y en el espacio; es decir es una perturbación o también llamada fluctuación que se propaga en el espacio. Su principal propiedad consiste en su capacidad para transportar energía, sin necesidad de transportar materia.(YOUNG et al., 2009)

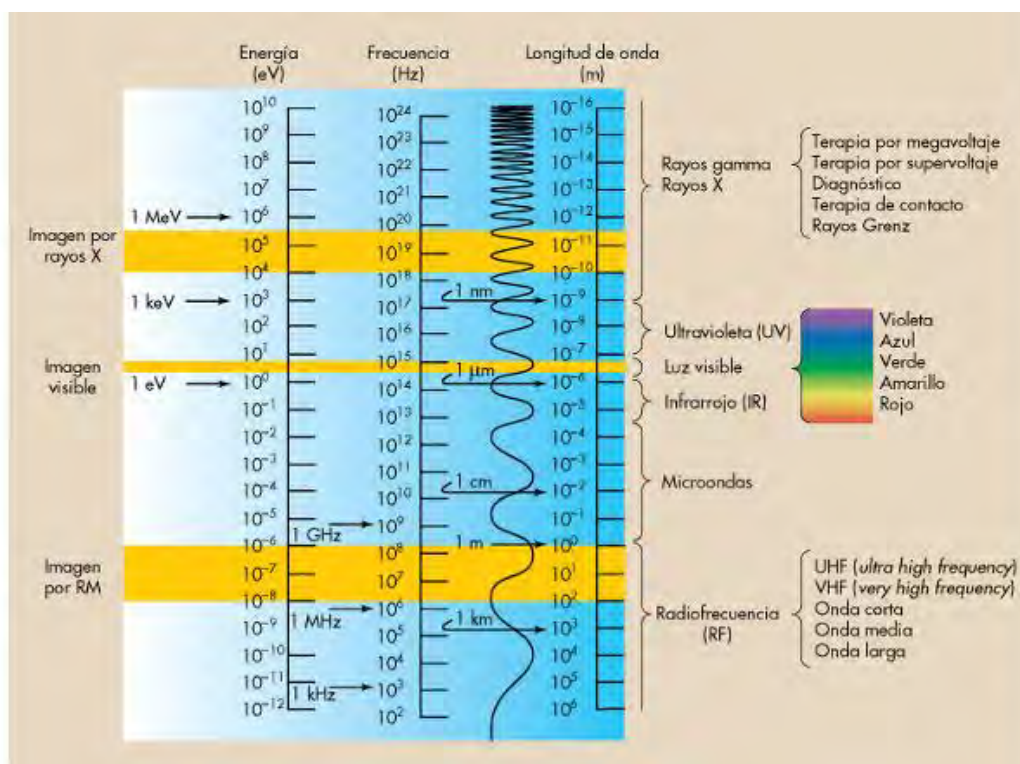
2.2.2. Ondas electromagnéticas o Radiación electromagnética

Las perturbaciones electromagnéticas resultan de la combinación de campos magnéticos y eléctricos producto de la aceleración del movimiento de las cargas eléctricas, no siendo necesario

para su propagación la existencia de un medio material, por lo que se pueden presentar en el vacío o en medios materiales.(Frank S. Crawford, 1994)

Las ondas electromagnéticas según sus frecuencias o longitudes de onda se agrupan en diferentes tipos, conformando el conocido espectro electromagnético que consta en la siguiente figura.

Figura 1 Espectro Electromagnético



Fuente: (Bushong S, 2010)

2.2.3. Rayos X

Son ondas electromagnéticas (radiación electromagnética) que corresponden al espectro electromagnético para radiodiagnóstico se utilizan en el rango de longitudes de onda desde 10 nanómetros hasta los 1 picómetro, frecuencias desde 3×10^{17} Hertz hasta los 3×10^{20} Hertz y sus energías desde 0.124 keV (kilo-electrón-voltios) hasta 1.24 MeV (Mega-electron-voltios)

correspondientemente, son producidos cuando electrones suministrados con alta energía, debido a una diferencia de potencial en la escala de decenas hasta centenas de kilovoltios, son emitidos con gran aceleración hacia un blanco metálico generalmente de tungsteno o molibdeno (se utiliza el tungsteno debido a que posee una de las diferencias energéticas más altas entre los elementos químicos, así como un punto de fusión extremadamente alto). Al impactar en determinado material (con una energía de 100keV) estos disipan la mayor parte de su energía cinética del cual aproximadamente el 1% se convierte en radiación X y el resto (99%) en calor.

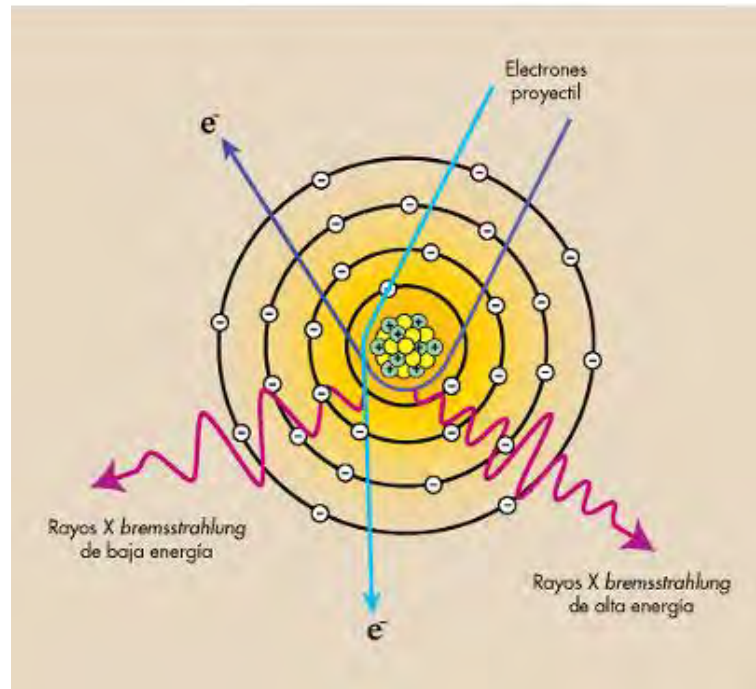
2.2.4. Fenómenos Físicos en los mecanismos de producción de Rayos X

Los Rayos X emanan de dos determinadas formas.

- **Rayos X de frenado (bremsstrahlung)**

Se generan Rayos X bremsstrahlung cuando un electrón a alta velocidad con energía de (20 a 150 keV) pasa cerca de un núcleo atómico y es desviado por la atracción electromagnética (fuerzas de Coulomb), eso provoca una disminución de energía en forma de radiación electromagnética. La teoría de Maxwell acerca de la propagación de la energía a través de campos electromagnéticos aclara este fenómeno. Durante esta interacción, parte de la energía del electrón se convierte en Rayos X que irradian al espacio (Gibbons, 2020). Este fenómeno es considerado aproximadamente entre un 80-90% del total utilizado para el diagnóstico médico por imágenes debido a su espectro continuo y alto valor energético.

Figura 2 Producción de Radiación X



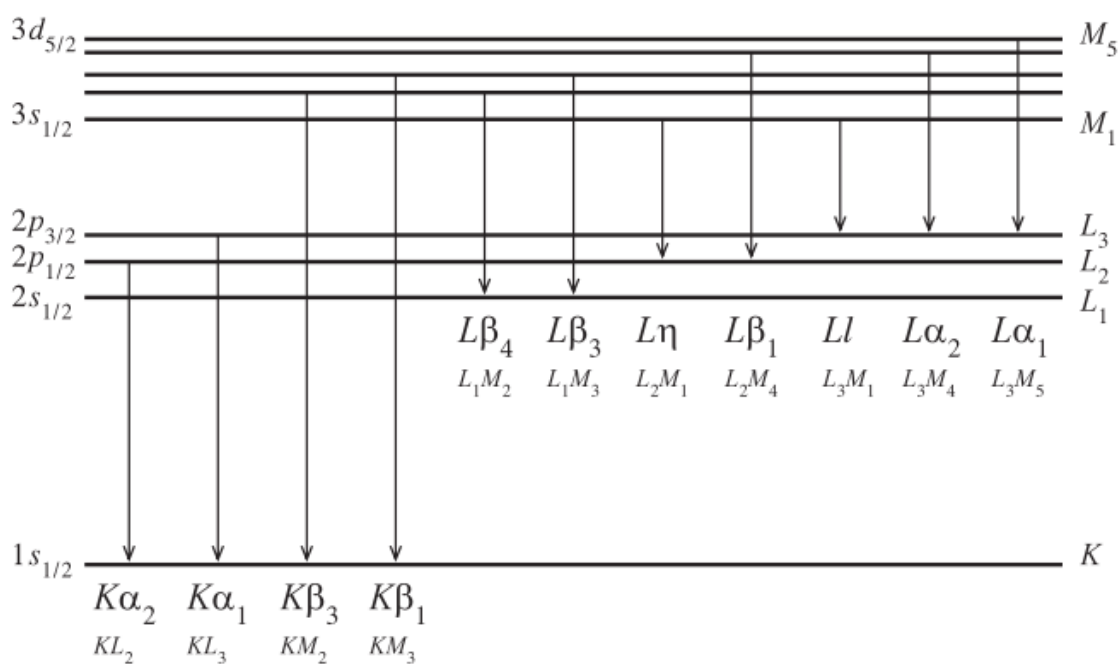
Fuente:(Bushong S, 2010)

- **Rayos X característicos**

Este proceso inicia cuando un electrón externo de alta velocidad con energía de (20 a 150 kVp) impacta a un electrón del material pesado y lo expulsa, generalmente uno de la capa más interna (capa K). Esto deja un espacio libre que torna al átomo inestable y con un mayor nivel de energía. Para estabilizarse, el átomo provoca inmediatamente que un electrón de un nivel energético superior (L, M o N) decaiga para ocupar el espacio libre, liberando energía, lo que se conoce como transición radiactiva. La discordancia de energía entre los dos niveles se irradia. X, la cual se denomina "característica" porque su valor es único para cada material. La probabilidad de que ocurra una transición específica, como la de L→K ($K\alpha$), no depende solo de la cercanía, sino de si respeta las reglas de selección cuántica ($\Delta\ell = \pm 1$, $\Delta j = 0, \pm 1$). Las transiciones que cumplen estas reglas se denominan "permitidas" y son muy probables. Aquellas que no las

cumplen son "prohibidas" y fuertemente inhibidas. Estas emisiones se nombran con las notaciones de Siegbahn (ej. $K\alpha$, $K\beta$) e IUPAC (ej. KL_3 , KM_3), como se ilustra en el diagrama de energía. Precisamente porque la transición $K\alpha$ es "permitida" y altamente probable, $K\alpha$ constituye la mayor parte de los Rayos X característicos quienes serán la parte complementaria (10-20%) de los Rayos X utilizados en radiodiagnóstico (Brosed, 2011).

Figura 3 Espectro de Rayos X característicos



Fuente: (Brosed, 2011)

2.2.5. Fenómenos y Efectos Físicos que se dan en la Interacción de la radiación con la materia

Los fotones son las partículas que tienen interacción con la masa, los cuales no poseen masa ni carga. De acuerdo al rango de energías del fotón incidente, se apreciará cinco tipos de interacciones principales cada una dada probabilísticamente: la producción de pares, la dispersión coherente, el efecto fotoeléctrico, la desintegración fotónica y el efecto Compton. En diagnóstico

médico de imágenes por Rayos X el rango energético pertenece aproximadamente desde 20 hasta 150 keV teniendo longitudes de onda desde los 0.062 hasta 0.0083 nanómetros lo cual involucra a tres mecanismos: la dispersión coherente, el efecto fotoeléctrico y el efecto Compton. Los otros no se dan debido a que la energías mínimas para que ocurran son 1.02 MeV Y 10MeV en la producción de pares y la desintegración fotónica respectivamente.(Bushong S, 2010)

- **Dispersión coherente**

La dispersión coherente se asocia principalmente con Rayos X de baja energía (10keV), los cuales tienen una participación mínima en la generación de la imagen médica. No obstante, este tipo de dispersión está presente en todo el rango diagnóstico. Por ejemplo, a 70 keV, un porcentaje de los Rayos X experimenta dispersión coherente, lo que provoca un leve efecto de velado en la película, generando un tono grisáceo en la radiografía que disminuye el contraste de la imagen.(Bushong S, 2010)

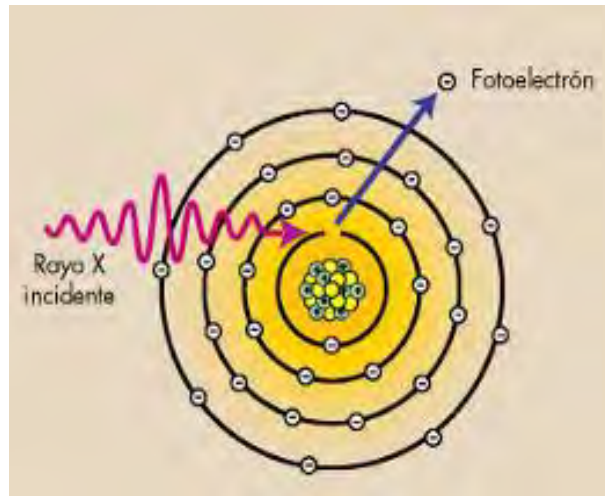
- **Efecto fotoeléctrico**

El efecto fotoeléctrico es una interacción clave donde un fotón incidente es completamente absorbido por un átomo, transfiriendo toda su energía a uno de sus electrones ligados, típicamente de las capas internas (como la capa K). Para que este electrón sea expulsado como un fotoelectrón, la energía del fotón debe superar su energía de enlace. La energía cinética con la que el fotoelectrón escapa es precisamente la diferencia entre la energía del fotón incidente y la energía de enlace del electrón.

Este fenómeno es fundamental en el diagnóstico por Rayos X porque es el principal mecanismo que genera el contraste en las imágenes. La probabilidad de que el efecto fotoeléctrico aumenta drásticamente con el número atómico (Z) del material (aproximadamente proporcional a

Z^3 o Z^4) y disminuye inversamente con el cubo de la energía del fotón ($1/E^3$). Esta dependencia dual provoca una absorción diferencial: los tejidos con alto Z , como el hueso (rico en calcio y fósforo), absorben significativamente más fotones que el tejido blando (con Z bajo), lo que permite distinguirlos claramente en la imagen radiográfica resultante (Gibbons, 2020).

Figura 4 Representación del Efecto Fotoeléctrico



Fuente: (Bushong S, 2010)

Para caracterizar el efecto fotoeléctrico se tiene la relación de diferencia energética que ocurre durante el fenómeno físico.

$$E_i = E_b + E_{EC} \quad (1)$$

Siendo: E_i energía del fotón incidente, E_b energía de ligadura del electrón y E_{EC} la energía del fotoelectrón.

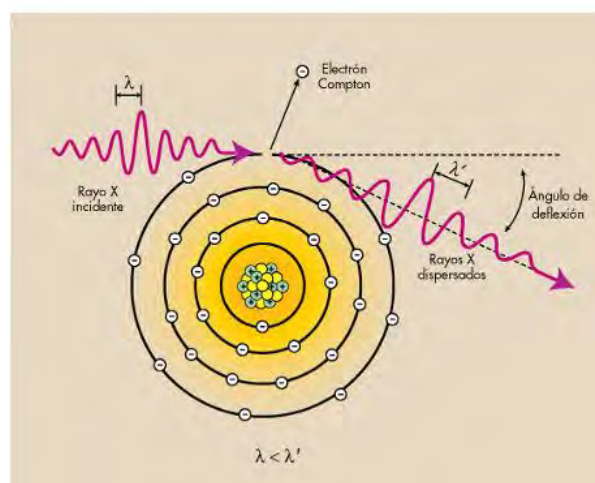
- **Efecto Compton**

El efecto Compton es cuando un fotón interacciona con un electrón de la capa más externa del átomo el cual dispersa al fotón reduciendo su energía e ionizando al átomo, análoga a una bola

de billar que golpea a otra. En este proceso, el fotón transfiere solo una parte de su energía a un electrón de la capa más externa, el cual es expulsado. Como resultado, se tiene: Un fotón dispersado con menor energía y una dirección diferente a la original y un electrón Compton que fue expulsado del átomo. A diferencia del efecto fotoeléctrico, la probabilidad de que el efecto Compton ocurra depende muy poco del número atómico (Z) del material y baja con el aumento de energía del fotón, por lo que es la interacción dominante en tejidos blandos y en el rango de energías intermedias (de $\sim 0.1\text{MeV}$ a 10MeV). En diagnóstico por imagen, este efecto es la principal causa de radiación dispersa, que reduce el contraste y la calidad de la imagen. (Gibbons, 2020).

Para analizar el efecto Compton se puede establecer diferentes modelados matemáticos que van estar relacionados en función de parámetros físicos que van a caracterizar el fenómeno, tales como energía, frecuencia y longitudes de onda. A continuación, tenemos una relación establecida con el ángulo de dispersión del fotón, la longitud de onda previa y posterior a la interacción.

Figura 5 Representación del Efecto Compton



Fuente: (Bushong S, 2010)

$\lambda' = \lambda + \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$	(2)
--	-------

Donde: λ y λ' muestran las longitudes de onda de los fotones incidentes y dispersados, respectivamente. θ es el ángulo que se forma entre los fotones dispersados y los incidentes, mientras que m_0 es la masa en reposo del electrón.

2.2.6. Magnitudes y unidades de la radiación

El modo en que la radiación que causa ionización choca con los materiales se calcula usando un sistema de magnitudes. Este sistema es importante porque convierte el complejo fenómeno de la radiación y sus repercusiones en datos concretos y manejables, lo cual es indispensable para su comprensión, control y uso seguro.

Este enfoque permite una caracterización progresivamente detallada del campo de radiación y su potencial de interacción, sirviendo además como punto de partida para establecer medidas más elaboradas y pesos relativos de acuerdo con la clase y el poder energético de las partículas.

- **Exposición**

Según (Fernández E, 2014), la exposición es una magnitud que indica la cuantificación de ionizaciones que produce la radiación por unidad de masa.

$$X = \frac{Q}{m} \quad (3)$$

Donde: X es la exposición a la radiación, su unidad es coulomb por kilogramo $\frac{C}{kg}$, su unidad primitiva que todavía está en uso es el röntgen (R) que significa unidad de carga por cm^3 , Q es la carga de ionización y m la masa.

- **Tasa de exposición**

Según (Fernández E, 2014), la tasa de exposición está definida como el cambio temporal de exposición.

$$\dot{X} = \frac{dX}{dt} \quad (4)$$

Donde: $\dot{X}$ es la tasa de exposición y sus unidades en el sistema internacional (SI) son $\frac{C}{kg.s}$ o $\frac{R}{s}$.

- **Dosis absorbida**

Según (Fernández E, 2014), la medida de la exposición no es del todo completa, por ese motivo se define la magnitud D que indica la dosis absorbida de energía por unidad de masa.

$$D = \frac{dE}{dm} \quad (5)$$

Siendo: D la dosis absorbida, E energía y m la masa, su unidad es el Gray (Gy), $1 \text{ Gy} = \frac{J}{kg}$

Y del mismo modo se define la tasa de Dosis absorbida donde sus unidades serán Gy/s.

- **Dosis equivalente, factores de ponderación de la radiación.**

De acuerdo a (Fernández E, 2014) la dosis equivalente es la dosis absorbida pero ya añadiendo las consecuencias biológicas de la radiación, mediante un factor de calidad que obedece al tipo de radiación.

$$H = D * Q \quad (6)$$

Siendo: H la magnitud de Dosis equivalente medida (en: Sievert (Sv), mSv, μ Sv), D la dosis total absorbida en (Gy) y Q el factor de calidad. El valor de Q para el caso de Rayos X toma el valor $Q = 1$, la dosis equivalente a 1 Gy es de 1 Sv.

- **Dosis efectiva Factores de ponderación de los tejidos.**

La dosis efectiva E (medida en: Sv, mSv, μ Sv) está dada a partir de la dosis equivalente, esta sirve para contrastar las consecuencias de irradiación de cada órgano con respecto a las consecuencias de irradiación del cuerpo en su total (Fernández E, 2014).

$$E(Sv) = \sum w_T * H_T \quad (7)$$

Siendo: H_T el valor de la dosis equivalente (medida en: Sv, mSv, μ Sv) suministrada al órgano de coeficiente de ponderación para cada órgano w_T .

Tabla 1 Factores de Ponderación de Tejidos w_T

Tejido	w_T	$\sum w_T$
Medula ósea, colon, pulmón, estómago, mama, resto de los tejidos *	0,12	0,72
Gónadas	0,08	0,08
Vejiga, esófago, hígado, tiroides	0,04	0,16
Superficie del hueso, cerebro, glándulas salivales, piel	0,01	0,04
	Total	1,00

* Resto de los Tejidos: Adrenales, región extra torácica (ET), vesícula, corazón, riñones, nódulos linfáticos, músculo, mucosa oral, páncreas, próstata, intestino delgado, bazo, timo, útero/cérvix

Fuente:(ICRP, 2007)

2.2.7. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

- **Relación dosis-respuesta.**

Es una relación matemática entre las diferentes escalas de dosis irradiada de forma directa o indirecta con la materia viva y las consecuencias biológicas observadas, esta relación es el cimiento de la radiología de diagnóstico, y se darían de dos maneras: al instante o pasado un tiempo, con altos y bajos valores de dosis, deterministas o estocásticos (Bushong S, 2010).

- **Efectos determinísticos.**

Los efectos deterministas se presentan cuando hay una disminución o que un tipo de tejido deje de funcionar, generalmente debido a la muerte de las células o a la incapacidad de estas para seguir dividiéndose. A medida que la dosis de radiación aumenta, crece rápidamente la cantidad de células dañadas y el deterioro en la función del tejido se manifiesta una vez que se supera una dosis mínima específica para cada tipo de tejido (Núñez, 2008).

- **Efectos estocásticos**

Los efectos estocásticos ocurren cuando una célula sufre una modificación en su ADN, pero continúa funcionando, este daño puede hacerse más pronunciado a medida que la célula se divide. Los principales riesgos que preocupan son: la aparición de cáncer que puede producirse tras un periodo de inactividad de varios años (entre 2 y 10 años en el caso de la leucemia, y entre 10 y 40 años en el caso de tumores aislados), y la aparición de enfermedades hereditarias graves (Núñez, 2008).

2.2.8. Protección radiológica

- **Exposición ocupacional**

La exposición en el trabajo a la radiación se define como la que experimenta un empleado dentro de su lugar de trabajo a causa de la maquinaria específica empleada allí, concretamente los aparatos de Rayos X usados para obtener diagnósticos visuales. (Lacruz M, 2014).

- **Protección radiológica**

De acuerdo a (Lacruz M, 2014) se entiende como PR a la agrupación de procedimientos con el fin de cuidar a los individuos de las radiaciones ionizantes, sus generaciones posteriores y a su entorno, con el objetivo de evitar la aparición de consecuencias biológicas determinísticas y estocásticas

Sus objetivos son:

- Evitar que ocurran efectos determinísticos
- Reducir al máximo la aparición de efectos estocástico

- **Principios de la protección radiológica**

- **Justificación:** Cualquier procedimiento que use radiación ionizante ofrece una ventaja superior a los riesgos posibles que podría generar. (D.S. Nro. 009-97-EM, 1997).

- **Optimización:** Sin comprometer la eficacia del proceso médico, su objetivo es minimizar al máximo la cantidad de radiación que recibe el paciente. Para ello, es fundamental elegir con conocimiento de causa las tecnologías y procedimientos que se utilizan, así como aplicar protocolos que restrinjan la exposición que no sea necesaria (ICRP, 2007). Esto se aplica bajo el principio tan bajo como sea razonablemente posible “As Low As Reasonably Achievable” (ALARA) dado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, 2012).

- **Limitación de dosis:** determina los niveles máximos de exposición aceptables para evitar efectos perjudiciales para la salud, siendo especialmente aplicable a los profesionales que trabajan en campos que implican una interacción regular con fuentes de radiación (ICRP, 2007). Las personas que laboran en este ámbito deben tener en cuenta que las dosis recibidas deben ser, aproximadamente 20 mSv en un año como media aritmética de 5 años, 50 mSv por año en tanto no supere 100 mSv en 5 años, 50 mSv comparable en el cristalino, y 500 mSv comparable en piel y extremidades. En caso de trabajadoras embarazadas, cuando una empleada confirme su estado de gestación, debe informar al empleador para que, si es necesario, se reajusten sus funciones y evitar que la radiación que reciba en la zona abdominal supere los 2 mSv durante todo el embarazo (D.S. Nro. 009-97-EM, 1997).

Tabla 2 Límites de Dosis

LÍMITE DE DOSIS			
Personas	Dosis efectiva (1)	Dosis equivalente	
		Cristalino	Piel y extremidades
Trabajador expuesto	50 mSv/año 100 mSv en 5 años Consecutivos	150 mSv/año	500 mSv/año
Personal en formación entre 16 y 18 años	6 mSv/año	50 mSv/año	150 mSv/año
Embarazadas	1 mSv/año durante el embarazo		
Público trabajador no expuesto	1 mSv/año	15 mSv/año	50 mSv/año
(1) La cantidad que funciona para la radiación de fuera se calculará basándose en la dosis equivalente a una profundidad de diez milímetros. (2) Desde el momento en que se confirma el embarazo, es importante implementar medidas preventivas para que la exposición del feto no exceda 1 mSv.			

Fuente:(Lacruz M, 2014) .

- **Medidas para controlar la exposición**

Es esencial implementar una variedad de acciones preventivas para disminuir el contacto con la radiación. Incrementar la separación entre la fuente de emisión de radiación y el sujeto expuesto, así como reducir la duración de la exposición, son algunas de las tácticas más eficaces al mínimo indispensable y emplear barreras de protección diseñadas específicamente para bloquear la radiación nociva. Estas prácticas son esenciales para no afectar la buena salud y el bienestar de los individuos que laboran en ambientes con riesgo de radiación. En líneas generales, mientras nos alejemos más de la fuente radiactiva, la exposición disminuirá considerablemente; al reducir el tiempo de permanencia en su cercanía, la dosis de radiación recibida será significativamente

menor; y al implementar barreras de protección adicionales, se logrará disminuir la cantidad de radiación que alcanza nuestro cuerpo. Idealmente, se deben combinar los tres métodos propuestos, aunque en determinadas circunstancias puede ser adecuado aplicar únicamente uno de ellos o centrado en aquel que se considere más conveniente y eficaz en función de las necesidades específicas de cada situación (Lacruz M, 2014).

➤ **Distancia:** según (Lacruz M, 2014) el cuadrado de la distancia es inversamente proporcional a la exposición.

$$I_2 = I_1 * \frac{d_1^2}{d_2^2} \quad (8)$$

Donde; d_1 y d_2 (medidas en m o cm) son distancias que separan dos puntos diferentes alejados de la fuente de emisión e I_1 y I_2 (se miden en: Sv/h, mSv/h, μ Sv/h) son las tasas de dosis equivalente en cada uno de los puntos.

➤ **Tiempo:** de acuerdo a (Lacruz M, 2014) el tiempo es directamente proporcional a la exposición.

$$D = I * t \quad (9)$$

Siendo: D la dosis total recibida (se mide en Sv, mSv, μ Sv), I la tasa de dosis equivalente (se miden en: Sv/h, mSv/h, μ Sv/h) y t el tiempo (se miden en horas) de permanencia con I.

➤ **Blindaje:** (Lacruz M, 2014) indica que el blindaje se opta de acuerdo a los parámetros de tiempo y distancia, es directamente proporcional a la exposición y consiste en construir una conglomeración de un determinado material y espesor al cual se absorberá la radiación y este está regido por la Ley de atenuación.

2.2.9. Protección radiológica operacional

- **Clasificación de los trabajadores en cuanto a los riesgos por radiación**

De acuerdo ha (Lacruz M, 2014), dentro de los trabajadores expuestos a la irradiación tenemos a:

- Los que están repercutidos por el hecho mismo de trabajar ahí.
- A los que están aprendiendo y sus objetivos tienen que ver con la radiación.
- Las personas ajenas que por cualquier motivo ya sean tratamientos fueron afectados por la radiación.

- **Medidas a tomar en la protección radiológica**

- Verificar a priori el lugar de labor y así corroborar el riesgo de irradiación, teniendo en cuenta el principio de optimización.

Cuando se labora con irradiación se está sujeto a dos tipos de riesgo: Riesgo por exposición a irradiación externa debido a un dispositivo que emana radiación y riesgo de contaminación con material radiactivo por manipulación de material radiactivo (Lacruz M, 2014).

- Distinguir la zona de labor con respecto a las dosis anuales y de acuerdo al tipo de riesgo.

Los ambientes de acuerdo con la reglamentación se clasifican de acuerdo a los riesgos que posee un individuo dentro de ese ambiente y son: las zonas controladas y zonas vigiladas (Lacruz M, 2014).

Figura 6 Señales de Zonas con Riesgo de Irradiación Externa

ZONA VIGILADA (Gris) Posibilidad de recibir una dosis efectiva < 1 mSv/año o dosis equivalentes $< 1/10$ del límite de cristalino, piel o extremidades ZONA VIGILADA  RIESGO DE IRRADIACIÓN EXTERNA	ZONAS CONTROLADAS Posibilidad de recibir una dosis efectiva > 6 mSv/año o dosis equivalentes $> 3/10$ del límite de cristalino, piel o extremidades <tr> <td data-bbox="820 436 1015 506"> Permanencia libre (verde) </td><td data-bbox="1015 436 1284 590"> ZONA CONTRIBUIDA  RIESGO DE IRRADIACIÓN </td></tr> <tr> <td data-bbox="820 604 1015 695"> Permanencia limitada (amarillo) </td><td data-bbox="1015 604 1284 758"> ZONA PERMANENCIA LIMITADA  RIESGO DE IRRADIACIÓN </td></tr> <tr> <td data-bbox="820 772 1015 863"> Permanencia reglamentada (naranja) </td><td data-bbox="1015 772 1284 926"> ZONA PERMANENCIA REGLAMENTADA  RIESGO DE IRRADIACIÓN </td></tr> <tr> <td data-bbox="820 940 1015 1031"> Acceso prohibido (rojo) </td><td data-bbox="1015 940 1284 1085"> ZONA ACCESO PROHIBIDO  RIESGO DE IRRADIACIÓN </td></tr>	Permanencia libre (verde)	ZONA CONTRIBUIDA  RIESGO DE IRRADIACIÓN	Permanencia limitada (amarillo)	ZONA PERMANENCIA LIMITADA  RIESGO DE IRRADIACIÓN	Permanencia reglamentada (naranja)	ZONA PERMANENCIA REGLAMENTADA  RIESGO DE IRRADIACIÓN	Acceso prohibido (rojo)	ZONA ACCESO PROHIBIDO  RIESGO DE IRRADIACIÓN
Permanencia libre (verde)	ZONA CONTRIBUIDA  RIESGO DE IRRADIACIÓN								
Permanencia limitada (amarillo)	ZONA PERMANENCIA LIMITADA  RIESGO DE IRRADIACIÓN								
Permanencia reglamentada (naranja)	ZONA PERMANENCIA REGLAMENTADA  RIESGO DE IRRADIACIÓN								
Acceso prohibido (rojo)	ZONA ACCESO PROHIBIDO  RIESGO DE IRRADIACIÓN								

Fuente: (Lacruz M, 2014)

➤ Elegir a los trabajadores según su clasificación y de acuerdo a su función laboral y Poner en práctica la reglamentación, medidas y controles de acuerdo a la zona de labor y la clasificación laboral del personal.

Para designar que tipo de trabajador es, se considera un umbral de medición el cual es 6 mSv/año oficial o los 3/10 de alguno de los valores tope de dosis equivalente. Los que los superen serán trabajadores con categoría A, mientras que los que no lo sobrepasen serán trabajadores de categoría B.

- Tener una fiscalización sanitaria del personal que labora acorde a la legislación.

La normativa en protección sanitaria en el aspecto de radiación ionizante indica que el personal que labore expuestos a radiaciones ionizantes con categoría A deben pasar un examen médico antes de iniciar sus labores, asimismo deben hacerse controles al menos cada 12 meses o cuando las condiciones lo requieran y según los resultados, se clasifican como aptos, aptos con restricciones o no aptos para trabajar con radiaciones. Por otro lado, para los de categoría B no es obligatorio realizarse los exámenes (Lacruz M, 2014)

A cada empleado de la categoría A se le creará un expediente médico que mostrará las diferencias entre sus evaluaciones dosimétricas y de salud. Este historial se mantendrá hasta que el trabajador alcance los 75 años, y nunca por menos de 30 años desde que deje de estar expuesto a radiaciones. En caso que se vea superado algún límite de dosis, el historial estará disponible para el trabajador y la autoridad competente y se aplicará una vigilancia médica especial y se determinarán nuevas condiciones (Lacruz M, 2014).

2.2.10. Aspectos tecnológicos

- **Blindajes y cálculos de blindaje**

- **Ley de atenuación de fotones**

De acuerdo a (OIEA, 2024) al momento de hacer incidir un haz de fotones estos se atenuarán de acuerdo al espesor de un determinado material, según la Ley de atenuación.

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (10)$$

Donde: I es la intensidad atenuada, I_0 la intensidad incidente (sus unidades pueden estar en: Sv/h, mSv/h, μ Sv/h, o fotones / $cm^2.s$), μ el coeficiente de atenuación lineal (cm^{-1}) que esta dado por el material a usar y x el ancho del material (cm).

➤ **Barrera primaria y barrera secundaria**

La barrera primaria es la que se posiciona en la dirección de la fuente, mientras que serán secundarias las barreras que no estén en la dirección de la fuente (Lacruz M, 2014).

➤ **Barrera estructural y no estructural**

Una barrera estructural es aquella construcción que sea inmueble mientras que la que se puede retirar es barrera no estructural (Lacruz M, 2014).

• **Instrumentación para la detección de las radiaciones ionizantes.**

Desde que, en 1903 cuando Crookes invento el espintariscopio se empezaron a inventar diferentes tipos de detectores de radiación (Flakus, s. f.). Actualmente se tiene diferentes tipos de Detectores como los de ionización gaseosa, por semiconductores, por centelleo, por materiales termoluminiscentes, por detección por partículas de carga neutra (Lacruz M, 2014).

➤ **Dosímetro de película**

este tipo de dosímetro personal es de un uso muy común debido a sus bondades como precisión, costo accesible y marca la exposición a la radiación gracias a una película fotográfica que se ennegrece (Aspromedica, 2025).

Figura 7 Dosímetro de Película



Fuente: (ASPROMEDICA, 2025).

➤ Dosímetro de detector Geiger-Müller

Es un dispositivo de detección de radiación ionizante que emplea un tubo de Geiger-Müller, basándose en un cilindro metálico contenido de gas a valores de presión bajos (con valores menores a la presión atmosférica dependiendo del fabricante) con un hilo metálico (ánodo) en su interior. Cuando los fotones ionizantes entran en el tubo, este ioniza el gas, produciendo pares de electrones e iones (Electronica Network, 2025)

Figura 8 Dosímetro Detector Geiger - Müller



Fuente: (Kusitest, 2025)

2.2.11. Aspectos regulatorios

La PR está regulada por instituciones tanto a nivel internacional como nacional, las cuales se encargan de establecer normas, recomendaciones y marcos legales y administrativos, sustentados en investigaciones científicas. Entre estas reglamentaciones se encuentran:

- **Normas Internacionales**

- **Reglamentación de La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP)**

La Comisión Internacional de PR es la entidad líder a nivel global que proporciona orientaciones para salvaguardar a las personas de los peligros asociados a la radiación ionizante, delegando a cada organismo nacional formular sus propias reglamentaciones y normativas de acuerdo a sus propias condiciones y realidades. Su publicación más relevante es la publicación

103 (2007), que ilustra, actualiza y consolida los conceptos básicos de la protección frente a la radiación: fundamentación, mejora y restricción de exposiciones. Estas recomendaciones son el cimiento para la construcción de normativas y regulaciones a nivel global y son pertinentes para contextos de exposición programada, actual y de crisis (ICRP, 2007).

➤ **Normas de Seguridad del OIEA**

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) elabora reglas globales de seguridad para la protección contra la radiación, las cuales se fundamentan en las sugerencias de la ICRP y en investigaciones del Comité Científico de la ONU sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR). Estas reglas fijan restricciones de dosis y condiciones para resguardar a los trabajadores, a los pacientes y al público en general, asegurando un acuerdo internacional sobre el manejo seguro de las radiaciones ionizantes (OIEA, 2016).

➤ **Directrices de la OMS**

La Organización Mundial de la Salud proporciona pautas para el uso seguro de radiaciones ionizantes en el ámbito médico, centrando su atención en la salvaguarda del paciente y la mejora de los procedimientos médicos que utilizan radiación ionizante, complementando así las sugerencias de la Comisión Internacional de PR y las regulaciones del OIEA (OMS, 2023).

➤ **Normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) 45001**

La norma internacional denominada ISO 45001 proporciona un marco para gestionar la seguridad y la salud en el trabajo con los objetivos de prevenir accidentes, reducir las enfermedades en el personal que labora y promover entornos de trabajo seguros. Basado en la identificación de amenazas, la participación activa de los empleados, la responsabilidad del liderazgo de alto nivel y la mejora continua del sistema. Además, facilita que el cumplimiento normativo sea más fácil y

pueda integrarse con otros sistemas de gestión, como los de medio ambiente o control de calidad (Coordina, 2025).

- **Normas Nacionales (Perú)**

- **Norma IR.003.2013 (Anexo B)**

El IPEN es la entidad nacional encargada de la regulación y control de la seguridad en centros que usen radiación ionizante en Perú (LEY N° 21875, 1977) mediante la unidad técnica denominada Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN). Su control está basado en la Ley de regulación del uso de fuentes de radiación ionizante (LEY N° 28028, 2003) y para diagnóstico por radiación usa los criterios establecidos en la norma IR.003.2013 denominada Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X aprobado con Resolución de Presidencia N°123-2013-IPEN-PRES, el cual ofrece instrucciones desde el punto de vista técnico y administrativo para proteger al personal que trabaja con radiación en el sector salud, siguiendo las directrices internacionales actuales para asegurar la seguridad radiológica en los establecimientos de salud peruanos.

Estas regulaciones de alcance nacional e internacional constituyen un marco completo para la PR, garantizando que los empleados estén protegidos ante los peligros relacionados con la radiación ionizante.

2.2.12. Gestión de protección radiológica

La administración de PR en centros que utilizan Rayos X para realizar diagnósticos por imagen es un conjunto estructurado de políticas, procedimientos y responsabilidades administrativas diseñadas para garantizar la seguridad del personal. Esto involucra el fiel cumplimiento de la normativa peruana de protección radiológica “Norma IR.003.2013”. La correcta

gestión permite mejorar la calidad en el procedimiento y todo esto estará sustentado por componentes.

- **Estructura organizacional y responsabilidades**

El Centro de Diagnóstico por Imágenes está compuesto por un titular de la autorización, quien será el responsable directo de garantizar que:

- Las actividades de diagnóstico médico se ajusten a los tres principios de PR (limitación, justificación y optimización).
- El centro cuente con personal suficiente, debidamente capacitado y autorizado por el IPEN mediante la OTAN para desempeñar las funciones requeridas.
- Los procedimientos radiológicos sean supervisados por un médico.
- El personal utilice equipos, técnicas y parámetros adecuados durante la realización de los procedimientos.

Además, el centro debe tener un Físico Médico (FM) y un Oficial de Protección Radiológica (OPR), cada uno con licencia individual. El responsable de garantizar el cumplimiento de las reglamentaciones relacionadas con la PR y de implementar el programa correspondiente en la instalación será el OPR. El FM, por su parte, será responsable de optimizar las exposiciones médicas y de realizar exámenes para controlar la calidad dentro del establecimiento. (N°123-2013-IPEN-PRES).

- **Programa de protección radiológica (PPR)**

El PPR es un conjunto de acciones implementadas en los centros sanitarios para proteger a los empleados expuestos ocupacionalmente, a los pacientes y al público en general de las consecuencias de la radiación ionizante. La OTAN establece a nivel nacional, contenido en el

anexo I de la norma IR.003.2013, el cual se denomina “Programa de Protección Radiológica” indicando lo que debe contener.

Para empezar, debe tener una organización bien definida, donde se indique donde funciona, quienes trabajan en el área, qué funciones cumplen, si están capacitados y si tienen licencia para operar los equipos de Rayos X. También es importante que todos sepan sus responsabilidades y que reciban capacitación constantemente.

El programa debe incluir una descripción clara del lugar, los equipos con los que se trabaja y los estudios que se hacen. Además, debe estar establecido los procedimientos y condiciones para proteger al personal que trabaja con radiación, como el uso correcto del dosímetro, los equipos de protección, el control de las zonas de trabajo, los chequeos médicos y la capacitación continua.

En cuanto a los pacientes, se busca evitar que se expongan sin necesidad, especialmente si están embarazadas o son niños. Se usan protectores especiales, se ajustan las dosis y se revisa constantemente que los equipos estén funcionando correctamente. También se toman medidas para proteger al público, evitando que entren a las salas sin autorización o que se queden cuando no es necesario. Si ocurre un accidente o una falla, el programa debe ayudar a investigar qué pasó, calcular las dosis recibidas y tomar acciones para corregir el problema.

Por último, se deben guardar todos los registros importantes: licencias, resultados de monitoreo, controles de calidad, mantenimiento de equipos, capacitaciones y auditorías del programa (N°123-2013-IPEN-PRES).

- **Manual de Protección Radiológica (MPR)**

Es un documento fundamental acorde a lo dado por la Norma Técnica N° IR.003.2013 que establece los requisitos, procedimientos y responsabilidades de la PR en los centros de diagnóstico médico por imágenes, dicho documento tiene que ser conocido por todos los trabajadores

ocupacionalmente expuestos en esta área a fin de garantizar la seguridad del personal ocupacionalmente expuesto, indica el Hospital Santa Rosa y el ministerio de salud (HSR - MINSA, 2025).

- **Monitoreo dosimétrico**

El monitoreo dosimétrico es una componente del sistema de gestión de la PR y este encargado de la medición de dosis que servirá para cuantificar la exposición a irradiaciones. De acuerdo al Consejo de Seguridad Nuclear de España (CSN) cuando la cuantificación sea con respecto a los individuos se tendrá un monitoreo personal y se realizara con un dosímetro específico para cada personal, y en tanto corresponda a una cuantificación o a los ambientes de trabajo se tendrá que prever un dosímetro para dicho ambiente (CSN, 2009).

- **Control de calidad y mantenimiento**

El control de calidad en equipos de Rayos X es un procedimiento técnico que consta en realizar pruebas no invasivas para verificar el correcto funcionamiento (el equipo se encuentre adecuadamente calibrado) del equipo y asegurar que los parámetros técnicos indicados coincidan con los valores medidos. Estas pruebas son fundamentales para garantizar la calidad de las imágenes radiográficas, así como la seguridad del paciente durante el procedimiento.

Esta evaluación permite determinar la estabilidad operativa del equipo, la precisión de los parámetros del haz de Rayos X y las dosis recibidas por los pacientes. Su aplicación responde a lo establecido en la Ley N.º 28028 y su reglamento vigente, y se realiza conforme a las normas internacionales de la comisión electrotécnica internacional (IEC) 60601-1. El procedimiento es desarrollado por el Laboratorio Secundario de Calibraciones Dosimétricas (LSCD) del IPEN, el cual utiliza equipos calibrados conforme a estándares internacionales como los del OIEA y

dispositivos trazables al Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST). Además, se siguen los protocolos establecidos en las normas IEC 61223 para diferentes tipos de equipos de Rayos X.

- **Monitoreo y Evaluación**

El monitoreo se refiere al seguimiento sistemático y permanente de los procedimientos y condiciones en las cuales se están suministrando radiación ionizante. Este incluye la medición regular de los niveles de exposición a la radiación en zonas controladas, el uso de dosímetros por parte del personal expuesto, el registro de dosis recibidas, y la supervisión del funcionamiento de los equipos de Rayos X. A través de estas acciones, se busca determinar oportunamente cualquier desviación respecto a los límites permitidos, para implementar acciones correctivas que aseguren la seguridad de los empleados, los pacientes y el público.

Por otro lado, la evaluación implica un análisis más minucioso y periódico de los resultados del monitoreo, con el objetivo de calificar la efectividad del PPR. Esto incluye la revisión de protocolos, el análisis de incidentes o situaciones anómalas, la auditoría de registros y la comparación con los estándares nacionales e internacionales vigentes. La evaluación permite tomar decisiones informadas sobre cambios o mejoras necesarias en la gestión, formación del personal, mantenimiento de equipos y procedimientos técnicos.

En conjunto la supervisión y la evaluación: son elementos esenciales de cualquier sistema de gestión, porque posibilitan la verificación continua del cumplimiento de las normas de seguridad y la detección de áreas que requieren mejora en los métodos y en el uso de equipos en los centros de diagnóstico por imágenes; aseguran que las prácticas radiológicas se desarrollen bajo condiciones óptimas de seguridad, promoviendo una cultura de mejora continua y reduciendo los riesgos asociados a la exposición de la radiación. (HSR - MINSA, 2025)

2.2.13. Cumplimiento normativo

El cumplimiento normativo es la obligatoriedad que tiene una institución para velar por el fiel cumplimiento con respecto a normatividad correspondiente a su tipo de actividad. En resumen, es andar conforme a los lineamientos legales, el método para poder verificar el correcto cumplimiento es a través de la implementación de prácticas adecuadas que ayuden a detectar y categorizar los riesgos existentes conforme a normativa, también garanticen su prevención el control y seguimiento (bancoldex, 2025).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1.Hipótesis General:

El Sistema de Protección Radiológica del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco en 2025 no cumple adecuadamente con la implementación de estándares conforme a la norma técnica IR.003.2013 de protección radiológica lo que podría comprometer la seguridad de los trabajadores de la unidad de Rayos X.

3.2.Hipótesis Específicas:

1. En el año 2025, el establecimiento de la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco presenta una implementación incompleta de los estándares establecidos en la Norma Técnica IR.003.2013 de protección radiológica, evidenciándose deficiencias en el cumplimiento de sus requisitos normativos.
2. En 2025, el personal de la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco incurre en incumplimiento de las medidas de protección radiológica indicadas en la norma IR.003.2013.

IV. MARCO METODOLÓGICO.

4.1. Localización política y geográfica

Este trabajo se desarrolló en la Unidad de Radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco, donde se llevó a cabo la evaluación de la implementación de los EPR conforme a la norma IR.003.2013. En esta sede se realizaron la recaudación documentaria, recaudación de datos, encuesta, el análisis de las condiciones de seguridad para verificar el cumplimiento de las normativas vigentes y asegurar la adecuada protección de los trabajadores expuestos a radiación.

4.2. Tipo y Enfoque de investigación

4.2.1. Tipo de investigación

Dado que tiene como objetivo evaluar, esta tesis es de tipo aplicada, la implementación de estándares específicos (la norma IR.003.2013) para mejorar la seguridad radiológica en un contexto real y concreto, con el fin de ofrecer soluciones prácticas que garanticen la protección adecuada de los trabajadores en cuanto a radiación. (Tarrillo Saldaña et al., 2024) indica que una investigación es aplicada, cuando el conocimiento en estado teórico nos permite tratar problemáticas y concretizar soluciones puntuales.

4.2.2. Enfoque de Investigación

Según (Perez et al., 2023), la investigación se ha clasificado de manera tradicional en cualitativa y cuantitativa. La metodología mixta de investigación, que entrelaza los dos métodos, se ha establecido como una tercera opción, lo que posibilita tratar problemas de investigación extremadamente complejos en su totalidad. En este trabajo el enfoque cuantitativo se utilizó para medir el nivel de Implementación de los EPR conforme a la norma IR.003.2013. El enfoque cualitativo sirvió para obtener percepciones y opiniones del personal a través de encuestas sobre

las prácticas de seguridad, la capacitación que está inmerso en los EPR en la unidad de radiología del centro de diagnóstico por imagen del Hospital Regional del Cusco.

4.3. Diseño de Investigación:

(Tarrillo Saldaña et al., 2024) el diseño de la investigación se divide en experimental y no experimental, los no experimentales a su vez en transversales y longitudinales.

La investigación fue no experimental y de corte transversal, de nivel descriptivo-explicativo. En primer lugar, no fue experimental debido a que las variables no se manipulan, sino que se observa las condiciones y prácticas actuales en el hospital, recopilando datos de forma observacional sin intervenir directamente en los procedimientos. Transversal porque se realizó en un solo momento del tiempo, recogiendo datos en un período específico (2025) Para tener una idea nítida de la situación de seguridad y PR en ese momento. Se trata de un documento descriptivo porque describe las prácticas de seguridad en cuanto a PR que se han establecido en la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco con el fin de brindar una visión clara de la situación actual en cuanto a la seguridad de los trabajadores de Rayos X, usando datos cuantitativos y cualitativos obtenidos a través de encuestas, verificaciones, mediciones. Y explicativo debido a que se buscó identificar y analizar las causas y factores que afectan la efectividad del sistema de PR en el hospital, como la capacitación del personal, el cumplimiento de las normativas y la disponibilidad de los equipos necesarios.

4.4.Población y Muestra:

- **Población:**

- El Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco, las Unidades de diagnóstico por imágenes, toda su documentación, su infraestructura, equipamiento y medidas de seguridad en general implementadas en todo el centro.

- Todos los trabajadores que laboran en la unidad de radiología del Hospital Regional del Cusco y que desempeñan funciones directas y regulares en la operación de los equipos de Rayos X, independientemente de su cargo o turno de trabajo.

- **Muestra:**

- Se realizó la visita a las instalaciones del centro de diagnóstico por imágenes y se verificó “in situ” los documentos, calidad de la infraestructura, la dotación de equipamiento, la dotación de elementos de seguridad y demás ítems de la norma técnica IR.003.2013 de protección radiológica que debe cumplir la Unidad de Radiología

- Muestra de tipo censal, compuesta por todo el personal de la Unidad de Radiología que desempeñan funciones directas y permanentes en la operación de los equipos de Rayos X, que cuenten con una experiencia mínima de seis meses en el área y que, además, otorguen su consentimiento informado de manera voluntaria para participar en el estudio.

4.5.Técnicas de Recolección de Datos:

4.5.1. Revisión, recaudación de documentos y registro fotográfico

Se realizó un internado en la Unidad de Radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco, durante el cual se ejecutó un plan de recolección de datos diseñado para documentar, con detalle y trazabilidad, los aspectos clave del estudio. Previa autorización de la jefatura del centro y de la dirección del hospital, se aplicaron tres técnicas complementarias: (i) observación no participante en turnos representativos (tarde) con lista de verificación de requisitos normativos vigentes; (ii) encuestas a operadores, tecnólogos, radiólogos y personal de apoyo para identificar prácticas reales, niveles de conocimiento y brechas de gestión; y (iii) revisión documental sistemática de archivos operativos.

La revisión documental incluyó: licencias y registros de funcionamiento (vigencia, alcance, revalidaciones), PPR y procedimientos internos, documentos que controlan la calidad de los equipos de Rayos X (protocolos, periodicidad, resultados, acciones correctivas), reportes de dosimetría personal. Se verificó la existencia y disponibilidad de señalización de seguridad, barreras físicas y equipos de protección personal, así como el uso operativo de equipos móviles conforme a criterios de restricción. Paralelamente, se efectuó un registro fotográfico del entorno físico (disposición de sala, consola, barreras, avisos, accesos y cerraduras) y de la evidencia documental pertinente, preservando la confidencialidad y evitando cualquier dato personal sensible.

4.5.2. Formularios de encuestas para los trabajadores sobre nivel de conocimiento de buenas prácticas y cumplimiento de la norma técnica (Anexo C).

Se elaboraron y aplicaron formularios de encuesta dirigidos a trabajadores de la Unidad de Radiología (operadores, tecnólogos, radiólogos, OPR, FM y personal en entrenamiento) con la

finalidad de evaluar el grado de conocimiento sobre buenas prácticas y el grado de cumplimiento de la Norma Técnica IR.003.2013. El instrumento es estructurado, de respuesta cerrada (cuatro opciones) y fue diseñado para cubrir, de forma exhaustiva y trazable, las dimensiones críticas del centro: vigilancia dosimétrica (uso de dosímetro e información de dosis), gobernanza y responsabilidades (existencia/identificación del OPR y disponibilidad del PPR), capacitación (último año y actualización), principios de justificación–optimización–limitación, infraestructura y señalización (barreras, puertas, avisos), operación segura (uso de móviles, protección en sala), control de calidad y mantenimiento de equipos, situaciones especiales (embarazo y exposiciones accidentales) y monitoreo de áreas controladas. Cada bloque se alineó explícitamente a cláusulas de la normativa para asegurar la pertinencia regulatoria del contenido y permitir la posterior trazabilidad de hallazgos a requisitos específicos.

4.5.3. Cuadro para la Revisión y Análisis de dosimetría (Anexo D).

Se elaboró un cuadro de doble entrada para comparar cada valor registrado registrando por celda la información, de acuerdo con los máximos permitidos por las regulaciones vigentes medido, el umbral aplicable y la condición de cumplimiento.

4.5.4. Tabla de cotejo para la verificación de los estándares (Anexo E).

Se realizó una tabla única para verificar estándares del centro, integrando: documentos, fotografías, encuestas y dosimetría. Se hizo un análisis con cada estándar de acuerdo a su ítem o cláusula normativa, definiendo criterio de aceptación y fuente de evidencia (documento/fotografía/encuesta/dosimetría) según corresponda, con el método de verificación (revisión, observación, contraste valor–umbral).

4.6. Técnicas de Procesamiento de Datos:

4.6.1. Análisis documental.

Los documentos institucionales revisados (registros de mantenimiento, licencias, capacitaciones, controles de calidad, fotografías) fueron categorizados, analizados cualitativamente y registrados en la tabla de cotejo. Según corresponda en los ítems de la normativa.

4.6.2. Tabulación y análisis de encuestas

Se codificó y tabuló las encuestas utilizando la herramienta informática (Excel). Se aplicó el análisis descriptivo (frecuencias, porcentajes y gráficos) para determinar el nivel de conocimiento, aplicación de buenas prácticas y percepción del cumplimiento normativo. Teniendo en consideración dos tipos de codificación:

- **Codificación binaria:** De forma estricta para el cumplimiento de normativas.
- **Codificación ponderada:** Para asuntos operativos y temas de gestión.

Tomando el criterio

Binaria	Ponderada
Cumple	Constante
no cumple	Ocasional
	Nunca
	no sabe

Donde:

- **Cumplimiento estricto** = solo “Constante”.
- **Cumplimiento ponderado** = “Constante” + $0.5 \times$ “Ocasional”.
- **Semáforo:** Verde $\geq 75\%$, Ámbar 50 – 75%, Rojo $< 50\%$, menor a % (incumplimiento).

Tabla 3 : Consolidado de datos de la encuesta realizada a los trabajadores del área

Nº	cuestionario	respuestas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	R
1	¿Usa regularmente su dosímetro personal?(OTAN, 2013)	Sí, lo uso de manera constante.	x	x	x	x	x	x		x	x	x		9
		Sí, pero solo en ocasiones.							x					1
		No, nunca lo uso.												0
		No estoy seguro/a si debo usarlo.											x	1
2	¿Le informan periódicamente sobre las dosis que ha recibido?(OTAN, 2013)	Sí, me informan de manera regular.	x				x							2
		Sí, pero solo ocasionalmente.			x				x	x				3
		No, no recibo esta información.		x		x		x			x	x	x	6
		No recuerdo haber sido informado/a sobre esto.												0
3	¿Cuenta su área con un Oficial de Protección Radiológica (OPR)?(OTAN, 2013)	Sí, contamos con un Oficial de Protección Radiológica.					x							1
		Sí, pero no estoy seguro/a de quién es.											x	1
		No estoy seguro/a si contamos con uno.			x					x		x		3
		No, no tenemos un Oficial de Protección Radiológica.	x	x		x		x	x		x			6
4	¿Ha sido informado sobre los límites de exposición ocupacional establecidos por la norma?(OTAN, 2013)	Sí, recibí información detallada sobre los límites.	x		x	x				x				4
		Sí, pero solo información básica.									x		x	2
		No, no he sido informado.		x			x	x	x			x		5
		No estoy seguro/a de los límites establecidos.												0

5	¿Está usted informado sobre la existencia de la Norma Técnica IR?003.2013?(OTAN, 2013)	Sí, Tengo un conocimiento completo y detallado sobre la Norma.	x		x										2
		Conozco la norma, pero no tengo todos los detalles específicos.						x	x	x	x				4
		He oído hablar de la norma, pero no conozco su contenido ni detalles importantes.				x							x	x	3
		No tengo conocimiento sobre la existencia de la Norma Técnica.		x			x								2
6	¿Está usted informado sobre la implementación de una nueva Norma Técnica?(OTAN, 2013)	Sí, completamente informado.													0
		Sí, pero solo parcialmente.													0
		No, no estaba al tanto.				x		x	x	x	x			x	6
		No tengo certeza sobre ello.	x	x	x		x								4
7	¿Ha recibido capacitación en protección radiológica en el último año?(OTAN, 2013)	He recibido capacitación completa y actualizada en protección radiológica en el último año.		x	x	x									3
		He recibido capacitación en protección radiológica, aunque no fue completamente actualizada.											x		1
		He recibido una capacitación limitada en protección radiológica durante el último año.	x												1
		No he recibido ninguna capacitación en protección radiológica en el último año.					x	x	x	x	x			x	6
8	¿Conoce los principios de justificación, optimización y limitación de dosis?(OTAN, 2013)	Conozco y entiendo completamente los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.			x		x		x	x					4
		Tengo un conocimiento básico de los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.	x	x		x		x				x	x		6

		He oído hablar de los principios, pero no tengo un conocimiento claro sobre ellos.												x	1
		No conozco los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.													0
9	¿Dispone de dispositivos de protección personal (mandil plomado, protector tiroideo, etc.) durante su jornada laboral?(OTAN, 2013)	Siempre tengo acceso a todos los dispositivos de protección personal necesarios.	x	x	x	x							x	x	6
		La mayoría de las veces tengo acceso a los dispositivos, aunque en ocasiones faltan algunos.					x	x	x	x	x				5
		Algunos dispositivos están disponibles, pero no tengo acceso.													0
		No tengo acceso a los dispositivos durante mi jornada laboral por qué no hay.													0
10	¿Considera que las barreras físicas y señalización de seguridad en su área son adecuadas?(OTAN, 2013)	Sí, considero que son adecuadas y suficientes.		x			x								2
		Sí, pero podrían mejorar.	x		x			x		x		x	x		6
		No, no son adecuadas.				x									1
		No estoy seguro/a de si son suficientes.							x		x				2
11	¿Cree usted que las condiciones actuales de trabajo garantizan su seguridad frente a la radiación ionizante?(OTAN, 2013)	Sí, considero que las condiciones son seguras.	x	x											2
		Sí, pero siento que podrían mejorar.			x		x						x		3
		No, no me siento completamente seguro/a.				x						x			2
		No, creo que las condiciones no son seguras.						x	x	x	x				4
12	¿Se realiza control de calidad a los equipos de Rayos X en su establecimiento?(OTAN, 2013)	Sí, se realiza control de calidad de forma regular.	x	x						x			x		4
		Sí, pero el control es ocasional.			x	x	x		x		x	x			6
		No, no se realiza control de calidad.													0

		No estoy seguro/a de si se realiza control de calidad.						x								1
13	¿Conoce el procedimiento en caso de pérdida o mal uso del dosímetro personal?(OTAN, 2013)	Sí, conozco el procedimiento detalladamente.		x		x										2
		Sí, pero tengo un conocimiento parcial del procedimiento.	x						x			x				3
		No, no conozco el procedimiento.			x		x	x		x	x			x		6
		No estoy seguro/a del procedimiento.														0
14	¿Se realizan inspecciones periódicas a las instalaciones de Rayos X para detectar fallas en las barreras de protección?(OTAN, 2013)	Sí, se realizan inspecciones periódicas de manera constante.		x												1
		Sí, pero las inspecciones son esporádicas.	x					x	x			x				4
		No, las inspecciones no se realizan regularmente.			x	x	x							x	x	5
		No, no se realizan inspecciones.								x						1
15	¿Se encuentra disponible el programa de protección radiológica para consulta del personal?(OTAN, 2013)	Sí, el procedimiento está disponible en todo momento.			x											1
		Sí, pero solo se puede consultar en ocasiones limitadas.		x				x						x		3
		No, no está disponible para consulta.	x			x	x								x	4
		No hay procedimiento.							x	x	x					3
16	¿Los equipos móviles de Rayos X se utilizan solo cuando el paciente no puede ser trasladado?(OTAN, 2013)	Sí, solo se utilizan en esas circunstancias.	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x		9
		Sí, pero a veces se utilizan en otras situaciones.				x	x									2
		No, los equipos móviles se usan sin considerar esta condición.														0
		No hay equipos móviles.														0
17	¿Ha sido informado sobre las medidas de protección en caso de estar en la sala durante un procedimiento radiológico?(OTAN, 2013)	Sí, he recibido información detallada.		x	x	x	x		x	x			x			7
		Sí, pero la información fue limitada.										x				1
		No, no he recibido información suficiente.	x												x	2
		No, no he recibido ninguna información.						x								1

18	¿Ha recibido orientación sobre la protección de mujeres embarazadas frente a radiaciones ionizantes?(OTAN, 2013)	Sí, recibí orientación completa.		x	x	x	x		x					5
		Sí, pero la orientación fue limitada.	x								x	x		3
		No, no he recibido orientación.						x		x			x	3
		No recuerdo haber recibido orientación sobre este tema.												0
19	¿Se realiza monitoreo de radiación en áreas controladas de forma periódica?(OTAN, 2013)	Sí, se realiza monitoreo de forma regular.												0
		Sí, pero el monitoreo no es constante.	x	x				x					x	4
		No, no se realiza monitoreo.			x	x	x		x	x	x	x		7
		No estoy seguro/a si se realiza monitoreo.												0
20	¿Conoce usted los procedimientos en caso de exposición médica accidental?(OTAN, 2013)	Sí, conozco los procedimientos completos.		x	x	x	x							4
		Sí, pero mi conocimiento es limitado.	x						x					2
		No, no conozco los procedimientos.						x		x		x	x	4
		No hay procedimientos.									x			1
21	¿Las puertas de acceso a la sala de Rayos X se mantienen cerradas durante las exposiciones?(OTAN, 2013)	Sí, siempre se mantienen cerradas.	x	x	x		x		x				x	6
		Sí, pero a veces se abren temporalmente.									x	x		2
		No, a veces se dejan abiertas.				x		x						2
		Las puertas siempre se mantienen abiertas.								x				1

De acuerdo al consolidado visto en la (**Tabla 3**) se procedió con el análisis porcentual a las cuatro respuestas obtenidas por cada pregunta tal como se puede verificar en la (**Tabla 4**).

Tabla 4 : Análisis descriptivo y porcentual de las encuestas

N°	Cuestionario	Consolidado porcentual de Respuestas según las cuatro alternativas por cada ítem de la encuesta	Consolidado de Verificación por ítem
1	¿Usa regularmente su dosímetro personal? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (9/11 = 82%) → Usan el dosímetro personal de manera constante. Cumplen parcialmente (1/11 = 9%) → Uso ocasional del dosímetro, lo que implica riesgo de no registrar dosis en todas las exposiciones. No cumplen (0/11 = 0%) → Ningún encuestado afirmó no utilizar el dosímetro nunca. Sin claridad (1/11 = 9%) → Un encuestado manifestó no estar seguro/a si debe usar el dosímetro personal.	“En relación con el uso regular del dosímetro personal, el 82% del personal reportó un uso constante, el 9% indicó un uso ocasional y el 9% manifestó no tener claridad sobre la obligatoriedad de su uso.
2	¿Le informan periódicamente sobre las dosis que ha recibido? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (2/11 = 18%) → El personal es informado de manera regular sobre las dosis de radiación que ha recibido. Cumplen parcialmente (3/11 = 27%) → La información sobre las dosis recibidas se brinda solo de forma ocasional. No cumplen (6/11 = 55%) → El personal no recibe información sobre las dosis de radiación acumuladas. Sin claridad (0/11 = 0%) → Ningún encuestado manifestó no recordar haber sido informado.	Conforme la información periódica sobre las dosis de radiación recibidas, solo el 18% del personal reportó recibir información de manera regular, mientras que el 27% indicó recibirla ocasionalmente y un 55% manifestó no recibir ningún tipo de información.
3	¿Cuenta su área con un Oficial de Protección Radiológica (OPR)? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (1/11 = 9%) → El área cuenta con un Oficial de Protección Radiológica claramente identificado. Cumplen parcialmente (1/11 = 9%) → Se reconoce la existencia del Oficial de Protección Radiológica, pero no se tiene claridad sobre quién cumple dicha función. Sin claridad (3/11 = 27%) → El personal no está seguro/a de si el área cuenta con un Oficial de Protección Radiológica.	De acuerdo con la existencia de un Oficial de Protección Radiológica, solo el 9% del personal confirmó claramente contar con uno en su área, mientras que un 9% lo reconoce sin identificarlo, un 27% no tiene claridad sobre su existencia y un 55% afirmó que

		No cumplen (6/11 = 55%) → El personal manifestó que su área no cuenta con un Oficial de Protección Radiológica.	no cuentan con dicho responsable.
4	¿Ha sido informado sobre los límites de exposición ocupacional establecidos por la norma? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (4/11 = 36%) → El personal ha recibido información detallada sobre los límites de exposición ocupacional establecidos por la norma. Cumplen parcialmente (2/11 = 18%) → El personal recibió únicamente información básica sobre los límites de exposición ocupacional. No cumplen (5/11 = 45%) → El personal manifestó no haber sido informado sobre los límites de exposición ocupacional. Sin claridad (0/11 = 0%) → Ningún encuestado manifestó desconocer o no estar seguro/a sobre los límites establecidos.	Según la información sobre los límites de exposición ocupacional establecidos por la normativa vigente, el 36% del personal reportó haber recibido información detallada, el 18% indicó haber recibido solo información básica y un 45% manifestó no haber sido informado.
5	¿Está usted informado sobre la existencia de la Norma Técnica IR.003.2013? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (2/11 = 18%) → El personal tiene un conocimiento completo y detallado sobre la Norma Técnica IR.003.2013. Cumplen parcialmente (4/11 = 36%) → El personal conoce la norma, pero no maneja todos sus detalles específicos. Sin claridad (3/11 = 27%) → El personal ha oído hablar de la norma, pero no conoce su contenido ni aspectos relevantes. No cumplen (2/11 = 18%) → El personal manifestó no tener conocimiento sobre la existencia de la Norma Técnica IR.003.2013.	Teniendo en cuenta el conocimiento sobre la existencia de la Norma Técnica IR.003.2013, solo el 18% del personal reportó tener un conocimiento completo y detallado, mientras que el 36% indicó conocerla de manera general sin dominar sus especificaciones. Asimismo, un 27% señaló haber oído hablar de la norma sin conocer su contenido y un 18% manifestó no tener conocimiento alguno de su existencia.

6	¿Está usted informado sobre la implementación de una nueva Norma Técnica? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (0/11 = 0%) → Ningún encuestado manifestó estar completamente informado sobre la implementación de una nueva Norma Técnica.	Con respecto a la información sobre la implementación de una nueva Norma Técnica, ningún trabajador reportó estar informado de manera completa o parcial. Un 64% del personal manifestó no haber estado al tanto de su implementación, mientras que el 36% indicó no tener certeza al respecto.
		Cumplen parcialmente (0/11 = 0%) → Ningún encuestado indicó estar informado de manera parcial sobre la implementación de una nueva Norma Técnica.	
		No cumplen (7/11 = 64%) → La mayoría del personal manifestó no haber estado al tanto de la implementación de una nueva Norma Técnica.	
		Sin claridad (4/11 = 36%) → Un grupo significativo del personal señaló no tener certeza sobre la implementación de una nueva Norma Técnica.	
7	¿Ha recibido capacitación en protección radiológica en el último año? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (3/11 = 27%) → El personal ha recibido capacitación completa y actualizada en protección radiológica durante el último año.	En relación con la capacitación en protección radiológica durante el último año, el 27% del personal reportó haber recibido capacitación completa y actualizada, mientras que el 9% indicó haber recibido capacitación parcial o limitada, 9% indicó haber recibido capacitación mínima y un 55% manifestó no haber recibido ningún tipo de capacitación.
		Cumplen parcialmente (1/11 = 09%) → 1 trabajador recibió capacitación limitada, lo cual refleja cumplimiento incompleto.	
		Cumplimiento mínimo (1/11 = 09%) → 1 trabajador recibió capacitación limitada, lo cual refleja cumplimiento incompleto.	
		No cumplen (6/11 = 55%) → El personal manifestó no haber recibido ninguna capacitación en protección radiológica en el último año.	
8	¿Conoce los principios de justificación, optimización y limitación de dosis? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (4/11 = 36%) → El personal conoce y entiende completamente los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.	Para el conocimiento de los principios de justificación, optimización y limitación de dosis, el 36% del personal reportó un conocimiento completo, mientras que el 55% indicó contar con conocimientos básicos y un 9% manifestó no
		Cumplen parcialmente (6/11 = 55%) → El personal tiene un conocimiento básico de los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.	
		Sin claridad (1/11 = 9%) → El personal ha oído hablar de los principios, pero no tiene un conocimiento claro sobre ellos.	

		No cumplen (0/11 = 0%) → Ningún encuestado manifestó no conocer los principios de protección radiológica.	tener claridad suficiente sobre dichos principios.
9	¿Dispone de dispositivos de protección personal (mandil plomado, protector tiroideo, etc.) durante su jornada laboral? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (6/11 = 55%) → El personal siempre tiene acceso a todos los dispositivos de protección personal necesarios (mandil plomado, protector tiroideo, entre otros) durante su jornada laboral. Cumplen parcialmente (5/11 = 45%) → El personal tiene acceso a los dispositivos de protección personal la mayoría de las veces, aunque en ocasiones faltan algunos. Cumplimiento mínimo (0/11 = 0%) → Ningún encuestado manifestó no tener acceso a los dispositivos de protección personal. No Cumple (0/11 = 0%) → Ningún encuestado reportó incertidumbre respecto a la disponibilidad de los dispositivos de protección personal.	De acuerdo a la disponibilidad de dispositivos de protección personal durante la jornada laboral, el 55% del personal reportó tener acceso permanente a todos los dispositivos necesarios, mientras que el 45% indicó contar con ellos solo la mayor parte del tiempo. No se registraron casos de falta total de acceso ni de desconocimiento.
10	¿Considera que las barreras físicas y señalización de seguridad en su área son adecuadas? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (2/11 = 18%) → El personal considera que las barreras físicas y la señalización de seguridad en su área son adecuadas y suficientes. Cumplen parcialmente (6/11 = 55%) → El personal considera que las barreras físicas y la señalización son adecuadas, pero requieren mejoras. No cumplen (1/11 = 9%) → El personal considera que las barreras físicas y la señalización de seguridad no son adecuadas. Sin claridad (2/11 = 18%) → El personal no está seguro/a de si las barreras físicas y la señalización son suficientes.	Según la adecuación de las barreras físicas y la señalización de seguridad en el área de trabajo, el 18% del personal consideró que son adecuadas y suficientes, mientras que el 55% indicó que podrían mejorar. Asimismo, un 9% manifestó que no son adecuadas y un 18% no tiene claridad al respecto.
11	¿Cree usted que las condiciones actuales de trabajo garantizan su seguridad frente a la radiación ionizante? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (2/11 = 18%) → El personal considera que las condiciones actuales de trabajo garantizan su seguridad frente a la radiación ionizante. Cumplen parcialmente (3/11 = 27%) → El personal considera que las condiciones de trabajo son seguras, pero reconoce que podrían mejorar. Minimamente (2/11 = 18%) → El personal manifestó no sentirse completamente seguro o considera que las	A decir de la percepción de seguridad frente a la radiación ionizante en las condiciones actuales de trabajo, solo el 18% del personal consideró que dichas condiciones son seguras, mientras que el 27% indicó que podrían mejorar. En contraste,

		condiciones actuales no garantizan su seguridad frente a la radiación ionizante.	un 18% manifestó no sentirse completamente seguro y un 36% considera que las condiciones no son adecuadas.
		No cumple (4/11 = 36%) → El personal manifestó incertidumbre respecto a la seguridad de las condiciones de trabajo.	
12	¿Se realiza control de calidad a los equipos de Rayos X en su establecimiento?(OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (4/11 = 36%) → El personal manifestó que se realiza control de calidad a los equipos de Rayos X de forma regular.	Para la realización de control de calidad a los equipos de Rayos X, el 36% del personal reportó que este se efectúa de forma regular, mientras que el 55% indicó que se realiza de manera ocasional y un 9% no tiene claridad al respecto. No se registraron casos de ausencia total de control.
		Cumplen parcialmente (6/11 = 55%) → El personal indicó que el control de calidad se realiza de manera ocasional.	
		No cumplen (0/11 = 0%) → Ningún encuestado afirmó que no se realice control de calidad a los equipos de Rayos X.	
		Sin claridad (1/11 = 9%) → Un encuestado manifestó no estar seguro/a de si se realiza control de calidad a los equipos de Rayos X.	
13	¿Conoce el procedimiento en caso de pérdida o mal uso del dosímetro personal? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (2/11 = 18%) → El personal conoce de manera detallada el procedimiento a seguir en caso de pérdida o mal uso del dosímetro personal.	En relación con el conocimiento del procedimiento en caso de pérdida o mal uso del dosímetro personal, solo el 18% del personal reportó conocerlo de manera detallada, mientras que el 27% indicó tener un conocimiento parcial y un 55% manifestó no conocer dicho procedimiento. No se evidenció falta de claridad por desconocimiento.
		Cumplen parcialmente (3/11 = 27%) → El personal tiene un conocimiento parcial del procedimiento ante la pérdida o mal uso del dosímetro personal.	
		No cumplen (6/11 = 55%) → El personal manifestó no conocer el procedimiento correspondiente.	
		Sin claridad (0/11 = 0%) → Ningún encuestado manifestó incertidumbre respecto al procedimiento.	
14	¿Se realizan inspecciones periódicas a las instalaciones de Rayos X para detectar fallas en las barreras de protección? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (1/11 = 9%) → El personal indicó que se realizan inspecciones periódicas de manera constante a las instalaciones de Rayos X para detectar fallas en las barreras de protección.	En consonancia con la realización de inspecciones periódicas a las instalaciones de Rayos X para detectar fallas en las barreras de protección, solo el 9% del personal reportó que estas se efectúan de manera
		Cumplen parcialmente (4/11 = 36%) → El personal manifestó que las inspecciones se realizan de forma esporádica.	

		No cumplen (5/11 = 45%) → El personal señaló que las inspecciones no se realizan regularmente.	constante, mientras que el 36% indicó que se realizan de forma esporádica. En contraste, un 45% manifestó que las inspecciones no se realizan regularmente y el 9% indica que no se realizan.
		No cumple (1/11 = 9%) → Afirmaron que no se realizan en absoluto.	
15	¿Se encuentra disponible el programa de protección radiológica para consulta del personal? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (1/11 = 9%) → El personal indicó que el programa/procedimiento de protección radiológica está disponible para consulta en todo momento.	En concordancia con la disponibilidad del programa de protección radiológica para consulta del personal, solo el 9% reportó que el procedimiento está disponible en todo momento, mientras que el 27% indicó que su consulta es limitada. En contraste, un 36% manifestó que el programa no está disponible y un 27% que no existe un procedimiento formal.
		Cumplen parcialmente (3/11 = 27%) → El personal señaló que el programa de protección radiológica solo puede consultarse en ocasiones limitadas.	
		No cumplen (4/11 = 36%) → El personal manifestó que el programa no está disponible para consulta o que no existe un procedimiento formal de protección radiológica.	
		No Saben (3/11 = 27%) → Manifestaron que no existe procedimiento formal.	
16	¿Los equipos móviles de Rayos X se utilizan solo cuando el paciente no puede ser trasladado? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (9/11 = 82%) → Los equipos móviles de Rayos X se utilizan únicamente cuando el paciente no puede ser trasladado.	A tenor del uso de equipos móviles de Rayos X, el 82% del personal reportó que estos se utilizan exclusivamente cuando el paciente no puede ser trasladado, mientras que un 18% indicó que en algunas ocasiones se emplean en otras situaciones. No se registraron casos de uso inadecuado ni de inexistencia de equipos móviles.
		Cumplen parcialmente (2/11 = 18%) → En algunas ocasiones los equipos móviles de Rayos X se utilizan en situaciones distintas a las estrictamente necesarias.	
		No cumplen (0/11 = 0%) → Ningún encuestado manifestó que los equipos móviles se utilicen sin considerar esta condición.	
		Sin claridad (0/11 = 0%) → Ningún encuestado indicó no contar con equipos móviles o desconocer su uso.	
17	¿Ha sido informado sobre las medidas de protección en caso de estar en la sala durante un	Cumplen plenamente (7/11 = 64%) → El personal ha recibido información detallada sobre las medidas de protección en caso de permanecer en la sala durante un procedimiento radiológico.	En concordancia con la información sobre las medidas de protección en caso de permanecer en la sala durante un

	procedimiento radiológico? (OTAN, 2013)	Cumplen parcialmente (1/11 = 9%) → El personal recibió información limitada sobre las medidas de protección.	procedimiento radiológico, el 64% del personal reportó haber recibido información detallada, mientras que un 9% indicó haber recibido información limitada. No obstante, un 18% manifestó no haber recibido información suficiente Y el 9% manifiesta incertidumbre sobre la información
		No cumplen (2/11 = 18%) → El personal manifestó no haber recibido información suficiente o no haber recibido ninguna información sobre las medidas de protección.	
		Sin claridad (1/11 = 09%) → manifestó incertidumbre respecto a la información recibida.	
18	¿Ha recibido orientación sobre la protección de mujeres embarazadas frente a radiaciones ionizantes? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (5/11 = 45%) → El personal recibió orientación completa sobre la protección de mujeres embarazadas frente a radiaciones ionizantes.	Para la orientación sobre la protección de mujeres embarazadas frente a radiaciones ionizantes, el 45% del personal reportó haber recibido orientación completa, mientras que un 27% indicó haber recibido orientación limitada. Sin embargo, un 27% manifestó no haber recibido orientación alguna.
		Cumplen parcialmente (3/11 = 27%) → El personal recibió orientación sobre este tema, pero de manera limitada.	
		No cumplen (3/11 = 27%) → El personal manifestó no haber recibido orientación sobre la protección de mujeres embarazadas frente a radiaciones ionizantes.	
		Sin claridad (0/11 = 0%) → Ningún encuestado manifestó no recordar haber recibido orientación sobre este tema.	
19	¿Se realiza monitoreo de radiación en áreas controladas de forma periódica? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (0/11 = 0%) → Ningún encuestado manifestó que el monitoreo de radiación en áreas controladas se realice de forma regular.	De acuerdo con el monitoreo periódico de radiación en áreas controladas, ningún trabajador reportó que este se realice de forma regular. Un 36% indicó que el monitoreo se efectúa de manera no constante, mientras que un 64% manifestó que no se realiza monitoreo alguno.
		Cumplen parcialmente (4/11 = 36%) → El personal indicó que el monitoreo de radiación se realiza, pero no de manera constante.	
		No cumplen (7/11 = 64%) → El personal manifestó que no se realiza monitoreo de radiación en áreas controladas.	
		Sin claridad (0/11 = 0%) → Ningún encuestado manifestó desconocer si se realiza monitoreo de radiación.	
20	¿Conoce usted los procedimientos en caso de exposición médica accidental? (OTAN, 2013)	Cumplen plenamente (4/11 = 36%) → El personal conoce de manera completa los procedimientos en caso de exposición médica accidental.	En relación con el conocimiento de los procedimientos en caso de exposición médica accidental, el

21	¿Las puertas de acceso a la sala de Rayos X se mantienen cerradas durante las exposiciones? (OTAN, 2013)	Cumplen parcialmente (2/11 = 18%) → El personal tiene un conocimiento limitado de los procedimientos ante una exposición médica accidental.	36% del personal reportó conocerlos de manera completa, mientras que un 18% indicó tener un conocimiento limitado. Sin embargo, un 36% manifestó no conocer dichos procedimientos y el 9% señaló que no existen procedimientos establecidos
		No cumplen (4/11 = 36%) → El personal manifestó no conocer los procedimientos o indicó que no existen procedimientos establecidos.	
		Sin claridad (1/11 = 09%) → Ningún encuestado manifestó incertidumbre respecto a la existencia de procedimientos.	
		Cumplen plenamente (6/11 = 55%) → Las puertas de acceso a la sala de Rayos X se mantienen siempre cerradas durante las exposiciones.	
21		Cumplen parcialmente (10%) → 1 trabajador indica que a veces se abren temporalmente → cumplimiento incompleto.	Conforme acceso a la sala de Rayos X durante las exposiciones, el 55% del personal reportó que estas se mantienen siempre cerradas, mientras que un 18% indicó que en ocasiones se abren temporalmente. No obstante, un 18% manifestó que las puertas no se mantienen cerradas adecuadamente y el 9% indica que las puertas siempre están abiertas.
		No cumplen (30%) → 2 trabajadores señalan que a veces se dejan abiertas.	
		No cumplen (10%) → 1 que siempre permanecen abiertas → incumplimiento directo y grave.	

Esto sirvió como mecanismo detallado aplicable a la (**Tabla 5**) quien fue la primera matriz medible e indica la codificación por respuestas obtenidas, donde el Cumplimiento estricto “Constante” tuvo un valor de (1), mientras que el Cumplimiento ponderado “Ocasional” trabajó con valor (0.5)

Tabla 5: Matriz de análisis codificado para nivel: binaria y ponderada

Nº	cuestionario	respuestas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	suma
1	¿Usa regularmente su dosímetro personal?(OTAN, 2013)	Sí, lo uso de manera constante.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	9.0
		Sí, pero solo en ocasiones.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
		No, nunca lo uso.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No estoy seguro/a si debo usarlo.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	¿Le informan periódicamente sobre las dosis que ha recibido?(OTAN, 2013)	Sí, me informan de manera regular.	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
		Sí, pero solo ocasionalmente.	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	1.5
		No, no recibo esta información.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No recuerdo haber sido informado/a sobre esto.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	¿Cuenta su área con un Oficial de Protección Radiológica (OPR)? (OTAN, 2013)	Sí, contamos con un Oficial de Protección Radiológica (OPR).	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
		Sí, pero no estoy seguro/a de quién es.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
		No estoy seguro/a si contamos con uno.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No, no tenemos un Oficial de Protección Radiológica.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	¿Ha sido informado sobre los límites de exposición	Sí, recibí información detallada sobre los límites.	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	4.0
		Sí, pero solo información básica.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	1.0
		No, no he sido informado.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

	ocupacional establecidos por la norma? (OTAN, 2013)	No estoy seguro/a de los límites establecidos.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	¿Está usted informado sobre la existencia de la Norma Técnica IR?003.2013? (OTAN, 2013)	Sí, tengo un conocimiento completo y detallado sobre la Norma.	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	
		Conozco la norma, pero no tengo todos los detalles específicos.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	2.0	
		He oído hablar de la norma, pero no conozco su contenido ni detalles importantes.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		No tengo conocimiento sobre la existencia de la Norma Técnica.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	¿Está usted informado sobre la implementación de una nueva Norma Técnica? (OTAN, 2013)	Sí, completamente informado.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Sí, pero solo parcialmente.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		No, no estaba al tanto.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		No tengo certeza sobre ello.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	¿Ha recibido capacitación en protección radiológica en el último año? (OTAN, 2013)	He recibido capacitación completa y actualizada en protección radiológica en el último año.	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	
		He recibido capacitación en protección radiológica, aunque no fue completamente actualizada.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	
		He recibido una capacitación limitada en protección radiológica durante el último año.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		No he recibido ninguna capacitación en protección radiológica en el último año.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

8	¿Conoce los principios de justificación, optimización y limitación de dosis? (OTAN, 2013)	Conozco y entiendo completamente los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	4.0
		Tengo un conocimiento básico de los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.	0.5	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	3.0
		He oído hablar de los principios, pero no tengo un conocimiento claro sobre ellos.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No conozco los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	¿Dispone de dispositivos de protección personal (mandil plomado, protector tiroideo, etc.) durante su jornada laboral? (OTAN, 2013)	Siempre tengo acceso a todos los dispositivos de protección personal necesarios.	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	6.0
		La mayoría de las veces tengo acceso a los dispositivos, aunque en ocasiones faltan algunos.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	2.5
		Algunos dispositivos están disponibles, pero no tengo acceso.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No tengo acceso a los dispositivos durante mi jornada laboral por qué no hay.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	¿Considera que las barreras físicas y señalización de seguridad en su área son adecuadas? (OTAN, 2013)	Sí, considero que son adecuadas y suficientes.	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
		Sí, pero podrían mejorar.	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.5	3.0
		No, no son adecuadas.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No estoy seguro/a de si son suficientes.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	¿Cree usted que las condiciones actuales de trabajo garantizan su seguridad frente a la radiación ionizante? (OTAN, 2013)	Sí, considero que las condiciones son seguras.	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
		Sí, pero siento que podrían mejorar.	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.5
		No, no me siento completamente seguro/a.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No, creo que las condiciones no son seguras.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	¿Se realiza control de calidad a los	Sí, se realiza control de calidad de forma regular.	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	4.0
		Sí, pero el control es ocasional.	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.5	0.0	3.0

	equipos de Rayos X en su establecimiento? (OTAN, 2013)	No, no se realiza control de calidad.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No estoy seguro/a de si se realiza control de calidad.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	¿Conoce el procedimiento en caso de pérdida o mal uso del dosímetro personal? (OTAN, 2013)	Sí, conozco el procedimiento detalladamente.	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	
		Sí, pero tengo un conocimiento parcial del procedimiento.	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	1.5
		No, no conozco el procedimiento.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No estoy seguro/a del procedimiento.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	¿Se realizan inspecciones periódicas a las instalaciones de Rayos X para detectar fallas en las barreras de protección? (OTAN, 2013)	Sí, se realizan inspecciones periódicas de manera constante	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
		Sí, pero las inspecciones son esporádicas	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	2.0
		No, las inspecciones no se realizan regularmente	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No, no se realizan inspecciones	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	¿Se encuentra disponible el programa de protección radiológica (PPR) para consulta del personal? (OTAN, 2013)	Sí, el procedimiento está disponible en todo momento.	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
		Sí, pero solo se puede consultar en ocasiones limitadas.	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	1.5
		No, no está disponible para consulta.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No hay procedimiento.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	¿Los equipos móviles de Rayos X se utilizan solo cuando el paciente no puede ser trasladado? (OTAN, 2013)	Sí, solo se utilizan en esas circunstancias.	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	9.0
		Sí, pero a veces se utilizan en otras situaciones.	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
		No, los equipos móviles se usan sin considerar esta condición.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No hay equipos móviles	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

17	¿Ha sido informado sobre las medidas de protección en caso de estar en la sala durante un procedimiento radiológico? (OTAN, 2013)	Sí, he recibido información detallada.	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	7.0
		Sí, pero la información fue limitada.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5
		No, no he recibido información suficiente.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No, no he recibido ninguna información.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	¿Ha recibido orientación sobre la protección de mujeres embarazadas frente a radiaciones ionizantes? (OTAN, 2013)	Sí, recibí orientación completa.	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
		Sí, pero la orientación fue limitada.	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	1.5
		No, no he recibido orientación.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No recuerdo haber recibido orientación sobre este tema.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	¿Se realiza monitoreo de radiación en áreas controladas de forma periódica? (OTAN, 2013)	Sí, se realiza monitoreo de forma regular.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Sí, pero el monitoreo no es constante.	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.0
		No, no se realiza monitoreo.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No estoy seguro/a si se realiza monitoreo.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	¿Conoce usted los procedimientos en caso de exposición médica accidental? (OTAN, 2013)	Sí, conozco los procedimientos completos.	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
		Sí, pero mi conocimiento es limitado.	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
		No, no conozco los procedimientos.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		No hay procedimientos.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	¿Las puertas de acceso a la sala de Rayos X se mantienen cerradas durante las exposiciones? (OTAN, 2013)	Sí, siempre se mantienen cerradas.	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.0
		Sí, pero a veces se abren temporalmente.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	1.0
		No, a veces se dejan abiertas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		las puertas siempre se mantienen abiertas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

A partir de la matriz presentada en la **(Tabla 5)** es posible determinar el nivel de cumplimiento normativo y de gestión: para el normativo se tendrá en cuenta solo el cumplimiento estricto “solo la primera alternativa de cada pregunta tomada por el cuestionario”, en tanto para el cumplimiento operativo de gestión se incrementara al valor estricto el tamaño de la segunda alternativa contando descendentemente. El valor obtenido será lecturado de manera porcentual para su mejor apreciación.

Tabla 6: Verificación de cumplimiento o incumplimiento de cuestionario de la encuesta

N°	Cuestionario	Lectura de codificación binaria (normativo estricto)	Cumplimiento o no cumplimiento según Semáforo: Verde $\geq 75\%$, Ámbar 75-50%, Rojo $< 50\%$, menor a 50 % (incumplimiento).	Lectura de codificación para gestión	Cumplimiento o no cumplimiento según Semáforo: Verde $\geq 75\%$, Ámbar 75-50%, Rojo $< 50\%$, menor a 50 % (incumplimiento).
1	¿Usa regularmente su dosímetro personal? (OTAN, 2013)	82%	Cumplimiento	86%	Cumplimiento
2	¿Le informan periódicamente sobre las dosis que ha recibido? (OTAN, 2013)	18%	Incumplimiento	32%	Incumplimiento
3	¿Cuenta su área con un Oficial de Protección Radiológica (OPR)? (OTAN, 2013)	9%	Incumplimiento	14%	Incumplimiento
4	¿Ha sido informado sobre los límites de exposición ocupacional establecidos por la norma? (OTAN, 2013)	36%	Incumplimiento	45%	Incumplimiento
5	¿Está usted informado sobre la existencia de la Norma Técnica IR.003.2013? (OTAN, 2013)	18%	Incumplimiento	36%	Incumplimiento
6	¿Está usted informado sobre la implementación de una nueva Norma Técnica? (OTAN, 2013)	0%	Incumplimiento	0%	Incumplimiento

7	¿Ha recibido capacitación en protección radiológica en el último año? (OTAN, 2013)	27%	Incumplimiento	32%	Incumplimiento
8	¿Conoce los principios de justificación, optimización y limitación de dosis? (OTAN, 2013)	36%	Incumplimiento	64%	Cumplimiento
9	¿Dispone de dispositivos de protección personal (mandil plomado, protector tiroideo, etc.) durante su jornada laboral? (OTAN, 2013)	55%	Cumplimiento	77%	Cumplimiento
10	¿Considera que las barreras físicas y señalización de seguridad en su área son adecuadas? (OTAN, 2013)	18%	Incumplimiento	45%	Incumplimiento
11	¿Cree usted que las condiciones actuales de trabajo garantizan su seguridad frente a la radiación ionizante? (OTAN, 2013)	18%	Incumplimiento	32%	Incumplimiento
12	¿Se realiza control de calidad a los equipos de Rayos X en su establecimiento? (OTAN, 2013)	36%	Incumplimiento	64%	Cumplimiento
13	¿Conoce el procedimiento en caso de pérdida o mal uso del dosímetro personal? (OTAN, 2013)	18%	Incumplimiento	32%	Incumplimiento
14	¿Se realizan inspecciones periódicas a las instalaciones de Rayos X para detectar fallas en las barreras de protección? (OTAN, 2013)	9%	Incumplimiento	27%	Incumplimiento
15		9%	Incumplimiento	23%	Incumplimiento

	¿Se encuentra disponible el programa de protección radiológica (PPR) para consulta del personal? (OTAN, 2013)				
16	¿Los equipos móviles de Rayos X se utilizan solo cuando el paciente no puede ser trasladado? (OTAN, 2013)	82%	Cumplimiento	91%	Cumplimiento
17	¿Ha sido informado sobre las medidas de protección en caso de estar en la sala durante un procedimiento radiológico? (OTAN, 2013)	64%	Cumplimiento	68%	Cumplimiento
18	¿Ha recibido orientación sobre la protección de mujeres embarazadas frente a radiaciones ionizantes? (OTAN, 2013)	45%	Incumplimiento	59%	Cumplimiento
19	¿Se realiza monitoreo de radiación en áreas controladas de forma periódica? (OTAN, 2013)	0%	Incumplimiento	18%	Incumplimiento
20	¿Conoce usted los procedimientos en caso de exposición médica accidental?(OTAN, 2013)	36%	Incumplimiento	45%	Incumplimiento
21	¿Las puertas de acceso a la sala de Rayos X se mantienen cerradas durante las exposiciones? (OTAN, 2013)	55%	Cumplimiento	64%	Cumplimiento

De la tabla anterior podemos resumir de acuerdo a los semáforos de calificación que:

- **Normativamente**

solo califican 2 numerales como verde, 1) Usa dosímetro 82% (Verde), 16) Uso restrictivo de equipos móviles 82% (Verde).

- **Operativos y de gestión**

solo califican los numerales , 1) Usa dosímetro 86% (Verde), 9) EPP disponible 77% (Verde) , 16) Uso restrictivo de equipos móviles 91% (Verde),

En tanto considerando Brechas moderadas y severas tenemos como naranja y rojo los numerales:

2) Informan dosis (18% / 32%), 3) OPR (9% / 14%), 4) Límites (36% / 45%), 5) Conoce IR.003 (18% / 36%), 6) Nueva norma (0% / 0%), 7) Capacitación anual (27% / 32%), 8) Principios J–O–L (36% / 64%), 9) EPP disponible (55%), 10) Barreras/señalización (18% / 45%), 11) Percepción de seguridad (18% / 32%), 12) Control de calidad (36% / 64%), 13) Pérdida de dosímetro (18% / 32%), 14) Inspecciones a barreras (9% / 27%), 15) PPR disponible (9% / 23%), 17) Procedimiento radiológico (64% / 68%) 18) Embarazo (45% / 59%), 19) Monitoreo de áreas (0% / 18%), 20) Exposición accidental (36% / 45%), 21) puertas cerradas (55% / 64%).

De acuerdo a KR-20 (Kuder-Richardson 20)

consideramos el coeficiente KR-20 como medida estadística de consistencia interna para instrumentos de evaluación con ítems dicotómicos (dos opciones de respuesta, como correcto/incorrecto o sí/no) Guía de interpretación (aprox.) ≥ 0.90 excelente; 0.80–0.89 buena; 0.70–0.79 aceptable; 0.60–0.69 cuestionable; 0.50–0.59 pobre; < 0.50 inaceptable

$$KR - 20 = \left[\frac{k}{k - 1} \right] \left(1 - \frac{\sum (p_i * q_i)}{\sigma_T^2} \right)$$

Donde:

- k = número de ítems (21)
- p_i = proporción de respuesta positiva en el ítem i
- $q_i = 1 - p_i$
- σ_T^2 = varianza de las puntuaciones totales
- $\bar{p}$ = proporción promedio de aciertos en todos los ítems

RESULTADOS

- ☐ Varianza de los totales: 14.22
- ☐ Media total: 6.73 (sobre 21 ítems)
- ☐ Desviación estándar total: 3.60
- ☐ Coeficiente KR-20: 0.80 (Confiabilidad Buena)

Se determino el coeficiente de Kuder–Richardson 20 obteniendo un valor de 0.80 el cual nos permite conocer una **Confiabilidad Buena**. Los cálculos están en el Anexo J.

4.6.3. Tratamiento de mediciones dosimétricas

En la **tabla 7** se aprecia los resultados obtenidos a partir de los datos obtenidos del reporte de dosimetría de radiaciones con respecto a los trabajadores de la unidad de radiología mostrados en el anexo G, fueron verificados y analizados según el anexo E, donde se determinó la Dosis efectiva en 1 año, promedio 5 años y la dosis efectiva en 1 año para cada trabajador del centro. Identificando el tercer indicador.

Tabla 7 : Tabla de datos sobre límite de dosis recibido en trabajadores

Tabla de dosis recibidas por parte de los trabajadores expuestos ocupacionalmente												
Dosis verificada	Límite de Dosis (mSv)(IPEN)	Dosis medida(mSv)										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
Dosis efectiva en 1 año, promedio 5 años	20 mSv (promedio en 5 años)	5.14	1.71	3.00	8.14	10.71	3.43	3.86	6.86	4.71	N.R.	N.R.
Dosis efectiva en 1 año	50 mSv	1.03	0.34	0.60	1.63	2.14	0.69	0.77	1.37	0.94	N.R.	N.R.
Dosis equivalente en cristalino	150 mSv (cristalino)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N.R.	N.R.
Dosis equivalente en piel y extremidades	500 mSv (piel y extremidades)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N.R.	N.R.

Con propósitos de mejorar la visualización y la comprensión sobre la tabla anterior consideraremos el nivel porcentual recibido de dosis tomando como umbral los límites indicados por el reglamento (D.S.Nro. 009-97-EM, 1997) en la **tabla 8**.

Tabla 8: Porcentaje de dosis recibidos comparados con umbrales de dosis

Tabla comparativa de límite de dosis permitido												
Trabajadores expuestos ocupacionalmente												
Dosis verificada	Límite de Dosis (mSv)(IPEN)	Dosis medida(mSv)										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
Dosis efectiva en 1 año, promedio 5 años	20 mSv (promedio en 5 años)	26%	8.6%	15.0%	40.7%	53.6%	17.1%	19.3%	34.3%	23.6%	N.R.	N.R.
Dosis efectiva en 1 año	50 mSv	2.1%	0.7%	1.2%	3.3%	4.3%	1.4%	1.5%	2.7%	1.9%	N.R.	N.R.
Dosis equivalente en cristalino	150 mSv (cristalino)	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	N.R.	N.R.
Dosis equivalente en piel y extremidades	500 mSv (piel y extremidades)	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	N.R.	N.R.

En la tabla comparativa los niveles de dosis permitidos indican que las dosis de radiación a las que están expuestos los trabajadores ocupacionales se hallan por debajo de los límites máximos establecidos por el IPEN. En la dosis efectiva anual promedio en cinco años (límite 20 mSv), los porcentajes registrados varían entre 8.6 % y 53.6 %, siendo este último el valor más alto, sin llegar a superar el límite normativo. De manera similar, la dosis efectiva en un año (límite 50 mSv) presenta porcentajes bajos, que oscilan entre 0.7 % y 4.3 %, lo que indica una exposición anual controlada y sin riesgo inmediato de sobreexposición.

En cuanto a la dosis equivalente en piel, cristalino y extremidades, los resultados indican que todos los empleados evaluados tienen valores nulos (0 %). La falta de registro de dosis en ciertos trabajadores destaca la necesidad de reforzar el control del monitoreo dosimétrico y la supervisión del uso del dosímetro personal, con el fin de garantizar el cumplimiento integral de la normativa y la optimización continua de la PR.

4.6.4. Análisis de tabla de cotejo

Se procedió con el registro exhaustivo de datos obtenidos en cada ítem de la tabla de cotejo (Anexo C) construida y trazada según los ítems de la Norma Técnica IR.003.2013 (Anexo B) a la que denominaremos **tabla 9**, identificando el cumplimiento o no cumplimiento de requisitos establecidos por la norma.

Para cada requisito de PR en diagnóstico médico con Rayos X se recabó evidencia de: (i) registros documentarios (PPR, licencias, protocolos, control de calidad, actas), (ii) registro fotográfico in situ (barreras, señalización, puertas, EPP), (iii) encuesta al personal y (iv) mediciones dosimétricas procesadas previamente en las matrices de resultados (Tabla 6 y Tabla 8).

La verificación fue binaria y estricta: Cumple = (X) / No cumple = (). Con las marcas X y () se calculó el porcentaje de cumplimiento por ítem y por bloque (documental, operativo, dosimétrico) y se clasificó mediante semáforo (Verde $\geq 75\%$, Ámbar 75–50%, Rojo $< 50\%$). Para asegurar la calidad del análisis se aplicó doble verificación de datos, control de versiones y trazabilidad de cada registro a su soporte (código de documento/fotografía/informe dosimétrico).

Tabla 9: Tabla de cotejo con evidencia para cada ítem evaluado

Ítem	Especificación	Cumplimiento		Observaciones	Evidencias
		cumple	no cumple		
0	INTRODUCCIÓN				
1	OBJETIVO				
2	ALCANCE				
3	DEFINICIONES				
4	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS				
4.1	Autorizaciones				
4.1.1	“Las instalaciones que utilicen equipos de Rayos X para diagnóstico médico deben contar con una autorización de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN), conforme a la Ley 28028” (IR.003.2013 OTAN, 2013, p. 5).	X			Evidencia fotográfica N°1
4.1.2	“Las instalaciones de radiología general, especializada, tomografía computarizada, mamografía y radiología intervencionista deben solicitar una licencia de operación, presentando los documentos requeridos”(OTAN, 2013, p. 3).	X			Evidencia fotográfica N°1
4.1.3	“Las licencias y registros deben ser revalidadas cada 5 años, presentando los documentos requeridos” , (OTAN, 2013, p. 3).	X			Evidencia fotográfica N°2
4.1.4	“Los cambios de titularidad, dirección, incremento de equipos de Rayos X o ambientes deben ser aprobados por la OTAN antes de su implementación” (OTAN, 2013, p. 3).	X			Evidencia fotográfica N°2
4.1.5	“El personal que interviene en actividades de diagnóstico médico con Rayos X, debe contar con licencias de acuerdo a lo que corresponda” (OTAN, 2013, p. 3).	X			Evidencia fotográfica N°3

4.2	responsabilidades (el titular de la autorización es responsable de:)				
4.2.1	“Cumplir con los límites y condiciones de la autorización y las normas de seguridad radiológica” (OTAN, 2013, p. 3).		X	La encuesta muestra incumplimiento	Encuesta, preguntas 1, 2, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 19, 21. (normativas) Evidencia fotográfica N°4
4.2.2	“Las actividades radiológicas sigan los principios de justificación, optimización y limitación de dosis” (OTAN, 2013, p. 3).		X	Incumple la mitad de las preguntas relacionadas en la encuesta, a la vez considera que no hay programa de protección radiológica donde lo establezca	Encuesta preguntas: 4, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 19, 20.
4.2.3	“El personal esté capacitado, en cantidad suficiente y autorizado, acorde con los procedimientos radiológicos” (OTAN, 2013, p. 3).	X		Aunque el personal tenga licencia del IPEN, la encuesta refleja cumplimiento parcial.	Evidencia fotográfica N°3 Encuesta preguntas: 7, 8, 17, 18, 20.
4.2.4	“Contar con la cantidad de equipos a utilizar”(OTAN, 2013, p. 3).		X	Se tiene un equipo inmueble	Evidencia fotográfica N°5
4.2.5	“Los procedimientos sean supervisados por un médico radiólogo o facultado” (OTAN, 2013, p. 3).		X	No hay uno que este en la unidad y cumpla la tarea de vigilar, autorizar y garantizar la seguridad radiológica	Evidencia fotográfica N°3
4.2.6	“Los procedimientos sean realizados por operadores con licencia, usando equipos y técnicas apropiadas” (OTAN, 2013, p. 3).	X		Aunque tienen licencia, algunas técnicas como la repetición de exámenes sin registro de	Encuesta preguntas: 7, 8, 9, 12, Evidencia fotográfica N°3

				evaluación al paciente no son adecuadas	
4.2.7	“Los establecimientos de salud deben contar con un oficial de protección radiológica y físico médico con licencia” (OTAN, 2013, p. 3).		X	No hay estos profesionales	Evidencia fotográfica N°3
4.2.8	“El oficial de protección radiológica supervisa el cumplimiento de las normas y aplica el programa de protección radiológica” (OTAN, 2013, p. 4).		X	No hay oficial de protección radiológica	Encuesta preguntas: 3. Evidencia fotográfica N°3
4.2.9	“El físico médico optimiza las exposiciones médicas y supervisa o realiza las pruebas de control de calidad” (OTAN, 2013, p. 4).		X	No hay físico médico	Evidencia fotográfica N°3
4.2.10	“Las funciones de protección radiológica y física médica deben ser realizadas por personal autorizado” (OTAN, 2013, p. 4).		X	No hay personal responsable que figura formalmente designada como oficial de protección radiológica, no hay programa de protección radiológica.	Evidencia fotográfica N°3 Encuesta preguntas: 3.
4.3	Programa de protección radiológica				
4.3.1	“Las actividades de diagnóstico médico con Rayos X deben llevarse a cabo bajo un programa de protección radiológica, que debe contener los elementos especificados en el Anexo IV” (OTAN, 2013, p. 4).		X	No hay programa de protección radiológica	Encuesta preguntas: 15.
5	REQUISITOS DE SEGURIDAD				
5.1	Equipos de Rayos X				
5.1.1	“Cumplir con normas IEC, ISO o equivalentes” (OTAN, 2013, p. 4).	X		Cumple la norma IEC 60336 para equipos Electromédicos	Evidencia fotográfica N°6
5.1.2	“Poseer placas o marcas que permitan su identificación clara y legible (marca, modelo, número de serie)” (OTAN, 2013, p. 4).	X		Se puede visualizar claramente, aunque la	Evidencia fotográfica N°6

				marca de la con-sola no coincide con la del tubo de Rayos X.	
5.1.3	“Sistema de colimación para delimitar radiación” (OTAN, 2013, p. 4).	X		Tiene un colimador	Evidencia fotográfica N°7
5.1.4	“Filtración total no menor de 2,5 mm de Al, 1.5mm de Al permanente” (OTAN, 2013, p. 4).	X		Cumple la norma IEC 60336 para equipos Electromédicos	Evidencia fotográfica N°6
5.1.5	“Soporte ajustable para el cabezal manteniendo el tubo estable” (OTAN, 2013, p. 4).	X		Si posee, aunque la marca de la consola no coincide	Evidencia fotográfica N°8
5.1.6	“Radiación de fuga no mayor que 1 mGy/h” (OTAN, 2013, p. 4).	X		Cumple la norma IEC 60336 para equipos Electro médicos	Evidencia fotográfica N°6
5.2	Instalaciones de Rayos X				
5.2.1	“La instalación debe contar con una sala de Rayos X” (OTAN, 2013, p. 5).	X			Evidencia fotográfica N°9
5.2.2	“La instalación debe contar con un vestidor” (OTAN, 2013, p. 5).	X			Evidencia fotográfica N°10
5.2.3	“La instalación debe contar con ambiente de revelado, registro e impresión de imágenes” (OTAN, 2013, p. 5).	X			Evidencia fotográfica N°11
5.2.4	“La instalación debe contar con una sala de espera” (OTAN, 2013, p.5).	X			Evidencia fotográfica N°12
5.3	Sala de Rayos X				
5.3.1	“Barreras fijas blindadas con espesor basado en 0,1 mGy por semana en áreas controladas y 0,02 mGy por semana en otras áreas” (OTAN, 2013, p. 5).	X			Datos de dosimetría
5.3.2	“Las ventanas deben estar a una altura suficiente para evitar que la radiación dispersa origine dosis mayores al límite para el público” (OTAN, 2013, p. 5).	X		No hay ventanas hacia la sala de espera, excepto el visualizador de la sala de control.	Evidencia fotográfica N°13

5.3.3	“Señales de advertencia reglamentarias ubicadas en las puertas de acceso a la sala de Rayos X” (OTAN, 2013, p. 5).	X			Evidencia fotográfica N°14
5.3.4	“La puerta de acceso debe tener una cerradura que impida accesos inadvertidos” (OTAN, 2013, p. 5).	X			Evidencia fotográfica N°15
5.3.5	“El haz primario no debe dirigirse a la consola de control o puertas de acceso a la sala de Rayos X” (OTAN, 2013, p. 5).		X	Algunos exámenes tienen que tomarse con el haz que dirigiéndose a la puerta de la sala donde se ubica la consola	Evidencia fotográfica N°16
5.3.6	“Las dimensiones de la sala deben permitir la realización de procedimientos radiológicos sin dificultad, según el tipo de equipo” (OTAN, 2013, p. 5).		X	Exámenes a pacientes inmovilizados de modo temporal o permanente tiene diferentes grados de dificultad por la ubicación del equipo.	Evidencia fotográfica N°16
5.3.7	“Deben ser diseñadas para minimizar la exposición al personal” (OTAN, 2013, p. 5).		X	Fue diseñado para minimizar, pero en la actualidad tiene un visualizador que está sujeto con silicona sobre el marco de madera.	Evidencia fotográfica N°17 Encuesta preguntas: 10, 11, 14, 21.
5.3.8	“El ambiente de revelado o registro de imágenes debe ser diseñado para asegurar condiciones óptimas que permitan obtener y observar las imágenes de manera adecuada” (OTAN, 2013, p. 5).	X			Evidencia fotográfica N°18
5.4	La consola				
5.4.1	“Debe colocarse detrás de barreras fijas” (OTAN, 2013, p. 5).	X			Evidencia fotográfica N°19

5.4.2	“El espesor de blindaje no debe permitir dosis mayores a 0,1 mGy por semana” (OTAN, 2013, p. 5).	X			Datos de dosimetria
5.4.3	“Debe tener dimensiones adecuadas para proteger al operador contra la radiación dispersa” (OTAN, 2013, p. 5).		X	Fue diseñado para minimizar, pero en la actualidad tiene un visualizador que esta sujeto con silicona sobre el marco de madera.	Evidencia fotográfica N°17
5.4.4	“El visor debe tener espesor equivalente a la barrera con dimensiones mínimas de 30 cm x 30 cm, o un sistema equivalente para observar al paciente” (OTAN, 2013, p. 5).		X	Tiene dimensiones más de las indicadas y aunque Fue diseñado para minimizar, en la actualidad tiene un visualizador que no es equivalente debido a que está sujeto con silicona sobre el marco de madera.	Evidencia fotográfica N°20
5.5	Requisitos operacionales				
5.5.1	“La instalación debe contar con procedimientos de protección radiológica a disposición de todo el personal” (OTAN, 2013, p. 5).		X	No hay un manual al que todos puedan acudir	Encuesta preguntas: 15.
5.5.2	“El operador debe estar capacitado en protección radiológica y el uso de equipos, especialmente en radiografía digital, para evitar exposiciones indebidas al paciente” (OTAN, 2013, p. 5).	X		Si cumple con las licencias de haber tenido capacitación, sin embargo la capacitación debería ser permanente por parte de la entidad	Encuesta preguntas: 7, 8, 20. Evidencia fotográfica N°3
5.5.3	“El operador debe usar los dispositivos de protección adecuados según la técnica radiológica aplicada” 6(OTAN, 2013, p. 8).	X		Usa los que están a su disposición.	Encuesta preguntas: 9. Evidencia fotográfica 21

5.5.4	“El uso de equipos móviles debe ser limitado a casos en los que el paciente no pueda ser trasladado a una sala de Rayos X” (OTAN, 2013, p. 6).	X		Se usa el equipo móvil en caso de pacientes de neonatología	Encuesta preguntas: 16. Evidencia fotográfica N°22
5.5.5	“El operador y el personal presente en radiología intervencionista deben usar protección individual, especialmente para el cristalino” (OTAN, 2013, p. 6).	X		No hay lentes	Encuesta preguntas: 9.
5.5.6	“Solo deben estar en la sala el paciente, el operador y, si es necesario, personas autorizadas con protección” (OTAN, 2013, p. 6).	X			Evidencia fotográfica N°23
5.5.7	“El operador debe protegerse detrás de la barrera blindada de la consola de control y observar al paciente durante la exposición” (OTAN, 2013, p. 6).	X			Evidencia fotográfica N°24
5.5.8	“Las puertas de acceso a la sala de Rayos X deben mantenerse cerradas durante las exposiciones” (OTAN, 2013, p. 6).		X	El personal en la mayoría de los casos trabaja con la puerta abierta	Evidencia fotográfica N°24 Encuesta preguntas: 21.
5.5.9	“En salas de hospitalización, si hay otros pacientes, se deben aplicar medidas de protección para limitar su exposición” (OTAN, 2013, p. 6).		X	En el centro de neonatología se atiende a pacientes sin tener en cuenta a los otros pacientes	Evidencia fotográfica N°22
5.5.10	“No se deben realizar procedimientos a distancias focopiel menores de 45 cm en radiografía o 30 cm en fluoroscopia” (OTAN, 2013, p. 6).		X	En ocasiones lo realizan, cuando se trata de realizar la radiografía de senos paranasales	
5.5.11	“Los operadores deben usar protección adecuada y asegurar que las personas no pacientes estén a más de 2 m del equipo” (OTAN, 2013)		X	En la mayoría de casos están a menos de 2m	Evidencia fotográfica N°25

5.5.12	“ Los equipos de Rayos X deben estar posicionados de manera que minimicen la dosis al personal” (OTAN, 2013, p. 6).	X		Está posicionado adecuadamente	Evidencia fotográfica N°24
5.6	Mantenimiento de equipos				
5.6.1	“El titular de la autorización debe garantizar que los equipos de Rayos X reciban un mantenimiento adecuado, realizado por una entidad autorizada por la OTAN” (OTAN, 2013, p. 6).	X		Esta realizada por la misma entidad quien realiza los controles de calidad	Evidencia fotográfica N°26
6	EXPOSICIÓN OCUPACIONAL				
6.1	Trabajadoras embarazadas				
6.1.1	“Comunicación al Titular de la Autorización y Adaptación de condiciones de trabajo y Proporcionar protección para el embrión equivalente a la del público” (OTAN, 2013, p. 6).	X		Aunque no hay un procedimiento establecido. Puesto que no hay un programa de protección radiológica, la buena parte de los trabajadores conoce que hacer en estos casos.	Encuesta preguntas: 18.
6.1.2	“Adaptación de condiciones de trabajo y Proporcionar protección para el embrión equivalente a la del público”(OTAN, 2013, p. 6).	X		Aunque no hay un procedimiento establecido. Puesto que no hay un programa de protección radiológica, la buena parte de los trabajadores conoce	Encuesta preguntas: 18.

				que hacer en estos casos.	
6.2	Clasificación de áreas de trabajo				
6.2.1	“Las salas de Rayos X y áreas con equipos móviles deben ser consideradas áreas controladas, mientras que otras áreas deben ser consideradas públicas”(OTAN, 2013, p. 6).	X		Están consideradas como áreas controladas con permanencia limitada	Evidencia fotográfica N°27
6.3	Vigilancia radiológica de áreas				
6.3.1	“Si hay daños o modificaciones en las barreras de protección de la sala de Rayos X, estas deben ser evaluadas para asegurar que se mantenga la protección”(OTAN, 2013, p. 6).		X	No hay registros de evaluación de las barreras	Encuesta preguntas: 10.
6.3.2	“En radiología intervencionista, se debe monitorear la radiación en la sala durante el procedimiento, con registros de los resultados, al menos una vez al año” (OTAN, 2013, p. 6).		X	No hay registro de datos	Encuesta preguntas: 19.
6.4	Vigilancia radiológica individual				
6.4.1	“Los trabajadores expuestos no deben recibir dosis mayores a los límites establecidos, y sus exposiciones deben optimizarse para reducir la radiación recibida” (OTAN, 2013, p. 6).		X	No están al tanto de cuanto de dosis reciben	Encuesta preguntas :2. Datos de dosis recibida
6.4.2	“Los trabajadores expuestos, así como el personal en entrenamiento que participan en procedimientos radiológicos deben utilizar dosímetros personales proporcionados por un centro autorizado por OTAN” (OTAN, 2013, p. 7).	X		Si utilizan su dosímetro, y cada dosímetro es de uso individual de la empresa nuclear control InLight Systems.	Encuesta preguntas : 1. Evidencia fotográfica N°28

6.4.3	“Los trabajadores expuestos deben ser informados sobre las dosis recibidas” (IR.003.2013 OTAN, 201, p. 9).		X	Aunque llega a los registros a la oficina de administración, estos no son informados a los trabajadores	Encuesta preguntas : 2.
6.4.4	“Los trabajadores deben usar correctamente el dosímetro personal durante la jornada de trabajo, siguiendo las indicaciones de buen uso” (OTAN, 2013, p. 7).	X		Aunque poseen sus dosímetros hay ocasiones en las que no los utilizan.	Encuesta preguntas : 1. Evidencia fotográfica N°29
6.4.5	“En el caso de radiología intervencionista se debe utilizar dos dosímetros uno debajo del mandil y otro encima” (OTAN, 2013, p. 7).	X			Encuesta preguntas : 1. Evidencia fotográfica N°29
6.4.6	“Los trabajadores expuestos con mandil plomado deben colocar el dosímetro debajo de este” (OTAN, 2013, p. 7).		X	Aunque poseen sus dosímetros hay ocasiones en las que no los utilizan.	Evidencia fotográfica N°29
6.4.7	“El dosímetro personal debe ser usado solo en la instalación que lo proporcionó” (OTAN, 2013, p. 7).	X		Todo dosímetro es solo de uso en la institución	Evidencia fotográfica N°28
6.4.8	“En caso de pérdida o mal uso del dosímetro, el Titular de la Autorización debe informar a la OTAN sobre la dosis estimada” (OTAN, 2013, p. 7).		X	No hay un registro sobre caso de pérdidas de dosímetros.	Encuesta preguntas: 13.
6.4.9	“El Titular de la Autorización debe mantener un registro de las dosis durante 10 años después de que el trabajador deje de laborar o trabajar con radiaciones” (OTAN, 2013, p. 7).	X		Todos los registros de dosis en trabajadores están archivados en administración.	Evidencia fotográfica N°30
6.5	Investigación y seguimiento:				
6.5.1	“El Titular de la Autorización debe investigar si las dosis de los trabajadores superan ciertos límites y aplicar medidas correctivas” (OTAN, 2013, p. 7).		X	No hay registros de investigación sobre dosis recibidas por encima de los límites	Encuesta preguntas : 15.

				establecidos por la norma. No hay programa de protección radiológica.	
6.5.2	“Si las dosis superan umbrales establecidos, el Titular debe investigar, aplicar medidas correctivas e informar a la OTAN en 10 días” (OTAN, 2013, p. 7).		X	No hay registros de investigación sobre dosis recibidas por encima de los límites establecidos por la norma. No hay programa de protección radiológica.	Encuesta preguntas : 2, 8, 11, 15.
6.5.3	“Los registros de investigación de dosis anormales deben mantenerse durante 30 años” (OTAN, 2013, p. 7).		X	No hay registros de investigación sobre dosis recibidas por encima de los límites establecidos por la norma. No hay programa de protección radiológica.	Encuesta preguntas : 15.
7	EXPOSICIÓN MÉDICA:				
7.1	Justificación:				
7.1.1	“Todos los procedimientos radiológicos deben ser prescritos por un médico colegiado” (OTAN, 2013, p. 7).	X		Si, lo realizan mediante una orden denominada “SOLICITUD DE EXAMENES DE IMAGENOLOGIA”	Evidencia fotográfica N°31
7.1.2	“Los exámenes masivos deben realizarse solo con prescripción médica, demostrando beneficio para el grupo expuesto” (OTAN, 2013, p. 7).	X		Si, lo realizan mediante una orden denominada	Evidencia fotográfica N°31

				“SOLICITUD DE EXAMENES DE IMAGENOLOGIA”	
7.2	Optimización:				
7.2.1	“Las dosis a los pacientes deben optimizarse mediante equipos adecuados y técnicas de reducción de dosis” (OTAN, 2013, p. 7).	X		Aunque todos conocen el principio, no hay técnicas unificadas, cada trabajador proporciona las dosis acorde a lo que el estima estar bien. No hay un programa de protección radiológica.	Encuesta preguntas : 8.
7.2.2	“La sala de Rayos X debe tener avisos visibles sobre los riesgos para mujeres embarazadas, y el operador debe preguntar a la paciente” (OTAN, 2013, p. 7).	X		Si cuenta con los avisos respectivos, pero No hay un oficial de protección radiológica que determine o haga monitoreos.	Encuesta preguntas : 8.
7.2.3	“En caso de exposición de mujeres embarazadas, el procedimiento debe planificarse para minimizar la dosis al embrión o feto” (OTAN, 2013, p. 7).		X	Si cuenta con los avisos respectivos, pero No hay un oficial de protección radiológica que determine o haga monitoreos.	Encuesta preguntas : 3. 15.
7.2.4	“Se deben tomar medidas para mantener las dosis lo más bajas posible, especialmente en pediatría” (OTAN, 2013, p. 8).		X	No hay un oficial de protección radiológica que determine o haga monitoreos.	Encuesta preguntas : 3. 15.

7.2.5	“En intervencionismo asegurar que la dosis acumulada de radiación sea monitoreada de forma continua durante todo el procedimiento radiológico” (OTAN, 2013, p. 8).		X	No hay un oficial de protección radiológica que determine o haga monitoreos.	Encuesta preguntas : 3. 15.
7.2.6	“En intervencionismo Informar al paciente, como parte del consentimiento informado, sobre la posibilidad de efectos adversos por la radiación en caso de que la dosis en piel pueda superar los 3 Gy” (OTAN, 2013, p. 8).		X	No hay un oficial de protección radiológica que determine o haga monitoreos.	Encuesta preguntas : 3. 15.
7.2.7	“En intervencionismo Registrar la ubicación y extensión del área irradiada si la dosis en piel excede los 3 Gy, e informar tanto al paciente como a su médico tratante sobre los posibles efectos, asegurando el seguimiento clínico durante al menos un año” (OTAN, 2013, p. 8).		X	No hay registro debido a que: No hay un oficial de protección radiológica que determine o haga monitoreos.	Encuesta preguntas : 3. 15.
7.2.8	“En intervencionismo, garantizar el uso de factores técnicos apropiados para procedimientos radiológicos en pacientes pediátricos” (OTAN, 2013, p. 8).		X	No hay un programa de protección radiológica.	Encuesta preguntas : 3. 15.
7.2.9	“En radiología digital, se debe usar la colimación correcta y un posicionamiento adecuado del paciente” (OTAN, 2013, p. 8).		X	Algunos trabajadores no coliman adecuadamente al paciente, irradiando mayor área necesaria. No hay un oficial de protección radiológica que determine o haga monitoreos.	Encuesta preguntas : 3. 15.

7.2.10	“El control de calidad de los equipos de Rayos X debe hacerse antes de iniciar la operación, anualmente y después de un mantenimiento correctivo según el anexo V de la norma” (OTAN, 2013, p. 8).	X		Se hizo en setiembre del 2024	Evidencia fotográfica N°26
7.2.11	“El control de calidad debe ser realizado por una entidad autorizada por la OTAN” (OTAN, 2013, p. 8).	X			Evidencia fotográfica N°26
7.3	Investigación de exposiciones médicas accidentales:				
7.3.1	“Se debe investigar en caso de exposición accidental, como la realización de un procedimiento a la persona equivocada o el órgano incorrecto” (OTAN, 2013, p. 8).		X	No hay registros de investigación sobre dosis recibidas por encima de los límites establecidos por la norma. No hay programa de protección radiológica.	Encuesta preguntas : 15.
7.3.2	“Se produzca falla en el equipo o error en la aplicación del procedimiento radiológico que cause exposición accidental al paciente” (OTAN, 2013, p. 8).		X	No hay registros de investigación sobre dosis recibidas por encima de los límites establecidos por la norma. No hay programa de protección radiológica.	Encuesta preguntas : 15.
7.4	Registro de exposiciones médicas:				
7.4.1	“Se debe mantener un registro de las exposiciones médicas por 5 años, con datos del paciente, procedimiento, operador y médico, y en		X	No hay registros de investigación sobre dosis recibidas por encima de los límites	Encuesta preguntas : 15.

	intervencionismo, también la dosis y el tiempo total de fluoroscopia” (OTAN, 2013, p. 9).			establecidos por la norma. No hay programa de protección radiológica.	
8	EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO:				
8.1	“Se deben implementar medidas para evitar el ingreso de personas no autorizadas a las salas de Rayos X durante los procedimientos” (OTAN, 2013, p. 9).	X		Aunque no hay un programa de protección radiológica solo ingresa personal autorizado al área de radiología.	Evidencia fotográfica 32
8.2	“La exposición de personas que presten apoyo voluntario a los pacientes durante un proceso radiológico, debe restringirse de manera que sea improbable que su dosis exceda 5 mSv” (OTAN, 2013, p. 11).	X		El personal de apoyo siempre está fuera de la sala de Rayos X aunque no se puede corroborar el valor de dosis recibida. Debido a que no cuenta con un dosímetro.	Evidencia fotográfica N°33

4.7.Tratamiento de información y consideraciones éticas

4.7.1. Tratamiento de la información

La información obtenida en la presente tesis, fue tratada con la más estricta privacidad y se utilizó solamente para propósitos académicos científicos (*Declaración de Helsinki*, s. f.). Los datos fueron recolectados mediante instrumentos aplicados al personal de la unidad de radiología que labora directamente con equipos de Rayos X, así como a través de la observación directa. Una vez recolectados, los datos fueron codificados y organizados en una base de datos digitales, garantizando el anonimato de los participantes. El procesamiento de la información se realizó a través de métodos estadísticos descriptivos, utilizando tablas y gráficos que permitieron analizar el nivel de cumplimiento de los EPR establecidos en la Norma IR.003.2013.

En ningún caso se divulgo la información personal o sensible de los trabajadores participantes, utilizándose códigos o números en lugar de nombres propios para proteger su identidad. Los resultados fueron presentados de forma global, sin individualizar datos, garantizando así la privacidad y confidencialidad de la información.

4.7.2. Consideraciones éticas

Esta tesis se elaboró siguiendo los principios fundamentales de la investigación con seres humanos, sustentada en los preceptos del Informe Belmont: justicia, beneficencia y respeto hacia las personas (*Informe Belmont*, s. f.), así como en la Declaración de Helsinki. Siguiendo el principio de respeto hacia las personas, la participación del personal de la unidad de radiología será completamente voluntaria. Se comunicó a cada participante de forma clara y comprensible cuáles eran los fines del estudio, los procesos que se llevarían a cabo, los riesgos y beneficios potenciales, así como su derecho a abandonar el estudio en cualquier momento sin que esto tuviera ninguna consecuencia negativa o represalia laboral. La inclusión de los participantes en la muestra censal estará condicionada a la firma del consentimiento informado (Anexo H).

En aplicación del principio de beneficencia, se procuró minimizar cualquier posible riesgo para los participantes. La investigación no implicó exposición adicional a radiación, más allá de la que forma parte de sus actividades laborales cotidianas, limitándose a la observación y medición en condiciones habituales de trabajo. Asimismo, los resultados obtenidos permitieron identificar oportunidades de mejora en las medidas de PR, contribuyendo a un entorno laboral más seguro. Respecto al principio de justicia, la selección de los participantes se realizó de manera equitativa, incluyendo a la totalidad del personal que cumple con los criterios de inclusión, sin discriminación alguna por género, edad, cargo, tipo de contratación u otra condición.

V. RESULTADOS

5.1.1. Determinación de resultados

De acuerdo al consolidado establecido en la (Tabla 9), habiendo identificado y medido cada uno de los cuatro indicadores que miden la Implementación de los EPR conforme a la norma IR.003.2013, se procede a determinar una matriz de verificación de cumplimiento quien medirá la Cuantificación del cumplimiento de los EPR indicados en la norma técnica IR.003.2013 de la OTAN (Tabla 10). Este será un valor porcentual obtenido como resultado de haber evaluado cada ítem al cual llamaremos índice de cumplimiento de los EPR.

Los requisitos de PR en diagnóstico médico con Rayos X se agrupan en cinco (5) requisitos principales, a los que se asignan pesos iguales en el total de la evaluación. Por tanto, cada requisito principal vale 20% del puntaje global. Cada requisito puede desglosarse en sub requisitos; en ese caso, el peso del requisito padre se reparte en partes iguales entre todos sus sub-requisitos. Si un sub-requisito, a su vez, se subdivide en ítems más específicos, se aplica la misma regla recursiva: el peso del sub-requisito se divide equitativamente entre sus subdivisiones. Así, el peso de cualquier elemento (ítem verificable) se obtiene dividiendo sucesivamente entre el número de hijos en cada nivel.

Tabla 10: Matriz de verificación y Cuantificación del cumplimiento de los EPR de acuerdo a los porcentajes ponderados de Cumplimiento (C) e incumplimiento (I)

% Cr, %Ir: Valor porcentual del cumplimiento e incumplimiento por cada requisito, componentes de cada requisito e ítems de cada componente. Con respecto de si mismos. (para verificar el porcentaje de cumplimiento de cada requisito, componente e ítems)

% Ct, %It: Valor porcentual del cumplimiento e incumplimiento por cada requisito, componentes de cada requisito e ítems de cada componente con respecto del total. (para determinar el índice de cumplimiento o incumplimiento de estándares)

Ítem	Cumplimiento		Evaluación Cumple (C) Incumple (I)	Valor ponderado de C u I	% Cr	%Ir	% Ct	%It
	cumple	no cumple						
4					40.0%	60.0%	8.00%	12.00%
4.1					100.00%	0.0%	6.67%	0.00%
4.1.1	X		Cumple	0.013	100.00%	0.0%	1.33%	0.00%
4.1.2	X		Cumple	0.013	100.00%	0.0%	1.33%	0.00%
4.1.3	X		Cumple	0.013	100.00%	0.0%	1.33%	0.00%
4.1.4	X		Cumple	0.013	100.00%	0.0%	1.33%	0.00%
4.1.5	X		Cumple	0.013	100.00%	0.0%	1.33%	0.00%
4.2					20.00%	80.0%	1.33%	5.33%
4.2.1		X	Incumple	0.007	0.00%	100.0%	0.00%	0.67%
4.2.2		X	Incumple	0.007	0.00%	100.0%	0.00%	0.67%
4.2.3		X	Incumple	0.007	100.00%	0.0%	0.67%	0.00%
4.2.4		X	Incumple	0.007	0.00%	100.0%	0.00%	0.67%
4.2.5		X	Incumple	0.007	0.00%	100.0%	0.00%	0.67%
4.2.6	X		Cumple	0.007	100.00%	0.0%	0.67%	0.00%
4.2.7		X	Incumple	0.007	0.00%	100.0%	0.00%	0.67%
4.2.8		X	Incumple	0.007	0.00%	100.0%	0.00%	0.67%
4.2.9		X	Incumple	0.007	0.00%	100.0%	0.00%	0.67%
4.2.10		X	Incumple	0.007	0.00%	100.0%	0.00%	0.67%
4.3					0.00%	100.0%	0.00%	6.67%
4.3.1		X	Incumple	0.067	0.00%	100.0%	0.00%	6.67%
5					78.47%	21.5%	15.69%	4.31%
5.1					100.00%	0.0%	3.33%	0.00%
5.1.1	X		Cumple	0.006	100.00%	0.0%	0.56%	0.00%
5.1.2	X		Cumple	0.006	100.00%	0.0%	0.56%	0.00%
5.1.3	X		Cumple	0.006	100.00%	0.0%	0.56%	0.00%

5.1.4	X		Cumple	0.006	100.00%	0.0%	0.56%	0.00%
5.1.5	X		Cumple	0.006	100.00%	0.0%	0.56%	0.00%
5.1.6	X		Cumple	0.006	100.00%	0.0%	0.56%	0.00%
5.2					100.00%	0.0%	3.33%	0.00%
5.2.1	X		Cumple	0.008	100.00%	0.0%	0.83%	0.00%
5.2.2	X		Cumple	0.008	100.00%	0.0%	0.83%	0.00%
5.2.3	X		Cumple	0.008	100.00%	0.0%	0.83%	0.00%
5.2.4	X		Cumple	0.008	100.00%	0.0%	0.83%	0.00%
5.3					62.50%	37.5%	2.08%	1.25%
5.3.1	X		Cumple	0.004	100.00%	0.0%	0.42%	0.00%
5.3.2	X		Cumple	0.004	100.00%	0.0%	0.42%	0.00%
5.3.3	X		Cumple	0.004	100.00%	0.0%	0.42%	0.00%
5.3.4	X		Cumple	0.004	100.00%	0.0%	0.42%	0.00%
5.3.5		X	Incumple	0.004	0.00%	100.0%	0.00%	0.42%
5.3.6		X	Incumple	0.004	0.00%	100.0%	0.00%	0.42%
5.3.7		X	Incumple	0.004	0.00%	100.0%	0.00%	0.42%
5.3.8	X		Cumple	0.004	100.00%	0.0%	0.42%	0.00%
5.4					50.00%	50.0%	1.67%	1.67%
5.4.1	X		Cumple	0.008	100.00%	0.0%	0.83%	0.00%
5.4.2	X		Cumple	0.008	100.00%	0.0%	0.83%	0.00%
5.4.3		X	Incumple	0.008	0.00%	100.0%	0.00%	0.83%
5.4.4		X	Incumple	0.008	0.00%	100.0%	0.00%	0.83%
5.5					58.33%	41.7%	1.94%	1.39%
5.5.1		X	Incumple	0.003	0.00%	100.0%	0.00%	0.28%
5.5.2	X		Cumple	0.003	100.00%	0.0%	0.28%	0.00%
5.5.3	X		Cumple	0.003	100.00%	0.0%	0.28%	0.00%
5.5.4	X		Cumple	0.003	100.00%	0.0%	0.28%	0.00%
5.5.5		X	Incumple	0.003	100.00%	0.0%	0.28%	0.00%
5.5.6	X		Cumple	0.003	100.00%	0.0%	0.28%	0.00%
5.5.7	X		Cumple	0.003	100.00%	0.0%	0.28%	0.00%
5.5.8		X	Incumple	0.003	0.00%	100.0%	0.00%	0.28%
5.5.9		X	Incumple	0.003	0.00%	100.0%	0.00%	0.28%
5.5.10		X	Incumple	0.003	0.00%	100.0%	0.00%	0.28%
5.5.11		X	Incumple	0.003	0.00%	100.0%	0.00%	0.28%
5.5.12	X		Cumple	0.003	100.00%	0.0%	0.28%	0.00%
5.6					100.00%	0.0%	3.33%	0.00%
5.6.1	X		Cumple	0.033	100.00%	0.0%	3.33%	0.00%
6					51.1%	48.9%	10.22%	9.78%
6.1					100.00%	0.0%	4.00%	0.00%
6.1.1	X		Cumple	0.020	100.00%	0.0%	2.00%	0.00%
6.1.2	X		Cumple	0.020	100.00%	0.0%	2.00%	0.00%
6.2					100.00%	0.0%	4.00%	0.00%
6.2.1	X		Cumple	0.040	100.00%	0.0%	4.00%	0.00%
6.3					0.00%	100.0%	0.00%	4.00%
6.3.1		X	Incumple	0.020	0.00%	100.0%	0.00%	2.00%

6.3.2		X	Incumple	0.020	0.00%	100.0%	0.00%	2.00%
6.4					55.56%	44.4%	2.22%	1.78%
6.4.1	X		Cumple	0.004	0.00%	100.0%	0.00%	0.44%
6.4.2	X		Cumple	0.004	100.00%	0.0%	0.44%	0.00%
6.4.3		X	Incumple	0.004	0.00%	100.0%	0.00%	0.44%
6.4.4	X		Cumple	0.004	100.00%	0.0%	0.44%	0.00%
6.4.5	X		Cumple	0.004	100.00%	0.0%	0.44%	0.00%
6.4.6		X	Incumple	0.004	0.00%	100.0%	0.00%	0.44%
6.4.7	X		Cumple	0.004	100.00%	0.0%	0.44%	0.00%
6.4.8		X	Incumple	0.004	0.00%	100.0%	0.00%	0.44%
6.4.9	X		Cumple	0.004	100.00%	0.0%	0.44%	0.00%
6.5					0.00%	100.0%	0.00%	4.00%
6.5.1		X	Incumple	0.013	0.00%	100.0%	0.00%	1.33%
6.5.2		X	Incumple	0.013	0.00%	100.0%	0.00%	1.33%
6.5.3		X	Incumple	0.013	0.00%	100.0%	0.00%	1.33%
7					34.1%	65.9%	6.82%	13.18%
7.1					100.00%	0.0%	5.00%	0.00%
7.1.1	X		Cumple	0.025	100.00%	0.0%	2.50%	0.00%
7.1.2	X		Cumple	0.025	100.00%	0.0%	2.50%	0.00%
7.2					36.36%	63.6%	1.82%	3.18%
7.2.1	X		Cumple	0.005	100.00%	0.0%	0.45%	0.00%
7.2.2	X		Cumple	0.005	100.00%	0.0%	0.45%	0.00%
7.2.3		X	Incumple	0.005	0.00%	100.0%	0.00%	0.45%
7.2.4		X	Incumple	0.005	0.00%	100.0%	0.00%	0.45%
7.2.5		X	Incumple	0.005	0.00%	100.0%	0.00%	0.45%
7.2.6		X	Incumple	0.005	0.00%	100.0%	0.00%	0.45%
7.2.7		X	Incumple	0.005	0.00%	100.0%	0.00%	0.45%
7.2.8		X	Incumple	0.005	0.00%	100.0%	0.00%	0.45%
7.2.9		X	Incumple	0.005	0.00%	100.0%	0.00%	0.45%
7.2.10	X		Cumple	0.005	100.00%	0.0%	0.45%	0.00%
7.2.11	X		Cumple	0.005	100.00%	0.0%	0.45%	0.00%
7.3					0.00%	100.0%	0.00%	5.00%
7.3.1		X	Incumple	0.025	0.00%	100.0%	0.00%	2.50%
7.3.2		X	Incumple	0.025	0.00%	100.0%	0.00%	2.50%
7.4					0.00%	100.0%	0.00%	5.00%
7.4.1		X	Incumple	0.050	0.00%	100.0%	0.00%	5.00%
8					100.00%	0.0%	20.00%	0.00%
8.1	X		Cumple	0.100	100.00%	0.0%	10.00%	0.00%
8.2	X		Cumple	0.100	100.00%	0.0%	10.00%	0.00%
INDICE DE CUMPLIMIENTO E INCUMPLIMIENTO DE ESTANDARES							60.73%	39.27%

La evaluación integral de los EPR evidencia un Índice Global de Cumplimiento del 60,73 %, frente a un 39,27 % de incumplimiento, lo que indica un nivel de cumplimiento moderado, con fortalezas claramente identificadas en los aspectos estructurales y normativos básicos, pero con deficiencias relevantes en la gestión operativa, el seguimiento radiológico y la protección centrada en el trabajador y el paciente.

En los Requisitos Administrativos (40,0 %), se observa un cumplimiento sólido en el componente de Autorizaciones (4.1 = 100 %), demostrando conformidad legal ante la OTAN; sin embargo, este resultado se ve significativamente afectado por el bajo desempeño en responsabilidades del titular (4.2 = 20 %) y la inexistencia del PPR (4.3 = 0 %), lo que revela una debilidad crítica en la estructura organizacional y en la gestión.

Los Requisitos de Seguridad (78,47 %) constituyen uno de los componentes mejor evaluados, sustentados en el cumplimiento total de equipos de Rayos X (5.1), instalaciones (5.2) y mantenimiento de equipos (5.6). No obstante, se identifican incumplimientos parciales en la sala de Rayos X (5.3 = 62,5 %), la consola de control (5.4 = 50 %) y los requisitos operacionales (5.5 = 58,33 %), lo que evidencia que, pese a contar con infraestructura adecuada, persisten debilidades en el diseño funcional, la ergonomía radiológica y el cumplimiento estricto de procedimientos operativos.

En cuanto a la Exposición Ocupacional (51,1 %), el cumplimiento se sustenta principalmente en la protección de trabajadoras embarazadas (6.1 = 100 %) y la correcta clasificación de áreas (6.2 = 100 %). Sin embargo, este resultado se ve limitado por la ausencia total de vigilancia radiológica de áreas (6.3 = 0 %) y de investigación y seguimiento de dosis (6.5 = 0 %), así como por un cumplimiento parcial en la vigilancia radiológica individual (6.4 = 55,56 %), lo que refleja un sistema de monitoreo incompleto.

Respecto a la Exposición Médica (34,1 %), se identifica un cumplimiento adecuado del principio de justificación (7.1 = 100 %), en cuanto a la optimización (7.2 = 36.36%) solo hay cumplimiento en el control de calidad de los equipos (7.2.10 y 7.2.11). No obstante, se registran incumplimientos críticos en la optimización de dosis, la protección de poblaciones vulnerables, la radiología intervencionista, la investigación de exposiciones accidentales (7.3 = 0 %) y el registro de exposiciones médicas (7.4 = 0 %), lo que representa uno de los principales riesgos del sistema evaluado.

Finalmente, la Exposición del Público (100 %) presenta un cumplimiento total, evidenciando una adecuada restricción de accesos a las salas de Rayos X y control de la exposición de personas de apoyo, consolidándose como el componente más robusto del sistema de PR evaluado.

Figura 9 : Índice de cumplimiento e incumplimiento de EPR

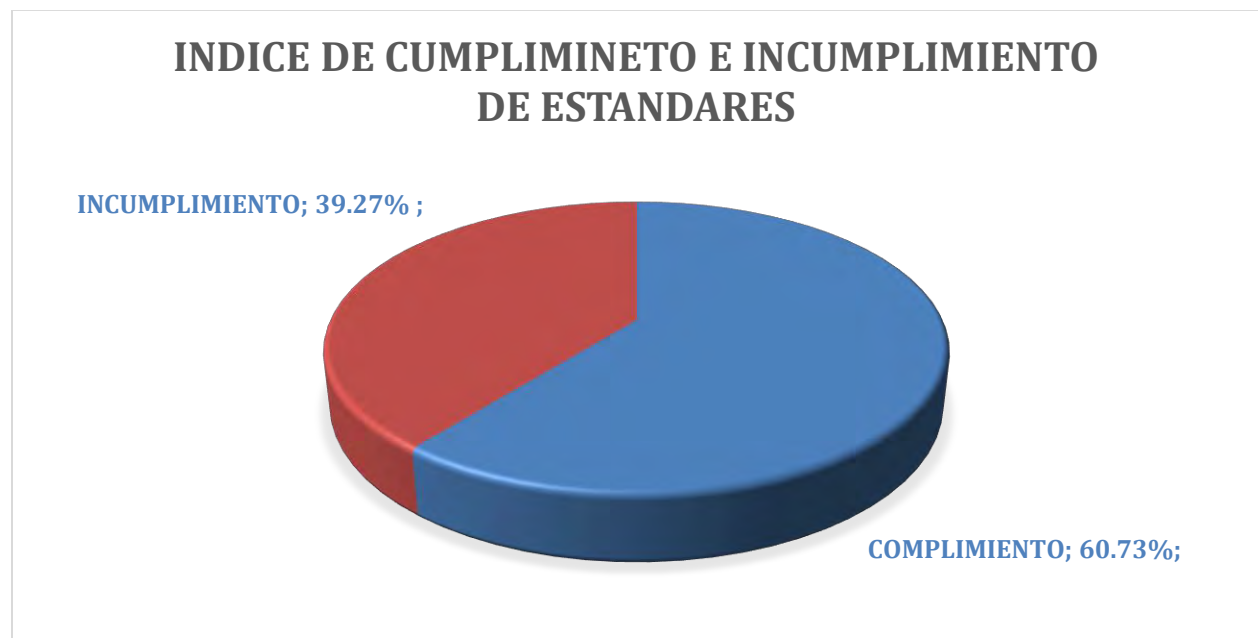


Tabla 11: Matriz de verificación por componentes (Establecimiento, Personal, Mixto) si Cumple o Incumple.

Ítem	clasificación según indicador	símbolo	Evaluación	Valor ponderado de C u I	% Cr	%Ir	% Ct	%It
0								
1								
2								
3								
4					40.00%	60.00%	8.00%	12.00%
4.1					100.00%	0.00%	6.67%	0.00%
4.1.1	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.013	100.00%	0.00%	1.33%	0.00%
4.1.2	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.013	100.00%	0.00%	1.33%	0.00%
4.1.3	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.013	100.00%	0.00%	1.33%	0.00%
4.1.4	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.013	100.00%	0.00%	1.33%	0.00%
4.1.5	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.013	100.00%	0.00%	1.33%	0.00%
4.2					20.00%	80.00%	1.33%	5.33%
4.2.1	Personal	PI	Icumplimiento	0.007	0.00%	100.00%	0.00%	0.67%
4.2.2	Personal	PI	Icumplimiento	0.007	0.00%	100.00%	0.00%	0.67%
4.2.3	Personal	PI	Cumplimiento	0.007	100.00%	0.00%	0.67%	0.00%
4.2.4	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.007	0.00%	100.00%	0.00%	0.67%
4.2.5	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.007	0.00%	100.00%	0.00%	0.67%
4.2.6	Mixto	MC	Cumplimiento	0.007	100.00%	0.00%	0.67%	0.00%
4.2.7	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.007	0.00%	100.00%	0.00%	0.67%
4.2.8	Mixto	MI	Icumplimiento	0.007	0.00%	100.00%	0.00%	0.67%
4.2.9	Mixto	MI	Icumplimiento	0.007	0.00%	100.00%	0.00%	0.67%
4.2.10	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.007	0.00%	100.00%	0.00%	0.67%
4.3					0.00%	100.00%	0.00%	6.67%
4.3.1	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.067	0.00%	100.00%	0.00%	6.67%
5					78.47%	21.53%	15.69%	4.31%
5.1					100.00%	0.00%	3.33%	0.00%
5.1.1	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.006	100.00%	0.00%	0.56%	0.00%

5.1.2	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.006	100.00%	0.00%	0.56%	0.00%
5.1.3	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.006	100.00%	0.00%	0.56%	0.00%
5.1.4	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.006	100.00%	0.00%	0.56%	0.00%
5.1.5	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.006	100.00%	0.00%	0.56%	0.00%
5.1.6	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.006	100.00%	0.00%	0.56%	0.00%
5.2					100.00%	0.00%	3.33%	0.00%
5.2.1	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.008	100.00%	0.00%	0.83%	0.00%
5.2.2	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.008	100.00%	0.00%	0.83%	0.00%
5.2.3	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.008	100.00%	0.00%	0.83%	0.00%
5.2.4	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.008	100.00%	0.00%	0.83%	0.00%
5.3					62.50%	37.50%	2.08%	1.25%
5.3.1	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.004	100.00%	0.00%	0.42%	0.00%
5.3.2	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.004	100.00%	0.00%	0.42%	0.00%
5.3.3	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.004	100.00%	0.00%	0.42%	0.00%
5.3.4	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.004	100.00%	0.00%	0.42%	0.00%
5.3.5	Personal	PI	Icumplimiento	0.004	0.00%	100.00%	0.00%	0.42%
5.3.6	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.004	0.00%	100.00%	0.00%	0.42%
5.3.7	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.004	0.00%	100.00%	0.00%	0.42%
5.3.8	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.004	100.00%	0.00%	0.42%	0.00%
5.4					50.00%	50.00%	1.67%	1.67%
5.4.1	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.008	100.00%	0.00%	0.83%	0.00%
5.4.2	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.008	100.00%	0.00%	0.83%	0.00%
5.4.3	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.008	0.00%	100.00%	0.00%	0.83%
5.4.4	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.008	0.00%	100.00%	0.00%	0.83%
5.5					58.33%	41.67%	1.94%	1.39%
5.5.1	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.003	0.00%	100.00%	0.00%	0.28%
5.5.2	Personal	PC	Cumplimiento	0.003	100.00%	0.00%	0.28%	0.00%
5.5.3	Personal	PC	Cumplimiento	0.003	100.00%	0.00%	0.28%	0.00%
5.5.4	Personal	PC	Cumplimiento	0.003	100.00%	0.00%	0.28%	0.00%
5.5.5	Personal	PI	Cumplimiento	0.003	100.00%	0.00%	0.28%	0.00%
5.5.6	Personal	PC	Cumplimiento	0.003	100.00%	0.00%	0.28%	0.00%

5.5.7	Personal	PC	Cumplimiento	0.003	100.00%	0.00%	0.28%	0.00%
5.5.8	Personal	PI	Icumplimiento	0.003	0.00%	100.00%	0.00%	0.28%
5.5.9	Personal	PI	Icumplimiento	0.003	0.00%	100.00%	0.00%	0.28%
5.5.10	Personal	PI	Icumplimiento	0.003	0.00%	100.00%	0.00%	0.28%
5.5.11	Personal	PI	Icumplimiento	0.003	0.00%	100.00%	0.00%	0.28%
5.5.12	Mixto	MC	Cumplimiento	0.003	100.00%	0.00%	0.28%	0.00%
5.6					100.00%	0.00%	3.33%	0.00%
5.6.1	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.033	100.00%	0.00%	3.33%	0.00%
6					51.11%	48.89%	10.22%	9.78%
6.1					100.00%	0.00%	4.00%	0.00%
6.1.1	Mixto	MC	Cumplimiento	0.020	100.00%	0.00%	2.00%	0.00%
6.1.2	Mixto	MC	Cumplimiento	0.020	100.00%	0.00%	2.00%	0.00%
6.2					100.00%	0.00%	4.00%	0.00%
6.2.1	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.040	100.00%	0.00%	4.00%	0.00%
6.3					0.00%	100.00%	0.00%	4.00%
6.3.1	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.020	0.00%	100.00%	0.00%	2.00%
6.3.2	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.020	0.00%	100.00%	0.00%	2.00%
6.4					55.56%	44.44%	2.22%	1.78%
6.4.1	Establecimiento	EC	Icumplimiento	0.004	0.00%	100.00%	0.00%	0.44%
6.4.2	Mixto	MC	Cumplimiento	0.004	100.00%	0.00%	0.44%	0.00%
6.4.3	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.004	0.00%	100.00%	0.00%	0.44%
6.4.4	Personal	PC	Cumplimiento	0.004	100.00%	0.00%	0.44%	0.00%
6.4.5	Personal	PC	Cumplimiento	0.004	100.00%	0.00%	0.44%	0.00%
6.4.6	Personal	PI	Icumplimiento	0.004	0.00%	100.00%	0.00%	0.44%
6.4.7	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.004	100.00%	0.00%	0.44%	0.00%
6.4.8	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.004	0.00%	100.00%	0.00%	0.44%
6.4.9	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.004	100.00%	0.00%	0.44%	0.00%
6.5					0.00%	100.00%	0.00%	4.00%
6.5.1	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.013	0.00%	100.00%	0.00%	1.33%
6.5.2	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.013	0.00%	100.00%	0.00%	1.33%
6.5.3	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.013	0.00%	100.00%	0.00%	1.33%
7					34.09%	65.91%	6.82%	13.18%

7.1					100.00%	0.00%	5.00%	0.00%
7.1.1	Mixto	MC	Cumplimiento	0.025	100.00%	0.00%	2.50%	0.00%
7.1.2	Mixto	MC	Cumplimiento	0.025	100.00%	0.00%	2.50%	0.00%
7.2					36.36%	63.64%	1.82%	3.18%
7.2.1	Mixto	MC	Cumplimiento	0.005	100.00%	0.00%	0.45%	0.00%
7.2.2	Mixto	MC	Cumplimiento	0.005	100.00%	0.00%	0.45%	0.00%
7.2.3	Mixto	MI	Icumplimiento	0.005	0.00%	100.00%	0.00%	0.45%
7.2.4	Mixto	MI	Icumplimiento	0.005	0.00%	100.00%	0.00%	0.45%
7.2.5	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.005	0.00%	100.00%	0.00%	0.45%
7.2.6	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.005	0.00%	100.00%	0.00%	0.45%
7.2.7	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.005	0.00%	100.00%	0.00%	0.45%
7.2.8	Mixto	MI	Icumplimiento	0.005	0.00%	100.00%	0.00%	0.45%
7.2.9	Personal	PI	Icumplimiento	0.005	0.00%	100.00%	0.00%	0.45%
7.2.10	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.005	100.00%	0.00%	0.45%	0.00%
7.2.11	Establecimiento	EC	Cumplimiento	0.005	100.00%	0.00%	0.45%	0.00%
7.3					0.00%	100.00%	0.00%	5.00%
7.3.1	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.025	0.00%	100.00%	0.00%	2.50%
7.3.2	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.025	0.00%	100.00%	0.00%	2.50%
7.4					0.00%	100.00%	0.00%	5.00%
7.4.1	Establecimiento	EI	Icumplimiento	0.050	0.00%	100.00%	0.00%	5.00%
8					100.00%	0.00%	20.00%	0.00%
8.1	Mixto	MC	Cumplimiento	0.100	100.00%	0.00%	10.00%	0.00%
8.2	Mixto	MC	Cumplimiento	0.100	100.00%	0.00%	10.00%	0.00%
INDICE DE CUMPLIMINETO E INCUMPLIMIENTO DE ESTANDARES							60.73%	39.27%
			ESTABLECIMIENTO		PERSONAL		MIXTO	
			EC	EI	PC	PI	MC	MI
CON RESPECTO DEL TOTAL			26.66%	32.36%	2.28%	4.70%	31.30%	2.70%
CON RESPECTO DE CADA COMPONENTE			45.17%	54.83%	32.62%	67.38%	92.07%	7.93%

Como consecuencia de los resultados obtenidos en la Tabla 10: “Matriz de verificación y cuantificación del cumplimiento de los EPR de acuerdo a los porcentajes ponderados de cumplimiento (C) e incumplimiento (I)”, se realizó el análisis porcentual de los componentes establecimiento, personal y mixto, considerando explícitamente sus niveles de cumplimiento e incumplimiento. Esta matriz permitió determinar el índice porcentual de cumplimiento de cada estándar evaluado, mediante la aplicación de ponderaciones distribuidas jerárquicamente entre requisitos, sub-requisitos e ítems específicos.

El componente establecimiento comprende los estándares relacionados con infraestructura, equipamiento, autorizaciones, vigilancia radiológica, registros y gestión institucional, evaluándose mediante los indicadores establecimiento cumple (EC) y establecimiento incumple (EI). El componente personal agrupa los estándares relacionados con el desempeño operativo y el cumplimiento de las medidas de PR por parte de los trabajadores, evaluándose mediante los indicadores personal cumple (PC) y personal incumple (PI). Por su parte, el componente mixto integra estándares cuya implementación depende simultáneamente de las condiciones institucionales y de la actuación del personal, siendo evaluado mediante los indicadores mixto cumple (MC) y mixto incumple (MI).

Para la cuantificación de los resultados se aplicó un sistema de ponderación jerárquica, donde cada uno de los cinco requisitos principales representa el 20% del puntaje global. Cuando un requisito se subdivide en sub-requisitos o ítems específicos, su peso porcentual se distribuye equitativamente entre sus componentes, permitiendo determinar objetivamente los índices porcentuales de cumplimiento e incumplimiento de cada componente evaluado.

➤ **Establecimiento**

El análisis del componente establecimiento evidencia un nivel de incumplimiento ligeramente superior al cumplimiento en la implementación de la norma técnica IR.003.2013. Considerando que los requisitos de protección radiológica se distribuyen mediante ponderaciones porcentuales jerárquicas, el componente establecimiento representa el 59.02% del puntaje global de evaluación, del cual el 32.36% corresponde a estándares incumplidos (EI) y el 26.66% a estándares cumplidos (EC). A nivel interno del componente, el establecimiento alcanza un 45.17% de cumplimiento frente a un 54.83% de incumplimiento, evidenciando que la implementación institucional de los estándares resulta insuficiente.

➤ **Personal**

El componente personal presenta uno de los niveles más bajos de cumplimiento dentro de la evaluación realizada. De acuerdo con la distribución porcentual establecida mediante la ponderación jerárquica de los requisitos y sub-requisitos de la norma, el componente personal representa el 6.98% del puntaje global, de los cuales el 2.28% corresponde a estándares cumplidos (PC) y el 4.70% a estándares incumplidos (PI). A nivel interno del componente, el PC alcanzan un 32.62% y el PI un 67.38%, mostrando una proporción similar entre cumplimiento e incumplimiento, aunque con predominio de deficiencias operativas durante la ejecución de los procedimientos radiológicos.

➤ **Mixto**

El componente mixto presenta el mayor nivel de cumplimiento relativo entre los componentes evaluados, evidenciando una mejor integración entre las condiciones del establecimiento y la actuación del personal. Según la ponderación jerárquica aplicada a los requisitos y sub-requisitos de la norma técnica, el componente mixto representa el 34.00% del puntaje global de evaluación, del cual el 31.30% corresponde a estándares cumplidos (MC) y el 2.70% a estándares incumplidos (MI). A nivel interno del componente, el cumplimiento alcanza un 92.07%, frente a un 7.93% de incumplimiento, demostrando un desempeño considerablemente favorable en comparación con los demás componentes.

VI. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

6.1. Discusiones por componentes con respecto a los requisitos

En esta parte se determinó los porcentajes de cumplimiento independiente por cada uno de los cinco requisitos de la norma, obteniendo:

6.1.1. Discusión – Requisito 4 (Administrativo) – 40.00 % (ROJO)

Análisis

El componente 4.1 Autorizaciones evidencia un cumplimiento normativo sólido en el ámbito administrativo y legal; viendo que las instalaciones cuentan con autorización vigente de la OTAN, licencia de operación, revalidaciones periódicas y aprobación previa de modificaciones estructurales o tecnológicas. Asimismo, el personal que interviene en actividades de diagnóstico médico con rayos X dispone de las licencias correspondientes indicadas en la norma. Estos hallazgos dan fe que la institución ha priorizado el cumplimiento formal de la Ley N.º 28028 y de los requisitos regulatorios exigidos para operar legalmente.

No obstante, al contrastar estos resultados con los apartados 4.2 Responsabilidades y 4.3 PPR se identifica una brecha significativa entre la autorización formal y la gestión efectiva de la PR. Aunque las licencias están vigentes, se aprecia incumplimiento en aspectos clave como la aplicación sistemática de los principios de justificación, optimización y limitación de dosis que teórica y prácticamente son la base de PR ; la supervisión continua por el Oficial de Protección Radiológica (OPR); el rol activo del FM; y, de manera crítica, la implementación operativa de un Programa de Protección Radiológica (PPR) conforme al Anexo IV. Esto sugiere que el cumplimiento observado es mayormente documental, pero no plenamente integrado en la práctica cotidiana.

En consecuencia, los hallazgos reflejan una debilidad de gobernanza en PR: el PPR no se encuentra plenamente formalizado ni operando como eje articulador de las actividades radiológicas, y la designación funcional del OPR y del FM carece de efectividad práctica. La PR parece depender más del “buen oficio” y la experiencia individual del personal que de procesos institucionales estandarizados, supervisados y auditables.

Implicancias

La principal implicancia es que, sin un PPR activo y documentado, la seguridad radiológica del personal, pacientes y público queda expuesta a una alta variabilidad operativa, lo que incrementa el riesgo de desviaciones dosimétricas, fallas en el control de calidad y observaciones regulatorias durante auditorías o fiscalizaciones por la autoridad competente. Esta situación puede derivar en sanciones administrativas, exigencias de subsanación inmediata o incluso restricciones operativas.

Adicionalmente, la falta de una supervisión efectiva por parte del OPR y del FM limita la capacidad del establecimiento para optimizar dosis, detectar prácticas inseguras y asegurar la mejora continua en los procedimientos radiológicos. A nivel institucional, esto debilita la cultura de seguridad radiológica y compromete la sostenibilidad del cumplimiento normativo a largo plazo.

Entre las posibles causas se identifican la inacción o sobrecarga del personal clave, la ausencia de manuales y procedimientos actualizados, y la falta de funcionamiento regular de comités o instancias de seguimiento. Abordar estas brechas requiere pasar del cumplimiento “de forma” al cumplimiento “de fondo”, mediante la formalización y puesta en marcha efectiva del PPR, el fortalecimiento del rol del OPR, del FM, de la integración de la PR como un proceso transversal y continuo dentro del establecimiento de salud.

6.1.2. Discusión – Requisito 5 (Seguridad física/operativa) – 78,50 % (VERDE)

Análisis

El componente 5. Equipos, instalaciones y operación de rayos X muestra un alto nivel de cumplimiento técnico-estructural, particularmente en lo referente a las características de los equipos (5.1), la infraestructura general (5.2) y varios elementos críticos de blindaje y señalización en la sala de rayos X (5.3). El cumplimiento de normas IEC/ISO, la adecuada identificación de los equipos, la colimación, filtración, control de radiación de fuga y el mantenimiento autorizado reflejan que la base tecnológica cumple con los estándares mínimos de seguridad radiológica exigidos por la normativa vigente (aunque las marcas de la consola de control y el cabezal no poseen la misma marca lo cual indica que fueron cambiados).

Sin embargo, al profundizar en los apartados 5.3 Sala de rayos X, 5.4 Consola y, de manera más crítica, 5.5 Requisitos operacionales, se evidencia un patrón similar al observado en el requisito previo: el cumplimiento es más fuerte en lo físico-documental que en lo operativo-funcional. Aspectos como la orientación del haz primario, dimensiones y diseño de la sala para minimizar exposiciones, dimensiones efectivas de la consola y visor plomado, así como el control estricto de accesos y distancias foco-piel, presentan incumplimientos relevantes de acuerdo a los mínimos contemplados en la normativa que afectan directamente la protección del personal y del público.

En el ámbito operacional, pese a que los operadores están capacitados y utilizan elementos de protección personal, se identifican debilidades en la aplicación sistemática de procedimientos de PR, el control de puertas durante exposiciones, la protección de terceros en áreas hospitalarias

y el cumplimiento de distancias mínimas de seguridad. Esto sugiere que, aunque existen conocimientos y recursos técnicos, no hay una estandarización efectiva de las prácticas, ni un control continuo que asegure la aplicación uniforme de las medidas de PR en todas las situaciones clínicas.

En conjunto, los hallazgos confirman que la instalación cuenta con condiciones técnicas aceptables, pero presenta brechas operativas y de diseño funcional que limitan la optimización de dosis y la reducción del riesgo radiológico. La PR depende en gran medida del criterio individual del operador y no de un sistema robusto de procedimientos, supervisión y mejora continua.

Implicancias

La principal implicancia es que los incumplimientos en el diseño funcional y en los requisitos operacionales incrementan el riesgo de exposiciones innecesarias o superiores a las esperadas, especialmente para el personal ocupacionalmente expuesto, pacientes hospitalizados cercanos en caso de equipos móviles y público. Aun cuando los niveles de dosis puedan mantenerse dentro de límites legales, la falta de optimización contradice los principios ALARA.

Asimismo, las deficiencias en la consola, orientación del haz y control de accesos pueden derivar en fallas repetitivas de carácter operativo, difíciles de detectar si no existe una supervisión activa del OPR y del FM. Esto refuerza la idea de que el riesgo no es tecnológico, sino organizacional y procedimental.

6.1.3. Discusión – Requisito 6 (Vigilancia dosimétrica y salud ocupacional) – 51,10 % (NARANJA).

Análisis

Se cumplen clasificación de áreas y protección a gestantes, pero fallan los candados críticos: La evaluación del componente 6. Exposición Ocupacional evidencia un cumplimiento parcial y heterogéneo de los requisitos normativos, con fortalezas claras en aspectos declarativos y de provisión de medios, pero debilidades críticas en la vigilancia, seguimiento y gestión de la dosis. En el caso de trabajadoras embarazadas (6.1) y la clasificación de áreas (6.2), se observa cumplimiento, lo que indica reconocimiento formal del riesgo radiológico y adecuación básica de condiciones de trabajo para la protección del embrión, así como una correcta diferenciación entre áreas controladas y públicas.

No obstante, en la vigilancia radiológica de áreas (6.3) se identifican incumplimientos relevantes, particularmente en la evaluación de barreras tras daños o modificaciones y en el monitoreo periódico de la radiación en radiología intervencionista. Estas omisiones limitan la capacidad del establecimiento para verificar que las condiciones reales de exposición se mantienen dentro de los niveles de diseño, debilitando el control efectivo del riesgo en áreas de mayor complejidad y dosis potencial.

En cuanto a la vigilancia radiológica individual (6.4), si bien existe provisión y uso formal de dosímetros personales y se cumple con registros a largo plazo, persisten incumplimientos sustantivos en la optimización de dosis, la información periódica a los trabajadores, el uso correcto del dosímetro bajo mandil plomado, la gestión de pérdidas o mal uso y la coherencia entre dosis registradas y prácticas reales. Esto sugiere que la dosimetría es tratada principalmente como un requisito administrativo y no como una herramienta activa de gestión y mejora continua de la PR.

Finalmente, el apartado 6.5 Investigación y seguimiento muestra un incumplimiento sistemático en la investigación de dosis anormales, la aplicación de medidas correctivas y la notificación oportuna a la OTAN. La ausencia de estos procesos formales indica una falla en el ciclo de retroalimentación de la seguridad radiológica, donde la información dosimétrica no se traduce en acciones preventivas o correctivas concretas.

En conjunto, los hallazgos reflejan una brecha operativa y de gobernanza: existen mecanismos básicos de control (clasificación de áreas, provisión de dosímetros), pero falta un sistema integrado que analice, comunique, investigue y corrija las exposiciones ocupacionales. La protección del trabajador depende nuevamente más del cumplimiento individual que de un proceso institucional estructurado.

Implicancias

La principal implicancia es el riesgo de subregistro, interpretación inadecuada y normalización de exposiciones elevadas, lo que puede conducir a una acumulación de dosis innecesaria en el personal ocupacionalmente expuesto. La falta de monitoreo ambiental periódico y de investigación de dosis anormales debilita la capacidad de prevención temprana de eventos radiológicos y expone a la institución a incumplimientos regulatorios de alto impacto.

Asimismo, la ausencia de comunicación sistemática de las dosis a los trabajadores y la gestión deficiente de incidentes dosimétricos afectan la cultura de seguridad, reducen la percepción de riesgo y limitan la participación activa del personal en la optimización de sus propias exposiciones.

6.1.4. Discusión – Requisito 7 (Evaluación, optimización y registros clínicos) – 34,10% (ROJO).

Análisis

El componente 7. Exposición médica evidencia un cumplimiento adecuado en la etapa de justificación (7.1), ya que todos los procedimientos radiológicos cuentan con prescripción médica y los exámenes masivos se realizan bajo criterio clínico, garantizando el principio de beneficio para el paciente o grupo expuesto. Este resultado refleja una correcta articulación entre el acto médico y el uso de radiaciones ionizantes, evitando exposiciones injustificadas.

Sin embargo, en el eje de optimización (7.2) se identifican incumplimientos críticos, especialmente en escenarios de mayor complejidad y riesgo dosimétrico como la atención de mujeres embarazadas, pacientes pediátricos y procedimientos intervencionistas. Aunque existen avisos visibles y se reconoce la necesidad de reducción de dosis, no se evidencia una planificación sistemática para minimizar la dosis al embrión o feto, ni la aplicación consistente del principio ALARA en pediatría. En radiología digital, la colimación y el posicionamiento adecuado del paciente presentan deficiencias operativas, lo que incrementa el riesgo de exposiciones innecesarias.

Respecto a la investigación de exposiciones médicas accidentales (7.3) y al registro de exposiciones médicas (7.4), se observa un incumplimiento generalizado. La ausencia de investigaciones ante eventos adversos y de registros sistemáticos limita la trazabilidad de las exposiciones, impide el aprendizaje institucional a partir de errores y dificulta la adopción de medidas correctivas que prevengan la recurrencia de incidentes.

En conjunto, los hallazgos muestran que, si bien la indicación médica y el control de calidad de los equipos están formalmente cubiertos, la optimización clínica de la dosis y la gestión de eventos adversos presentan una brecha significativa entre la normativa y la práctica real. El cumplimiento observado es nuevamente predominantemente de forma, pero no de fondo, en los aspectos que más impactan en la seguridad del paciente.

Implicancias

Las principales implicancias se centran en el riesgo incrementado de dosis innecesarias o excesivas al paciente, particularmente en poblaciones vulnerables como mujeres embarazadas y niños, así como en procedimientos intervencionistas de alta carga dosimétrica. La falta de monitoreo continuo, información al paciente y seguimiento clínico ante posibles lesiones cutáneas puede derivar en eventos determinísticos no detectados oportunamente, con consecuencias clínicas, legales y éticas para la institución. Asimismo, la ausencia de investigación de exposiciones accidentales y de registros completos compromete la calidad asistencial y la seguridad del paciente, limita la capacidad de auditoría interna y expone al establecimiento a observaciones severas por parte de la autoridad reguladora. Sin registros ni análisis de eventos, la institución pierde la oportunidad de implementar mejoras basadas en evidencia.

6.1.5. Discusión – Requisito 8 (Control de accesos y apoyo voluntario) – 100% (VERDE)

Análisis

Evidencia un cumplimiento adecuado de las medidas de PR orientadas a salvaguardar a personas no ocupacionalmente expuestas. La implementación de controles para evitar el ingreso de personas no autorizadas a las salas de rayos X durante los procedimientos demuestra la

existencia de mecanismos efectivos de control de accesos, tales como señalización reglamentaria, barreras físicas y procedimientos operativos definidos, lo cual reduce de manera significativa el riesgo de exposiciones accidentales al público.

6.1.6. Discusión general – 60,73% global (funcional con brechas críticas)

La evaluación integral de los componentes analizados evidencia un cumplimiento normativo heterogéneo, caracterizado por un desempeño sólido en los aspectos administrativos, de autorización, equipamiento y control básico de accesos, pero con brechas relevantes en la gestión operativa, la optimización de dosis y la gobernanza de la PR. En términos formales, la instalación cuenta con autorizaciones vigentes, equipos que cumplen estándares técnicos, controles de calidad periódicos y medidas efectivas para la protección del público, lo que demuestra una base estructural adecuada para la operación con radiaciones ionizantes.

No obstante, al analizar los capítulos relacionados con responsabilidades del titular, PPR, requisitos operacionales, exposición ocupacional y exposición médica, se identifica un patrón consistente de incumplimiento funcional. La ausencia de la implementación del PPR, no contar con OPR ni FM, y la falta de procedimientos escritos y aplicados de manera sistemática, evidencian que el cumplimiento es predominantemente documental y no plenamente integrado en la práctica diaria.

En el ámbito de la exposición ocupacional, si bien existen mecanismos básicos como la clasificación de áreas y el uso de dosímetros personales, se observan deficiencias en la vigilancia radiológica ambiental, la comunicación de dosis, la investigación de exposiciones anormales y la aplicación de medidas correctivas. Esto limita la capacidad de prevención y control del riesgo

radiológico para el personal, especialmente en procedimientos de mayor complejidad como la radiología intervencionista.

Respecto a la exposición médica, se confirma el cumplimiento del principio de justificación y del control de calidad de los equipos; sin embargo, la optimización de dosis presenta incumplimientos críticos en poblaciones vulnerables (mujeres embarazadas y pacientes pediátricos) y en procedimientos intervencionistas, donde no se evidencia monitoreo continuo de dosis, información adecuada al paciente ni seguimiento clínico ante exposiciones elevadas. Asimismo, la falta de investigación y registro sistemático de exposiciones médicas accidentales limita la mejora continua y la seguridad del paciente.

En contraste, el componente de exposición del público muestra un cumplimiento consistente, con controles efectivos de acceso y restricciones adecuadas para personas de apoyo voluntario, lo que indica que las medidas de protección para individuos no ocupacionalmente expuestos están mejor consolidadas que aquellas dirigidas al personal y a los pacientes.

En conjunto, los hallazgos revelan una brecha estructural entre el cumplimiento legal-formal y la aplicación efectiva de la PR. La seguridad radiológica depende en gran medida del criterio individual y la experiencia del personal, más que de un sistema institucional robusto basado en procesos, supervisión continua y retroalimentación. Esta situación incrementa la variabilidad de las prácticas, el riesgo radiológico residual y la vulnerabilidad ante fiscalizaciones regulatorias.

Por tanto, se evidencia la necesidad de transitar del cumplimiento “de forma” al cumplimiento “de fondo”, realizando el PPR, clarificando roles y responsabilidades,

institucionalizando la vigilancia dosimétrica y la investigación de eventos, e integrando la PR como un eje transversal de la calidad y seguridad en la atención en este sector de la salud.

6.2.Discusiones por componentes con respecto el establecimiento, personal y mixto

6.2.1. Discusión – Componente Establecimiento

Análisis

Al agrupar los ítems de acuerdo a requisitos que debe cumplir la unida de radiología como establecimiento, evidencian una vez más que la institución presenta avances importantes en aspectos estructurales y técnicos relacionados con la PR; sin embargo, persisten deficiencias significativas en la gestión administrativa, supervisión operativa y vigilancia continua de los procesos radiológicos. Aunque existen condiciones físicas básicas, autorizaciones y algunos mecanismos de control implementados, se identificaron incumplimientos relevantes en PPR, monitoreo de exposiciones, investigación de incidentes y control operativo, lo que limita la aplicación integral de los estándares establecidos en la norma técnica IR.003.2013.

Estos hallazgos demuestran que el cumplimiento institucional se encuentra orientado principalmente hacia requisitos estructurales y documentales, mientras que los procesos de gestión y seguimiento continuo presentan debilidades importantes. La ausencia de una supervisión permanente y de mecanismos sistemáticos de control reduce la capacidad del establecimiento para garantizar una adecuada prevención del riesgo radiológico y una correcta optimización de dosis tanto para trabajadores como para pacientes. Desde el punto de vista técnico, esto refleja una brecha entre la existencia formal de medidas de protección y su aplicación efectiva dentro de la práctica diaria del servicio radiológico.

Asimismo, los resultados coinciden con lo señalado en la teoría de PR, donde se establece que la seguridad depende de cada uno de sus requisitos mas no únicamente de la infraestructura o del equipamiento, sino también de la existencia de sistemas organizacionales sólidos, vigilancia continua y programas permanentes de control y mejora. En ese sentido, la nula implementación del PPR y las deficiencias en supervisión institucional evidencian que el establecimiento aún no ha consolidado una cultura de seguridad radiológica completamente funcional y sostenible.

Implicancias

Las principales implicancias derivadas de estos resultados se relacionan con el incremento del riesgo de fallas operativas, incumplimientos regulatorios y deficiencias en la prevención de exposiciones innecesarias. La falta de monitoreo continuo, control operativo y adecuada investigación de eventos radiológicos limita la capacidad del establecimiento para detectar oportunamente desviaciones en los procedimientos y aplicar medidas correctivas eficaces.

De igual manera, las debilidades identificadas en el componente establecimiento afectan directamente la sostenibilidad del sistema de PR, debido a que la ausencia de una gestión integral dificulta la correcta articulación entre infraestructura, procedimientos y supervisión técnica. Por ello, resulta indispensable fortalecer los mecanismos de gestión institucional, implementar de manera efectiva el PPR y consolidar procesos permanentes de supervisión y mejora continua que permitan garantizar una aplicación más eficiente y segura de la norma técnica.

6.2.2. Discusión – Componente Personal

Análisis

La unión de resultados correspondientes al componente personal evidencia dificultades importantes en la aplicación práctica de las medidas de PR durante la ejecución de los procedimientos radiológicos. Las principales deficiencias identificadas se relacionan con el uso adecuado de dispositivos de protección personal, el cumplimiento de protocolos de seguridad, el control de exposición ocupacional y la correcta aplicación de procedimientos técnicos. Estas limitaciones reflejan que, aunque el personal posee conocimientos básicos y participa activamente en las actividades radiológicas, aún existen debilidades en la adherencia operativa a los estándares establecidos por la norma técnica IR.003.2013.

Desde el punto de vista teórico, el componente humano constituye uno de los elementos más críticos dentro de cualquier sistema de PR, debido a que la seguridad operacional depende directamente de las decisiones y acciones ejecutadas por el personal ocupacionalmente expuesto. En ese contexto, los hallazgos obtenidos evidencian que las deficiencias observadas no solo están relacionadas con aspectos técnicos individuales, sino también con la limitada supervisión continua, la falta de capacitación permanente y la ausencia de mecanismos efectivos de control del desempeño operativo.

Asimismo, los resultados muestran que, aunque el peso porcentual del componente personal dentro de la evaluación global es menor respecto a otros componentes, su impacto sobre la seguridad radiológica es considerablemente alto. Esto se debe a que cualquier error en la aplicación de procedimientos, uso de equipos de protección o control de exposición puede generar

consecuencias directas sobre la seguridad del trabajador, del paciente y del público, incrementando el riesgo radiológico durante los procedimientos diagnósticos.

Implicancias

Las implicancias derivadas de estas deficiencias se relacionan principalmente con el aumento del riesgo ocupacional y la posibilidad de exposiciones innecesarias tanto para trabajadores como para pacientes. La aplicación inadecuada de medidas de PR puede ocasionar fallas operativas, incumplimientos de protocolos y dificultades para mantener niveles de exposición optimizados conforme al principio ALARA establecido en la normativa internacional y nacional.

Además, la limitada adherencia a los procedimientos de PR puede afectar la calidad y seguridad de la atención brindada por el servicio radiológico, reduciendo la capacidad institucional para garantizar un entorno seguro de trabajo. Por ello, resulta necesario fortalecer los programas de capacitación continua, supervisión operativa y vigilancia del cumplimiento de protocolos, promoviendo una cultura de seguridad radiológica orientada a mejorar el desempeño del personal y reducir los riesgos asociados a la exposición ocupacional y médica.

6.2.3. Discusión – Componente Mixto

Análisis

Los resultados del componente mixto evidencian un mejor nivel de cumplimiento en comparación con los demás componentes evaluados, lo que indica que los procesos que requieren interacción conjunta entre infraestructura, equipamiento y desempeño operativo del personal

presentan una mayor adherencia a los EPR establecidos en la norma técnica IR.003.2013. Los aspectos relacionados con optimización de dosis, protección ocupacional y algunos procedimientos médicos muestran niveles de implementación relativamente favorables, sugiriendo que la coordinación entre recursos institucionales y actividades operativas contribuye positivamente al cumplimiento normativo.

Estos resultados permiten interpretar que la interacción entre condiciones estructurales adecuadas y participación activa del personal favorece una aplicación más eficiente de las medidas de PR. Desde el enfoque técnico y organizacional, esto demuestra que la seguridad radiológica mejora cuando existe integración entre infraestructura, equipamiento, supervisión y procedimientos operativos, consolidando procesos más estables y controlados dentro del servicio radiológico.

No obstante, aunque el componente mixto presenta mejores indicadores de cumplimiento, aún persisten algunas deficiencias relacionadas con supervisión de exposiciones médicas, optimización de procedimientos y seguimiento de medidas de PR. Esto evidencia que la articulación entre establecimiento y personal todavía presenta limitaciones operativas que impiden alcanzar un cumplimiento integral y completamente sostenible de los estándares establecidos por la normativa.

Implicancias

Las implicancias de estos resultados indican que la adecuada coordinación entre recursos institucionales y desempeño del personal constituye un factor determinante para mejorar la implementación de los EPR. Cuando existe integración entre infraestructura, equipamiento y

procedimientos operativos, se reducen significativamente los riesgos de exposición innecesaria y se fortalece la capacidad institucional para mantener condiciones seguras de trabajo y atención médica.

Sin embargo, la persistencia de algunos incumplimientos demuestra que aún es necesario fortalecer los mecanismos de supervisión, control y mejora continua en los procesos integrados. Por ello, resulta fundamental consolidar la articulación entre el establecimiento y el personal mediante estrategias permanentes de capacitación, vigilancia y seguimiento operativo, con el propósito de mantener y elevar los niveles de cumplimiento alcanzados en este componente y garantizar una PR más eficiente y sostenible.

6.3.Conclusiones

Conclusión general

De acuerdo con la evaluación integral realizada, se concluye que la implementación de los EPR establecidos en la Norma Técnica IR.003.2013, en la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco durante el año 2025, presenta un nivel de cumplimiento parcial e insuficiente para garantizar plenamente la seguridad de los trabajadores expuestos a radiación ionizante. Si bien se identifican fortalezas en los aspectos administrativos, de autorización, equipamiento, control básico de accesos y protección del público, estos elementos no se encuentran integrados dentro de un sistema de protección radiológica sólido y funcional.

El Índice de Cumplimiento e Incumplimiento de los EPR evidencia un 60,73 % de cumplimiento frente a un 39,27 % de incumplimiento, resultado que no alcanza el umbral mínimo aceptable establecido por el patrón de semáforo para el cumplimiento normativo, el cual exige valores superiores al 75 % para considerar adecuada la implementación de la norma. Este hallazgo

confirma la existencia de brechas estructurales y operativas relevantes entre el cumplimiento legal-formal y la aplicación efectiva de los principios de PR.

El análisis por componentes muestra que los incumplimientos se concentran principalmente en la gestión operativa y en la gobernanza de la PR, destacando la ausencia en la implementación del PPR, la nula actuación del OPR y del FM, así como deficiencias en la vigilancia radiológica ambiental, la comunicación sistemática de dosis, la investigación de exposiciones anormales y la aplicación de medidas correctivas. En el ámbito de la exposición médica, si bien se cumple el principio de justificación, persisten incumplimientos críticos en la optimización de dosis, especialmente en poblaciones vulnerables y procedimientos intervencionistas, mientras que en la exposición ocupacional se evidencia una gestión dosimétrica incompleta y predominantemente administrativa.

En conjunto, los resultados evidencian que la PR en la unidad evaluada depende en gran medida del criterio individual del personal y no de un sistema institucional basado en procesos estandarizados, supervisión continua y mejora permanente. Esta situación incrementa la variabilidad de las prácticas, el riesgo radiológico residual y la vulnerabilidad frente a fiscalizaciones regulatorias, por lo que se hace necesario fortalecer de manera integral el PPR, clarificar roles y responsabilidades, institucionalizar la vigilancia dosimétrica y la gestión de eventos, e integrar la PR como un eje transversal de la calidad y seguridad en la atención, con el objetivo de alcanzar niveles de cumplimiento superiores al 75 % conforme a la Norma Técnica IR.003.2013.

Para complementar, de acuerdo a las conclusiones específicas y a la división de componentes para los problemas específicos se tiene que: el análisis del componente mixto permitió determinar que existe un alto nivel de cumplimiento en los EPR que requieren interacción

conjunta entre el establecimiento y el personal. Conforme a la ponderación jerárquica aplicada a los requisitos y sub-requisitos de la norma técnica IR.003.2013, este componente representa el 34.00% del puntaje global de evaluación, del cual el 31.30% corresponde a estándares cumplidos y solo el 2.70% a estándares incumplidos. Asimismo, a nivel interno del componente, se obtuvo un 92.07% de cumplimiento frente a un 7.93% de incumplimiento, evidenciando un desempeño significativamente favorable.

Estos resultados permiten concluir que los procesos relacionados con la coordinación entre infraestructura, equipamiento, procedimientos operativos y desempeño del personal presentan una implementación más eficiente de las medidas de PR. Del mismo modo, se evidencia que la adecuada articulación entre recursos institucionales y acciones operativas contribuye positivamente al cumplimiento de los estándares establecidos para la optimización de dosis, protección ocupacional y seguridad durante los procedimientos radiológicos.

Sin embargo, pese al elevado nivel de cumplimiento alcanzado, aún persisten deficiencias puntuales relacionadas con la supervisión de procedimientos, control operativo y seguimiento de medidas de PR, por lo que resulta necesario fortalecer los mecanismos de monitoreo y mejora continua. En consecuencia, se concluye que el componente mixto constituye la principal fortaleza del sistema evaluado, aunque requiere consolidar sus procesos de control para garantizar un cumplimiento sostenido y uniforme de los EPR.

Conclusión específica 1

Se determinó que el establecimiento de la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco presenta un nivel insuficiente de implementación de los EPR establecidos en la norma técnica IR.003.2013 durante el año 2025. El componente establecimiento representa el 59.02% del puntaje global de evaluación, del cual el 32.36%

corresponde a estándares incumplidos y el 26.66% a estándares cumplidos. Asimismo, a nivel interno del componente, se obtuvo un 54.83% de incumplimiento frente a un 45.17% de cumplimiento, evidenciando predominio de deficiencias institucionales en la aplicación de los requisitos de PR.

Los principales incumplimientos se relacionan con la gestión administrativa, la vigilancia radiológica, el monitoreo de exposiciones, la supervisión operativa y la implementación del PPR, aspectos fundamentales establecidos en la reglamentación técnica de la OTAN. En consecuencia, se concluye que el establecimiento no garantiza de manera integral una implementación eficiente y sostenida de los EPR, siendo necesario fortalecer los mecanismos de control, supervisión y mejora continua.

Conclusión específica 2

Se concluye que el componente personal constituye una de las áreas más críticas dentro de la evaluación de protección radiológica, debido al bajo nivel de cumplimiento evidenciado en relación con los estándares establecidos. Aunque este componente representa el 6.98% del puntaje global, únicamente el 2.28% corresponde a requisitos cumplidos, mientras que el 4.70% refleja incumplimientos. Del mismo modo, a nivel interno del componente, el predominio del porcentaje de incumplimiento (67.38%) sobre el cumplimiento (32.62%) demuestra la existencia de deficiencias significativas en la aplicación operativa de las medidas de protección radiológica por parte del personal durante los procedimientos.

Las principales dificultades identificadas se relacionan con el uso adecuado de equipos de protección personal, la aplicación correcta de protocolos de seguridad, el control de exposición ocupacional y el cumplimiento de procedimientos técnicos establecidos en la norma IR.003.2013. Estas deficiencias incrementan el riesgo radiológico para trabajadores, pacientes y público, por lo

que resulta indispensable fortalecer la capacitación continua, la supervisión operativa y el seguimiento permanente del cumplimiento de las medidas de protección radiológica, a fin de mejorar el desempeño del personal y reducir los riesgos asociados a la exposición a radiación ionizante.

6.4.Recomendaciones

Se recomienda que el Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco implemente y ponga en funcionamiento efectivo un PPR conforme a la Norma Técnica IR.003.2013, priorizando el fortalecimiento de la gestión operativa por encima del cumplimiento meramente documental. Esto implica formalizar y activar el rol del OPR y del FM, establecer procedimientos escritos y auditables, institucionalizar la vigilancia radiológica ocupacional y ambiental, garantizar la comunicación sistemática de dosis al personal expuesto y asegurar la investigación y registro de exposiciones anormales y médicas accidentales. Asimismo, se recomienda integrar la PR como un eje transversal del sistema de calidad y seguridad del paciente, con capacitación periódica, monitoreo continuo de indicadores y evaluaciones internas regulares, de modo que el cumplimiento normativo supere el umbral del 75% establecido por el patrón de semáforo y se garantice una PR efectiva, sostenible y centrada en la seguridad de los trabajadores y pacientes.

Acciones prioritarias requisito 4

- Formular, aprobar e implementar formalmente el PPR conforme al Anexo IV de la IR.003.2013.
- Designar OPR y FM con licencias vigentes, estableciendo funciones, responsabilidades y tiempos de dedicación documentados.

- Establecer un manual de responsabilidades del titular, asegurando la aplicación efectiva de los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.
- Crear y mantener un sistema documental actualizado (licencias, procedimientos, registros, informes).
- Implementar auditorías internas periódicas de cumplimiento normativo y reportes a la dirección.

Acciones prioritarias requisito 5:

- Corregir deficiencias estructurales en salas de Rayos X y consolas, asegurando dimensiones, blindajes y visores conforme a los límites dosimétricos.
- Reforzar la señalización reglamentaria y los mecanismos físicos de control de acceso.
- Elaborar y difundir procedimientos operacionales escritos de PR accesibles a todo el personal.
- Supervisar estrictamente el cierre de puertas, posicionamiento del haz primario y uso de barreras durante los procedimientos.
- Implementar listas de verificación operativa para el cumplimiento diario de los requisitos de seguridad.

Acciones prioritarias requisito 6:

- Establecer un programa de vigilancia radiológica ambiental, con mediciones periódicas y registros formales.
- Garantizar la comunicación regular de dosis al personal expuesto y su firma de conformidad.

- Implementar el uso correcto y obligatorio de dosímetros (incluyendo doble dosimetría en intervencionismo).
- Crear procedimientos para la investigación de dosis anormales, con acciones correctivas y notificación a la OTAN.
- Mantener y auditar registros históricos de dosis por los plazos establecidos en la norma.
- Fortalecer la capacitación continua en PR ocupacional.

Acciones prioritarias requisito 7

- Implementar protocolos de optimización de dosis, especialmente en pediatría, mujeres embarazadas y radiología intervencionista.
- Establecer el monitoreo continuo de dosis en intervencionismo, con registros y alertas ante umbrales críticos.
- Incorporar la información dosimétrica al consentimiento informado cuando exista riesgo de dosis elevadas.
- Crear procedimientos formales para la investigación de exposiciones médicas accidentales.
- Implementar un sistema de registro de exposiciones médicas conforme a los plazos y contenidos exigidos.
- Integrar la PR al sistema de seguridad del paciente del establecimiento.

Acciones prioritarias requisito 8

- Mantener los controles de acceso efectivos a salas de Rayos X.
- Continuar la restricción y supervisión de personas de apoyo voluntario, asegurando el uso de protección personal.

- Realizar verificaciones periódicas para prevenir retrocesos en el cumplimiento.
- Integrar este requisito al programa de mejora continua como fortaleza institucional.

Acciones de sostenimiento

Para asegurar la continuidad y consolidación del cumplimiento de los EPR establecidos en la Norma Técnica IR.003.2013, se recomienda implementar acciones de sostenimiento de carácter general que permitan evitar retrocesos y fortalecer la cultura de seguridad radiológica en la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco.

En primer lugar, es fundamental institucionalizar la PR como un proceso permanente, integrándola de manera formal al sistema de gestión de la calidad y seguridad del paciente. Esto implica que el cumplimiento normativo no dependa de esfuerzos individuales, sino de procedimientos estandarizados, supervisados y evaluados periódicamente.

Asimismo, se debe mantener la vigencia de autorizaciones, licencias y controles de calidad, mediante cronogramas establecidos y responsables designados, asegurando la trazabilidad documental y la disponibilidad inmediata de los registros ante auditorías internas o externas.

Otra acción clave es el refuerzo continuo de la capacitación del personal, incluso en aquellos aspectos que ya muestran cumplimiento, con énfasis en el uso correcto de equipos de protección personal, la optimización de dosis y el respeto de los principios de justificación, optimización y limitación. La capacitación debe ser periódica, documentada y evaluada.

De igual manera, se recomienda sostener la vigilancia dosimétrica ocupacional y el control de accesos, garantizando el uso permanente de dosímetros personales, la comunicación regular de resultados y la aplicación sistemática de medidas de protección para trabajadores, pacientes y público.

Finalmente, es necesario mantener mecanismos de monitoreo y autoevaluación, como el uso del patrón de semáforo de cumplimiento normativo, revisiones internas regulares y análisis de indicadores, de modo que el nivel de cumplimiento se mantenga por encima del 75 %, promoviendo la mejora continua y asegurando una PR efectiva, sostenible y alineada con la Norma Técnica IR.003.2013.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, K. Y. (2022). *Tesis aprobada por los miembros del jurado* [Tesis de grado].

Alshowiman, S. S., Alotaibi, S. F., Altowaijiri, A. A., & Alturki, K. S. (2023). Principles of radiation protection for patients and medical staff. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 54(2), 45700–45708.
<https://doi.org/10.26717/BJSTR.2023.54.008520>

Arias, J. (2022). *Elaboración del protocolo de calidad y seguridad radiológica de la Clínica Hispanoamérica de la ciudad de Pasto* [Tesis].

Aspromedica. (2025). *Dosimetría personal*.
https://aspromedica.com/dosimetria_película.html

Brosed, A. (2011). *Fundamentos de física médica: Volumen 1. Medida de la radiación*. Aula Documental.

Bushong, S. C. (2010). *Manual de radiología para técnicos*.

Coordina. (2025). *Norma ISO 45001: qué es y para qué sirve*.
<https://www.coordinacae.com/blog/iso-45001/>

Declaración de Helsinki. (s. f.). *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Recuperado el 3 de diciembre de 2025, de

<https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

Instituto Peruano de Energía Nuclear. (1997). *Decreto Supremo N.º 009-97-EM: Reglamento de seguridad radiológica.*

https://www.ipen.gob.pe/transparencia/regulacion/leyes_normatividad.htm

Electrónica Network. (2025, junio 25). *El contador Geiger Müller: qué es y cómo funciona.* <https://www.contatoregeiger.net/es/funzionamento-del-contatore-geiger/>

Fernández, E. (2014). *Fundamentos físicos y equipos.*

Flakus, F. N. (s. f.). *Detección y medición de las radiaciones ionizantes: Historia sucinta.*

Crawford, F. S. Jr. (1994). *Berkeley Physics Course. Volumen 3: Ondas.*

Gibbons, J. P. (2020). *Khan's the physics of radiation therapy* (6th ed.).

International Commission on Radiological Protection. (2007). *Publicación 103: Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.*

Informe Belmont. (s. f.). *Principios éticos y directrices para la protección de sujetos humanos de investigación.* Recuperado el 3 de diciembre de 2025, de

<https://www.paho.org/es/documentos/informe-belmont-principios-eticos-directrices-para-proteccion-sujetos-humanos>

Kusitest. (2025). *Detector de radiación nuclear, contador Geiger y dosímetro personal FS-600*. <https://www.kusitest.pe/detector-de-radiacion-nuclear-contador-geiger-dosimetro-de-radiacion-personal-para-rayos-beta-gamma>

Lacruz, A. M. (2014). *Protección radiológica*.

Congreso de la República del Perú. (1977). *Ley N.º 21875: Ley Orgánica del Instituto Peruano de Energía Nuclear*.

Congreso de la República del Perú. (2003). *Ley N.º 28028*.

MedlinePlus. (s. f.). *Imagenología y radiología*. Recuperado el 10 de abril de 2025, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007451.htm>

Instituto Peruano de Energía Nuclear. (2024). *Resolución de Presidencia N.º D000032-2024-IPEN-PRES*.

Organismo Internacional de Energía Atómica. (2016). *Normas de seguridad del OIEA y publicaciones conexas*. <http://www-ns.iaea.org/standards/>

Núñez, M. (2008). *Efectos biológicos de las radiaciones y dosimetría*.

Ojados, M. (2022). *Valoración y encuesta de las medidas de protección radiológica de los trabajadores de un servicio de radiología* [Trabajo académico, Universidad Miguel Hernández].

Organización Mundial de la Salud. (2023). *Efectos en la salud de las radiaciones ionizantes*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-and-health-effects>

Oficina Técnica de la Autoridad Nacional. (2013). *Requisitos de protección radiológica en diagnóstico médico con rayos X IR.003.2013* (pp. 1–19). <https://docplayer.es/147404-Requisitos-de-proteccion-radiologica-en-diagnostico-medico-con-rayos-x.html>

Perez, F., Ibáñez, M. C., Pradena, S. V., & Alvarado, R. (2023). General aspects of the use of mixed methods for health research. *Medwave*, 23(10). <https://doi.org/10.5867/MEDWAVE.2023.10.2767>

Santisteban, N. C. (2019). *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, 16.

Tarrillo Saldaña, O., Mejía Huamán, J., Dávila Mego, J. S., Chilón Camacho, W. M., Pintado Castillo, C. A., Tapia Idrogo, C. E., & Vélez Escobar, S. B. (2024). *Metodología de la investigación: Una mirada global. Ejemplos prácticos*. CID–Centro de Investigación y Desarrollo. https://doi.org/10.37811/cli_w1078

Vilca, D. (2023). *Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Medicina* [Tesis].

Young, H. D., Freedman, R. A., & otros autores. (2009). *Física universitaria*. <http://physics.nist.gov/cuu>

Anexos

Anexo A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología Técnicas E Instrumentos
¿Cumple la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco con la implementación de estándares conforme a la norma técnica IR.00.2013 de protección radiológica para garantizar la seguridad de los trabajadores en el año 2025?	Evaluar el cumplimiento de la implementación de los estándares de protección radiológica conforme a la Norma Técnica IR.003.2013, en la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco, con el fin de garantizar la seguridad de los trabajadores expuestos a radiación ionizante en el año 2025.	El Sistema de Protección Radiológica del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco en 2025 no cumple adecuadamente con la implementación de estándares conforme a la norma técnica IR.00.2013 de protección radiológica lo que podría comprometer la seguridad de los trabajadores de la unidad de Rayos X.	<u>Variable Independiente:</u> Implementación de los estándares de protección radiológica conforme a la norma IR.003.2013. <u>Indicadores:</u> - Documentación correspondiente . - Conocimiento y buenas prácticas de la norma técnica por parte del personal. - Dosis de Radiación recibida por trabajador. - Requisitos de protección radiológica. <u>Variable dependiente:</u>	Tipo de Inv.: Aplicativa Enfoque de Inv.: Mixto Diseño y Nivel de Inv.: No experimental de corte transversal, de nivel Descriptivo explicativo Población y muestra: Población: - El Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco, las Unidades de diagnóstico por imágenes, toda su documentación, su infraestructura, equipamiento y medidas de seguridad en general implementadas en todo el centro. - Todos los trabajadores que laboran en la unidad de radiología del Hospital Regional del Cusco y que desempeñan funciones directas y regulares en la operación de los equipos de Rayos X, independientemente de su cargo o turno de trabajo. Muestra: - Se realizó la visita a las instalaciones del centro de diagnóstico por imágenes y se verificó “in situ” los documentos, calidad de la infraestructura, la dotación de equipamiento, la dotación de elementos de seguridad y demás ítems de la norma técnica IR.003.2013 de protección radiológica que debe cumplir la Unidad de Radiología - Muestra de tipo censal, compuesta por todo el personal de la Unidad de Radiología que desempeñan funciones directas y permanentes en la operación de los equipos de Rayos X, que cuenten con una experiencia mínima de seis meses en el área y que, además, otorguen su consentimiento informado de manera voluntaria para participar en el estudio. Técnicas de recolección de datos: - Implementación de una tabla de cotejo para la verificación de los estándares, autorizaciones y reglamentaciones de seguridad indicadas en la Norma Técnica IR.003.2013
¿En qué medida el establecimiento de la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico	Determinar en qué medida el establecimiento de la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por	En el año 2025, el establecimiento de la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del		

por Imágenes del Hospital Regional del Cusco cumple con los estándares de la norma técnica IR.003.2013 de protección radiológica en 2025?	Imágenes del Hospital Regional del Cusco cumple con la implementación de los estándares de la norma técnica IR.003.2013 de protección radiológica en 2025	Hospital Regional del Cusco presenta una implementación incompleta de los estándares establecidos en la Norma Técnica IR.003.2013 de protección radiológica, evidenciándose deficiencias en el cumplimiento de sus requisitos normativos.	Adecuada seguridad de los trabajadores en la unidad de radiología <u>Indicadores:</u> Cuantificación del cumplimiento de los estándares de protección radiológica indicados en la norma técnica IR.00.2013 de la OTAN.	- Revisión y Análisis de los documentos obtenidos y registros del centro de diagnóstico por imágenes del hospital regional del cusco 2025. - Recaudación de información sobre las mediciones in situ de los niveles de radiación ionizante en tiempo real con equipos de Dosimetría para Rayos X y compararlos con los mínimos permitidos en los límites de dosis en un cuadro comparativo. - Formularios de encuestas para los trabajadores sobre nivel de conocimiento de buenas prácticas y cumplimiento de la norma técnica. Técnicas de procesamiento de datos: - Análisis documental: los documentos institucionales revisados (registros de mantenimiento, licencias, capacitaciones, controles de calidad, etc.) serán categorizados y analizados cualitativamente, identificando si cumplen con los requisitos establecidos por la norma. Se generará un informe comparativo donde se identifiquen fortalezas y brechas. - Análisis de tabla de cotejo: los resultados obtenidos mediante la tabla de cotejo serán organizados en una matriz de verificación, donde se marcará el cumplimiento o no cumplimiento de cada estándar establecido en la Norma Técnica IR.003.2013. Se calculará el porcentaje de cumplimiento por dimensión (autorizaciones, procedimientos, roles, licencias, etc.) para interpretar el grado de implementación normativa. . - Tratamiento de mediciones dosimétricas: los datos obtenidos in situ mediante equipos de dosimetría serán registrados en cuadros comparativos y analizados estadísticamente. Se calcularán promedios y valores máximos en las diferentes áreas del centro, contrastándolos con los límites de dosis establecidos en la norma. Se utilizará un análisis de desviación estándar si es necesario. - Tabulación y análisis de encuestas: las encuestas aplicadas a los trabajadores serán codificadas y tabuladas utilizando herramientas informáticas (Excel o SPSS). Se aplicará análisis descriptivo (frecuencias, porcentajes y gráficos) para determinar el nivel de conocimiento, aplicación de buenas prácticas y percepción del cumplimiento normativo. Así mismo será considerando el coeficiente KR-20 (Kuder-Richardson 20) como medida estadística.
¿Se presentan deficiencias en el cumplimiento y uso de las medidas de protección radiológica IR.003.2013, por parte de los trabajadores expuestos a radiación ionizante?	Identificar deficiencias en el cumplimiento y uso de las medidas de protección radiológica IR.003.2013, por parte de los trabajadores expuestos a radiación ionizante.	En 2025, el personal de la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco incurre en incumplimiento de las medidas de protección radiológica indicadas en la norma IR.003.2013.		



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

Resolución de Presidencia



N° 123-13-IPEN/PRES

Lima, 03 de Junio de 2013

VISTOS: El Memorándum N° 079-13-OTAN y el Memorando No. 287-13-OTAN, ambos de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional, y;

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 41° del Reglamento de Organización y Funciones del IPEN, aprobado mediante Decreto Supremo N° 062-2005-EM, señala que la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional es el órgano de línea y la unidad orgánica técnica responsable de regular, autorizar, controlar y fiscalizar el uso seguro de las fuentes de radiación ionizante relativos a seguridad radiológica y nuclear, transporte, protección física y salvaguardias de los materiales nucleares en el territorio nacional;

Que, mediante Resolución de Presidencia N° 150-12-IPEN/PRES, se aprobó la Norma Técnica N° IR.003.2012 "Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X";

Que, la Tercera Disposición Complementaria del Reglamento de la Ley N° 28028, Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante, aprobado por Decreto Supremo N° 039-2008-EM, establece que la Autoridad Nacional aprobará las Normas técnicas específicas y Directivas adicionales que estime necesarias para facilitar la aplicación del citado Reglamento;



Que, con Memorándum N° 079-13-OTAN, la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional – OTAN, señala que ha considerado necesario revisar la Norma Técnica N° IR.003.2012 "Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X", a fin de precisar y clarificar sus disposiciones, para que facilite su aplicación y cumplimiento por parte de los usuarios;

Que, mediante Memorando No. 287-13-OTAN de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional, hace de conocimiento a Presidencia, haber culminado la revisión de la Norma Técnica N° IR.003.2012 "Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X", recomendando su actualización;

De conformidad con lo dispuesto en el Reglamento de Organización y Funciones del IPEN, aprobado por Decreto Supremo N° 062-2005-EM, y; del Reglamento de la Ley N° 28028, Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante, aprobado por Decreto Supremo N° 039-2008-EM;

Con los vistos del Director Ejecutivo, de la Directora de la Oficina de Asesoría Jurídica, y del Director de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (a. i.);





SE RESUELVE:

Artículo Primero.- Aprobar la Norma Técnica N° IR.003.2013 "Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X", cuyo texto, como anexo, forma parte integrante de la presente Resolución.

Artículo Segundo.- Dejar sin efecto la Resolución de Presidencia N° 150-12-IPEN/PRES.

Artículo Tercero.- Publíquese la presente resolución en el Diario Oficial El Peruano y en la página web institucional.

REGISTRESE Y COMUNIQUESE

CARLOS BARREDA TAMAYO
Presidente
Instituto Peruano de Energía Nuclear

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 1/19
---	---	-----------------------------

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN	ANEXO I Requisitos para obtener Autorización en diagnóstico médico con rayos X
1. OBJETIVO	
2. ALCANCE	ANEXO II Requisitos para obtener Licencia Individual
3. DEFINICIONES	
4. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS	ANEXO III Programas de capacitación en Protección Radiológica para diagnóstico médico con rayos X
4.1 Autorizaciones	ANEXO IV Elementos del Programa de Protección Radiológica
4.1.1 Licencia y Registro de Instalación	
4.1.2 Modificación de la Autorización	
4.1.3 Licencias Individuales	
4.2 Responsabilidades	ANEXO V Control de calidad en diagnóstico médico con rayos X
4.3 Programa de Protección Radiológica	
5. REQUISITOS DE SEGURIDAD	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
5.1 Equipos de rayos X	
5.1.1 Características generales	
5.1.2 Características específicas	
5.2 Instalación de rayos X	
5.3 Requisitos operacionales	
5.4 Mantenimiento de equipos	
6. EXPOSICIÓN OCUPACIONAL	
6.1 Trabajadoras embarazadas	
6.2 Clasificación de áreas de trabajo	
6.3 Vigilancia radiológica de áreas	
6.4 Vigilancia radiológica individual	
6.5 Investigación y seguimiento	
7. EXPOSICIÓN MÉDICA	
7.1 Justificación	
7.2 Optimización	
7.3 Investigación de exposiciones médicas accidentales	
7.4 Registros de las exposiciones médicas	
8. EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO	



OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 2/19
---	---	---

0. INTRODUCCIÓN

El uso de equipos de rayos X en el diagnóstico médico ocasiona un riesgo radiológico en pacientes, trabajadores y público, que debe mantenerse en un nivel aceptable, en concordancia con las limitaciones establecidas en la reglamentación.

1. OBJETIVO

101. Establecer los requisitos de protección radiológica en diagnóstico médico con rayos X.

2. ALCANCE

201. La norma es aplicable a toda persona natural o jurídica que realice actividades de diagnóstico médico con rayos X en el territorio nacional.

3. DEFINICIONES

301. Para la aplicación de la presente norma se tendrá en cuenta las definiciones siguientes:

- a) Cabezal del equipo de rayos X
Alojamiento blindado dentro del cual se encuentra el tubo de rayos X.
- b) Colimador
Dispositivo o mecanismo que limita el tamaño del campo de radiación al área de interés.
- c) Consola de control
Parte del equipo de rayos X que tiene los mandos e indicadores para seleccionar los factores radiográficos requeridos por un procedimiento radiológico y para activar e interrumpir la generación de rayos X.
- d) Control de calidad
Conjunto de pruebas estandarizadas aplicadas para verificar que el equipo de rayos X mantenga su desempeño dentro de las tolerancias permitidas.
- e) Cuarto Oscuro

Ambiente en la cual se lleva a cabo el procesamiento de películas radiográficas y el cargado de chasis.

- f) Equipo de rayos X
Aparato fijo o móvil que produce rayos X que se usan para obtener imágenes con fines de diagnóstico médico, y que puede ser fijo o móvil.
- g) Filtración
Atenuación de los rayos X de baja energía por la interposición de un material en el haz primario.
- h) Haz primario
Haz de radiación que pasa a través de la abertura del colimador y que es usado para producir la imagen radiográfica.
- i) Operador
Persona que opera el equipo de rayos X. En el caso de fluoroscopia, se refiere también al médico que dirige el procedimiento radiológico y opera el equipo de rayos X.
- j) Procedimiento radiológico
Procedimiento de imagenología médica o de intervención guiado por imágenes producidas por equipos de rayos X.
- k) Radiación de fuga
Radiación que escapa a través del blindaje del cabezal del equipo de rayos X, excepto el haz primario.
- l) Radiación dispersa
Radiación producida por la interacción del haz de rayos X con el medio en que incide, especialmente en el paciente.
- m) Radiología intervencionista
Procedimiento de diagnóstico y tratamiento mínimamente invasivo guiado por imágenes radiográficas de rayos X.
- n) Sala de rayos X
Ambiente donde se encuentra instalado el equipo de rayos X de diagnóstico médico y la consola de control, excepto en el caso de tomografía computarizada, donde solo se instala el equipo.



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 3/19
---	---	-----------------------------

- o) Titular de la Autorización
Persona natural o jurídica autorizada para realizar actividades de diagnóstico médico con rayos X.

4. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

4.1. Autorizaciones

401. Las instalaciones que utilicen equipos de rayos X para diagnóstico médico deben contar con una autorización de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN), conforme con lo dispuesto en el Art. 8 del Reglamento de la Ley 28028 (D.S. Nro. 039-2008-EM).

4.1.1. Licencia y Registro de instalación

402. Las instalaciones de radiología general, radiología especializada, tomografía computarizada, mamografía y radiología intervencionista, requieren licencia de operación, la misma que debe ser solicitada presentando los documentos exigidos en el Anexo I.A.

403. Las instalaciones de densitometría ósea con rayos X requieren registro de instalación para su operación, y debe ser solicitada presentando los documentos exigidos en el Anexo I.B.

404. Las licencias y registros deben ser revalidadas cada 5 años presentando los documentos exigidos en el Anexo I.C.

4.1.2. Modificación de la Autorización

405. El cambio de titularidad de la licencia o registro de instalación, el cambio de dirección legal del titular, el cambio o incremento de equipos de rayos X, y el cambio o incremento de ambientes, requiere autorización de la OTAN, antes que esta se haga efectiva, para lo cual debe remitirse la información indicada en el Anexo I.D.

406. Cualquier otra modificación será objeto de una nueva licencia.

4.1.3. Licencias individuales

407. El personal que interviene en actividades de diagnóstico médico con rayos X debe contar con

las siguientes licencias, según corresponda:

- a) Licencia de operador
- b) Licencia de oficial de protección radiológica
- c) Licencia de físico médico

408. El personal que solicite la licencia individual debe poseer la calificación correspondiente de acuerdo con lo especificado en el Anexo II.A y estar capacitado en protección radiológica según el Programa del Anexo III.

409. La licencia individual debe solicitarse presentando la documentación exigida en el Anexo II.B.

410. La revalidación de la licencia individual debe solicitarse presentando la documentación exigida en el Anexo II.C.

4.2. Responsabilidades

411. El Titular de la Autorización es responsable del cumplimiento de los límites y condiciones de la autorización, así como de las normas de seguridad radiológica.

412. El Titular de la Autorización es responsable de asegurar que:

- a) las actividades de diagnóstico médico con rayos X se realicen cumpliendo los principios de justificación, optimización y limitación de dosis;
- b) se cuente con personal capacitado, autorizado y en cantidad suficiente para desarrollar las funciones requeridas, acorde con el tipo y complejidad de los procedimientos radiológicos que se realicen, así como con la cantidad de equipos de rayos X a utilizar;
- c) que los procedimientos radiológicos se realicen o sean supervisados por un médico radiólogo u otro médico facultado para ello;
- d) que los procedimientos radiológicos prescritos sean realizados por operadores con licencia individual, utilizando equipos, técnicas y parámetros apropiados para el objetivo del diagnóstico, así como los procedimientos de protección radiológica aplicables.

413. Los establecimientos de salud que realicen procedimientos de radiología general, radiología especializada, tomografía computarizada,



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 4/19
---	---	---

mamografía y radiología intervencionista deben contar con oficial de protección radiológica y físico médico con licencia individual.

414.El oficial de protección radiológica tiene la función de supervisar el cumplimiento de las normas de protección radiológica y aplicar el programa de protección radiológica de la instalación.

415.El físico médico tiene la función de efectuar la optimización de las exposiciones médicas y supervisar o realizar las pruebas de control de calidad en la instalación.

416.Las funciones de protección radiológica y física médica deben ser realizadas por personal autorizado por la OTAN, de la instalación o externa a ella.

4.3. Programa de Protección Radiológica

417.Las actividades de diagnóstico médico con rayos X deben llevarse a cabo bajo un Programa de Protección Radiológica que contenga los elementos especificados en el Anexo IV.

5. REQUISITOS DE SEGURIDAD

5.1.Equipos de rayos X

5.1.1.Características generales

501.Los equipos de rayos X deben cumplir con las normas aplicables de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), Organización Internacional de Normalización (ISO) o normas equivalentes, así como con los siguientes requerimientos:

- poseer marcas o placas que permitan su identificación clara y legible (marca, modelo o tipo, número de serie);
- contar con un sistema de colimación para delimitar el campo de radiación a la región de interés;
- la filtración total no debe ser menor de 2,5 mm de Al, de los cuales, 1,5 mm de Al deben ser permanentes, excepto para los mamógrafos;
- contar con un soporte ajustable del cabezal, de manera que el tubo permanezca estable

durante una exposición, excepto los densitómetros óseos y tomógrafos computarizados;

- la radiación de fuga del cabezal no debe ser mayor que 1 mGy/h a 1 m en condiciones de ensayo de fuga.

5.1.2. Características específicas

502.Los equipos móviles deben contar con un cable de disparo de una longitud mínima de 2 m.

503.Los equipos de fluoroscopia deben:

- poseer un sistema de intensificador de imagen o sistema digital;
- contar con cortinilla plomada o equivalente para la protección del operador contra la radiación dispersa, excepto para los equipos arco en C rodantes;
- disponer de señal sonora cuando exista y esté accionado el control de "alto nivel";
- contar con dispositivo para medir el tiempo acumulado de fluoroscopia y con alarma sonora
- contar con un sistema de medición de tasa de dosis al paciente o medición del producto dosis por área;
- tener botón o pedal disparador que permita interrumpir la exposición en cualquier momento;
- estar diseñados, equipados y configurados específicamente para ser empleados en procedimientos rutinarios pediátricos.

504.Los equipos de mamografía deben poseer:

- un dispositivo para mantener una compresión apropiada de la mama;
- tubo específicamente diseñado para mamografía;
- punto focal no mayor a 0,3 mm para mamografía general;
- generador trifásico o de alta frecuencia;
- tensión de operación entre 25 y 35 kVp;
- distancia foco-película no menor a 60 cm;
- filtración total permanente no mayor a 0,03 mm de Mo o su equivalente;
- rejilla antidifusora.

505.Los equipos de tomografía computarizada (TC) deben poseer:



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 5/19
---	---	---

- a) medios que permitan la determinación visual del plano de referencia;
- b) dispositivos ubicados en la consola de control, mesa y gantry que permitan al operador interrumpir el procedimiento radiológico en cualquier instante;
- c) indicación visual en la consola de control del espesor del corte e incremento de barrido, antes del inicio de una serie;
- d) sistema para ajustar los números TC.

5.2. Instalación de rayos X

506. La instalación debe contar con una sala de rayos X, vestidor, así como ambientes para revelado, lectura e impresión de imágenes, espera de pacientes, según el procedimiento radiológico a realizar.

507. La sala de rayos X debe cumplir con lo siguiente:

- a) poseer barreras fijas blindadas cuyo espesor se fije en base a:
 - 0,1 mGy por semana en áreas controladas
 - 0,02 mGy por semana en otras áreas;
- b) en caso de contar con ventanas, deben estar a una altura suficiente que impida que la radiación dispersa en el exterior origine dosis mayores al límite para el público;
- c) contar con las señales de advertencia reglamentarias, ubicadas en las puertas de acceso a la sala de rayos X;
- d) en el caso de fluoroscopia y TC, contar con señal luminosa que se encienda durante el procedimiento radiológico;
- e) la puerta de acceso a la sala de rayos X debe poseer una cerradura que impida accesos inadvertidos;
- f) en el caso de fluoroscopia, la puerta no debe contar con ningún dispositivo que detenga la emisión de rayos X ante apertura imprevista;
- g) el haz primario no debe dirigirse a la consola de control o puertas de acceso a la sala de rayos X.

508. La consola de control del equipo de rayos X debe ubicarse detrás de barreras fijas, mamparas móviles o biombo, las cuales deben tener las siguientes características:

- a) el espesor de blindaje no debe permitir que las dosis sean mayores que 0,1 mGy por semana;
- b) dimensiones adecuadas para proteger al operador contra la radiación dispersa;
- c) visor con espesor equivalente a la barrera y dimensiones mínimas de 30 cm por 30 cm, u otro sistema para observar al paciente durante la exposición a los rayos X;

509. La sala de control para TC debe cumplir con lo siguiente:

- a) ser separada de la sala de rayos X y contar con puerta blindada de acceso a la sala de rayos X;
- b) el espesor de blindaje no debe permitir que las dosis en la consola de control sea mayor que 0,02 mGy por semana;
- c) contar con un visor espesor equivalente a la barrera y que permita al operador observar al paciente, el gantry, la camilla y la puerta de acceso a la sala de rayos X;
- d) tener medios para comunicarse con el paciente desde la consola de control durante el examen radiográfico;
- e) tener un acceso independiente de la sala de rayos X.

510. Las salas de rayos X deben tener dimensiones apropiadas para realizar sin dificultad los procedimientos radiológicos, de acuerdo al tipo de equipo, y con mínima exposición por radiación dispersa a las personas que intervienen.

511. En el caso de los densitómetros óseos, las dimensiones de la sala deben ser suficientes para que el operador se ubique a 1 m del paciente.

512. El ambiente de revelado o registro de imágenes debe estar diseñado bajo condiciones adecuadas para una buena obtención y observación de la imagen.

5.3. Requisitos operacionales

513. La instalación debe contar con procedimientos de protección radiológica a disposición de todo el personal.

514. El operador debe mantenerse instruido en protección radiológica en relación a las técnicas radiológicas y a los equipos a utilizar. En



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 6/19
---	---	---

radiografía digital, el operador debe ser entrenado en el uso de este tipo de equipos antes de efectuar procedimientos radiológicos para evitar exposiciones indebidas al paciente.

515.El operador debe usar los dispositivos de protección radiológica personal adecuados de acuerdo a la técnica radiológica a aplicar.

516.El uso de equipos móviles debe restringirse a casos en los que el paciente no pueda ser desplazado a una sala de rayos X.

517.En radiología intervencionista, el operador y las personas presentes en el procedimiento radiológico deben usar medios de protección individual, en especial para el cristalino.

518.Durante la realización de procedimientos radiológicos, solamente deben permanecer en la sala de rayos X el paciente, el operador, y si fuera necesario, otras personas autorizadas o acompañantes provistos de medios de protección.

519.Durante la exposición del paciente, el operador debe protegerse detrás de la barrera blindada de la consola de control y observar al paciente.

520.Durante las exposiciones, las puertas de acceso a la sala de rayos X deben permanecer cerradas.

521.En caso de procedimientos radiológicos en salas de hospitalización, donde haya otros pacientes que no puedan ser retirados de la sala, se deben emplear medios y medidas de protección que restrinjan su exposición.

522.No se deben realizar procedimientos radiológicos a distancias foco-piel menores a 45 cm en radiografía o menores a 30 cm en fluoroscopia.

523.Durante la operación de equipos móviles, los operadores deben utilizar medios de protección adecuados y las personas que no son pacientes deben estar situadas a no menos de 2 m del equipo.

524.Los equipos de rayos X deben ser posicionados de la manera más favorable para

reducir la dosis al personal que participa en el procedimiento radiológico.

5.4.Mantenimiento de equipos

525.El Titular de la Autorización debe asegurar que los equipos de rayos X tengan un adecuado mantenimiento y que sea realizado por persona natural o jurídica que cuente con la autorización de la OTAN.

6. EXPOSICION OCUPACIONAL

6.1.Trabajadoras embarazadas

601.En caso que una trabajadora expuesta sospeche o se encuentre embarazada debe comunicarlo al Titular de la Autorización, quien debe adaptar las condiciones de trabajo respecto a la exposición ocupacional para asegurar que se proporcione al embrión o feto el mismo nivel de protección que para miembros del público.

6.2.Clasificación de áreas de trabajo

602.Las salas de rayos X y las áreas donde se utilicen equipos de rayos X móviles deben ser consideradas como áreas controladas. Las otras áreas deben ser consideradas como públicas.

6.3.Vigilancia radiológica de áreas

603.En caso de daño o modificaciones en las barreras de protección de la sala de rayos X que podrían afectar su efectividad, este debe ser evaluado a fin de asegurar que se mantengan las condiciones de protección.

604.En el caso de radiología intervencionista se debe llevar a cabo un monitoreo de la radiación en la sala de rayos X, durante el procedimiento radiológico, a intervalos no mayores a 1 año, debiendo registrarse los resultados.

6.4.Vigilancia radiológica individual

605.Los trabajadores expuestos no deben recibir dosis mayores a los límites reglamentarios y sus exposiciones deben ser sometidas a optimización.



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 7/19
---	---	---

606. Los trabajadores expuestos así como el personal en entrenamiento que participan en los procedimientos radiológicos deben utilizar dosímetros personales proporcionados por un servicio autorizado por la OTAN.

607. Los operadores de tomografía computarizada y de densitometría ósea no requieren tener dosimetría personal de radiación externa en forma obligatoria.

608. Los trabajadores expuestos deben ser informados oportunamente sobre las dosis recibidas.

609. Los trabajadores expuestos deben usar correctamente el dosímetro personal durante la jornada de trabajo, siguiendo las indicaciones de buen uso suministradas por el Titular de la Autorización.

610. Los trabajadores expuestos que usen mandil plomado deben colocar el dosímetro personal debajo de éste.

611. En el caso de radiología intervencionista, los trabajadores expuestos deben usar dos dosímetros: uno debajo del mandil y otro encima del mismo.

612. El trabajador expuesto debe usar el dosímetro personal que le fue asignado solamente en la instalación que le proporciona dicho dispositivo.

613. En caso de pérdida o mal uso del dosímetro personal, el Titular de la Autorización debe informar a la OTAN sobre la estimación de la dosis recibida por el trabajador expuesto.

614. El Titular de la Autorización debe mantener un registro de las dosis de trabajadores expuestos, durante 10 años luego que el trabajador deje de laborar en la instalación o deje de trabajar con radiaciones.

6.5. Investigación y seguimiento

615. El Titular de la Autorización debe investigar las causas, implementar las medidas correctivas y registrar el hecho, si las dosis de los trabajadores expuestos superan:

- a) 5 mSv de dosis efectiva en un mes,
- b) 0,5 mSv de dosis efectiva en un mes si el dosímetro es usado debajo del mandil,
- c) 25% del límite de dosis equivalente en un mes.

616. El Titular de la Autorización debe investigar las causas, implementar las medidas correctivas, registrar el hecho y remitir, en un plazo de 10 días, un informe a la OTAN si las dosis de los trabajadores expuestos superan:

- a) 20 mSv de dosis efectiva,
- b) cualquier límite de dosis equivalente.

617. Los registros de investigación de dosis anormales de trabajadores deben mantenerse durante 30 años.

7. EXPOSICION MEDICA

7.1. Justificación

701. El Titular de la Autorización debe asegurar que todo procedimiento radiológico sea prescrito por un médico colegiado.

702. Las empresas o entidades que lleven a cabo exámenes masivos de personas con objeto de despistaje o como parte de programas de salud, deben realizarlos solamente cuando se cuente con la correspondiente prescripción escrita de un médico colegiado y demuestren que las exposiciones ocasionan un beneficio al grupo expuesto.

7.2. Optimización

703. Las dosis en pacientes deben optimizarse utilizando correctamente equipos acordes al tipo de procedimiento radiológico y aplicando técnicas apropiadas de reducción de dosis.

704. La sala de rayos X debe contar con avisos visibles que adviertan del riesgo a mujeres embarazadas o probablemente embarazadas, siendo necesario además que el operador pregunte a la paciente sobre esta condición a fin de prevenir su exposición inadvertida.

705. En caso de ser necesaria la exposición de mujeres embarazadas, se debe planificar el



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 8/19
---	---	---

procedimiento radiológico incluyendo las modificaciones que sean factibles y aplicar todas las medidas de protección necesarias para minimizar la dosis al embrión o feto.

706. Se debe utilizar todos los medios y medidas necesarias para que la dosis de los tejidos expuestos se mantengan tan bajas como sea razonablemente posible, especialmente en pediatría.

707. En el caso de intervencionismo, el médico responsable debe:

- asegurar que la dosis acumulada de radiación sea monitoreada continuamente durante el procedimiento radiológico;
- comunicar al paciente, como parte del consentimiento informado, de la posibilidad de efectos de la radiación en caso que la dosis en piel pueda exceder 3 Gy;
- registrar la ubicación y extensión del área irradiada en caso que la dosis en piel exceda 3 Gy e informar al paciente y a su médico tratante de los posibles efectos y efectuar su seguimiento durante un año;
- asegurar que se utilicen los factores apropiados para el procedimiento radiológico, pediátrico.

708. En fluoroscopia se debe controlar que el tiempo total de exposición, la tasa de exposición y la colimación, sean las adecuadas para el procedimiento radiológico y el paciente reciba solo la dosis necesaria para el examen.

709. En fluoroscopia pediátrica, el equipo y el procedimiento radiológico se debe configurar de modo que el paciente solo reciba la dosis necesaria para el examen.

710. En radiología digital se debe aplicar correctamente la colimación de imagen, efectuar un posicionamiento adecuado del paciente y utilizar la técnica más apropiada para evitar dosis indebidas en el paciente.

711. En el caso de mamografía se debe tener en cuenta que:

- el receptor de imagen sea compatible con el sistema mamográfico;

- la exposición al abdomen y feto de pacientes embarazadas no sea significativa;
- la compresión sea apropiada en los procedimientos;
- se use la máxima distancia foco – piel consistente con el procedimiento radiológico;
- se minimicen los tiempos de exposición.

712. Se debe realizar el control de calidad de los equipos de rayos X antes de iniciar su operación, anualmente y luego de un mantenimiento correctivo, según lo indicado en el Anexo V.

713. El control de calidad de los equipos de rayos X debe ser realizado por persona natural o jurídica que cuente con la autorización de la OTAN.

714. En los equipos de densitometría ósea se debe realizar la prueba de "Exactitud de las medidas de densidad mineral ósea", la cual puede ser realizada por el usuario haciendo uso del maniquí y del propio programa de análisis suministrado con el equipo y según especificaciones del fabricante.

7.3. Investigación de exposiciones médicas accidentales

715. El Titular de la Autorización debe disponer la investigación en caso que:

- se realice un procedimiento radiológico a una persona distinta al paciente;
- se realice un procedimiento radiológico a un tejido u órgano diferente al previsto;
- se produzca falla en el equipo o error en la aplicación del procedimiento radiológico que cause exposición accidental al paciente.

716. Cuando ocurran eventos indicados en 714, el Titular de la Autorización debe:

- estimar las dosis recibidas por el paciente y aplicar las medidas correctivas;
- remitir un informe a la OTAN mencionando las causas y medidas correctivas implementadas, en un plazo no mayor de 10 días;
- informar al paciente y a su médico sobre el suceso.

7.4. Registro de las exposiciones médicas



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 9/19
---	---	---

717. Se debe mantener un registro de las exposiciones médicas, por un período de 5 años, con los datos del paciente, procedimiento radiológico, nombre del operador y del médico prescriptor. En caso de radiología intervencionista, también se debe registrar la dosis y el tiempo total de fluoroscopia.

8. EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO

801. Se debe implementar las medidas para evitar ingresos de personas no autorizados a las salas de rayos X durante los procedimientos radiológicos.

802. La exposición de personas que presten apoyo voluntario a los pacientes, durante un procedimiento radiológico, debe restringirse de manera que sea improbable que su dosis exceda 5 mSv.



OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 10/19
---	---	--

ANEXO I

REQUISITOS PARA OBTENER AUTORIZACIÓN EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X

A. Licencia de operación

Para la obtención de la licencia en radiología general, radiología intervencionista, radiología especializada, tomografía computarizada y mamografía, se debe presentar los siguientes documentos en mesa de partes de la OTAN:

- 1) Formulario 2 del Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) debidamente llenado y firmado por la persona natural o su representante autorizado y en caso de persona jurídica, por el representante legal;
- 2) Anexo 2.2 del Formulario 2 del TUPA por cada equipo;
- 3) Copia del certificado de control de calidad de cada equipo emitido por un servicio autorizado o reconocido por la OTAN;
- 4) Comprobante de depósito por derechos de licencia, según el TUPA vigente.

B. Registro de Instalación

Para la obtención del registro en densitometría ósea se debe presentar los siguientes documentos en mesa de partes de la OTAN:

- 1) Formulario 1 del TUPA debidamente llenado y firmado por la persona natural o su representante autorizado y en caso de persona jurídica, por el representante legal;
- 2) Comprobante de depósito por derechos de registro, según el TUPA vigente.

C. Revalidación de Licencia de Operación o Registro de Instalación

Para la revalidación de la licencia de operación o registro de instalación, se debe presentar los siguientes documentos en mesa de partes de la OTAN:

- 1) Formulario 4 del TUPA debidamente llenado y firmado por la persona natural o su representante autorizado y en caso de persona jurídica, por el representante legal;
- 2) Comprobante de depósito por derechos de revalidación, según el TUPA vigente.

D. Modificación de la Licencia de Operación o Registro de Instalación

Las modificaciones solo son posibles cuando la autorización está vigente y procede en los siguientes casos:

D.1. Cambio de Titularidad. En este caso se debe presentar los siguientes documentos en mesa de partes de la OTAN:

- 1) Solicitud presentada por la persona natural o su representante autorizado y en caso de persona jurídica, por el representante legal, indicando la razón social, dirección legal y la modificación requerida;
- 2) Declaración de aceptación de responsabilidad del nuevo Titular.
- 3) Comprobante de depósito por derechos de trámite, según el TUPA vigente.



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 11/19
---	---	--

D.2. Cambio de dirección legal. Se debe presentar en mesa de partes de la OTAN:

- 1) Solicitud presentada por la persona natural o su representante autorizado y en caso de persona jurídica, por el representante legal, indicando la razón social, dirección legal y la modificación requerida;
- 2) Comprobante de depósito por derechos de trámite, según el TUPA vigente.

D.3. Cambio, reemplazo o incremento de equipos o de ambientes. Se debe presentar los siguientes documentos en mesa de partes de la OTAN:

- 1) Solicitud presentada por la persona natural o su representante autorizado y en caso de persona jurídica, por el representante legal, indicando la razón social, dirección legal y la modificación solicitada;
- 2) Anexo 2.2 del Formulario 2 del TUPA por cambio, reemplazo o incremento de equipos o ambientes, debidamente llenado y firmado por la persona natural o su representante autorizado y en caso de persona jurídica, por el representante legal;
- 3) En caso de reemplazo o incremento de equipos, copia del certificado de control de calidad de cada equipo;
- 4) Comprobante de depósito por derechos de trámite, según el TUPA vigente.



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 12/19
---	---	--

ANEXO II

REQUISITOS PARA OBTENER LICENCIA INDIVIDUAL

A. Calificación del personal para obtener la Licencia Individual

A.1 Para operador de equipos de rayos X

- 1) Médico o tecnólogo médico en radiología o técnico en radiología ^(*).
- 2) Conocimientos de protección radiológica mediante la asistencia a un curso no menor a 20 horas.
- 3) Experiencia no menor de un (1) año en la operación de equipos de rayos X.

En el caso de operadores de equipos de densitometría ósea, debe ser profesional o técnico en el campo de la salud y tener una experiencia no menor de un (1) mes.

A.2 Para oficial de protección radiológica

- 1) Profesional de la salud, ingeniero o físico.
- 2) Conocimientos de protección radiológica mediante la asistencia a un curso no menor a 50 horas.
- 3) Experiencia no menor de un (1) año en tareas de protección radiológica.

A.3 Para físico médico en radiodiagnóstico

- 1) Profesional egresado de una maestría en física médica.
- 2) Entrenamiento o experiencia no menor de seis (06) meses.

B. Documentación a presentar para solicitar la Licencia Individual

El solicitante debe aprobar el examen de protección radiológica aplicado por la OTAN y presentar los siguientes documentos en mesa de partes de la OTAN:

- 1) Formulario 3 del TUPA debidamente llenado;
- 2) Certificado médico emitido por médico colegiado. Adjuntar hemograma y recuento de plaquetas;
- 3) Certificado de capacitación en protección radiológica en diagnóstico médico con rayos X;
- 4) Una foto actual tamaño carné;
- 5) Comprobante de depósito por derechos de licencia, según el TUPA vigente.

C. Revalidación de la Licencia Individual para todos los casos

El solicitante debe presentar los siguientes documentos en mesa de partes de la OTAN:

- 1) Formulario 3 del TUPA debidamente llenado;
- 2) Certificado médico emitido por médico colegiado. Adjuntar hemograma y recuento de plaquetas;
- 3) Certificado o constancia de actualización o re-entrenamiento en protección radiológica;
- 4) Una foto actual tamaño carné;
- 5) Comprobante de depósito por derechos de revalidación de licencia individual, según el TUPA vigente.

(*) Para considerar este requisito cumplido el solicitante debe ser técnico titulado de una institución educativa reconocida por el Estado o estar reconocido como tal en el establecimiento de salud donde labore.



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 13/19
---	---	--

ANEXO III

PROGRAMAS DE CAPACITACION EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X

A. Curso para operadores de equipos de rayos X (20 horas)

1. Conceptos fundamentales:

- a) el átomo; estructura atómica; nomenclatura nuclear;
- b) unidades de masa y energía;
- c) radiación electromagnética;
- d) ionización.

2. Interacción de los rayos X con la materia:

- a) interacciones básicas: efecto fotoeléctrico y dispersión Compton;
- b) absorción diferencial; contraste; atenuación;
- c) capa hemirreductora.

3. Magnitudes y unidades de radiación:

- a) exposición; kerma;
- b) dosis absorbida;
- c) dosis equivalente;
- d) dosis efectiva.

4. Medición de las radiaciones:

- a) principios de detección;
- b) cámara de ionización;
- c) dosímetros personales.

5. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes:

- a) relaciones dosis-respuesta; concepto de daño y riesgo; efecto directo e indirecto;
- b) efectos determinísticos; dosis aguda;
- c) efectos estocásticos; inducción de cáncer y efectos genéticos;
- d) efectos en el embrión y feto.

6. Rayos X:

- a) producción de rayos X; interacción electrón-blanco;
- b) radiación característica y radiación de frenado;
- c) espectro de rayos X; factores que afectan el espectro; cantidad y calidad de rayos X;
- d) máquina de rayos X; tubo de rayos X; consola de control; alta tensión; sistemas de imagen;
- e) equipos de radiodiagnóstico: general; especial; fluoroscopia; digital; tomografía; mamografía y densitometría ósea.



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 14/19
---	---	--

7. Protección radiológica en radiodiagnóstico:

- objetivos; principios fundamentales de la protección radiológica; justificación de las exposiciones; optimización de las dosis; limitación; cultura de seguridad;
- medidas generales de protección; exposición externa; parámetros de protección: tiempo, distancia y blindaje;
- requisitos de diseño y protección en el equipo; radiación de fuga; cronómetro;
- factores y dispositivos que afectan el haz; tensión; tamaño de campo; filtración. Radiación dispersa y control de la radiación dispersa;
- requisitos de diseño del ambiente; ubicación del ambiente; barreras de protección; detalles a considerar;
- procedimientos de seguridad; uso de dispositivos de protección; procedimientos generales y específicos para radiografía; fluoroscopia; mamografía; tomografía;
- protección del paciente; control de calidad del equipo de rayos X; reducción de dosis innecesarias; niveles orientativos.

8. Normativa en protección radiológica:

- sistema de control de las radiaciones; autoridad nacional; marco legal;
- reglamentación nacional vigente;
- proceso de licenciamiento y registro de instalaciones y personal;
- fiscalización; sistema de notificación; régimen de sanciones.

Aspectos prácticos: Mediciones de dosis en un ambiente de rayos X y verificación de las condiciones de protección radiológica.

**B. Curso para oficiales de protección radiológica
(50 horas)**

El programa debe incluir el contenido del curso de operadores y los siguientes temas que deben ser realizados en forma de talleres teórico-prácticos:

- Definición de las responsabilidades del personal de diagnóstico médico con rayos X
- Estudio de casos accidentales. Análisis de causas y medidas preventivas
- Elaboración del Programa de Protección Radiológica. Elaboración de procedimientos y registros
- Preparación de documentación reguladora
- Uso de detectores de radiación. Levantamiento radiométrico
- Aspectos básicos de control de calidad de equipos de rayos X

**C. Curso de Actualización
(5 horas)**

En caso de asistir a un curso de actualización, éste debe contemplar los temas actuales de protección radiológica en diagnóstico médico con rayos X y una revisión de los conceptos generales y aspectos reguladores, con énfasis en los temas de protección radiológica del paciente (procedimientos y técnicas radiológicas, reducción de dosis, etc.) y normativa nacional vigente.



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 15/19
---	---	------------------------------

ANEXO IV

ELEMENTOS DEL PROGRAMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

El programa debe contener lo siguiente:

1. Estructura organizacional

- Datos generales de la instalación (razón social y dirección legal).
- Descripción y esquema general de la organización. Relación de personal, cargos, calificaciones y licencias individuales.
- Asignación de responsabilidades del personal con respecto a la protección radiológica.
- Disposiciones para asegurar que las responsabilidades hayan sido comprendidas y para que solamente el personal calificado y autorizado sea responsable del uso de los equipos de rayos X, así como de dirigir el procedimiento radiológico.
- Programa de educación y entrenamiento continuos en procedimientos radiológicos y protección radiológica

2. Descripción de las instalaciones

- Plano del servicio y sus instalaciones.
- Descripción de los equipos.
- Lista de estudios y procedimientos radiológicos ofrecidos.

3. Procedimientos

3.1 Protección radiológica ocupacional

- Condiciones especiales: notificación del embarazo por parte de las trabajadoras y para la adaptación de su trabajo con el fin de proteger el embrión o feto, personal en entrenamiento, etc.
- Designación de las áreas de trabajo. Señalización.
- Empleo del dosímetro en las áreas controladas, reglas del uso correcto del dosímetro, informe de los reportes de dosis a los trabajadores, y reglas para estimar dosis a trabajadores en caso de pérdida, daño o mal uso del dosímetro.
- Empleo de los medios de protección: barreras, mandiles protectores, u otros medios de protección, y de las pruebas de integridad de estos medios.
- Monitoreo de radiación en caso de radiología intervencionista: puntos de medición y su frecuencia.
- Intercambio de información, en caso que los trabajadores laboren en otra instalación con radiaciones.
- Vigilancia médica del trabajador expuesto.
- Programa de educación y entrenamiento continuos en procedimientos radiológicos y protección radiológica

3.2 Protección radiológica del paciente

- Para evitar la exposición de pacientes sin prescripción médica.
- Para evitar la exposición inadvertida de pacientes en estado de gestación.
- Uso correcto de los medios de protección para pacientes: mandiles protectores, protectores gonadales, de ojos, entre otros.
- Optimización de dosis o uso correcto de los equipos en caso de pacientes embarazadas o pacientes pediátricos.



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 16/19
---	---	--

- e) Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.
- f) Determinación de las dosis representativas en pacientes (dosis de entrada, producto dosis-área o dosis en órganos).
- g) Para reducir la tasa de rechazo de películas.
- h) Control de calidad de cada equipo. Pruebas de aceptación. Acciones a seguir en caso de detectarse irregularidades y seguimiento de acciones correctivas.

3.3 Protección radiológica del público

- a) Para evitar el acceso inadvertido a los equipos de rayos X por personal ajeno al servicio.
- b) Para evitar la permanencia de personas que acompañan al paciente.
- c) Para la protección de los acompañantes de pacientes que prestan ayuda o porque los pacientes son menores de edad.

3.4 Casos accidentales

- a) Investigación ante fallas o errores con potencial para ocasionar dosis mayores a las previstas en pacientes.
- b) Estimación de dosis accidentales recibidas en pacientes, trabajador expuesto y público e implementación de medidas correctivas.
- c) Estimación de la dosis a gestantes y al feto luego que se haya detectado su exposición inadvertida, y se informe a la paciente y al médico que prescribió el examen.
- d) Seguimiento de pacientes que recibieron exposiciones altas con potencial de causar efectos determinísticos.

4. Registros

Mantenimiento de los siguientes documentos y registros:

- a) Autorizaciones de la OTAN, condiciones de la autorización, actas de inspección y correspondencia relacionada con la autorización.
- b) Registro de dosis individual del personal del servicio
- c) Resultados del monitoreo de radiación (solo para las prácticas que lo requieran)
- d) Resultados del control de calidad de equipos y sistemas de imagen
- e) Registro de pacientes atendidos y procedimientos radiológicos realizados
- f) Valores de dosis relevantes a pacientes en procedimientos radiológicos de intervencionismo
- g) Certificados de calibración de monitores de radiación
- h) Informes de investigación de incidentes o accidentes
- i) Capacitación del personal
- j) Mantenimiento preventivo y correctivo
- k) Vigilancia médica del personal del servicio
- l) Auditorías internas y/o externas del Programa de Protección Radiológica.



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 17/19
---	---	------------------------------

ANEXO V

CONTROL DE CALIDAD EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X

El control de calidad se realizará siguiendo procedimientos técnicos aprobados por la OTAN, que incluirán como mínimo las siguientes pruebas:

Equipo de Radiografía

Colimación (perpendicularidad del rayo central, coincidencia de campos)
Tensión del tubo (exactitud, repetibilidad)
Tiempo de exposición (exactitud, repetibilidad)
Control automático de exposición (repetibilidad, compensación)
Rendimiento y tasa de kerma en aire (repetibilidad, linealidad)
Filtración (capa hemirreductora)
Dosis en la Superficie del Paciente (Tórax P.A. Cráneo P.A. Columna lumbar A.P.)

Equipo de Fluoroscopia

Colimación y tamaño de imagen: Coincidencia del tamaño del campo de radiación y el nominal, Coincidencia del tamaño del campo de radiación y de la imagen, distorsión)
Control automático de brillo (CAB) (compensación, repetibilidad)
Tasa de dosis máxima en la entrada del intensificador de imagen
Tasa de dosis máxima en la entrada de la piel del paciente
Resolución de alto y bajo contraste

Equipo de Tomografía Computarizada

Coincidencia de indicadores luminosos y haz de radiación
Desplazamiento longitudinal de la mesa
Localización y espesor del plano de corte (localización del plano, espesor de corte)
Filtración total (capa hemirreductora)
Tensión del tubo (exactitud y repetibilidad)
Calidad de imagen
Rendimiento y tasa de kerma en aire (repetibilidad y linealidad)
Dosis en el paciente (CDTI)



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 18/19
---	---	--

Equipo de Mamografía

Colimación
Tensión del tubo (exactitud, repetibilidad)
Tiempo de exposición (exactitud, repetibilidad)
Control automático de exposición (repetibilidad, compensación)
Rendimiento y tasa de kerma en aire (repetibilidad, linealidad)
Filtración (capa hemirreductora)
Compresión
Calidad de la imagen mamográfica
Dosis en la superficie de la mama

Adicionalmente para los equipos de mamografía digital se deben realizar las siguientes pruebas:

Desempeño del detector
Resolución (limitación espacial y modulación de la función de transferencia)



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X	IR.003.2013 Página: 19/19
---	---	--

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DECRETO SUPREMO Nro. 039-2008-EM. Reglamento de la Ley 28028. Lima (2008).
- [2] DECRETO SUPREMO Nro. 009-97-EM. Reglamento de Seguridad Radiológica. Lima (1997).
- [3] DECRETO SUPREMO Nro. 011-2006-VIVIENDA. Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima (2006).
- [4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological protection and safety in medicine. ICRP Publication 73. Oxford (1996).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Radiological Protection for Medical Exposure to Ionizing Radiation. Safety Guide No. RS-G-1.5. Vienna (2002).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Applying radiation safety standards in diagnostic radiology and interventional procedures using X rays. Safety Reports Series No. 39. Vienna (2006).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Dosimetry in Diagnostic Radiology. An International Code of Practice. Technical Reports Series N° 457. Vienna (2007).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Quality assurance programme for screen film mammography. IAEA Human Health Series No. 2. Vienna (2009).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Quality assurance programme for digital mammography. IAEA Human Health Series No. 17. Vienna (2011).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Interim Edition. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3 (Interim). General Safety Requirements. Vienna (2011).
- [11] Ley 28028. Ley de Regulación del uso de fuentes de radiación ionizante. Lima (2003).
- [12] ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Protección contra la radiación ionizante de fuentes externas utilizadas en medicina. Cuaderno Técnico No. 15. Washington (1988).
- [13] PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. Diagnostic Imaging in the Community. A Manual for Clinics and small Hospitals. Pre-Publication Draft Copy. (2011).
- [14] PROYECTO ARCAL XX/OIEA. Requisitos de Seguridad Radiológica para la práctica de Radiodiagnóstico médico. Quito (2000).
- [15] SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA MÉDICA, SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA y SOCIEDAD ESPAÑOLA DE RADIOLOGÍA MÉDICA. Protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico. Madrid (2011).



INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

Anexo C

INSTRUMENTO N°1: FORMULARIO DE EVALUACIÓN PARA LA VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATÉCNICA IR.003.2013

PRESENTACIÓN:

El presente instrumento se utiliza para la verificación de los estándares, autorizaciones y reglamentaciones de seguridad indicadas en la Norma Técnica IR.003.2013 de protección radiológica dada por la OTAN – IPEN que debe cumplir el establecimiento de radiodiagnóstico.

INSTRUCCIONES: Marcar si Cumple o no cumple con (X) en el respectivo casillero.

	Especificación	Cumplimiento		Observaciones
		cumple	no cumple	
0	INTRODUCCIÓN			
1	OBJETIVO			
2	ALCANCE			
3	DEFINICIONES			
4	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS			
4.1	Autorizaciones			
4.1.1	“Las instalaciones que utilicen equipos de Rayos X para diagnóstico médico deben contar con una autorización de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN), conforme a la Ley 28028” (IR.003.2013 OTAN, 2013, p. 5).			
4.1.2	“Las instalaciones de radiología general, especializada, tomografía computarizada, mamografía y radiología intervencionista deben solicitar una licencia de operación, presentando los documentos requeridos”(OTAN, 2013, p. 3).			

4.1.3	“Las licencias y registros deben ser revalidadas cada 5 años, presentando los documentos requeridos” , (IR.003.2013 OTAN, 2013p. 5).			
4.1.4	“Los cambios de titularidad, dirección, incremento de equipos de Rayos X o ambientes deben ser aprobados por la OTAN antes de su implementación” (OTAN, 2013, p. 3).			
4.1.5	“El personal que interviene en actividades de diagnóstico médico con Rayos X, debe contar con licencias de acuerdo a lo que corresponda” (OTAN, 2013, p. 3).			
4.2	responsabilidades (el titular de la autorización es responsable de:)			
4.2.1	“Cumplir con los límites y condiciones de la autorización y las normas de seguridad radiológica” (OTAN, 2013, p. 3).			
4.2.2	“Las actividades radiológicas sigan los principios de justificación, optimización y limitación de dosis” (OTAN, 2013, p. 3).			
4.2.3	“El personal esté capacitado, en cantidad suficiente y autorizado, acorde con los procedimientos radiológicos” (OTAN, 2013, p. 3).			
4.2.4	“Contar con la cantidad de equipos a utilizar”(OTAN, 2013, p. 3).			
4.2.5	“Los procedimientos sean supervisados por un médico radiólogo o facultado” (OTAN, 2013, p. 3).			
4.2.6	“Los procedimientos sean realizados por operadores con licencia, usando equipos y técnicas apropiadas” (OTAN, 2013, p. 3).			
4.2.7	“Los establecimientos de salud deben contar con un oficial de protección radiológica y físico médico con licencia” (OTAN, 2013, p. 3).			
4.2.8	“El oficial de protección radiológica supervisa el cumplimiento de las normas y aplica el programa de protección radiológica” (OTAN, 2013, p. 4).			

4.2.9	“El físico médico optimiza las exposiciones médicas y supervisa o realiza las pruebas de control de calidad” (OTAN, 2013, p. 4).			
4.2.10	“Las funciones de protección radiológica y física médica deben ser realizadas por personal autorizado” (OTAN, 2013, p. 4).			
4.3	programa de protección radiológica			
4.3.1	“Las actividades de diagnóstico médico con Rayos X deben llevarse a cabo bajo un programa de protección radiológica, que debe contener los elementos especificados en el Anexo IV” (OTAN, 2013, p. 4).		X	No hay programa
5	REQUISITOS DE SEGURIDAD			
5.1	Equipos de Rayos X			
5.1.1	“Cumplir con normas IEC, ISO o equivalentes” (OTAN, 2013, p. 4).			
5.1.2	“Poseer placas o marcas que permitan su identificación clara y legible (marca, modelo, número de serie)” (OTAN, 2013, p. 4).			
5.1.3	“Sistema de colimación para delimitar radiación” (OTAN, 2013, p. 4).			
5.1.4	“Filtración total no menor de 2,5 mm de Al, 1.5mm de Al permanente” (OTAN, 2013, p. 4).			
5.1.5	“Soporte ajustable para el cabezal manteniendo el tubo estable” (OTAN, 2013, p. 4).			
5.1.6	“Radiación de fuga no mayor que 1 mGy/h” (OTAN, 2013, p. 4).			
5.2	Instalaciones de Rayos X			
5.2.1	“La instalación debe contar con una sala de Rayos X” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.2.2	“La instalación debe contar con un vestidor” (OTAN, 2013, p. 5)..			
5.2.3	“La instalación debe contar con ambiente de revelado, registro e impresión de imágenes” (OTAN, 2013, p. 5).			

5.2.4	“La instalación debe contar con una sala de espera” (IR.003.2013 OTAN, 2013, p.7).			
5.3	Sala de Rayos X			
5.3.1	“Barreras fijas blindadas con espesor basado en 0,1 mGy por semana en áreas controladas y 0,02 mGy por semana en otras áreas” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.3.2	“Las ventanas deben estar a una altura suficiente para evitar que la radiación dispersa origine dosis mayores al límite para el público” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.3.3	“Señales de advertencia reglamentarias ubicadas en las puertas de acceso a la sala de Rayos X” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.3.4	“La puerta de acceso debe tener una cerradura que impida accesos inadvertidos” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.3.5	“El haz primario no debe dirigirse a la consola de control o puertas de acceso a la sala de Rayos X” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.3.6	“Las dimensiones de la sala deben permitir la realización de procedimientos radiológicos sin dificultad, según el tipo de equipo” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.3.7	“Deben ser diseñadas para minimizar la exposición al personal” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.3.8	“El ambiente de revelado o registro de imágenes debe ser diseñado para asegurar condiciones óptimas que permitan obtener y observar las imágenes de manera adecuada” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.4	La consola			
5.4.1	“Debe colocarse detrás de barreras fijas” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.4.2	“El espesor de blindaje no debe permitir dosis mayores a 0,1 mGy por semana” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.4.3	“Debe tener dimensiones adecuadas para proteger al operador contra la radiación dispersa” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.4.4	“El visor debe tener espesor equivalente a la barrera con dimensiones mínimas de 30 cm x 30 cm, o un sistema equivalente para observar al paciente” (OTAN, 2013, p. 5).			

5.5	Requisitos operacionales			
5.5.1	“La instalación debe contar con procedimientos de protección radiológica a disposición de todo el personal” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.5.2	“El operador debe estar capacitado en protección radiológica y el uso de equipos, especialmente en radiografía digital, para evitar exposiciones indebidas al paciente” (OTAN, 2013, p. 5).			
5.5.3	“El operador debe usar los dispositivos de protección adecuados según la técnica radiológica aplicada” (OTAN, 2013, p. 6).			
5.5.4	“El uso de equipos móviles debe ser limitado a casos en los que el paciente no pueda ser trasladado a una sala de Rayos X” (OTAN, 2013, p. 6).			
5.5.5	“El operador y el personal presente en radiología intervencionista deben usar protección individual, especialmente para el cristalino” (OTAN, 2013, p. 6).			
5.5.6	“Solo deben estar en la sala el paciente, el operador y, si es necesario, personas autorizadas con protección” (OTAN, 2013, p. 6).			
5.5.7	“El operador debe protegerse detrás de la barrera blindada de la consola de control y observar al paciente durante la exposición” (OTAN, 2013, p. 6).			
5.5.8	“Las puertas de acceso a la sala de Rayos X deben mantenerse cerradas durante las exposiciones” (OTAN, 2013, p. 6).			
5.5.9	“En salas de hospitalización, si hay otros pacientes, se deben aplicar medidas de protección para limitar su exposición” (OTAN, 2013, p. 6).			
5.5.10	“No se deben realizar procedimientos a distancias foco-piel menores de 45 cm en radiografía o 30 cm en fluoroscopia” (OTAN, 2013, p. 6).			
5.5.11	“Los operadores deben usar protección adecuada y asegurar que las personas no pacientes estén a más de 2 m del equipo” (OTAN, 2013)			

5.5.12	“ Los equipos de Rayos X deben estar posicionados de manera que minimicen la dosis al personal” (OTAN, 2013, p. 6).			
5.6	Mantenimiento de equipos			
5.6.1	“El titular de la autorización debe garantizar que los equipos de Rayos X reciban un mantenimiento adecuado, realizado por una entidad autorizada por la OTAN” (OTAN, 2013, p. 6).			
6	EXPOSICIÓN OCUPACIONAL			
6.1	Trabajadoras embarazadas			
6.1.1	“Comunicación al Titular de la Autorización y Adaptación de condiciones de trabajo y Proporcionar protección para el embrión equivalente a la del público” (OTAN, 2013, p. 6).			
6.1.2	“Adaptación de condiciones de trabajo y Proporcionar protección para el embrión equivalente a la del público”(OTAN, 2013, p. 6).			
6.2	Clasificación de áreas de trabajo			
6.2.1	“Las salas de Rayos X y áreas con equipos móviles deben ser consideradas áreas controladas, mientras que otras áreas deben ser consideradas públicas”(OTAN, 2013, p. 6).			
6.3	Vigilancia radiológica de áreas			
6.3.1	“Si hay daños o modificaciones en las barreras de protección de la sala de Rayos X, estas deben ser evaluadas para asegurar que se mantenga la protección”(OTAN, 2013, p. 6).			
6.3.2	“En radiología intervencionista, se debe monitorear la radiación en la sala durante el procedimiento, con registros de los resultados, al menos una vez al año” (OTAN, 2013, p. 6).			
6.4	Vigilancia radiológica individual			
6.4.1	“Los trabajadores expuestos no deben recibir dosis mayores a los límites establecidos, y sus exposiciones deben optimizarse para reducir la radiación recibida” (OTAN, 2013, p. 6).			
6.4.2	“Los trabajadores expuestos, así como el personal en entrenamiento que participan en procedimientos radiológicos deben utilizar dosímetros personales proporcionados por un centro autorizado por OTAN” (OTAN, 2013, p. 7).			

6.4.3	“Los trabajadores expuestos deben ser informados sobre las dosis recibidas” (IR.003.2013 OTAN, 201, p. 9).			
6.4.4	“Los trabajadores deben usar correctamente el dosímetro personal durante la jornada de trabajo, siguiendo las indicaciones de buen uso” (OTAN, 2013, p. 7).			
6.4.5	“En el caso de radiología intervencionista se debe utilizar dos dosímetros uno debajo del mandil y otro encima” (OTAN, 2013, p. 7).			
6.4.6	“Los trabajadores expuestos con mandil plomado deben colocar el dosímetro debajo de este” (OTAN, 2013, p. 7).			
6.4.7	“El dosímetro personal debe ser usado solo en la instalación que lo proporcionó” (OTAN, 2013, p. 7).			
6.4.8	“En caso de pérdida o mal uso del dosímetro, el Titular de la Autorización debe informar a la OTAN sobre la dosis estimada” (OTAN, 2013, p. 7).			
6.4.9	“El Titular de la Autorización debe mantener un registro de las dosis durante 10 años después de que el trabajador deje de laborar o trabajar con radiaciones” (OTAN, 2013, p. 7).			
6.5	Investigación y seguimiento:			
6.5.1	“El Titular de la Autorización debe investigar si las dosis de los trabajadores superan ciertos límites y aplicar medidas correctivas” (OTAN, 2013, p. 7).			
6.5.2	“Si las dosis superan umbrales establecidos, el Titular debe investigar, aplicar medidas correctivas e informar a la OTAN en 10 días” (OTAN, 2013, p. 7).			
6.5.3	“Los registros de investigación de dosis anormales deben mantenerse durante 30 años” (OTAN, 2013, p. 7).			
7	EXPOSICIÓN MÉDICA:			
7.1	Justificación:			
7.1.1	“Todos los procedimientos radiológicos deben ser prescritos por un médico colegiado” (OTAN, 2013, p. 7).			

7.1.2	“Los exámenes masivos deben realizarse solo con prescripción médica, demostrando beneficio para el grupo expuesto” (OTAN, 2013, p. 7).			
7.2	Optimización:			
7.2.1	“Las dosis a los pacientes deben optimizarse mediante equipos adecuados y técnicas de reducción de dosis” (OTAN, 2013, p. 7).			
7.2.2	“La sala de Rayos X debe tener avisos visibles sobre los riesgos para mujeres embarazadas, y el operador debe preguntar a la paciente” (OTAN, 2013, p. 7).			
7.2.3	“En caso de exposición de mujeres embarazadas, el procedimiento debe planificarse para minimizar la dosis al embrión o feto” (OTAN, 2013, p. 7).			
7.2.4	“Se deben tomar medidas para mantener las dosis lo más bajas posible, especialmente en pediatría” (OTAN, 2013, p. 8).			
7.2.5	“En intervencionismo asegurar que la dosis acumulada de radiación sea monitoreada de forma continua durante todo el procedimiento radiológico” (OTAN, 2013, p. 8).			
7.2.6	“En intervencionismo Informar al paciente, como parte del consentimiento informado, sobre la posibilidad de efectos adversos por la radiación en caso de que la dosis en piel pueda superar los 3 Gy” (OTAN, 2013, p. 8).			
7.2.7	“En intervencionismo Registrar la ubicación y extensión del área irradiada si la dosis en piel excede los 3 Gy, e informar tanto al paciente como a su médico tratante sobre los posibles efectos, asegurando el seguimiento clínico durante al menos un año” (OTAN, 2013, p. 8).			
7.2.8	“En intervencionismo, garantizar el uso de factores técnicos apropiados para procedimientos radiológicos en pacientes pediátricos” (OTAN, 2013, p. 8).			
7.2.9	“En radiología digital, se debe usar la colimación correcta y un posicionamiento adecuado del paciente” (OTAN, 2013, p. 8).			

7.2.10	“El control de calidad de los equipos de Rayos X debe hacerse antes de iniciar la operación, anualmente y después de un mantenimiento correctivo según el anexo V de la norma” (OTAN, 2013, p. 8).			
7.2.11	“El control de calidad debe ser realizado por una entidad autorizada por la OTAN” (OTAN, 2013, p. 8).			
7.3	Investigación de exposiciones médicas accidentales:			
7.3.1	“Se debe investigar en caso de exposición accidental, como la realización de un procedimiento a la persona equivocada o el órgano incorrecto” (OTAN, 2013, p. 8).			
7.3.2	“Se produzca falla en el equipo o error en la aplicación del procedimiento radiológico que cause exposición accidental al paciente” (OTAN, 2013, p. 8).			
7.4	Registro de exposiciones médicas:			
7.4.1	“Se debe mantener un registro de las exposiciones médicas por 5 años, con datos del paciente, procedimiento, operador y médico, y en intervencionismo, también la dosis y el tiempo total de fluoroscopia” (IR.003.2013 OTAN, 2013, p. 11).			
8	EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO:			
8.1	“Se deben implementar medidas para evitar el ingreso de personas no autorizadas a las salas de Rayos X durante los procedimientos” (IR.003.2013 OTAN, 2013, p. 11).			
8.2	“La exposición de personas que presten apoyo voluntario a los pacientes durante un proceso radiológico, debe restringirse de manera que sea improbable que su dosis exceda 5 mSv” (IR.003.2013 OTAN, 2013, p. 11).			

Anexo D

INSTRUMENTO N°2: FORMULARIO DE EVALUACIÓN PARA LA VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA TÉCNICA IR.003.2013

PRESENTACIÓN

El presente instrumento se utiliza para la verificación de los estándares, autorizaciones y reglamentaciones de seguridad indicadas en la Norma Técnica IR.003.2013 de protección radiológica para el “programa de protección radiológica”

INSTRUCCIONES: Marcar si Cumple o no cumple con (X) en el respectivo casillero.

Ítem	cumple	no cumple	observaciones
1. Estructura organizacional			
a) Datos generales de la instalación			
b) Descripción y esquema general de la organización			
c) Asignación de responsabilidades del personal			
d) Disposiciones para asegurar que el personal esté calificado			
e) Programa de educación y entrenamiento continuos			
2. Descripción de las Instalaciones			
a) Plano del centro y sus instalaciones			
b) Descripción de los equipos			
c) Lista de estudios y procedimientos radiológicos			
3. Procedimientos			
3.1 Protección radiológica ocupacional			
a) Condiciones especiales			
b) Designación de las áreas de trabajo			
c) Empleo del dosímetro			
d) Empleo de los medios de protección			
e) Monitoreo de radiación			
f) Intercambio de información			
g) Vigilancia médica del trabajador expuesto			
h) Programa de educación y entrenamiento continuos (trabajadores)			
3.2 Protección radiológica del paciente			
a) Evitar exposición sin prescripción médica			
b) Evitar exposición inadvertida en estado de gestación			
c) Uso correcto de los medios de protección para pacientes			

d) Optimización de dosis en pacientes embarazadas o pediátricos			
e) Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos			
f) Determinación de las dosis representativas en pacientes			
g) Reducir la tasa de rechazo de películas			
h) Control de calidad de cada equipo			
3.3 Protección radiológica del público			
a) Evitar acceso inadvertido de personal ajeno			
b) Evitar permanencia de acompañantes			
c) Protección de acompañantes de pacientes			
3.4 Casos accidentales			
a) Investigación ante fallas o errores			
b) Estimación de dosis accidentales			
c) Estimación de dosis a gestantes y seguimiento			
d) Seguimiento de pacientes con altas exposiciones			
4. Registros			
a) Autorizaciones de la OTAN			
b) Registro de dosis individual del personal			
c) Resultados del monitoreo de radiación			
d) Resultados del control de calidad de equipos			
e) Registro de pacientes atendidos y procedimientos			
f) Valores de dosis relevantes a pacientes			
g) Certificados de calibración de monitores			
h) Informes de investigación de incidentes			
i) Capacitación del personal			
j) Mantenimiento preventivo y correctivo			
k) Vigilancia médica del personal			
l) Auditorías internas y/o externas			

Anexo E

INSTRUMENTO N°4: TABLA COMPARATIVA DE LÍMITE DE DOSIS PERMITIDO

PRESENTACIÓN

El presente instrumento se utiliza para la recolección de datos y compararlos con los mínimos permitidos en los límites de dosis de la norma técnica IR.003.2013.

El reporte de dosimetría de radiaciones con respecto los trabajadores de la unidad de radiología nos brindasen datos por mes y dosis acumulada anual hasta un determinado mes DAA. Donde a través de la dosis media mensual DMM ($DMM = DAA / \text{meses acumulados}$), se determina el DAT (Dosis Anual Total) que es $DAT = DMM * 12$.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
DAA											
DMM											
DAT											

DONDE:

La Dosis efectiva en 1 año es el DAT y la Dosis efectiva en 1 año, promedio 5 años es el $DAT * 12$.

Tabla comparativa de límite de dosis permitido												
Trabajadores expuestos ocupacionalmente												
Dosis verificada	Límite de Dosis (mSv)(IPEN)	Dosis medida(mSv)										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
Dosis efectiva en 1 año, promedio 5 años	20 mSv (promedio en 5 años)											
Dosis efectiva en 1 año	50 mSv											
Dosis equivalente en cristalino	150 mSv (cristalino)											
Dosis equivalente en piel y extremidades	500 mSv (piel y extremidades)											

Anexo F

INSTRUMENTO N°3: ENCUESTA PARA MEDIR EL NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LOS TRABAJADORES DE LA UNIDAD DE RAYOS X, SOBRE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA ACORDE A LA NORMA TÉCNICA IR.003.2013

PRESENTACIÓN

El presente instrumento se utiliza para conocer qué aspectos de la norma técnica IR.003.2013. Se están aplicando adecuadamente desde la perspectiva de los trabajadores.

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS TRABAJADORES DE LA UNIDAD DE RADIOLOGÍA

Nombre del trabajador (Opcional): _____

Sexo:

- [] Masculino
- [] Femenino

Edad: _____ Cargo: _____

Tiempo de trabajo en el área de Rayos X:

- [] Menos de 1 año
 - [] 1-3 años
 - [] 4-5 años
 - [] Más de 5 años
-

1. ¿Usa regularmente su dosímetro personal?

- ☐ Sí, lo uso de manera constante.
- ☐ Sí, pero solo en ocasiones.
- ☐ No, nunca lo uso.
- ☐ No estoy seguro/a si debo usarlo.

Observaciones: _____

2. ¿Le informan periódicamente sobre las dosis que ha recibido?

- ☐ Sí, me informan de manera regular.
- ☐ Sí, pero solo ocasionalmente.
- ☐ No, no recibo esta información.
- ☐ No recuerdo haber sido informado/a sobre esto.

Observaciones: _____

3. ¿Cuenta su área con un Oficial de Protección Radiológica (OPR)?

- ☐ Sí, contamos con un Oficial de Protección Radiológica.
- ☐ Sí, pero no estoy seguro/a de quién es.
- ☐ No estoy seguro/a si contamos con uno.
- ☐ No, no tenemos un Oficial de Protección Radiológica.

Observaciones: _____

4. Ha sido informado sobre los límites de exposición ocupacional establecidos por la norma?

- ☐ Sí, recibí información detallada sobre los límites.
- ☐ Sí, pero solo información básica.
- ☐ No, no he sido informado.
- ☐ No estoy seguro/a de los límites establecidos.

Observaciones: _____

5. ¿Está usted informado sobre la existencia de la Norma Técnica IR.003.2013?

- ☐ Sí, Tengo un conocimiento completo y detallado sobre la Norma.
- ☐ Conozco la norma, pero no tengo todos los detalles específicos.
- ☐ He oído hablar de la norma, pero no conozco su contenido ni detalles importantes.
- ☐ No tengo conocimiento sobre la existencia de la Norma Técnica.

Observaciones: _____

6. ¿Está usted informado sobre la existencia de una nueva Norma Técnica?

- ☐ Sí, completamente informado.
- ☐ Sí, pero solo parcialmente.
- ☐ No, no estaba al tanto.
- ☐ No tengo certeza sobre ello.

Observaciones: _____

7. ¿Ha recibido capacitación en protección radiológica en el último año?

- ☐ He recibido capacitación completa y actualizada en protección radiológica en el último año.
- ☐ He recibido capacitación en protección radiológica, aunque no fue completamente actualizada.
- ☐ He recibido una capacitación limitada en protección radiológica durante el último año.
- ☐ No he recibido ninguna capacitación en protección radiológica en el último año.

Observaciones: _____

8. ¿Conoce los principios de justificación, optimización y limitación de dosis?

- ☐ Conozco y entiendo completamente los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.
- ☐ Tengo un conocimiento básico de los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.
- ☐ He oído hablar de los principios, pero no tengo un conocimiento claro sobre ellos.
- ☐ No conozco los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.

Observaciones: _____

9. ¿Dispone de dispositivos de protección personal (mandil plomado, protector tiroideo, etc.) durante su jornada laboral?

- ☐ Siempre tengo acceso a todos los dispositivos de protección personal necesarios.
- ☐ La mayoría de las veces tengo acceso a los dispositivos, aunque en ocasiones faltan algunos.
- ☐ Algunos dispositivos están disponibles, pero no tengo acceso.
- ☐ No tengo acceso a los dispositivos durante mi jornada laboral por qué no hay.

Observaciones: _____

10. ¿Considera que las barreras físicas y señalización de seguridad en su área son adecuadas?

- ☐ Sí, considero que son adecuadas y suficientes.
- ☐ Sí, pero podrían mejorar.
- ☐ No, no son adecuadas.
- ☐ No estoy seguro/a de si son suficientes.

Observaciones: _____

11. ¿Cree usted que las condiciones actuales de trabajo garantizan su seguridad frente a la radiación ionizante?

- ☐ Sí, considero que las condiciones son seguras.
- ☐ Sí, pero siento que podrían mejorar.
- ☐ No, no me siento completamente seguro/a.
- ☐ No, creo que las condiciones no son seguras.

Observaciones: _____

12. ¿Se realiza control de calidad a los equipos de Rayos X en su establecimiento?

- ☐ Sí, se realiza control de calidad de forma regular.
- ☐ Sí, pero el control es ocasional.
- ☐ No, no se realiza control de calidad.
- ☐ No estoy seguro/a de si se realiza control de calidad.

Observaciones: _____

13. ¿Conoce el procedimiento en caso de pérdida o mal uso del dosímetro personal?

- ☐ Sí, conozco el procedimiento detalladamente.
- ☐ Sí, pero tengo un conocimiento parcial del procedimiento.
- ☐ No, no conozco el procedimiento.
- ☐ No estoy seguro/a del procedimiento.

Observaciones: _____

14. ¿Se realizan inspecciones periódicas a las instalaciones de Rayos X para detectar fallas en las barreras de protección?

- ☐ Sí, se realizan inspecciones periódicas de manera constante
- ☐ Sí, pero las inspecciones son esporádicas
- ☐ No, las inspecciones no se realizan regularmente
- ☐ No, no se realizan inspecciones

Observaciones: _____

15. ¿Se encuentra disponible el procedimiento de protección radiológica para consulta del personal?

- ☐ Sí, el procedimiento está disponible en todo momento.
- ☐ Sí, pero solo se puede consultar en ocasiones limitadas.
- ☐ No, no está disponible para consulta.
- ☐ No hay procedimiento.

Observaciones: _____

16. ¿Los equipos móviles de Rayos X se utilizan solo cuando el paciente no puede ser trasladado?

- ☐ Sí, solo se utilizan en esas circunstancias.
- ☐ Sí, pero a veces se utilizan en otras situaciones.
- ☐ No, los equipos móviles se usan sin considerar esta condición.
- ☐ No hay equipos móviles

Observaciones: _____

17. ¿Ha sido informado sobre las medidas de protección en caso de estar en la sala durante un procedimiento radiológico?

- ☐ Sí, he recibido información detallada.
- ☐ Sí, pero la información fue limitada.
- ☐ No, no he recibido información suficiente

- ☐ No, no he recibido ninguna información

Observaciones: _____

18. ¿Ha recibido orientación sobre la protección de mujeres embarazadas frente a radiaciones ionizantes?

- ☐ Sí, recibí orientación completa.
☐ Sí, pero la orientación fue limitada.
☐ No, no he recibido orientación.
☐ No recuerdo haber recibido orientación sobre este tema.

Observaciones: _____

19. ¿Se realiza monitoreo de radiación en áreas controladas de forma periódica?

- ☐ Sí, se realiza monitoreo de forma regular.
☐ Sí, pero el monitoreo no es constante.
☐ No, no se realiza monitoreo.
☐ No estoy seguro/a si se realiza monitoreo.

Observaciones: _____

20. ¿Conoce usted los procedimientos en caso de exposición médica accidental?

- ☐ Sí, conozco los procedimientos completos.
☐ Sí, pero mi conocimiento es limitado.
☐ No, no conozco los procedimientos.
☐ No hay procedimientos.

Observaciones: _____

21. ¿Las puertas de acceso a la sala de Rayos X se mantienen cerradas durante las exposiciones?

- ☐ Sí, siempre se mantienen cerradas.
☐ Sí, pero a veces se abren temporalmente.
☐ No, a veces se dejan abiertas
☐ las puertas siempre se mantienen abiertas

Observaciones: _____

Anexo G

Reporte de dosimetria de radiaciones con respecto los trabajadores de la unidad de radiologia.



nuclear control
DOSIMETRIA DE RADIACIONES

Reporte de Dosimetría de Radiaciones



In Light Systems
BY LANDAUER

CODIGO	CLIENTES	PROCESO	PAG
7151	HOSPI APOYO DPTAL. CUSCO- RX	20250918 Sept 2025	1

PARTICIPANTE				DOSIS DEL MES EN MILISIVERTS			DOSIS ANUAL EN MILISIVERTS								
CODIGO	NOMBRES	SEXO	TP	RAD	EFFECTIVA	CRISTALINO	PIEL	EFFECTIVA	CRISTALINO	PIEL	XJU	REP	MES	AÑO	NUMERO
00152	AGRAMONTE CARREÑO, Fredy Armando	M	I	1	0.10	M	M	0.60	0.00	0.00		12	7	2025	1119730
06200	ANCCO QUISPE, Zenon	M	I	1	M	M	M	0.20	0.00	0.00		6	7	2025	1119732
06198	ARAOZ CARREÑO, Adolfo	M	I	1	0.10	M	M	0.40	0.00	0.00		6	7	2025	1119731
23662	ARIZABAL TICONA, Kellie Gisvel	F	I	1	M	M	M	0.20	0.00	0.00		6	7	2025	1119746
30753	AYALA QUISPE, Waymer	M	I	1	0.10	M	M	0.35	0.00	0.00		6	7	2025	1119750
17430	AYMA VALENCIA, Noe	M	I	1	0.15	M	M	0.95	0.00	0.00		13	7	2025	1119740
22215	BLAS AGUILAR, Sergio Ernesto...	M	I	1	0.15	M	M	0.35	0.00	0.00		6	7	2025	1119745
23979	BORDA VERA, Williams	M	I	1	0.10	M	M	0.20	0.00	0.00		5	7	2025	1119748
30826	CCORI YANAPA, Braulio	M	I	1	0.10	M	M	0.10	0.00	0.00		6	7	2025	1119751
16189	CCORIMANYA LOAIZA, Hilda	F	I	1	0.10	M	M	0.20	0.00	0.00		5	7	2025	1119737
16505	HUAMAN SHUPINGAHUA, Alexandra Rocio	F	I	1	0.10	M	M	1.25	0.00	0.00		13	7	2025	1119739
23768	LOPEZ AGUILAR, Juan Manuel	M	I	1	0.15	M	M	0.25	0.00	0.00		6	7	2025	1119747
06202	MAQUERA HILARIO, Antonio	M	I	1	M	M	M	0.40	0.00	0.00		6	7	2025	1119734
06201	MESICANO CHOQUE, Roberto	M	I	1	0.10	M	M	0.45	0.00	0.00		6	7	2025	1119733
31309	OCHOA BECERRA, Francisco	M	I	1	0.15	M	M	0.80	0.00	0.00		6	7	2025	1119752
06878	QUISPE CACERES, Jose Arturo	M	I	1	0.10	M	M	0.25	0.00	0.00		5	7	2025	1119735
10975	SALAS TIAHUALLPA, Manuel	M	I	1	0.10	M	M	0.55	0.00	0.00		6	7	2025	1119736
16356	TAIPE CANO, Miryan	F	I	1	M	M	M	0.20	0.00	0.00		6	7	2025	1119738
17431	TAMAYO SALAS, Shoreyda	F	I	1	0.10	M	M	0.30	0.00	0.00		6	7	2025	1119741
21962	VILCA GOMEZ, Neily Yaneth	F	I	1	0.15	M	M	0.25	0.00	0.00		6	7	2025	1119744

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

P-ARD-01-F01 REV 01

I INFORMACIÓN GENERAL

1. DOSIMETRÍA INLIGHT

Es la dosimetría que emplea la tecnología de luminiscencia ópticamente estimulada. La energía liberada proviene de una tracción pequeña de los portadores de carga atrapados, los cuales fueron creados en el detector (Óxido de aluminio) durante la exposición a la radiación ionizante. Los portadores de carga liberados por la luz verde (Producida por un conjunto de LEDs) se combinan con los centros luminiscentes para emitir luz azul que se cuantifica con un sistema de tubo fotomultiplicador.

2. CAPACIDAD DE DETECCIÓN

- a) Fotones (X y Gamma) con energías de 5keV a 40 MeV y dosis de 0.01 mSv a 10 Sv.
- b) Partícula Beta con energías mayores 150 KeV nominal y dosis de 0.2 mSv a 10 Sv.
- c) Neutrones (Rápidos y Térmicos).

3. DOSIS MINIMA REPORTADA

- a) A pesar de que la dosis mínima medible es de 0.01 mSv para X y Gamma se considera en forma selectiva como dosis mínima reportada a 0.1 mSv.
 - b) Partículas Beta, la dosis mínima reportada es de 0.50 mSv.
 - c) Neutrones, la dosis mínima reportada es de 0.2 mSv.
- Todas las dosis menores a estas son reportadas como M.

4. DOSIS ACUMULADAS ANUAL

Suma de las dosis reportadas en el año en curso. Las dosis mensuales reportadas como mínimo se suman como cero. Considera las dosis recibidas por el participante en todas las instituciones en las cuales trabaja.

5. LÍMITES DE DOSIS

Las dosis de los trabajadores ocupacionalmente expuestos deben limitarse de modo que no excedan:

- a) 20 mSv de dosis efectiva en un año, como promedio, en un período de 5 años consecutivos.
- b) 50 mSv de dosis efectiva en un año, siempre que no sobrepase 100 mSv en 5 años consecutivos.
- c) 150 mSv de dosis equivalente en un año, en el cristalino.
- d) 500 mSv de dosis equivalente en un año, para la piel y extremidades.

6. MUY IMPORTANTE

Los dosímetros no deben ser abiertos por ningún motivo, cualquier manipulación podría alterar la información contenida.

Los dosímetros son personalizados cada mes para su uso. Asimismo los dosímetros tendrán un color distinto cada mes, lo que permitirá conocer que participante no está usando el dosímetro correspondiente al mes de uso.

7. DOSÍMETROS PERDIDOS O DAÑADOS

Devuelva todos los dosímetros usado y no usados al final de cada periodo. Un dosímetro se considera perdido si no devuelve a Nuclear Control en el plazo de 30 días después del término de la fecha de uso. Hay un costo por cada dosímetro no devuelto.

II INFORMACIÓN DEL REPORTE DE RADIACIONES

1. Parte superior derecha

- a. Código Cliente.- Es el código que se le da al cliente (hospital, clínica, etc.)
- b. Cliente.- Es el nombre del cliente (hospital, clínica, etc.).
- c. Proceso.- Es el número del proceso de evaluación del dosímetro.
- d. Página.- Es el número de página del reporte.

2. Especificaciones por columna

Columna N° 1 Código del Participante
Es el código que identifica a cada persona en el servicio.

Columna N° 2 Nombre del Participante
Nombres y apellidos del participante

Columna N° 3 Sexo del Participante
Sexo del participante

Columna N° 4 Tipo de dosímetro / Tipo de exposición

Tipo de Dosímetro Inlight

- I Rayos X Gamma y Beta
- K Rayos x Gamma, Beta y neutrones

Tipo de exposición

- 1. Cuerpo entero.
- 2. Dedo derecho.
- 3. Dedo izquierdo.

- 4. Muñeca derecha
- 5. Muñeca izquierda
- 6. Otra parte del cuerpo

Columna N° 5 Tipo de Radiación

- PH Rayos X - Gamma de alta energía
- PM Rayos X - Gamma de media energía
- PL Rayos X - Gamma de baja energía
- N Neutrones.
- B Beta.
- P Rayos X - Gamma.

Columna N° 6 Dosis efectiva del Mes

Se reporta la Dosis Efectiva en mSv del mes indicado en la fecha de exposición. (Columna 14 - 15).

Columna N° 7 Dosis equivalente en el Cristalino del Mes

Se reporta la Dosis Equivalente en el cristalino en mSv del mes indicado en la fecha de exposición. (Columna 14 - 15)

Columna N° 8 Dosis equivalente en la Piel del Mes

Se reporta la Dosis Equivalente en la piel en mSv del mes indicado en la fecha de exposición (Columna 14 - 15).

Columna N° 9 Dosis efectiva Anual

Se reporta la Dosis Efectiva Anual en mSv acumulada a la fecha del año respectivo.

Columna N° 10 Dosis Equivalente en el Cristalino Anual

Se reporta la Dosis Equivalente en el Cristalino Anual en mSv acumulada a la fecha del año respectivo.

Columna N° 11 Dosis Equivalente en la Piel Anual

Se reporta la Dosis Equivalente en la Piel Anual en mSv acumulada a la fecha en el año respectivo.

Columna N° 12 Ajustes

Ajuste a los Totales Acumulados autorizados por la autoridad en Protección Radiológica y Seguridad Nuclear.

Columna N° 13 Dosímetros Reportados

Es el número de dosímetros devueltos para su evaluación por el participante a la fecha en el año respectivo.

Columna N° 14 Mes de Exposición

Se reporta el mes en que se realizó la exposición del dosímetro.

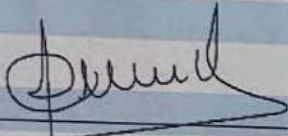
Columna N° 15 Año de Exposición

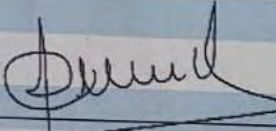
Se reporta el año en que se realizó la exposición del dosímetro.

Columna N° 16 Número de Referencia

Se reporta el número ordinal de referencia.

CODIGO	CLIENTES	PROCESO	PAG
7151	HOSPI APOYO DPTAL. CUSCO- RX	20250918	2
		Sept 2025	

PARTICIPANTE				DOSIS DEL MES EN MILISIVERTS			DOSIS ANUAL EN MILISIVERTS								
CODIGO	NOMBRES	SEXO	TP	RAD	EFFECTIVA	CRISTALINO	PIEL	EFFECTIVA	CRISTALINO	PIEL	AJU	REP	MES	AÑO	NUMERO
28920	VILLALOBOS SANCHEZ, Froilan Placido	M	I	1	0.10	M	M	0.30	0.00	0.00	6	7	2025	1119749	
20966	YUPANQUI MENDOZA, Betty Mariluz	F	I	1	0.10	M	M	0.20	0.00	0.00	6	7	2025	1119742	
	TOTAL CLIENTE				22										
															
DR. AYLLAR DIRECTOR TÉCNICO NÚCLEAR CONTROL S.A.C.															
															
M.Sc. EDUARDO MECA CASTRO JEFE DE LABORATORIO NÚCLEAR CONTROL S.A.C.															


DR. AYMAR
DIRECTOR TÉCNICO
NUCLEAR CONTROL S.A.C.


M.Sc. EDWARD MECA CASTRO
JEFE DE LABORATORIO
NUCLEAR CONTROL S.A.C.

Anexo G

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El propósito de este protocolo es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento para realizar la recolección de datos.

La presente tesis se titula "EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA CONFORME A LA NORMA IR.003.2013, PARA LA ADECUADA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES EN LA UNIDAD DE RADIOLOGÍA DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES DEL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO 2025.". Este proyecto es dirigido por el bachiller Pool Smith ~~Huallparimachi Ocros~~, de la escuela profesional de Física de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. El objetivo de la investigación es Evaluar el cumplimiento de la implementación de los estándares de protección radiológica conforme a la Norma Técnica IR.003.2013, en la unidad de radiología del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Regional del Cusco, con el fin de garantizar la seguridad de los trabajadores expuestos a radiación ionizante en el año 2025. Para ello, se le solicita participar en una encuesta que le tomará unos 10 a 15 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Asimismo, se considera que su participación en este estudio no supone un riesgo para usted. Si tuviera alguna consulta sobre la investigación, puede formularla cuando lo estime conveniente.

Su identidad será tratada de manera anónima. Asimismo, su información será analizada de manera conjunta con la respuesta de las demás personas encuestadas. Todos los datos proporcionados en la presente encuesta estarán protegidos bajo la Ley 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre:

DNI:

FIRMA

Anexo I

Relación de las preguntas de la encuesta con los ítems de la normativa

ítems de la norma	preguntas de la encuesta según su cumplimiento																					Suma (SI)	Suma (NO)	SI(%)	NO(%)	Resultado
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21					
	si	no	no	no	no	no	no	si	si	no	no	si	no	no	no	si	si	si	no	no	si					
4.2.1	si	no		no				si	si	no	no		no				si		no		si	5	6	0.45	0.55	no cumple
4.2.2				no			no	si	si	no	no						si	si	no	no		4	6	0.40	0.60	no cumple
4.2.3							no	si									si	si		no		3	2	0.60	0.40	cumple
4.2.6							no	si	si			si										3	1	0.75	0.25	cumple
4.2.8			no																			0	1	0.00	1.00	no cumple
4.2.10			no																			0	1	0.00	1.00	no cumple
4.3.1															no							0	1	0.00	1.00	no cumple
5.3.7										no	no			no							si	1	3	0.25	0.75	no cumple
5.5.1															no							0	1	0.00	1.00	no cumple
5.5.2							no	si												no		1	2	0.33	0.67	no cumple
5.5.3									si													1	0	1.00	0.00	cumple
5.5.4																si						1	0	1.00	0.00	cumple
5.5.5									si													1	0	1.00	0.00	cumple
5.5.8																				si		1	0	1.00	0.00	cumple
6.1.1																		si				1	0	1.00	0.00	cumple
6.1.2																		si				1	0	1.00	0.00	cumple
6.3.1										no												0	1	0.00	1.00	no cumple
6.3.2																			no			0	1	0.00	1.00	no cumple
6.4.1		no																				0	1	0.00	1.00	no cumple
6.4.2	si																					1	0	1.00	0.00	cumple
6.4.3		no																				0	1	0.00	1.00	no cumple
6.4.4	si																					1	0	1.00	0.00	cumple
6.4.5	SI																					1	0	1.00	0.00	cumple
6.4.8													no									0	1	0.00	1.00	no cumple

6.5.1																					0	1	0.00	1.00	no cumple
6.5.2		no						si			no										1	3	0.25	0.75	no cumple
6.5.3																					0	1	0.00	1.00	no cumple
7.2.1								si													1	0	1.00	0.00	cumple
7.2.2								si													1	0	1.00	0.00	cumple
7.2.3			no																		0	2	0.00	1.00	no cumple
7.2.4			no																		0	2	0.00	1.00	no cumple
7.2.5			no																		0	2	0.00	1.00	no cumple
7.2.6			no																		0	2	0.00	1.00	no cumple
7.2.7			no																		0	2	0.00	1.00	no cumple
7.2.8			no																		0	2	0.00	1.00	no cumple
7.2.9			no																		0	2	0.00	1.00	no cumple
7.3.1																					0	1	0.00	1.00	no cumple
7.3.2																					0	1	0.00	1.00	no cumple
7.4.1																					0	1	0.00	1.00	no cumple

Anexo J: Calculo de confiabilidad KR-20

ID	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Item 13	Item 14	Item 15	Item 16	Item 17	Item 18	Item 19	Item 20	Item 21	Total
P1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	9
P2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	13
P3	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	12
P4	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	8
P5	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	9
P6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
P7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	5
P8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	6
P9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
P10	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4
P11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
Estadísticas por ítem																						
p (promedio de cada ítem)	0.82	0.18	0.09	0.36	0.18	0.0	0.27	0.36	0.55	0.18	0.18	0.36	0.18	0.09	0.09	0.82	0.64	0.45	0.00	0.36	0.55	
q = 1 - p	0.18	0.82	0.91	0.64	0.82	1.00	0.73	0.64	0.45	0.82	0.82	0.64	0.82	0.91	0.91	0.18	0.36	0.55	1.00	0.64	0.45	
p*q	0.15	0.15	0.08	0.23	0.15	0.00	0.20	0.23	0.25	0.15	0.15	0.23	0.15	0.08	0.08	0.15	0.23	0.25	0.00	0.23	0.25	
SUM(p*q)				3.39																		
Var.S (Totales)				14.22																		
Promedio (Total)				6.73																		
k (nº ítems)				21																		
KR-20				0.80																		
KR-21				0.71																		
Desv.Est (Total)				3.60																		
SEM (con KR-20)				1.61																		

Guía de interpretación (aprox.) ≥ 0.90 excelente; 0.80–0.89 buena; 0.70–0.79 aceptable; 0.60–0.69 cuestionable; 0.50–0.59 pobre; < 0.50 inaceptable

Panel fotográfico

Evidencia Fotográfica 1: Ítem 4.1.1, Ítem 4.1.2

 IPEN INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR	 OTAN OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL
Oficina Técnica de la Autoridad Nacional	
Licencia de Operación	
Licencia N°	6872.C1
Expediente N°	SGO-2025-0000485
Resolución N°	0176-25-IPEN/OTAN
Vencimiento:	20/02/2030
Titular de la Licencia	HOSPITAL REGIONAL DE CUSCO
Dirección Legal	AV. DE LA CULTURA S/N, CUSCO, CUSCO, CUSCO
Práctica	DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X
Fuente de Radiación	EQUIPO DE RAYOS X
Ubicación de la instalación	AV. DE LA CULTURA S/N, CUSCO, CUSCO, CUSCO
La Licencia es otorgada, conforme a lo establecido en el Artículo 12° del Reglamento de la Ley N° 28028, aprobado por Decreto Supremo N° 039-2008-EM, bajo las Condiciones y Límites de la Licencia, que integran la misma y que son de cumplimiento obligatorio del Titular.	
Exhibir la presente autorización en lugar visible al público.	
Lima, 21 de Febrero de 2025	
	
Firmado digitalmente por JORGE LEONIDAS CONDORI CCARI D:Ugto. Jorge Leonidas Ccari OU:OTAN Email: jccari@otan.gob.pe Fecha: 21.02.2025 10:55:58 -05:00	
Jorge Leonidas Condori Ccari Director Oficina Técnica de la Autoridad Nacional	

Evidencia Fotográfica 2: Ítem 4.1.3, Ítem 4.1.4.

IPEN
INSTITUTO PERUANO
DE ENERGÍA NUCLEAR

Oficina Técnica de la Autoridad Nacional

OTAN
OFICINA TÉCNICA DE LA
AUTORIDAD NACIONAL

Licencia de Operación

Licencia N° 8875-01
Expediente N° 4295-19-OTAN
Resolución N° 2618-19-IPEN/OTAN
Vencimiento: 27/08/2024

Titular de la Licencia **HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO**

Dirección Legal **AV. DE LA CULTURA S/N, CUSCO, CUSCO, CUSCO**

Práctica **DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X**

Fuente de Radiación **EQUIPOS DE RAYOS X**

Ubicación de la Instalación **AV. DE LA CULTURA S/N, CUSCO, CUSCO, CUSCO**

La Licencia es otorgada conforme a lo establecido en el Artículo 12° del Reglamento de la Ley N° 28028, aprobado por Decreto Supremo N° 039-2003-EM, bajo las Condiciones y Límites de la Licencia, que integran la misma y que son de cumplimiento obligatorio del Titular.

Exhibir la presente autorización en lugar visible al público.

IPEN

Lima, 28 de Agosto de 2019

Cristian Paúl Talaño Hernández
Director
Oficina Técnica de la Autoridad Nacional

Evidencia Fotográfica 3: Ítem 4.1.5, Ítem 4.2.3, Ítem 4.2.5, Ítem 4.2.6, Ítem 4.2.7, Ítem 4.2.8, Ítem 4.2.9, Ítem 4.2.10, Ítem 5.5.2



Ministerio de Salud

Personas que atendemos personas

ROL CORRESPONDIENTE AL MES DE JULIO DEL 2025

DEPARTAMENTO DE APOYO AL DIAGNOSTICO

SERVICIO DE DIAGNOSTICO POR IMÁGENES

<

INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR
OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL

Licencia Individual N°: 1476-17



Apellido Paterno: AGRAMONTE
Apellido Materno: CARREÑO
Nombres: FREDDY ARMANDO

OPERADOR EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X



Jorge Leonidas Condori Coari
Director
Oficina Técnica de la Autoridad Nacional

D.N.I.: 80181507
Emitido: 18-DIC-2022
Caduca: 18-DIC-2027

EXP. N° SGO 2024-0009384

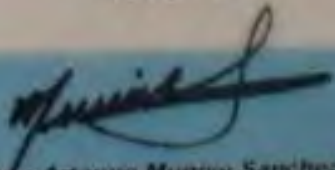
INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR
OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL

Licencia Individual N° 2376-17



Apellido Paterno: MESICANO
Apellido Materno: CHOQUE
Nombres: ROBERTO

OPERADOR EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X



Marco Artemio Munive Sanchez
Director
Oficina Técnica de la Autoridad Nacional

D.N.I.: 23879488
Emitido: 19-AGO-2024
Caduca: 18-AGO-2029

EXP. N° SGO 2024-0009384

INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR
OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL

Licencia Individual N°: 1032-11

EXP. N°SGD-2022-00041024



Apellido Paterno: AYMA
Apellido Materno: VALENCIA
Nombres: NOE

IPEN

OPERADOR EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X

D.N.I.: 47082245
Emitido: 29-NOV-2022
Caduca: 28-NOV-2027



Jorge Leonidas Condori Ccari
Director
Oficina Técnica de la Autoridad Nacional

INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR
OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL

Licencia Individual N°: 0986-12

EXP. N°SGD-2022-0003762.4500



Apellido Paterno: HUAMAN
Apellido Materno: SHUPINGAHUA
Nombres: ALEXANDRA ROCIO

IPEN

OPERADOR EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X

D.N.I.: 44061152
Emitido: 12-DIC-2022
Caduca: 11-DIC-2027



Jorge Leonidas Condori Ccari
Director
Oficina Técnica de la Autoridad Nacional

INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR
OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL

Licencia Individual N°: 0216-13

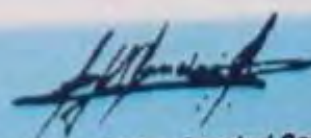
EXP. N°SGD-2023-0001667



Apellido Paterno: SALAS
Apellido Materno: TIAHUALLPA
Nombres: MANUEL

OPERADOR EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X

D.N.I.: 24947863
Emitido: 28-MAR-2023
Caduca: 27-MAR-2028



Jorge Leonidas Condori Ccari
Director
Oficina Técnica de la Autoridad Nacional

INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR
OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL

Licencia Individual N°: 1150-12

EXP. N°SGD-2023-0004212



Apellido Paterno: ANCCO
Apellido Materno: QUISPE
Nombres: ZENON

OPERADOR EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X

D.N.I.: 23820368
Emitido: 28-DIC-2022
Caduca: 28-DIC-2027



Jorge Leonidas Condori Ccari
Director
Oficina Técnica de la Autoridad Nacional

INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR
OFICINA TECNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL
Licencia Individual N°: 0274-12

EXP. N° 500 2024-0004671



Apellido Paterno: MAQUERA
Apellido Materno: HILARIO
Nombres: ANTONIO

IPEN
OPERADOR EN DIAGNOSTICO MÉDICO CON
RAYOS X

D.N.I.: 23993891
Emitido: 14-OCT-2024
Caduca: 13-OCT-2029



Mario Artemio Munive Sanchez
Director
Oficina Técnica de la Autoridad Nacional

Evidencia Fotográfica 4: Ítem 4.2.1

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS (MAPRO) – D. APOYO AL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO UE. 402: HOSPITAL REGIONAL CUSCO.	AÑO : 2024 VERSION : 2.0	
---	---	-----------------------------	---

RESPONSABLES

Jefe de Departamento de Apoyo al Diagnóstico

- M.C. Juan Manuel López Aguilar.

Jefe de Servicio de Diagnóstico por Imágenes.

- M.C. Juan Manuel López Aguilar.

Administrador del Servicio de Diagnóstico por Imágenes

- Lic. Edgar Aguilar Luna.

Responsable de la Unidad de Radiología Convencional

- Lic. Antonio Maquera Hilario

Responsable de la Unidad de Tomografía Axial Computarizada

- Lic. Adolfo Araoz Carrero

Responsable de la Unidad de Resonancia Magnética

- Lic. Adolfo Araoz Carrero

Responsable de la Unidad de Ecografía

- M.C. Arturo Quispe Cáceres.

Responsable de la Unidad de Mamografía

- M.C. Hilda Corimanya Loiza.

Responsable de la Unidad de Radiología Intervencionista

- M.C. Hilda Corimanya Loiza.

Responsable de la Unidad de Enfermería

- Lic. Shoreyda Tamayo Salas



Elaborado por	Revisado	Aprobado	Última modificación
DPTO DE APOYO AL DX SERVICIO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES	OFIC. DE PLANEAMIENTO Y PRESUPUESTO	RES. DIRECT. N°. 2024-MINSAHRC/UGRH	AÑO 2024

Evidencia Fotográfica 5: Ítem 4.2.4



Evidencia Fotográfica 6: Ítem 5.1.1, Ítem 5.1.2, Ítem 5.1.4. Ítem 5.1.6.



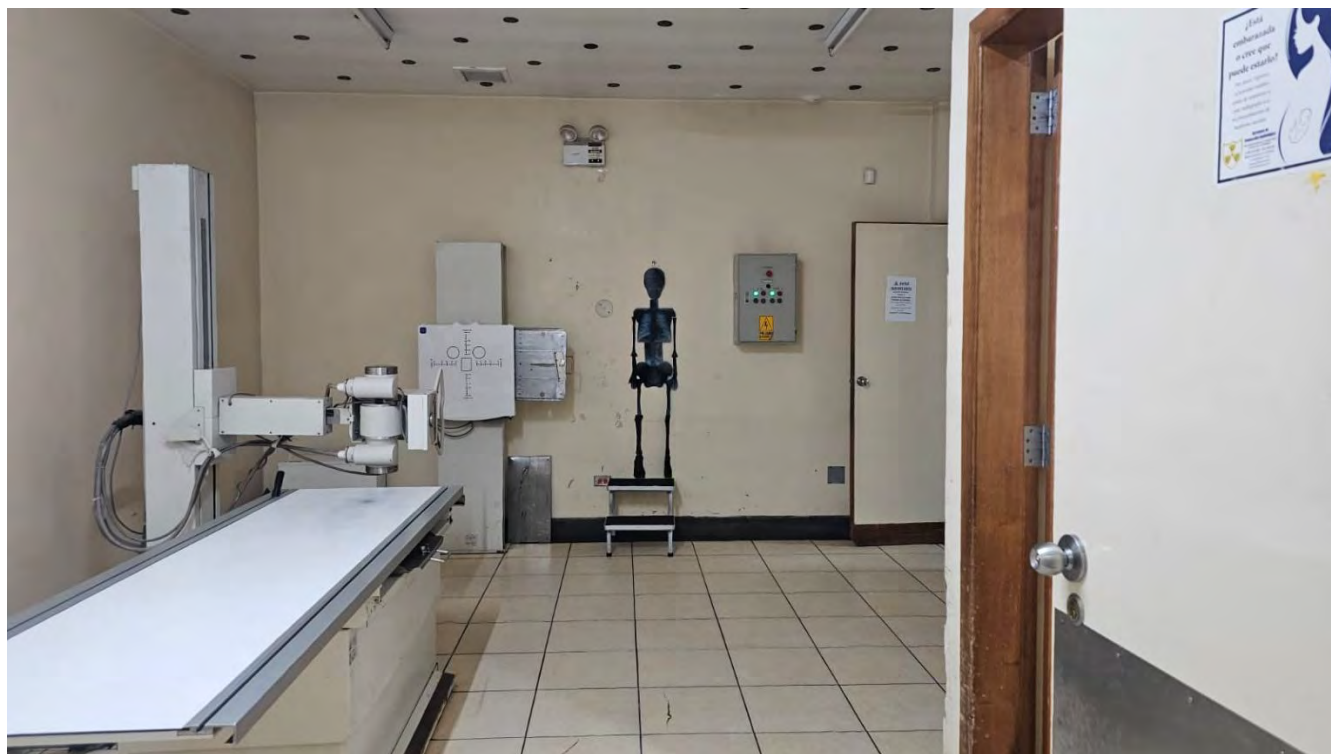
Evidencia Fotográfica 7: Ítem 5.1.3



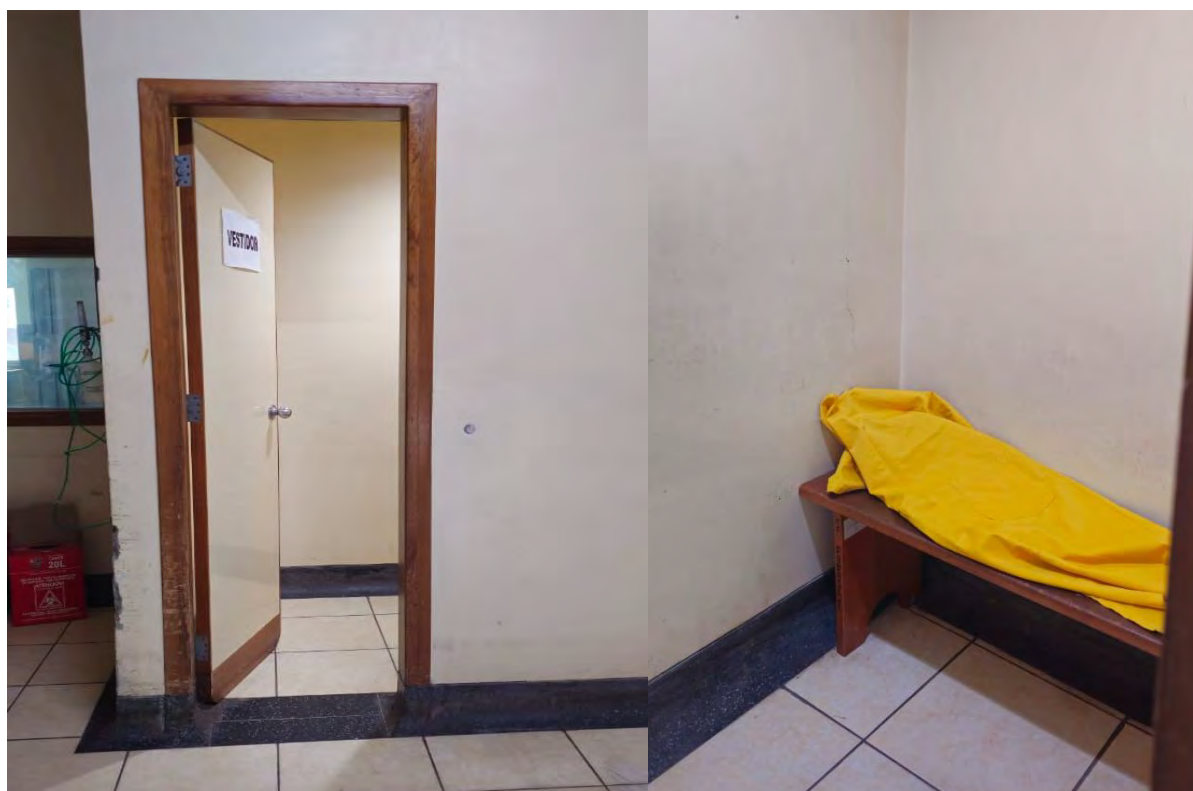
Evidencia Fotográfica 8: Ítem 5.1.5.



Evidencia Fotográfica 9: Ítem 5.2.1



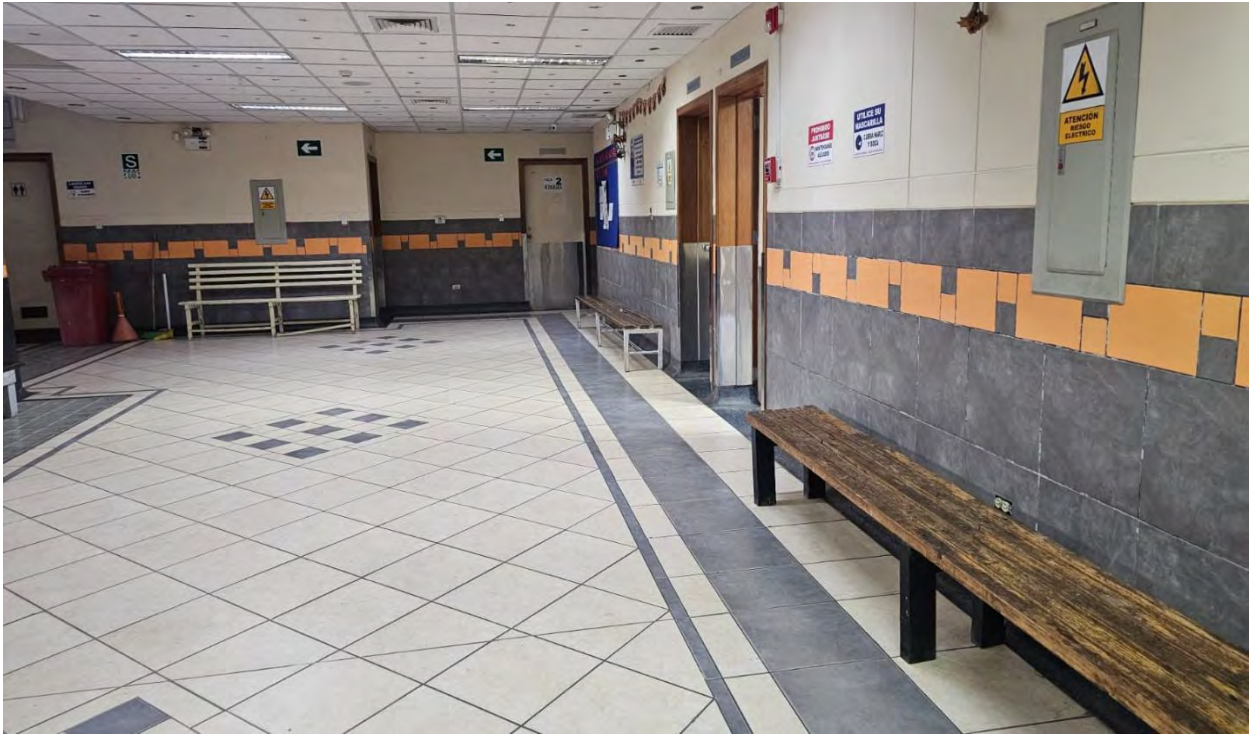
Evidencia Fotográfica 10 Ítem 5.2.2.



Evidencia Fotográfica 11: Ítem 5.2.3.



Evidencia Fotográfica 12: Ítem 5.2.4.



Evidencia Fotográfica 13: Ítem 5.3.2.



Evidencia Fotográfica 14: Ítem 5.3.3.

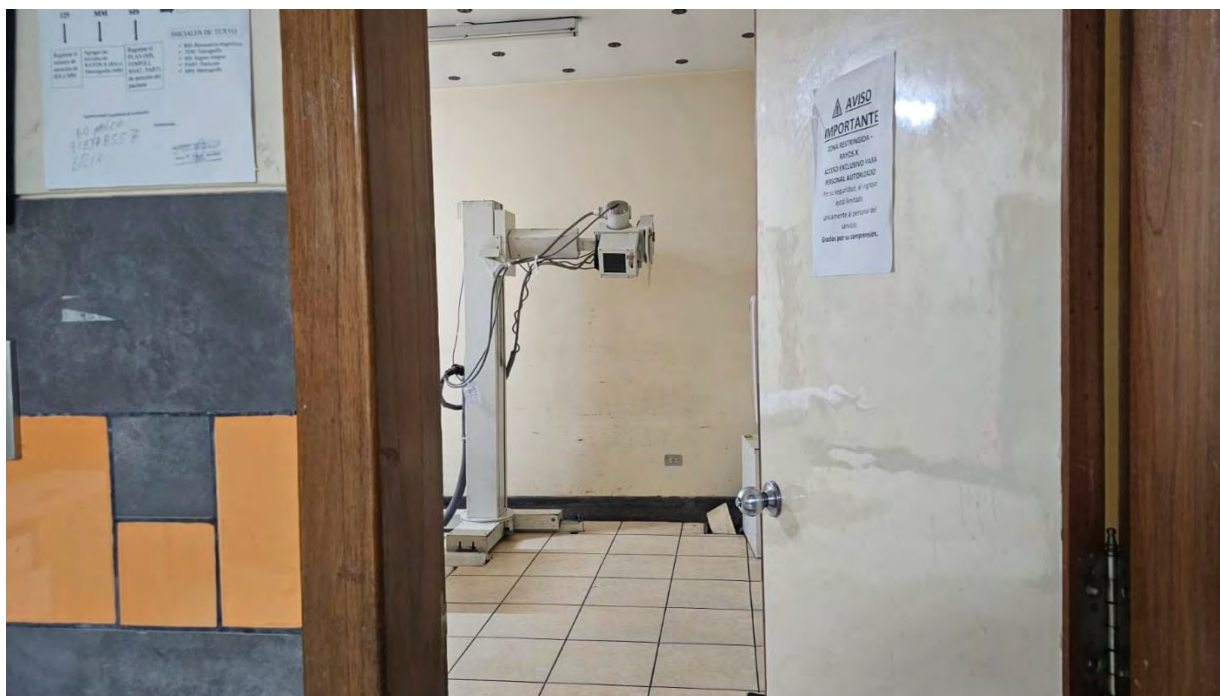


Evidencia Fotográfica 15: Ítem 5.3.4.

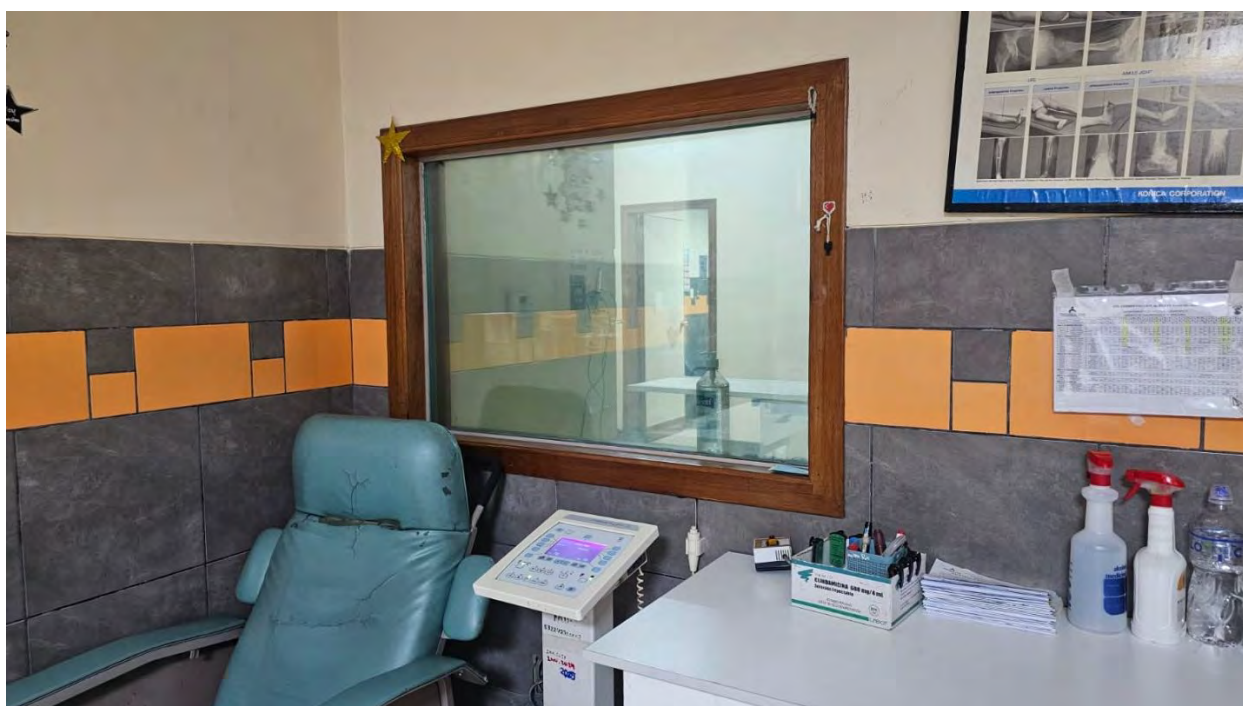


Evidencia Fotográfica 16: Ítem 5.3.5, Ítem 5.3.6.





Evidencia Fotográfica 17: Ítem 5.3.7, Ítem 5.4.3.





Evidencia Fotográfica 18: Ítem 5.3.8.



Evidencia Fotográfica 19: Ítem 5.4.1



Evidencia Fotográfica 20: Ítem 5.4.4





Evidencia Fotográfica 21: Ítem 5.5.3



Evidencia Fotográfica 22: Ítem 5.5.4, Ítem 5.5.9



Evidencia Fotográfica 23: Ítem 5.5.6



Evidencia Fotográfica 24: Ítem 5.5.7, Ítem 5.5.8, Ítem 5.5.12



Evidencia Fotográfica 25: Ítem 5.5.11



Evidencia Fotográfica 26: Ítem 5.6.1, Ítem 7.2.10, Ítem 7.2.11



CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD

N° **787**

EMPRESA AUTORIZADA POR EL INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EMPRESA SEGURIDAD Y TECNOLOGIA EN PROTECCION RADIOLOGICA E.I.R.L CERTIFICA QUE HA REALIZADO LA EVALUACION RADIOLOGICA DE

HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO

Dirección: AV. LA CULATURA S/N CUSCO, CUSCO, CUSCO.

EQUIPO DE RAYOS X EVALUADO:

TIPO / USO	MARCA	MODELO	SERIE
CONVENCIONAL	SMAN SRL	ROLLER 15	T8428
CONVENCIONAL PORTATIL			

Verificando que los parámetros técnicos y geométricos del equipo se encuentran dentro del nivel de aceptación indicado en los protocolos aprobados a la empresa. Superando las pruebas exigidas por la Norma Técnica IR.003.2013 "Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X" (R.P. 123-13-IPEN/PRES) Instituto Peruano de Energía Nuclear.

Informe Técnico de Control de Calidad Nro.: STPRGB-2024-CONVENCIONAL-787

(*) Vencimiento: Jueves, 18 de Setiembre de 2025



DANIELA ROSA RAMOS
GERENTE
SEGURIDAD Y TECNOLOGIA
EN PROTECCION RADIOLOGICA E.I.R.L

Lima, miércoles, 18 de Setiembre de 2024

(*) Cualquier modificación de las características del equipamiento da por anulada la vigencia de este certificado

Seguridad y Tecnología en Protección Radiológica E.I.R.L. RUC N° 29611266422
 Dirección: Calle Medigiani 270 Urb. La Calera Surquillo Lima
 seguridadytecnologiapr@gmail.com Teléfono: 997180466 / 959227658

Evidencia Fotográfica 27: Ítem 6.2.1



Evidencia Fotográfica 28: Ítem 6.4.2, Ítem 6.4.7



Evidencia Fotográfica 29: Ítem 6.4.4, Ítem 6.4.5, Ítem 6.4.6



Evidencia Fotográfica 30: Ítem 6.4.9



nuclear control
DOSIMETRÍA DE RADIACIONES

Reporte de Dosimetría de Radiaciones



In Light Systems
by LANDAUER

CODIGO	CLIENTES	PROCESO	PAG
7151	HOSPI APOYO DPTAL. CUSCO- RX	20250918 Sept 2025	1

PARTICIPANTE				DOSIS DEL MES EN MILISIVERTS			DOSIS ANUAL EN MILISIVERTS								
CODIGO	NOMBRES	SEXO	TP	RAD	EFFECTIVA	CRISTALINO	PIEL	EFFECTIVA	CRISTALINO	PIEL	AJU	REP	MES	AÑO	NUMERO
00152	AGRAMONTE CARREÑO, Fredy Armando	M	I	1		0.10	M	M	0.60	0.00	0.00	12	7	2025	1119730
06200	ANCCO QUISPE, Zenon	M	I	1		M	M	M	0.20	0.00	0.00	6	7	2025	1119732
06198	ARAOZ CARREÑO, Adolfo	M	I	1		0.10	M	M	0.40	0.00	0.00	6	7	2025	1119731
23862	ARIZABAL TICONA, Kellie Gisvel	F	I	1		M	M	M	0.20	0.00	0.00	6	7	2025	1119746
30753	AYALA QUISPE, Waymer	M	I	1		0.10	M	M	0.35	0.00	0.00	6	7	2025	1119750
17430	AYMA VALENCIA, Noe	M	I	1		0.15	M	M	0.95	0.00	0.00	13	7	2025	1119740
22215	BLAS AGUILAR, Sergio Ernesto....	M	I	1		0.15	M	M	0.35	0.00	0.00	6	7	2025	1119745
23979	BORDA VERA, Williams	M	I	1		0.10	M	M	0.20	0.00	0.00	5	7	2025	1119748
30828	CCORI YANAPA, Braulio	M	I	1		0.10	M	M	0.10	0.00	0.00	6	7	2025	1119751
16189	CCORIMANYA LOAIZA, Hilda	F	I	1		0.10	M	M	0.20	0.00	0.00	5	7	2025	1119737
16505	HUAMAN SHUPINGAHUA, Alexandra Rocio	F	I	1		0.10	M	M	1.25	0.00	0.00	13	7	2025	1119739
23768	LOPEZ AGUILAR, Juan Manuel	M	I	1		0.15	M	M	0.25	0.00	0.00	6	7	2025	1119747
06202	MAQUERA HILARIO, Antonio	M	I	1		M	M	M	0.40	0.00	0.00	6	7	2025	1119734
06201	MESICANO CHOQUE, Roberto	M	I	1		0.10	M	M	0.45	0.00	0.00	6	7	2025	1119733
31309	OCHOA BECERRA, Francisco	M	I	1		0.15	M	M	0.80	0.00	0.00	6	7	2025	1119752
06878	QUISPE CACERES, Jose Arturo	M	I	1		0.10	M	M	0.25	0.00	0.00	5	7	2025	1119735
10975	SALAS TIAHUALLPA, Manuel	M	I	1		0.10	M	M	0.55	0.00	0.00	6	7	2025	1119736
16356	TAIPE CANO, Miryan	F	I	1		M	M	M	0.20	0.00	0.00	6	7	2025	1119738
17431	TAMAYO SALAS, Shoreyda	F	I	1		0.10	M	M	0.30	0.00	0.00	6	7	2025	1119741
21962	VILCA GOMEZ, Nelly Yaneth	F	I	1		0.15	M	M	0.25	0.00	0.00	6	7	2025	1119744

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

P-ARD-01-F01 REV 01

Evidencia Fotográfica 31: Ítem 7.1.1, Ítem 7.1.2

Rx 16793



Ministerio de Salud
Personas que Atendemos Personas

HOSPITAL REGIONAL CUSCO



SOLICITUD DE EXÁMENES DE IMAGENOLOGIA

SIS (7) - SOAT () FOSPOLI () N° PARTICULAR () PF: 4405893

RADIOGRAFIA ☒ ECOGRAFIA ☐ TAC ☐ RM ☐ ENDOSCOPIA ☐ CEPRE ☐ SEC = 664183

MAMOGRAFIA ☐ ECODOPPLER ☐

PACIENTE: Lepruana Quiza Colque EDAD: 68 SEXO ☐ M ☒ F

SERVICIO: CE O.T. H.C. 1002616 CAMA N°

(1) Rx Tórax P.A.

(2) Rx Columna - Lumbos AP - LAT.

(3) Rx Comparativa de Rodillas AP

DATOS CLÍNICOS: Rx de pelvis AP

IMPRESIÓN DIAGNÓSTICA: poliartrosis 17c Neuropatía por Rx y riesgo quirúrgico

FECHA: 22.07.22 HORA: 4-10 PM

FIRMA Y SELLO DEL MEDICO SOLICITANTE

 Dr. Reynaldo Cabrera Berro
 C.M.P. 52471 R.N.E. 4243

Evidencia Fotográfica 32: Ítem 8.1



Evidencia Fotográfica 33: Ítem 8.2



Evidencia Fotográfica 34:

