

**PRÁCTICAS DE SEGURIDAD PARA EL CONTROL DE RIESGO A RADIACIÓN
IONIZANTE, UNIDAD RADIOLÓGICA. MANIZALES**

**YESICA ALEJANDRA CÁRDENAS REINOSA
JENNY PAOLA MARTÍNEZ GIRALDO
MARIA CAMILA TRUJILLO GALLEGO**

**ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
UNIVERSIDAD DE MANIZALES
MANIZALES-COLOMBIA**

2018

Resumen

El presente proyecto se desarrolló en una empresa de radiología ubicada en la ciudad de Manizales, el estudio se realizó durante tres meses. Al inicio del estudio se encontró que la empresa contaba con documentación dirigida a la seguridad de consultantes o pacientes, pero no con documentación que involucrara al personal que labora.

La ausencia de esta documentación es altamente preocupante por las cantidades de radiación que se emiten a diario en ese lugar. Por ello se utilizaron la matriz de identificación de peligros y riesgos, una lista de chequeo y una encuesta con el fin de detectar las fallas en la documentación.

Al final del estudio se construyó una cartilla para facilitarle a la empresa y al personal que labora en ella, la socialización de las buenas prácticas seguras y salud en el trabajo para laborar con radiaciones ionizantes.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	PLANTEAMIENTO PROBLEMA	2
3	PREGUNTA PROBLEMA	3
4	JUSTIFICACIÓN	4
5	OBJETIVOS	5
5.1	OBJETIVO GENERAL.....	5
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
6	MARCO TEÓRICO	6
6.1	DESCUBRIMIENTO DE LA RADIOACTIVIDAD	6
6.2	UNIDADES DE MEDIDA DE LA RADIOACTIVIDAD	7
6.3	RADIACIONES SEGÚN SU NATURALEZA	7
6.3.1	<i>Radiaciones electromagnéticas</i>	7
6.3.2	<i>Radiaciones corpusculares</i>	7
6.3.3	<i>Radiaciones según su efecto biológico</i>	8
6.4	EQUIPOS UTILIZADOS PARA DIAGNÓSTICO MÉDICO.....	8
6.4.1	<i>Mamógrafo o Mastógrafo</i>	9
6.4.2	<i>Tomógrafo</i>	9
6.4.3	<i>Densitómetro</i>	9
6.4.4	<i>Rayos X</i>	10
6.4.5	<i>Ecógrafo</i>	10
6.5	HISTORIA DE LA RADIOPROTECCIÓN	11
6.5.1	<i>Protección radiológica: posguerra mundial caso estadounidense</i>	12
6.6	PRINCIPIOS DE PREVENCIÓN DE EFECTOS DETERMINISTAS Y ESTOCÁSTICOS	13
6.7	CONSECUENCIAS Y EFECTOS	14
6.8	LA ATENCIÓN MÉDICA DE LAS PERSONAS SOBREEXPUESTAS A RADIACIONES	18
6.9	CONDICIONES DE SEGURIDAD	20
6.10	ORGANISMOS DE CONTROL.....	21
7	MARCO CONCEPTUAL	23
8	MARCO LEGAL	25
8.1	NACIONAL	25
8.1.1	<i>Regulación</i>	25
8.1.2	<i>Medidas sanitarias radiación ionizante</i>	26
8.1.2.1	Licencia para ejercer el riesgo.....	27
8.1.2.2	Importación equipos de Radiación Ionizante.....	27

8.1.2.3	Protección radiación ionizante	27
8.1.2.4	Medidas protección a radiaciones internas	28
8.1.2.5	Medidas protección a radiaciones externas	29
8.1.2.6	Exámenes médicos	29
8.1.2.7	Dosimetría.....	30
8.1.2.8	Dosis permitida	30
8.1.2.9	Almacenamiento de material.....	31
8.1.2.10	Pensiones especiales	31
8.1.2.11	Clasificación según el riesgo.....	32
8.1.2.12	Medición de radiación ionizante	33
8.1.2.13	Enfermedad profesional a uso por radiación ionizante	34
8.1.2.13.1	Condiciones sanitarias.....	34
8.1.2.13.2	Uso de equipos de radiación	36
8.1.2.13.3	Requisitos para ejecución de prácticas radiación ionizante	36
8.2	INTERNACIONAL.....	37
8.2.1	<i>Argentina</i>	37
8.2.1.1	Equipos e instalaciones	39
8.2.1.2	Condiciones de seguridad.....	40
8.2.2	<i>España</i>	42
9	METODOLOGÍA.....	46
9.1	TIPO DE ESTUDIO.....	46
9.2	MUESTRA.....	46
9.3	CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	46
9.4	INSTRUMENTOS A UTILIZAR	46
10	RESULTADOS	48
10.1	ENCUESTA	48
10.2	LISTA DE CHEQUEO	50
10.3	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS:	54
10.4	CARTILLA	55
11	CONCLUSIONES.....	58
12	ANEXOS	59
12.1	CONSTANCIA DESARROLLO TRABAJO DE GRADO	59
12.2	ENCUESTA	60
12.3	LISTADO DE ASISTENCIA	63
12.4	CARTILLA	64
13	BIBLIOGRAFÍA	66

1 Introducción

Imágenes Médicas Diagnósticas Parque Médico S.A.S se consolida en el 2014 a partir de varias empresas con razón social similar, del sector con diferentes alcances y ubicaciones, cuenta con un equipo de profesionales médicos que se ponen a disposición de pacientes y otros profesionales de la salud para brindar tranquilidad y bienestar.

En la actualidad cuentan con los siguientes servicios: radiología (técnica tradicional para detectar lesiones y enfermedades), ecografía (técnica de imágenes diagnósticas generadas a través de ondas sonoras, también conocida como ultrasonido), mamografía (utiliza rayos x de baja energía para crear imágenes y examinar el tejido mamario), escanografía o tomografía computada (consiste en la generación de imágenes por cortes virtuales de los órganos incluyendo cerebro, pulmones y abdomen), densitometría (diagnostica osteoporosis al medir la densidad de los huesos y su contenido mineral).

La empresa cuenta con cinco unidades diferentes, en la toma diagnóstica la cuales son: el Tomógrafo, Mamógrafo, Densitómetro, Ecógrafo, Rayos, donde los empleados se encuentran expuestos a radiación ionizante, en vista de lo anterior, con este proyecto investigativo se pretende identificar, analizar y así proponer prácticas seguras para esta radiación.

La empresa cuenta con hojas de vida de cada máquina que se encuentra en el lugar en conjunto con su medición, sin embargo, como se pudo detectar no cuentan con protocolos establecidos dirigidos a los empleados. Por lo tanto, se decidió hacer una propuesta informando prácticas seguras enfocadas al riesgo físico por radiación ionizante.

2 Planteamiento problema

A través de los años se ha podido ver los beneficios del uso de las máquinas emisoras de radiaciones ionizantes con fines diagnósticas. Sin embargo, también se ha podido ver los efectos o complicaciones que estas pueden traer, comportándose como un enemigo silencioso para los individuos que interactúan con las radiaciones ionizantes.

Por décadas los usos de estas radiaciones permiten detectar enfermedades que mediante el diagnóstico pueden ser reversibles o irreversibles en el ser humano; por lo antes expuesto en este contexto es necesario realizar una investigación sobre la identificación de peligros que estas conllevan.

Actualmente, en la empresa se cuenta con las medidas de seguridad habilitada hacia el paciente en cuanto a la práctica segura en la operación de equipos de radiología y existen unas medidas de seguridad básicas que por ley y prevención deben usarse; sin embargo, no existen unas medidas que orienten a la empresa frente a la seguridad de sus trabajadores por el uso de los equipos radiológicos.

No obstante, dentro de la documentación existente en la empresa, se pudo observar que esta cuenta con hojas de vida de cada máquina, sin embargo como se pudo detectar no cuenta con protocolos establecidos dirigido a los empleados. Por ello, la empresa ha creado documentos que permiten controlar la operación del equipo, pero no se encuentran determinadas específicamente las medidas de protección individual o colectivas que deban tener los trabajadores en su actuar.

Por lo tanto, es necesario realizar un estudio técnico complementario, con el fin de definir las prácticas seguras dirigidas para trabajadores.

3 Pregunta problema

¿Cuáles son las prácticas seguras para controlar el riesgo de exposición radiológica en una unidad de radiología en la ciudad de Manizales?

4 Justificación

Las investigaciones con referencia a la exposición con radiación muestran en su mayoría, que los empleados o profesionales dedicados a la toma de imágenes diagnósticas están expuestos a un enemigo silencioso que no se siente y que puede ser peligroso cuando se genera una confianza con los equipos que no generan dosis altas de radiación. Sin embargo, las bajas dosis son las más peligrosas, ya que el personal que las manejan puede someterse a prolongados tiempos de exposición sin ser conscientes de ello. Cabe resaltar que el tipo de exposición entre los empleados expuestos y entre las diferentes unidades tiene altas o bajas dosis de radiación, por tal razón el riesgo para cada empleado es diferente.

En Colombia, las investigaciones referentes a la radiación ionizante tanto locales como nacionales son escasos, por tal motivo se realizó este proyecto, con el objetivo de velar por el bienestar de los empleados, proporcionando practicas seguras en radiación ionizante para que el desarrollo de sus labores y procesos sean en óptimas condiciones y con una excelente protección, pretendiendo optimizar la seguridad de los empleados.

Igualmente, al establecer las buenas prácticas para el control del riesgo a nivel personal, de las fuentes de radiaciones ionizantes, se le está brindando tanto a la empresa como a sus empleados un valor agregado para que puedan desarrollar prácticas seguras en el uso de equipos radiológicos basadas en el marco normativo.

5 Objetivos

5.1 Objetivo general

Proponer prácticas seguras para controlar el riesgo por radiación ionizante en una unidad de radiología en la ciudad de Manizales.

5.2 Objetivos específicos

1. Evaluar los peligros y riesgos asociados a la exposición por radiaciones ionizantes en los diferentes procedimientos en una unidad de radiología.
2. Analizar las condiciones de seguridad existentes para trabajar con radiaciones ionizantes.
3. Plantear recomendaciones de prácticas seguras para los diferentes procedimientos de la unidad radiológica.

6 Marco teórico

6.1 Descubrimiento de la radioactividad

La radiactividad fue descubierta por el científico francés Antoine Henri Becquerel en 1896 de forma casi ocasional al realizar investigaciones sobre la fluorescencia del sulfato doble de uranio y potasio. Descubrió que el uranio emitía espontáneamente una radiación misteriosa (Foro Nuclear, s.f)

Los radiólogos de aquellos tiempos en los albores del siglo XX sufrieron lesiones debidas a la radiación. Marie Curie, premio Nobel por el descubrimiento del Radio, murió en 1934 a los 60 años víctima de leucemia, debida a toda una vida expuesta a sus radiaciones. Casi dos años después, su hija Irene recibía, junto a su marido Frederic, el premio Nobel por el descubrimiento de la radiactividad artificial. Pocos años antes, había empezado a dar sus primeros pasos una nueva rama de la Física, era el inicio de lo que hoy llamamos Protección Radiológica (Martínez, 2011)

En 1928, se creó el primer Congreso Mundial de Radiología, llamado "Comité Internacional de Protección para los Rayos X y el Radio". Este Comité ha sido reestructurado en 1950 y constituye la actual "Comisión Internacional de Protección Radiológica", la cual se ha convertido con el tiempo en el órgano de referencia mundial para establecer los conceptos y principios de un Sistema de Protección y, consecuentemente, los Criterios o Normativas internacionales y nacionales (Martínez, 2011).

Es necesario mencionar que la protección se basa en las evidencias científicas de los efectos de las radiaciones ionizantes. Relacionado con ello existe desde 1955 el Comité Científico de Naciones Unidas para el Estudio de los efectos de las radiaciones ionizantes, el cual es el organismo de referencia de los efectos de las radiaciones (Martínez, 2011). Es de reconocer la visión de las personas involucradas en el descubrimiento de la radiación, a partir de esto, surge la necesidad de implementar y categorizar, normas y leyes para dar un control sobre este riesgo, de las cuales se profundizarán en el transcurso del presente trabajo.

6.2 Unidades de medida de la radioactividad

La radioactividad se mide en becquerelios (Bq), que es una unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades, que equivale a una desintegración nuclear por segundo. Los becquerelios indican la velocidad de desintegración de una sustancia radiactiva. A mayor cantidad de becquerelios más rápidamente se desintegrará (mayor número de desintegraciones por segundo) y por tanto más “activa” sería la sustancia (Foro nuclear, s.f.).

6.3 Radiaciones según su naturaleza

6.3.1 Radiaciones electromagnéticas.

Se presenta como ondas que viajan en el espacio a la velocidad de la luz. Una de las características más importantes de la radiación electromagnética es la cuantización de la energía, es decir, que la energía viaja en paquetes de partículas sin masa (fotones) lo que establece que las cantidades de energía son discretas. Como ejemplo de la radiación electromagnética están los Rayos Gamma y los Rayos X.

6.3.2 Radiaciones corpusculares.

Corresponde al transporte de energía por medio de partículas subatómicas que viajan a grandes velocidades. Como ejemplo de la radiación corpuscular está la radiación alfa, beta y neutrónica. (Giraldo Galvis, 2016).

Existen dos formas de propagación de la radiación una es la electromagnética que puede manifestarse de diversas maneras como radiación infrarroja, luz visible, rayos x o gamma y la otra es la corpuscular que se transmite por partículas subatómicas y éstas se pueden mover a gran velocidad con apreciable transporte de energía.

6.3.3 Radiaciones según su efecto biológico

Por su efecto biológico, las radiaciones se pueden clasificar en dos tipos: radiaciones ionizantes o de alta energía y radiaciones no ionizantes o de baja energía.

- Radiaciones ionizantes o de alta energía, que a su vez pueden ser corpusculares, constituida por partículas subatómicas (electrones, neutrones, protones), son las radiaciones alfa, beta y rayos cósmicos ó electromagnéticos, son los rayos gamma y los rayos X. Estas radiaciones al incidir sobre los tejidos, pierden parte de la energía, separando electrones de los átomos sobre los que inciden y transformándose en iones.
- Radiaciones no ionizantes o de baja energía, no son capaces de ionizar los átomos, por lo que el efecto biológico es menor, actuando más bien a través del efecto térmico, mecánico y fotoquímico en los tejidos. Las radiaciones no ionizantes son de tipo electromagnético y engloba las radiaciones ópticas (ultravioleta, visible e infrarroja) y los campos electromagnéticos (microondas y radiofrecuencias) (Federación de enseñanza de CC.OO de Andalucía, 2009).

Por este motivo se tiene las radiaciones ionizantes o de alta energía como las más nocivas para los seres vivos, por su alta capacidad de intervenir en los procesos celulares, dando una distorsión a los tejidos, provocando muchas veces según su nivel y tiempo de exposición a cáncer.

6.4 Equipos utilizados para diagnóstico médico

En la actualidad se cuentan con diversos equipos en el campo de la medicina que ayudan a tener un diagnóstico eficaz para determinada patología, también se cuenta con equipos invasivos que son medios para desarrollar tratamientos. Algunos de los equipos que se han creado para este campo son:

6.4.1 Mamógrafo o Mastógrafo.

Este es capaz de producir una imagen que identifica las estructuras de la glándula mamaria (vasos sanguíneos, tejido glandular, grasa, etc.) para así visualizar y detectar fases tempranas de lesiones que puedan suponer una neoplasia.

En 1963 Robert Egan hizo una modificación al equipo de rayos x para así adaptarlo a la mama, emergiendo como subespecialidad de la radiología; en los años 90 se desarrolló la mamografía digital y en el año 2000 la FDA (Food and Drug Administration - Administración de Alimentos y Medicamentos) aprueba el primer mamógrafo de campo completo.

En la actualidad la dosis recibida por la glándula mamaria al realizar un estudio completo de dos incidencias por mama es de 3,7 mGy para mamografía digital y de 4,7 mGy para mamografía analógica (Viloria Barragán, 2010).

6.4.2 Tomógrafo.

La Tomografía Axial Computarizada (TAC) es, sin duda, el más significativo avance de la historia de la imagen médica desde el descubrimiento de los Rx por Röengent en 1895. El 1 de Octubre de 1971 se realizó el primer escáner craneal en un hospital de Londres y desde su presentación en 1972 esta técnica radiográfica se ha convertido en un método insustituible para el estudio de múltiples procesos patológicos y prueba de ello es la concesión del Premio Nobel a sus descubridores en 1979 (Federación de Enseñanza de CC.OO Andalucía, 2009b).

6.4.3 Densitómetro.

A principios de la década de los 60, se introdujo la densitometría o absorciometría fotónica simple. Es un examen utilizado para evaluar el contenido calcio de los huesos y permite evaluar la pérdida de hueso y diagnosticar la osteoporosis.

La mayoría de los equipos utilizados son aparatos centrales, que se utilizan para medir la densidad ósea en la cadera y en la columna. Generalmente, se encuentran en hospitales y consultorios médicos. Los dispositivos centrales cuentan con una mesa lisa y grande y un "brazo" suspendido sobre la cabeza. Los dispositivos periféricos miden la densidad ósea en la muñeca, el talón o el dedo y por lo general se encuentran disponibles en farmacias o unidades sanitarias móviles en la comunidad (RadiologyInfo.org, s.f.).

6.4.4 Rayos X.

La radiografía, también conocida como "rayos x", ha revolucionado la medicina gracias a su gran capacidad para diagnosticar múltiples enfermedades y lesiones, ya que permite ver imágenes de las estructuras internas de cuerpo como órgano, tejidos o huesos. Puede detectar fracturas óseas, inflamaciones, derrames, tumores y más. Hoy en día existen un gran número de aplicaciones y aparatos de diagnóstico que utilizan rayos X, en combinación también con técnicas nucleares. (Foro Nuclear, s.f.).

El inventor de los rayos X fue el físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen, fue galardonado con el premio Nobel de Física en el año 1901. La academia sueca se lo concedió como muestra de reconocimiento a los magníficos avances que su descubrimiento había brindado a la sociedad. (curiosfera, s.f.)

6.4.5 Ecógrafo.

El ultrasonido diagnóstico o sonografía, conocido popularmente como Ecografía, ha tenido una evolución muy rápida gracias a su inocuidad, facilitando la posibilidad de practicar repetidamente exploraciones ecográficas a un mismo paciente, sin riesgos, sin preparaciones dispendiosas y a un costo relativamente bajo.

A lo largo del siglo XX, se han producido grandes avances en el estudio de los ultrasonidos, especialmente en lo relacionado con las aplicaciones: acústicas, subacuáticas, medicina, industria, etc. Langevin lo empleó durante la primera Guerra Mundial para sondeos subacuáticos, realizando un sencillo procesamiento de las ondas y sus ecos. Richardson y Fessenden, idearon un método para localizar icebergs, con un procedimiento similar al utilizado hoy en día (método de impulsos). Mulhauser y Firestones entre 1933 y 1942 aplicaron los ultrasonidos a la industria y a la inspección de materiales (Díaz Murillo, s.f.).

6.5 Historia de la radioprotección

- 1. La edad de los pioneros (1895-1915):** comprende el descubrimiento de muchos de los efectos biológicos de las radiaciones, y la recomendación de primitivas medidas de protección.
- 2. La edad de oro de la radiología (1915-1940):** aparecen los Comités de Radio protección, las primeras unidades internacionales de medición y las primeras dosis de tolerancia propuestas.
- 3. La edad de oro de la radio protección (1940-1960):** en el entorno del desarrollo de la bomba atómica, nace la Física Sanitaria como profesión. Al desecharse el concepto de "umbral", aparece la preocupación por la exposición del público a las radiaciones, y se introducen programas de educación y mejoras técnicas para minimizar las dosis recibidas por los pacientes en el transcurso de los estudios radiológicos.
- 4. La era moderna (1960- Presente):** Disminución de las dosis de exposición y regulación de la utilización de los rayos X. Creciente complejidad de la aparatología y desarrollo de otros métodos de diagnóstico que no utilizan radiaciones ionizantes.

La finalidad de la radio protección radiológica es proteger al individuo y su descendencia y a la población en general, de los riesgos de la utilización de equipos o materiales, que produzcan

radiación ionizante. La filosofía de la radio protección es conseguir en forma sistemática, la limitación de dosis basándose en tres puntos:

1- Justificación: No debe ser autorizada ninguna actividad que origine la exposición humana a las Radiaciones Ionizantes, si no se produce un beneficio neto, positivo, teniendo en cuenta su detrimento que implica la exposición a las Radiaciones ionizantes.

2-Optimización: La dosis de exposición debe de ser tan baja como razonablemente sea posible.

3- Limitación: La dosis no debe superar los límites que tienen por objeto asegurar una protección adecuada aun para los individuos más expuestos (Vigabriel Poppe , Ayarde Romero, Ocampo Rodríguez, Arí Zubieta , & Huarin , 2006).

6.5.1 Protección radiológica: posguerra mundial caso estadounidense.

Las urgencias impuestas por la carrera armamentística tras la Segunda Guerra Mundial resultaron determinantes en el desarrollo de la protección radiológica en los EUA. La minería del uranio fue uno de los sectores que padeció las presiones derivadas del nuevo escenario geopolítico internacional. Se calcula que más de cinco mil mineros trabajaron entre 1946 y 1970 en la extracción del uranio demandado por la industria militar estadounidense. Aunque la AEC fue hasta mediados de los años 1960 el único comprador del uranio extraído en las minas estadounidenses, las minas de propiedad privada estaban fuera de su jurisdicción. Las explotaciones mineras, ubicadas en estados como Nuevo México, Arizona, Utah y Colorado, emplearon preferentemente a grupos poblacionales socialmente aislados, como indios navajos o miembros de la comunidad mormona. Las deficientes condiciones de trabajo en las minas, las nulas medidas de reducción del radón y otros polvos radiactivos, la ausencia de información a la población expuesta y la escasa respuesta de los responsables de la AEC o del Public Health Service dieron lugar a una clara

sobremortalidad por cáncer entre los mineros expuestos. Hasta 1967, no se adoptaron medidas de protección radiológica en las minas de uranio estadounidenses. (Menéndez Navarro & Sánchez Vázquez, 2013).

6.6 Principios de prevención de efectos deterministas y estocásticos

Los efectos deterministas tienen un umbral de dosis de radiación, por debajo del cual no tienen lugar y por encima del cual su gravedad aumenta con la dosis de radiación; por ejemplo, las radiolesiones de piel o del cristalino. Para cada tipo existe un umbral de dosis diferente. Las células más radio sensibles en la piel son aquellas que se encuentran en el sustrato basal de la epidermis.

Los efectos estocásticos o probabilistas son aquellos cuya probabilidad de ocurrir aumenta con la dosis, pero no la gravedad del efecto, por ejemplo, la inducción de cáncer, efectos genéticos o algunos de los efectos sobre el embrión/fetos descendientes de padre o madre que han trabajado o recibido rayos X.

Los rayos X pueden impactar directamente sobre el núcleo celular, induciendo mutaciones sobre el ADN mediante un mecanismo directo de ionización y excitación del mismo o por efecto indirecto sobre el núcleo por la liberación de radicales libres. A partir de aquí existen 3 posibilidades:

- Que esa mutación se repare sin secuelas
- Que la célula se muera (efecto determinista que puede dar lugar a radiolesión)

- Que la célula sobreviva mutada por una reparación defectuosa (efecto estocástico, potencialmente cancerígeno o enfermedad hereditaria)

Por lo tanto, los rayos X producen 2 tipos de efectos:

- Los deterministas o radiolesiones (tales como eritema cutáneo, depilación, úlcera de piel, cataratas o esterilidad)
- Los estocásticos o probabilistas (principalmente cancerígenos o hereditarios).

El objetivo de la protección radiológica es evitar los efectos deterministas (lesiones de piel, cataratas, etc.) y reducir en lo posible la probabilidad de efectos estocásticos (cancerígenos).

Los 3 principios mencionados anteriormente, se aplican tanto a los trabajadores como al público. A los pacientes se les aplican también los principios de justificación y optimización, pero no los límites de dosis, ya que una vez justificada la exposición y optimizada la protección, el riesgo derivado de las dosis de radiación que pueda recibir el paciente siempre se verá compensado con creces por el beneficio médico. En otras palabras, que la imposición de límites de dosis a los pacientes iría en detrimento de la eficacia del procedimiento (Durán, 2015).

Por tal motivo día a día se implementan medidas que puedan combatir este riesgo, siendo inminente para quien tenga contacto con él y no use su debida protección ya que en la actualidad por motivos médicos está más común el uso de estas radiaciones.

6.7 Consecuencias y efectos

A nivel mundial, los agentes físicos, químicos y biológicos (incluidas las radiaciones ionizantes y en particular los rayos X) son catalogados como agentes capaces de producir daño orgánico, ya que la radiación interacciona con los átomos de la materia viva, generando en ellos el fenómeno

de ionización que causan cambios importantes en células, tejidos, órganos en el individuo y su descendencia (Gómez Gómez & Pico Melo, 2013).

La cantidad de energía de la radiación que es absorbida por el cuerpo se denomina dosis absorbida y se mide en Grays (Gy). Dependiendo del tipo de radiación y otros factores de tipo biológico el daño puede ser diferente, con lo que al tener en cuenta estos factores se hablará de dosis equivalente, que se mide en Sievert (Sv).

El Sievert es una unidad muy grande con relación a los límites de exposición permitidos (legislación española: 0,05 Sv para exposición profesional), por lo que la medida más utilizada es el milisievert (mSv). Las radiaciones ionizantes tienen dos tipos de efectos sobre la salud: efectos inmediatos y efectos retardados. Los efectos inmediatos se producen a partir de dosis superiores a 0,25 Sv y varían en función de la dosis y de los órganos afectados.

Tabla 1. Dosis absorbida de radiación y efectos

Dosis	Efectos
Menos de 1 Sv	<ul style="list-style-type: none"> ● Malformaciones fetales por exposición de la embarazada. ● Disminución número de espermatozoides. ● Alteraciones gastrointestinales, pérdida de apetito, náuseas. ● Disminución de número de linfocitos y neutrófilos. ● Fatiga, vómitos.
De 1 a 3 Sv	<ul style="list-style-type: none"> ● Anorexia, malestar general, diarrea. ● Eritema cutáneo. ● Inhibición transitoria de la producción de espermatozoides.
De 3 a 6 Sv	<ul style="list-style-type: none"> ● Bloqueo medular posiblemente reversible. ● Posible esterilidad en ambos sexos. ● Mortalidad del 50% entre 1 y 2 meses.
Más de 6 Sv	<ul style="list-style-type: none"> ● Hemorragias. ● Inflamación boca y cuello. ● Muerte antes de 15 días.

Toda exposición progresiva a radiaciones ionizantes desencadena efectos tales como esterilidad, síndromes por radiación, estos efectos se podrían evitar si las dosis que reciben las personas no sobrepasan determinados umbrales; estos son de alrededor de 0,5 gray (Gy) en el caso de la exposición aguda y de 0,1 Gy en el de la exposición crónica y otros efectos llamados "estocásticos" (la inducción del cáncer y algunos trastornos hereditarios) no pueden evitarse por completo.

Sin embargo, otros efectos llamados "estocásticos" (la inducción del cáncer y algunos trastornos hereditarios) no pueden evitarse por completo. No hay datos comprobatorios que permitan establecer una dosis umbral para la aparición de estos efectos y se considera que cualquier exposición a las radiaciones ionizantes, por pequeña que sea la dosis, contribuye a aumentar la probabilidad de inducción de cáncer y, si la exposición es de las gónadas, también de trastornos hereditarios. Los términos "determinista" y "estocástico" aluden a la naturaleza pronosticable o probabilística de estos efectos (Arias, 2006).

La cantidad de exposición a radiaciones ionizantes puede ser verídica en la salud, es importante para el personal que está involucrado con esta radiación (trabajadores, o personal médico) tener claro, cuáles son los riesgos a los que están propensos, y conocer las medidas de protección personal adecuadas para mitigar esta radiación.

Para el mes de julio de 2001, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), orientada en estudios epidemiológicos de leucemia en niños, clasificó a las radiaciones ionizantes como posiblemente cancerígenos y, por otro lado, en el encuentro regional sobre los campos electromagnéticos, Latinoamérica y el Caribe, se determinó que, si las radiaciones ionizantes no generan cáncer, pueden potenciar el crecimiento de tumores preexistentes. (Gómez Gómez & Pico Melo, 2013).

La radiación posee riesgo carcinogénico comprobado. Se estima en un 5% la posibilidad de sufrir cáncer después de una exposición médica importante. Se estima que en EE. UU. Se presentarán 29,000 nuevos casos de cáncer vinculados a las tomografías computarizadas.

Según cifras de la Comisión científica de las Naciones Unidas sobre los efectos de la radiación atómica (UNSCEAR) las tomografías computarizadas constituyen el 5% de todos los exámenes radiológicos pero aportan el 35% de la dosis colectiva.

Sin lugar a dudas los rayos X han constituido uno de los avances más importantes de la historia de la medicina pero nos enfrentan a un desafío sobre cómo utilizarlos de manera masiva en beneficio del paciente pero a su vez tratando de llevar el riesgo al mínimo para el paciente y los trabajadores.

Por todo lo expuesto queda claro que sobran los motivos para entender este tema y motivan a difundir en la manera de lo posible los probables efectos perjudiciales de la aplicación médica de los rayos X y a entrenar a los trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOE) para evitarlos en beneficio de los pacientes y el suyo propio (Durán, 2015).

A pesar de los múltiples beneficios que ha traigo a la medicina la incorporación de radiaciones ionizantes, se puede tomar como un arma de doble filo ya que sin las medidas de seguridad necesarias, trae consecuencias a la salud, provocando la muerte a grandes masas de personas expuestas.

El uso de la radiación en medicina, con fines terapéuticos o de diagnóstico, constituye sin duda uno de los aspectos más destacados del beneficio que éstas suponen para la humanidad; sin embargo, con la especificidad de que las radiaciones ionizantes pasan desapercibidas y como ‘no se sienten’ en el momento de su interacción con el ser viviente, generan una falsa sensación de seguridad (Zanzzi, 2017).

6.8 La atención médica de las personas sobreexpuestas a radiaciones

Otro aspecto en el que las autoridades de salud deberían desempeñar un papel protagónico es la atención médica de las personas sobreexpuestas accidentalmente. La evaluación diagnóstica, la estrategia terapéutica que debe seguirse y las derivaciones apropiadas incumben directamente a los profesionales de la salud y deben planificarse estableciendo los acuerdos correspondientes con las instituciones médicas involucradas (Arias, 2006).

El objetivo de la protección radiológica (PR) es prevenir los efectos determinísticos que ocurren en órganos y tejidos y limitar la aparición de efectos estocásticos (fundamentalmente cáncer) hasta un nivel que sea considerado aceptable. Para este fin se ponen los límites de dosis y los organismos reguladores requieren la implementación de los principios de optimización y PR y como resultado se espera que las dosis ocupacionales sean considerablemente.

Todos los TOE (Trabajadores ocupacionalmente expuestos) deben ser monitorizados para determinar su nivel de exposición. Ello permite detectar malos hábitos de trabajo que puedan redundar en dosis demasiado elevadas que puedan ser reducidas con ciertos consejos prácticos. Se aconseja medir mensualmente las dosis ocupacionales. En algunas jurisdicciones esta supervisión mensual es obligatoria.

La ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica) recomienda que los operadores utilicen 2 dosímetros: uno sobre el delantal a la altura de la glándula tiroidea y otro por debajo del mismo a la altura del tórax o del abdomen. Una sugerencia similar realiza la OIEA. Se sugiere también en algunos casos como en los procedimientos de EEF la dosimetría de la mano izquierda para los primeros operadores. Los requerimientos y recomendaciones sobre el número y localización de los dosímetros varían de país a país.

La sección de seguridad radiológica o de física médica de cada hospital debe revisar las dosis personales de sus TOE de forma regular. Esto permite verificar que las dosis recibidas no excedan los límites así como asegurar que las dosis recibidas se encuentren en concordancia con las esperadas en la sección y tipo de trabajo de cada TOE. También permite comparar la dosis actual con las dosis pasadas de cada TOE de manera individual y con las de otros TOE con la misma función en el mismo o en otros hospitales.

La investigación de las dosis elevadas puede resultar en cambios en las prácticas que permitan mejorar no solo la seguridad de los médicos sino también la de los pacientes y el resto del personal. Cada hospital debe investigar los niveles dosimétricos individuales sobre la base de las dosis que cabría esperar para cada TOE. Se considera apropiada una investigación cuando se sobrepasa el nivel de 2 mSv/mes en el dosímetro exterior a nivel del protector de tiroides.

Es importante recordar que los niveles de investigación no son límites de dosis sino gatillos que disparan la práctica de mejoría de la PR. Las dosis ocupacionales inesperadamente bajas también deben ser investigadas ya que pueden significar un mal uso o incluso un desuso de los dosímetros. En todos estos casos, el encargado de la sección de seguridad radiológica del hospital, el físico médico del mismo, o en su defecto la autoridad reguladora nacional, debería tomar contacto personal con el TOE para determinar la causa de esa dosis inusual y realizar sugerencias sobre cómo mantenerse en niveles de dosis que pudieran ser razonablemente lo más bajos posibles (Durán, 2015).

Los efectos determinísticos dependen de la dosis de exposición a radiación y los efectos estocásticos aumentan con la dosis de la radiación, es por esto que la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) recomienda que los TOE (Trabajadores ocupacionalmente expuestos) utilicen dos dosímetros para tener más control en la cantidad de radiación que recibe los TOE, y no excedan los límites, es realmente importante este tipo de verificaciones para que existan más controles respecto a la radiación recibida, así lograr minimizar los efectos negativos por radiaciones ionizantes.

6.9 Condiciones de seguridad

La historiografía ha explorado el surgimiento de la percepción del riesgo entre los propios profesionales médicos responsables del manejo de estas nuevas tecnologías y la adopción de las primeras medidas de protección radiológica. La ausencia de consenso en torno a unidades de medida y niveles de exposición circunscribió la adopción de medios de protección a casos considerados de uso inadecuado. Las primeras normas voluntarias de protección frente a los rayos X se adoptaron en Alemania en 1913 y en Gran Bretaña en 1915. Tras la Primera Guerra Mundial, la creciente preocupación sobre los efectos lesivos de las radiaciones ionizantes llevó al establecimiento de comités nacionales sobre el tema, si bien hasta finales de los años 1920 no se dictaron recomendaciones de protección aceptadas internacionalmente.

Al margen de las comunidades de expertos, las primeras alarmas sanitarias surgieron en la década de 1920 en sectores industriales como el de las pinturas de esferas de relojes, que habían experimentado un importante crecimiento durante la guerra. El uso extendido de las pinturas de radio, por sus ventajas para favorecer la visualización de los mensajes gracias a su efecto fosforescente, provocó la aparición de lesiones entre los trabajadores de este sector, mayoritariamente mujeres. Las trabajadoras inhalaban el radio durante la aplicación de las pinturas o bien lo deglutían al humedecer los pinceles en sus labios. Tras acumularse en el tejido óseo, el radio provocaba cuadros de necrosis mandibular, anemia, leucemia y cáncer. A pesar de las evidencias clínicas y epidemiológicas, el reconocimiento del carácter perjudicial de las pinturas con radio, la adopción de medidas de limitación de la exposición al riesgo y la obligación de indemnizar a las víctimas no se produjeron hasta mediados de los años 1930.

Es importante señalar que los organismos e instituciones que lideraron la protección radiológica con anterioridad a la Segunda Guerra Mundial fueron organizaciones profesionales científicas, no gubernamentales. Así, durante la celebración en 1929 del Segundo Congreso Internacional de Radiología se creó el International X-Ray and Radium Protection Committee (a partir de ahora IXRPC) que en 1950 pasó a denominarse International Committee on Radiological Protection (a

partir de ahora ICRP). La labor fundamental del IXRPC consistía en la realización de recomendaciones sobre medidas de radio-protección y la protección radiológica en la industria nuclear española durante el franquismo, de estimular la concienciación al respecto (Menéndez Navarro & Sánchez Vásquez, 2013).

A pesar de las víctimas que se presentaron en los principios del siglo XX, por el desconocimiento de la toxicidad que podía causar en el ser humano el radio, fueron implementadas medidas de control no pasaron muchos años para que reconocieran tal situación para indicar las recomendaciones de medidas que mitigaran este riesgo creando conciencia de esta situación.

6.10 Organismos de control

En base a la multitud de estudios y conocimientos que se han desarrollado al largo de la historia en el campo de la radiación y por consiguiente en el campo de la protección radiológica, es de importancia enumerar cuáles son los organismos competentes en dichos campos. Estos organismos se encargan de velar por nuestra seguridad y medio ambiente.

- ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica), nació en 1928 a raíz del Congreso Internacional de Radiología y en su función recae: Elaborar reglas de protección radiológica y otras utilidades de las radiaciones (ionizantes y no ionizantes) y sustancias radiactivas.

- UNSCAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), nació de la inquietud de la Asamblea General de las Naciones Unidas ante los problemas que se planteaban en los años 1950-55, como consecuencia del mayor uso y exposición de radiaciones ionizantes. Creado en 1955 por la Asamblea General, se encarga de: Evaluar los niveles de radiactividad y los riesgos para el hombre

- ICRU (Comisión Internacional de Unidades Radiológicas): Define los conceptos y las unidades necesarias de protección radiológica.

- OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) o sus siglas en inglés IAEA, se forma el 29 de Julio de 1957 como una organización internacional gubernamental autónoma, bajo los auspicios de las Naciones Unidas. Su principal objetivo es “acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en todo el mundo”. A día de hoy cuenta con 144 países miembros que a su vez se encarga de: Establecer protocolos de dosimetría y reglamentar el uso de sustancias radiactivas y generadores de radiación.

- CIEMAT. En 1951 se crea en España, la Junta de Energía Nuclear (J.E.N.) como Centro Nacional de Investigación dependiente del Ministerio de Industria, siendo el organismo encargado de los problemas de seguridad y protección contra las radiaciones ionizantes. La JEN se transforma en el CIEMAT, organismo de investigación y desarrollo tecnológico dirigido, a la formación de personal científico y técnico. Es la actual sede del laboratorio nacional de metrología de radiaciones ionizantes.

- CSN (Consejo de Seguridad Nuclear) En 1979, debido al desarrollo de la aplicación de la energía nuclear y la complejidad de su control, se consideró oportuno separar las funciones de promoción y control y se creó el CSN Ley 15/1980, como ente público independiente de la Administración del Estado (dependiente solo del Parlamento) con la misión de evaluar y controlar el diseño, construcción y operación de las instalaciones nucleares y radiactivas (Costa Mateu, Ruiz Montilla, & Bergua Canelles, 2007).

7 Marco conceptual

Radiaciones ionizantes: son aquellas radiaciones de naturaleza electromagnética o corpuscular, con suficiente energía capaces de causar por un mecanismo directo o indirecto, excitación o ionización en los átomos de la materia con la que interactúa.

Ionización: proceso o fenómeno en el cual se generan pares de iones, que en líneas generales no son más que átomos cargados eléctricamente por la pérdida o ganancia de electrones.

Radiación: fenómeno de la radiación es la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.

Gray: es una unidad considerablemente grande se suele utilizar un submúltiplo que es el mili Gray (mGry).

Efectos deterministas o no estocásticos: Son efectos inmediatos a la exposición a RI, generalmente se deben a exposiciones agudas a altas dosis, al parecer este tipo de efectos no se producen a la exposición de dosis menores.

Efectos probabilísticos o estocásticos: Los efectos no son inmediatos y se relacionan sobre todo con alteraciones celulares, mutaciones y cáncer, la gravedad de la lesión es independiente de la dosis recibida.

Efectos segunda generación: Estos son los que incluyen abortos, malformaciones congénitas, retraso mental y cáncer en la descendencia de trabajadores expuestos (Cueva Viteri, 2008)

Sievert: es una unidad derivada del SI que mide la dosis de radiación absorbida por la materia viva, corregida por los posibles efectos biológicos producidos.

Becquerel (Bq): indica la velocidad de desintegración de una sustancia radiactiva, a mayor cantidad de becquerelios más rápidamente se desintegrará (mayor número de desintegraciones por segundo) y por tanto más “activa” sería la sustancia” (Foro nuclear, s.f.)

Dosímetro: Mecanismo para medir las dosis de radiación ionizante.

Dosímetro personal: es un detector de radiaciones de tipo ionizantes, tales como las provenientes de los equipos de radiodiagnóstico o fuentes radiactivas, cuyo principal objetivo es integrar las dosis de radiación recibidas por el personal ocupacionalmente expuesto a dicho agente de riesgo, durante un determinado periodo.

8 Marco legal

El presente trabajo se desarrolló dentro de una Unidad de Radiología en la ciudad de Manizales, el cual contiene un temática y referentes legales amplios involucrados para el riesgo por radiación ionizante y que están regidos por aspectos legales que deben ser tomados en cuenta para no infringir la normatividad que existe a nivel nacional e internacional de la cual se hará referencia a continuación en el presente proyecto.

Con base a lo anterior existen organismos nacionales e internacionales que se preocupan por el bienestar físico y mental de los trabajadores.

8.1 Nacional

8.1.1 Regulación.

El Ministerio de Trabajo y Seguridad Social estableció el Decreto 205 de 2003, en el artículo 2 se expone la regulación de aspectos derivados a exposición a factores de riesgo, definir y velar por la ejecución de las políticas, planes y programas en las áreas de salud ocupacional, medicina laboral, higiene y seguridad industrial y riesgos profesionales, tendientes a la prevención de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales control de los factores de riesgo medioambientales en especial los derivados del consumo y del trabajo. No se refiere puntualmente del riesgo por radiación ionizante, pero establece en general situaciones a los que puede estar expuesto cualquier trabajador.

Artículo 2. Funciones. El Ministerio de la Protección Social tendrá, además de las funciones que las disposiciones legales vigentes hayan asignado a los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud, las siguientes:

12. Definir y velar por la ejecución de las políticas, planes y programas en las áreas de salud ocupacional, medicina laboral, higiene y seguridad industrial y riesgos profesionales, tendientes a la prevención de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales.

17. Definir, regular y evaluar el cumplimiento de las normas técnicas y las disposiciones legales relativas al control de los factores de riesgo medioambientales en especial los derivados del consumo y del trabajo.

18. Ejercer las funciones de inspección y dictamen sobre el ejercicio de profesiones y la formación de todo tipo de recurso humano para el sector que adelantan las instituciones públicas, privadas o de cualquier naturaleza, que forman parte del Sistema de Seguridad Social en Salud, de acuerdo con lo establecido en el presente decreto y en la Ley 10 de 1990.

32. Vigilar y auspiciar el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de empleo, trabajo, seguridad social, protección social e inspección y vigilancia en el trabajo y, aprobar los proyectos de cooperación técnica internacional a celebrar por sus entidades adscritas o vinculadas, en coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores, y demás entidades competentes en la materia.

8.1.2 Medidas sanitarias radiación ionizante.

El 24 de enero de 1979 el Congreso de Colombia emite la ley 9 en donde el Artículo 150 afirma que toda empresa que desarrolle cualquier actividad que signifique manejo o tenencia de fuentes de radiaciones ionizantes deberán adoptarse por parte de los empleadores, poseedores o usuarios, todas las medidas necesarias para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas directa o indirectamente expuestas y de la población en general.

8.1.2.1 Licencia para ejercer el riesgo.

El Congreso de Colombia en la ley 9 Artículo 151 y el Ministerio de Trabajo en la Resolución 131382 de 1984 y el Ministerio de Salud mediante la resolución 9031 de 1190 Art 2 establece que toda persona que posea o use equipos de materiales productores de radiaciones ionizantes deberá tener licencia expedida por el Ministerio de Salud.

El Ministerio de Salud en la Resolución 482 del 2018 artículo 8 establece la vigencia de las licencias para la prestación de los servicios de protección radiológica y control de calidad a que refiere este capítulo, tendrán una vigencia de cuatro (4) años, contados a partir de la firmeza del acto administrativo que así lo autoriza.

8.1.2.2 Importación equipos de Radiación Ionizante.

El Congreso de Colombia en la ley 9 Artículo 154 establece que la Unidad Radiológica de la empresa requiere licencia del Ministerio de Salud para la importación de equipos productores de rayos X.

8.1.2.3 Protección radiación ionizante.

El decreto 614 de 1984 en el Artículo 2 literal e establece que las actividades de salud ocupacional tienen por objeto proteger la salud de los trabajadores y de la población contra los riesgos causados por las radiaciones.

El Ministro de Trabajo y Seguridad Social mediante la resolución 13382 de 1984 y el Ministerio de Salud mediante la resolución 13824 de 1989 dictan medidas para la protección de la salud en el funcionamiento de equipos de Rayos X y medidas de protección para la salud de los trabajadores, y otras emisiones de Radiaciones Ionizantes, así como en el empleo de sustancias radiactivas y se dictan algunas disposiciones; la cual considera que el empleo de Rayos X y el de otras fuentes emisoras de Radiaciones Ionizantes son causas reconocidas de riesgos para la salud

de los profesionales, técnicos, operarios y de la población en general, y que es función del Ministerio de Salud ejercer la vigilancia y control de los agentes que afectan la Salud Pública.

El Ministerio de Trabajo en la resolución 2400 de 1979 artículo 109 establece que se suministrará al personal encargado de operar los equipos o de manejar sustancias que producen radiaciones ionizantes en trabajos de laboratorio, en instalaciones de rayos X, en la fabricación de pinturas luminosas, en los trabajos radiográficos con rayos gamma, en los establecimientos industriales (gammagrafía), etc., los elementos de protección individual que contribuyan a reducir la exposición, como guantes con mangas fabricados de caucho plomizo, delantales de caucho plomizo, anteojos especiales, gorros de caucho plomizo, etc., de acuerdo con las normas internacionales sobre protección contra las radiaciones ionizantes.

8.1.2.4 Medidas protección a radiaciones internas.

El Ministerio de trabajo mediante la Resolución 2400 de 1979 artículo 108 establece las medidas de protección a radiaciones internas:

- a) Se usarán dispositivos protectores y se emplearán nuevas técnicas e instrumental adecuado de manipulación.
- b) El polvo no deberá ponerse en suspensión al eliminar el barrido en seco, o al usar filtros de aire.
- c) Los trabajos de laboratorio con materiales radiactivos se llevarán a cabo en campanas adecuadamente diseñadas para evitar la contaminación aérea.
- d) El aire extraído deberá ser filtrado, y si fuera necesario lavado para evitar posible riesgo público.
- e) La ropa protectora deberá lavarse para evitar que la ropa de calle se contamine.
- f) Para prevenir la inhalación de materiales radiactivos, los respiradores deberán ser utilizados en los trabajos de emergencia y en las áreas donde la concentración de partículas sobrepase el máximo permisible.

g) Estará estrictamente prohibido comer y fumar en los lugares en donde pueda haber materiales radiactivos, para evitar el riesgo por ingestión; no se introducirán en los locales donde existan o se usen sustancias radiactivas, alimentos, bebidas o utensilios para tomarlas, artículos de fumador, bolsas de mano, cosméticos u otros objetos para aplicarlos, pañuelos de bolsillo o toallas (salvo las de papel).

h) El proyecto, diseño y construcción de laboratorios deberá ser tal que, si se presentara el caso de una descontaminación ésta pueda ser fácilmente realizada, se puedan cubrir las paredes pisos, cielo-rasos y muebles con un material que pueda ser removido e instalado cómodamente.

8.1.2.5 Medidas protección a radiaciones externas.

El Ministerio de trabajo mediante la Resolución 2400 de 1979 artículo 107 establece la protección contra las radiaciones externas mediante los siguientes métodos:

a) Se aumentará la distancia entre el origen de la radiación y el personal expuesto, de acuerdo a la Ley del Cuadrado Inverso (la intensidad de radiación de una fuente puntual varía inversamente con el cuadrado de la distancia a la fuente), para la reducción de la intensidad de la radiación, para los puntos de origen de las radiaciones de rayos X, gamma o neutrones. b) Se instalarán pantallas o escudos para la detención de las radiaciones.

c) Se limitará el tiempo de exposición total para no exceder los límites permisibles de radiación en un lapso dado.

8.1.2.6 Exámenes médicos.

El Ministerio de trabajo mediante la Resolución 2400 de 1979 artículo 100 establece para los trabajadores dedicados a operaciones o procesos en donde se empleen sustancias radiactivas, serán sometidos a exámenes médicos a intervalos no mayores a seis (6) meses, examen clínico general y a los exámenes complementarios.

8.1.2.7 Dosimetría.

El Ministerio de Trabajo mediante la Resolución 2400 de 1979 en el artículo 101 se refiere a que toda persona que por razón de su trabajo esté expuesta a las radiaciones ionizantes llevará consigo un dispositivo, dosímetro de bolsillo, o de película, que permita medir las dosis acumulativas de exposición.

8.1.2.8 Dosis permitida.

El Ministerio de Trabajo mediante la Resolución 2400 de 1979 establece:

- Artículo 102: la dosis máxima admisible o dosis total acumulada de irradiación por los trabajadores expuestos, referida al cuerpo entero, gónadas, órganos hematopoyéticos y cristalinos, no excederán del valor máximo admisible calculado, con ayuda de la siguiente fórmula básica: $D=5(N-18)$, en la que D es la dosis en los tejidos expresada en Rems y N es la edad del trabajador expresada en años.
- Artículo 103: Si la dosis acumulada no excede del valor máximo admisible hallado en la fórmula básica del artículo anterior, un trabajador podrá recibir en un trimestre una dosis que no exceda de 3 Rems en el cuerpo entero, las gónadas, los órganos hematopoyéticos y cristalinos. Esta dosis de 3 Rems puede recibirse una vez al año, pero debe evitarse en lo posible, en el caso de mujeres en edad de procrear.
- Artículo 104: Los trabajadores cuya exposición se haya venido ajustando a la dosis máxima admisible de 0.3 Rems semanales que ha fijado la C.I.P.R. (Comisión Internacional de Protección Radiológica), y que de esta manera haya acumulado una dosis superior a la permitida por la fórmula, no deberán quedar expuestos a dosis superiores a 5 Rems anuales hasta que la dosis acumulada en un momento dado resulte inferior a la permitida por la fórmula.

- Artículo 105: Si por su ocupación un trabajador quedase directamente expuesto a las radiaciones antes de alcanzar los dieciocho (18) años de edad, y a condición de que se cumpla lo dispuesto en la fórmula básica, y la dosis máxima en otros órganos, la dosis recibida por el cuerpo entero, las gónadas, los órganos hematopoyéticos o los cristalinos no excederá de 5 Rems anuales hasta la edad de 18 años, y la dosis acumulada hasta los 30 años no será superior a 60 Remes.

8.1.2.9 Almacenamiento de material.

El Ministerio de Trabajo mediante la Resolución 2400 de 1979 en el Artículo 106 hace referencia a todo equipo, aparato o material productor de radiaciones ionizantes se deberá aislar de los lugares de trabajo o de los lugares vecinos, por medio de pantallas protectoras, barreras, muros o blindajes especiales para evitar que las emanaciones radiactivas contaminen a los trabajadores o a otras personas.

8.1.2.10 Pensiones especiales.

El Ministerio de Trabajo y Seguridad Social establece el decreto 758 de 1990 Art 15 literal c establece que las edades para el derecho a la pensión de vejez de los trabajadores se disminuirán en un (1) año por cada cincuenta (50) semanas de cotización acreditadas con posterioridad a las primeras setecientas cincuenta (750) semanas cotizadas en forma continua o discontinua para los trabajadores expuestos a radiación ionizante.

El Ministerio de Salud y Protección social emitió el decretó 2090 de 2003 donde se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador y se modifican y señalan las condiciones, requisitos y beneficios del régimen de pensiones de los trabajadores que laboran en dichas actividades.

8.1.2.11 Clasificación según el riesgo.

El Ministerio de Trabajo y Seguridad Social mediante el decreto 1831 de 1994 y el decreto 2100 de 1995 se establecieron las tablas de clasificación de actividades económicas para el sistema general de riesgos profesionales en la cual es clase 5 los centros de radiodiagnóstico este derogado por el decreto 1607 de 2002 donde modifica la Tabla de Clasificación de Actividades Económicas para el Sistema General de Riesgos Profesionales la cual el artículo 3 menciona que cuando una actividad económica no se encuentre en la tabla contenida en el artículo segundo de este decreto, el empleador y administradora de riesgos profesionales podrán efectuar la clasificación de acuerdo con el riesgo ocupacional de la actividad afín contemplada en la tabla.

En el Decreto 1295 de 1994 en sus artículos 64 y 67 se habla de la clasificación de empresas de alto riesgo, clasificación de empresas de alto riesgo, prevención de empresas de alto riesgo, supervisión de empresas de alto riesgo, las empresas en las cuales se maneje material radioactivo serán consideradas como empresas de alto riesgo, y deberán inscribirse como tales en la Dirección de Riesgos Profesionales del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social; Las empresas de alto riesgo rendirán en los términos que defina el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social a la respectiva entidad administradora de riesgos profesionales, un informe de evaluación del desarrollo del programa de salud ocupacional, anexando el resultado técnico de la aplicación de los sistemas de vigilancia epidemiológica, tanto a nivel ambiental como biológico y el seguimiento de los sistemas y mecanismos de control de riesgos de higiene y seguridad industrial avalado por los miembros del comité de medicina e higiene industrial de la respectiva empresa.

Las entidades administradoras de riesgos profesionales están obligadas a informar al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, en su respectivo nivel territorial, dentro de los cuarenta y cinco (45) días siguientes al informe de las empresas, las conclusiones y recomendaciones resultantes, y señalará las empresas a las cuales el Ministerio deberá exigir el cumplimiento de las normas y medidas de prevención, así como aquellas medidas especiales que sean necesarias, o las sanciones, si fuera el caso.

El anterior Decreto fue derogado por el Artículo 206 del Decreto 1122 de 1990: Supresión de la inscripción de empresas de alto riesgo ante la Dirección de Riesgos Profesionales del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Así como se establecen las empresas que tiene actividad de alto riesgo, también se establece alto riesgo para los trabajadores que tienen exposición a radiaciones ionizantes como lo habla el artículo 1, del Decreto 1281 de 1991 en su numeral 3.

8.1.2.12 Medición de radiación ionizante.

El Ministerio de Salud mediante la resolución 13382 de 1984 en el artículo 3 literal b y c y el artículo 8 y artículo 13 establece que las entidades oficiales autorizadas por el Ministerio de Salud para realizar dichos estudios deberán remitir, a la división de Control de Accidentes y Salud Ocupacional los resultados de las mediciones de radiaciones ionizantes efectuadas en las áreas estudiadas y su respectiva evaluación, que incluye equipos de Rayos X de diagnósticos y copia del informe enviado al solicitante, incluyendo las recomendaciones dictadas.

Toda persona que posea, use o compre equipos, de Rayos X, u otros emisores de radiaciones ionizantes, será responsable de que se cumplan los siguientes requisitos:

- La orientación del tubo de Rayos X debe estar dirigida en forma tal, que el haz directo de radiación no produzca exposición a radiaciones a personas ajenas de los procesos radiológicos.
- Las consolas de control de las Unidades de Rayos X deben estar colocadas dentro de cabinas de protección o detrás de barreras protectoras, diseñadas en tal forma, que se evite el paso de radiaciones ionizantes a las áreas en donde se opera la unidad radiológica.

- Las paredes, pisos y techos expuestos al haz directo de radiación, deben tener blindajes de barreras primarias, de tal manera que la exposición al otro lado de la barrera primaria, de tal manera que la exposición al otro lado de la barrera no exceda los niveles de radiación permitida.
- Todas aquellas paredes, pisos y techos que no se consideren como barreras primarias, deben estar provistas con blindaje de barreras secundarias.

Toda persona natural o jurídica que posea, use o labore con equipos de Rayos X y otras fuentes productoras de radiaciones ionizantes, debe utilizar una medida continua de la exposición a la radiación ionizante y llevará un registro de la exposición por todas las personas que requieran de dicha medición. El servicio de Dosimetría por parte del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes es obligatorio para el otorgamiento de la Licencia de Funcionamiento.

8.1.2.13 Enfermedad profesional a uso por radiación ionizante.

El Ministerio de Trabajo y Seguridad Social en el decreto 1477 de 2004 en el artículo 3, para determinar la causalidad de enfermedad profesional establece: La presencia de un factor de riesgo en el sitio de trabajo en el cual estuvo expuesto el trabajador, de acuerdo con las condiciones de tiempo, modo y lugar, teniendo en cuenta criterios de medición, concentración o intensidad. En el caso de no existir dichas mediciones, el empleador deberá realizar la reconstrucción de la historia ocupacional y de la exposición del trabajador; en todo caso el trabajador podrá aportar las pruebas que considere pertinentes.

8.1.2.13.1 Condiciones sanitarias.

El ministerio de salud en la resolución 4445 de 1996 Por el cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la Ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares en el artículo 33 numeral 6 establece que:

Servicio de imagenología: Es el servicio destinado a la realización y complementación del diagnóstico, atención y tratamiento de usuarios hospitalizados y ambulatorios por diferentes métodos; se relaciona fundamentalmente con el acceso de público y con los servicios quirúrgico-obstétricos, de hospitalización y generales.

Rayos X: Es el ambiente destinado a la realización, procesamiento e interpretación de las imágenes de los estudios efectuados por Rayos X. Requiere espacios para:

- Información citas y control de pacientes
- Vestuario de pacientes
- Control y disparo de equipos.
- Sala de examen, acorde con las dimensiones del equipo e intensidad de las emisiones de Rayos X.
- Depósito para medios de contraste y elementos de consumo.
- Cuarto para revelado automático o manual, con cámara oscura y cámara clara.
- Lectura de placas.
- Oficina para radiólogo.
- Depósito o archivo de placas, alejados de la zona de examen.

En los servicios radiológicos se tendrán en cuenta las protecciones necesarias para evitar radiaciones al personal, para lo cual se requiere:

- a) Adecuado blindaje en lámina de plomo en paredes y puertas para protección contra las radiaciones ionizantes. Cuando se trate de una edificación de más de un piso, los entresijos correspondientes al área de la sala de examen deberán contar con la protección adecuada.
- b) Que la sala de examen no esté cercana a zonas de permanencia de personal como son oficinas, salas de espera y espacios similares.

- c) Área mínima de 20.00 m² (lado mínimo 3.80 m.), para equipo de 300 miliamperios para una sala de radiología.
- d) Cuando las posibilidades de recubrimiento en plomo no sean factibles, se tendrán en cuenta las siguientes equivalencias en otros materiales para seguridad de las personas, así:
- 1 m m. de plomo equivale a: 80 m m. de concreto ordinario.
 - 17 m m. de concreto y barita. 100 m m. de ladrillo tolete.
 - 200 m m. de placa hueca.

8.1.2.13.2 Uso de equipos de radiación.

El ministerio de salud estableció la Resolución 482 de 2018 donde reglamenta el uso de equipos generadores de radiación ionizante, su control de calidad, la prestación de servicios de protección radiológica y la resolución 9031 de 1990, en ella se dictan normas y se establecen Procedimientos relacionados con el funcionamiento y operación de equipos de rayos X y otros emisores de radiaciones ionizantes.

8.1.2.13.3 Requisitos para ejecución de prácticas radiación ionizante.

El Reglamento de protección y seguridad radiológica se adopta mediante la resolución 181304 de 2004, pero antes mediante la resolución 181434 del 5 de diciembre 2001 el Ministerio de Minas y Energía expidió el Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica, conocido como «Norma Básica Colombiana en Protección Radiológica», el cual tiene por objetivo establecer los requisitos y condiciones mínimos que deben cumplir y observar las personas naturales o jurídicas interesadas en realizar o ejecutar prácticas que causan exposición a la radiación ionizante.

En la resolución 181294 de 2004 se establecen los requisitos para la obtención de licencia para la prestación del servicio de dosimetría de radiación personal (éste es el cálculo de la dosis absorbida

en radiación personal (éste es el cálculo de la dosis absorbida en tejidos y materia como resultado de la exposición a la radiación ionizante, tanto de manera directa como indirecta).

Existen unas condiciones a cumplir de las IPS para habilitar sus servicios, verificación de las instalaciones., establece criterios de revisión tanto administrativas para el personal e instalaciones con equipos emisores de radiación ionizante esta es la resolución 1043 de 2006; la resolución 2434 de 2006 regula los requisitos para la importación de equipos emisores de Riesgo Ionizante para el uso humano en su Artículo 5º, punto f que indica: Los equipos biomédicos que emitan radiaciones ionizantes, deberán contar con una autorización emitida por la autoridad competente en la materia, para el manejo de esta clase de equipos.

8.2 Internacional

A nivel internacional se establecieron medidas y/o requisitos en pro de la protección de los trabajadores referente a la radiación ionizante entre estas encontramos:

8.2.1 Argentina.

Para LEY 17.557 DECRETO N° 6.320 de 1968, el cual establece la Dosimetría Personal:

Art. 21. Toda persona afectada al manejo y utilización de equipos destinados a la generación de Rayos X, salvo en aquellas Instalaciones en que la autoridad de Salud Nacional indique expresamente lo contrario, deberá utilizar un sistema de dosimetría personal aprobado por dicha autoridad a fin de determinar y evaluar las dosis de radiación a que se halle expuesta.

- Art. 22. El responsable de cada Instalación, de acuerdo a la definición dada en el artículo 33, deberá informar a la autoridad de Salud Pública, en la oportunidad indicada en los artículos 4º y 10 del presente decreto, el detalle de las personas que deberán utilizar dosímetro personal de acuerdo a lo establecido en el artículo 21. Toda

modificación referente a estos datos que se produzca en lo sucesivo, deberá ser inmediatamente comunicada a la autoridad de Salud Pública.

- Art. 23. El servicio de dosimetría personal a que se refiere este capítulo será prestado, de acuerdo a las normas que oportunamente dicte al efecto la autoridad nacional de Salud Pública, por la correspondiente autoridad de Salud Pública o por las entidades oficiales privadas con quienes se convenga esta prestación.
- Art. 24. El servicio de dosimetría personal no será obligatorio en tanto no se encuentren habilitadas de acuerdo al presente decreto las instalaciones en que se desempeñe el personal señalado en el artículo 21.
- Art. 25. El responsable de la instalación asignará a cada persona comprendida en el artículo 21 un dosímetro cuya utilización se dispondrá en forma que permita la individualización de las dosis a comunicar de acuerdo al artículo.

Resolución 295/2003 emitida por la Superintendencia de riesgos del trabajo, emitió la presente resolución referente a las especificaciones técnicas sobre radiaciones ionizante anexo II:

Considerando estas especificaciones, y la Commission on Radiological Protection (ICRP) ha establecido los principios de protección radiológica siguientes:

- De la justificación para realizar un trabajo: No debe adoptarse ningún uso de la exposición a la radiación ionizante a menos que produzca el beneficio suficiente a los expuestos o a la sociedad para compensar el detrimento que pueda causar.
- De la optimización de ese trabajo: Todas las exposiciones a la radiación deben permanecer tan bajas como razonablemente sea posible, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales.

- De los límites de dosis individual: La dosis de radiación de todas las fuentes importantes no debe exceder el límite de dosis prescrito.

Reglamentación de la ley 17.557 decreto 6320/1968

8.2.1.1 Equipos e instalaciones.

Artículo 1: Para los fines establecidos en la Ley 17.557. se entenderá por equipos destinados a la generación de Rayos X a los siguientes:

- a) Equipos para radiodiagnóstico médico (radioscopia y radiografía), estáticas, móviles y portátiles.
- b) Equipos para radiodiagnóstico dental.
- c) Equipos para radioterapia. superficial, intermedia y profunda.
- d) Equipos convencionales para radiografía industrial.
- e) Equipos convencionales para cualquier otro uso industrial o de investigación (estudios metalográficos, de medición de redes cristalográficas, de espesores y de densidades, de irradiación, etc.).
- f) Aceleradores de partículas. cuyo fin fundamental sea la producción de Rayos X (tipo Van de Graaf, betatrones. sincrotrones, etc.).

Artículo. 2: A los fines establecidos en la Ley 17.557 se entenderá por "instalación" cada uno de los equipos destinados a la generación de Rayos X, aunque se encuentren en un mismo recinto, y el conjunto formado por cada equipo y los bienes muebles e Inmuebles afectados a su funcionamiento.

8.2.1.2 Condiciones de seguridad.

Según Artículo. 20 Correspondiente al Decreto 6320/1968, El responsable de la instalación deberá notificar a la correspondiente autoridad de Salud Pública, inmediatamente que sea de su conocimiento, de toda situación determinante de radiación accidental que suponga exposición superior a la indicada en las normas básicas de seguridad, a fin de facilitar la adopción de medida tendientes a reducir las eventuales consecuencias del riesgo sufrido.

Ley N° 19.587 Decreto N° 351/1979 higiene y seguridad del trabajo

Artículo 6: Las reglamentaciones de las condiciones de higiene de los ambientes de trabajo deberán considerar primordialmente:

Factores físicos: cubaje, ventilación, temperatura, carga térmica, presión, humedad, iluminación, ruidos, vibraciones y radiación ionizante.

Capitulo X Artículo 62: Las radiaciones ionizantes por su origen y alto poder energético tienen la capacidad de penetrar la materia y arrancar los átomos que la constituyen- provocar una ionización. En los cambios que se producen en las células después de la interacción con las radiaciones hay que tener en cuenta:

- La interacción de la radiación con las células en función de probabilidad (es decir, pueden o no interaccionar) y pueden o no producirse daños.

La interacción de la radiación con una célula no es selectiva: la energía procedente de la radiación ionizante se deposita de forma aleatoria en la célula.

Los cambios visibles producidos no son específicos, no se pueden distinguir de los daños producidos por otros agresivos- agentes físicos o contaminantes químicos.

Los cambios biológicos se producen sólo cuando ha transcurrido un determinado período de tiempo que depende de la dosis inicial y que puede variar desde unos minutos hasta semanas o años.

Aunque como se dijo anteriormente la respuesta a la radiación varía con el tiempo y con la dosis los principales efectos que provocan son:

- Alteraciones en el sistema hematopoyético: pérdida de leucocitos, disminución o falta de resistencia ante procesos infecciosos y disminución del número de plaquetas provocando anemia importante y marcada tendencia a las hemorragias.
- Alteraciones en el aparato digestivo: inhibir la proliferación celular y por lo tanto lesionar el revestimiento produciendo una disminución o supresión de secreciones, pérdida elevada de líquidos y electrolitos, especialmente sodio así como puede producir el paso de bacterias del intestino a la sangre.
- Alteraciones en la piel: inflamación, eritema y descamación seca o húmeda de la piel.
- Alteraciones en el sistema reproductivo: puede provocar la esterilidad en el hombre y la mujer. La secuela definitiva va a depender de la dosis y el tiempo de radiación además de la edad de la persona irradiada.
- Alteraciones en los ojos: el cristalino puede ser lesionado o destruido por la acción de la radiación.
- Alteraciones en el sistema cardiovascular: daños funcionales al corazón. Alteraciones sistema urinario: alteraciones renales como atrofia y fibrosis renal.

- La Comisión Nacional de Energía Atómica es la autoridad competente de la aplicación de la 19.587 en el uso o aplicación de materiales radiactivos, materiales nucleares y aceleradores de partículas. Ninguna puede fabricar, instalar u operar equipos generadores de energía nuclear sin la previa autorización de la Comisión. Esta a su vez establece las reglamentaciones, normas, códigos, recomendaciones y reglas de aplicación necesarias para estos casos.

8.2.2 España.

Real decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes:

Artículo 9. Límites de dosis para los trabajadores expuestos El límite de dosis efectiva para trabajadores expuestos será de 100 mSv durante todo período de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial. Sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado

Artículo 9. Límites de dosis para los trabajadores expuestos

1. El límite de dosis efectiva para trabajadores expuestos será de 100 mSv durante todo período de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.

2. Sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado 1:

a) El límite de dosis equivalente para el cristalino será de 150 mSv por año oficial.

b) El límite de dosis equivalente para la piel será de 500 mSv por año oficial. Dicho límite se aplicará a la dosis promediada sobre cualquier superficie de 1 cm², con independencia de la zona expuesta.

c) El límite de dosis equivalente para las manos, antebrazos, pies y tobillos será de 500 mSv por año oficial.

Artículo 10. Protección especial durante el embarazo y la lactancia

1. Tan pronto como una mujer embarazada comunique su estado al titular de la práctica, la protección del feto deberá ser comparable a la de los miembros del público. Por ello, las condiciones de trabajo de la mujer embarazada serán tales que la dosis equivalente al feto sea tan baja como sea razonablemente posible, de forma que sea improbable que dicha dosis exceda de 1 mSv, al menos desde la comunicación de su estado hasta el final del embarazo.

2. Desde el momento en que una mujer, que se encuentre en período de lactancia, informe de su estado al titular de la práctica, no se le asignarán trabajos que supongan un riesgo significativo de contaminación radiactiva. En tales supuestos deberá asegurarse una vigilancia adecuada de la posible contaminación radiactiva de su organismo.

Artículo 11. Límite de dosis para personas en formación y estudiantes

Los límites de dosis para las personas en formación y los estudiantes mayores de dieciocho años que, durante sus estudios, tengan que utilizar fuentes, serán los mismos que los de los trabajadores expuestos que se establecen en el artículo 9.

El límite de dosis efectiva para personas en formación y estudiantes con edades comprendidas entre dieciséis y dieciocho años que, durante sus estudios, tengan que utilizar fuentes, será de 6 mSv por año oficial. Sin perjuicio de este límite de dosis:

El límite de dosis equivalente para el cristalino será de 50 mSv por año oficial.

El límite de dosis equivalente para la piel será de 150 mSv por año oficial. Dicho límite se aplicará a la dosis promediada sobre cualquier superficie de 1 cm², con independencia de la zona expuesta.

El límite de dosis equivalente para las manos, antebrazos, pies y tobillos será de 150 mSv por año oficial.

Los límites de dosis para las personas en formación y los estudiantes que no estén sometidos a las disposiciones previstas en los apartados 1 y 2 serán los mismos que los establecidos en el artículo 13 para los miembros del público.

Artículo 15. Principios de protección de los trabajadores

La protección operacional de los trabajadores expuestos se basará en los siguientes principios:

- Evaluación previa de las condiciones laborales para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico y asegurar la aplicación del principio de optimización.
- Clasificación de los lugares de trabajo en diferentes zonas, teniendo en cuenta: la evaluación de las dosis anuales previstas, el riesgo de dispersión de la contaminación y la probabilidad y magnitud de exposiciones potenciales.
- Clasificación de los trabajadores expuestos en diferentes categorías según sus condiciones de trabajo.
- Aplicación de las normas y medidas de vigilancia y control relativas a las diferentes zonas y a las distintas categorías de trabajadores expuestos, incluida, en su caso, la vigilancia individual.
- Vigilancia sanitaria.

Artículo 20. Clasificación de trabajadores expuestos

Por razones de vigilancia y control radiológico, el titular de la práctica o, en su caso, la empresa externa será responsable de clasificar a los trabajadores expuestos en dos categorías:

Categoría A: Pertenecen a esta categoría aquellas personas que, por las condiciones en las que se realiza su trabajo, puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades, según se establece en el apartado 2 del artículo 9.

Categoría B: Pertenecen a esta categoría aquellas personas que, por las condiciones en las que se realiza su trabajo, es muy improbable que reciban dosis superiores a 6 mSv por año oficial o a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades, según se establece en el apartado 2 del artículo 9.

Artículo 21. Información y formación

El titular de la práctica o, en su caso, la empresa externa deberá proporcionar a los trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes, antes de iniciar su actividad y periódicamente, formación en materia de protección radiológica a un nivel adecuado a su responsabilidad y al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo.

9 Metodología

En la presente sección se pretende describir la población estudio, tipo de estudio, muestra, criterios de inclusión y exclusión y los instrumentos que se aplicaron en el estudio de campo y documental.

9.1 Tipo de estudio

Cuantitativo, Descriptivo y Trasversal

9.2 Muestra

14 empleados

9.3 Criterios de inclusión y exclusión

- Mayores de 18 años
- Ser empleados activos de la empresa sea asistencial o administrativo.
- El empleado debe de estar presente en el momento de la toma de la muestra.

9.4 Instrumentos a utilizar

- Matriz de identificación de Peligros y Riesgos: Se elaboró con el fin de conocer las áreas de mayor y menor exposición.
- Encuesta: Se realizó una encuesta de 12 preguntas a todos los empleados de Imágenes Diagnósticas, con el fin de identificar los conocimientos en inducción y capacitación del riesgo a los que están expuestos.

- Lista de Chequeo: Se elaboró una lista de chequeo de 34 preguntas, con el objetivo de identificar las condiciones de trabajo, para calificarse de la siguiente manera.
Excelente, Aceptable, Por Mejorar e Inaceptable.
- Finalmente, se construyó una cartilla, con el fin de informar de forma sencilla y eficaz, las recomendaciones generadas durante el proyecto.

10 Resultados

10.1 Encuesta

Los resultados de la encuesta, evidenciaron que existe una falencia en el proceso de capacitación, tanto en la inducción como en el proceso de formación después de la contratación. Los temas de las capacitaciones que se encuentran con falencias direccionan al conocimiento respecto al riesgo radiológico, cómo se mide estas radiaciones, manejo de las herramientas que se utilizan en la unidad y la diferencia entre radiaciones ionizantes y no ionizantes. En la figura 1, se aprecia que la mitad de los encuestados no tienen conocimiento respecto a la diferencia de estas.

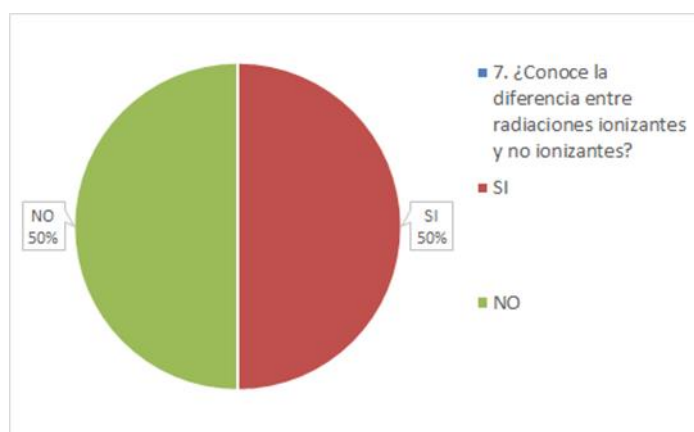


Figura 1. Diferencia entre radiaciones ionizantes y no ionizantes

Además, en la figura 2 se aprecia que el conocimiento respecto a las medidas de protección no son las adecuadas, algunos encuestados no saben si en la empresa se tienen medidas respecto al riesgo ionizante, y algunos de los que sí conocen estas medidas las encuentran deficientes, indicando no ser las adecuadas.

Es importante que todos los vinculados a la empresa tengan total conocimiento si actualmente se encuentran en implementación de seguridad y salud en el trabajo, así como conocer los riesgos y peligros que se encuentran expuestos al trabajar con radiaciones ionizantes. Una de las preguntas de la encuesta hacía referencia al seguimiento frente al control del riesgo radiológico, el 14% de la población encuestada respondió no conocer si se realiza mencionado seguimiento.

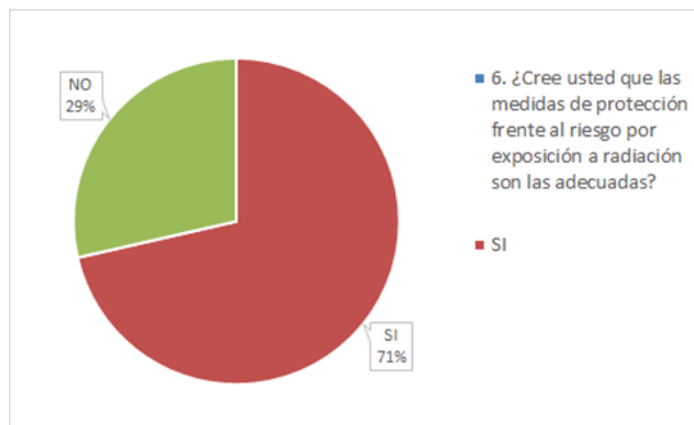




Figura 2. Conocimiento sobre las medidas de protección frente al riesgo por exposición a la radiación

Son sólo catorce empleados que desempeñan varios procesos, no todos tienen contacto directo con la radiación, pero es importante que se realice inducción y capacitaciones de este tema a todos los empleados ya que es la razón social de la misma.

En la encuesta se preguntó por la edad de los participantes, dando como resultado un promedio de 40 años, por lo tanto el método de capacitación del personal debe ser más presencial, visual y auditivo y no difundirlo por medios tecnológicos.

10.2 Lista de chequeo

 LISTA DE CHEQUEO 			
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
INDUCCIÓN-REINDUCCIÓN (CAPACITACIONES)			
1. ¿La empresa realiza inducción y entrenamiento al personal, sobre riesgo radiológico?		X	
2. ¿El personal tiene conocimiento de las posibles enfermedades que se pueden adquirir por la exposición a radiación ionizante?		X	
3. ¿Existe personal de remplazo en caso de ausencia o incapacidad de algún trabajador?		X	NO LLEGA NADIE EXTERNO, ENTRE ELLOS SE CUBREN
4. Si la respuesta anterior es SI, ¿A este personal también se capacita?			NO APLICA
5. ¿El personal está capacitado para reaccionar en situaciones de emergencia con los equipos según su radiación?		X	
6. ¿Existe capacitación para el personal cuando ingresan o se actualizan nuevos equipos a la empresa?		X	
7. ¿El personal recibió capacitación según las normas y decretos respecto a la radiación ionizante?		X	

8. ¿La empresa establece actividades de promoción y prevención para la protección individual y colectiva para riesgos derivados a radiación?		X	
DOCUMENTACIÓN			
1. ¿La empresa cuenta con políticas para mujeres embarazadas (trabajadores) dedicadas a la labor mencionada?		X	
2. ¿Se encuentra documentado un manual de funciones para el personal de cada área?	X		
3. ¿Existe una política del personal que entra y sale de las unidades de acuerdo al perfil del cargo?	X		
4. ¿Existe una política de prevención que relacionen los riesgos de radiación ionizante en función de la distancia y uso de mecanismos de protección, para el personal que asiste a procedimientos dentro de la unidad?		X	
5. ¿Cuentan con documentación verificable de los permisos (tarjeta) para la operación de las maquinas?	X		APLICA SÓLO PARA TECNÓLOGOS
6. ¿Se lleva un registro de los procedimientos y duración que realiza los diferentes profesionales?		X	
7. ¿Participa el personal en la implementación de procedimientos para un adecuado manejo de la radiación?		X	
8. ¿La empresa cuenta con profesigrama para cada cargo?		X	
9. ¿La empresa realiza exámenes periódicos (cada 6 meses) ocupacionales que van de acuerdo a la labor realizada?	X		
10. ¿Los empleados cuentan con afiliación a seguridad?	X		

11.¿Existe un programa de vigilancia a exposición de riesgo radiológico para los empleados?		X	
12.¿Cuentan con material de evidencia (fotos y/o listas de asistencia) de capacitaciones al personal frente al riesgo radiológico?		X	
13.¿Se registran y se archivan los historiales dosimétricos de los trabajadores expuestos?	X		
14. ¿Se realiza cambio del dosímetro cada mes?		X	CADA DOS MESES
ESTRUCTURA			
1. ¿La unidad cuenta con alerta luminosa que indique si está en uso las máquinas?	X		
2. ¿La unidad cuenta con señalización visual adecuada (Prohibido el ingreso cuando la luz esté encendida, personal autorizado, no pase la línea etc...)?		X	
3. ¿Se Realiza mantenimiento preventivo a los sensores?		X	
4. ¿La empresa cuentan con paredes en plomo en las unidades que emiten radiación?	X		
5. ¿La empresa cuentan con pisos en plomo en las unidades que emiten radiación?		X	
6. ¿La empresa cuentan con techo de plomo en las unidades que emiten radiación?		X	
7. ¿La empresa cuentan con puertas de plomo en las unidades que emiten radiación?	X		MATRIZ DESACTUALIZADA DICE SI
EQUIPOS DE PROTECCIÓN			

1. ¿Cuentan con chalecos plomados y protector tiroideo dentro de la sala?	X		
2. ¿Posee el personal gafas plomadas para el que está a menos de 50 metros?		X	
3. ¿Cuenta el personal con biombos plomados para la protección de piernas y pies para los que están a menos de 50 cm?		X	
MÁQUINAS			
1. ¿Existe y esta visible un documento donde se evidencie las revisiones de los equipos?	X		NO ESTA VISIBLE
2. ¿Existe un cronograma de mantenimiento para los diferentes equipos?		X	
3. ¿Cuentan con hojas de vida actualizada de los equipos?	X		

CALIFICACIÓN	No. PREGUNTAS QUE CUMPLEN
EXCELENTE	34
ACEPTABLE	23-33
POR MEJORAR	12-22
INACEPTABLE	0-11

De las treinta y cuatro preguntas aplicadas en la lista de chequeo, doce respondieron **Si cumplen**, es decir un 35%, ubicándose en la tercera casilla **Por mejorar**. Por lo tanto es necesario implementar estrategias que contribuyan a mejorar la situación.

10.3 Matriz de identificación de Peligros y Riesgos:

RIESGO RADIOLOGICO IONIZANTE ASOCIADOS A LA LABOR SEGÚN MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PELIGROS Y RIESGOS																				
PRODIMIENTO	RIESGO	DESCRIPCION	EFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	CONTROLES EXISTENTES		EVALUACIÓN DEL RIESGO						VALORACIÓN DEL RIESGO	CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES		MEDIDAS DE INTERVENCIÓN					
				FUENTE	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	N.º DE EXPUESTOS	PEOR CONSECUENCIA	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERIA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS / ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
				placa plomada	chaleco plomado, Protector Tiroides, protector gonada	6	3	18	alto	60	1000	I Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo este bajo control. Intervención urgente.	No Aceptable	6	cancer			puertas plomadas	Capacitaciones	chalecos plomados, Protector Tiroides, protector gonadas
ASISTENCIAL (RAYOS X, ESCANOGRFIA, ULTRASONDO, MAMOGRAFIA Y RESONANCIA SIMPLIF) — TECNOLOGOS, ENFERMERA JEFE Y RADIOLOGOS	FISICO	radiaciones ionizanes (rayos x , gama, beta, y alfa)	CANCER	placa plomada	chaleco plomado, Protector Tiroides, protector gonada	6	3	18	alto	60	1000	I Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo este bajo control. Intervención urgente.	No Aceptable	6	cancer			puertas plomadas	Capacitaciones	chalecos plomados, Protector Tiroides, protector gonadas
ADMINISTRATIVO(GERENCIA, INGENIERO DE SISTEMAS, RECEPCIONISTAS Y SERVICIOS GENERALES)	FISICO	radiaciones ionizanes (rayos x , gama, beta, y alfa)	CANCER	placa plomada	chaleco plomado, Protector Tiroides, protector gonada	2	2	2	Bajo	10	20	IV Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo asi es aceptable.	Aceptable	8	cancer			puertas plomadas	Capacitaciones	

En esta matriz se evidencia que el personal asistencial está expuesta a un rango alto de radiación, mientras que el personal administrativo está expuesto a bajos niveles de radiación.

10.4 Cartilla

La cartilla se encuentra en el anexo, a continuación, se exponen algunas recomendaciones consignadas en la cartilla.

Inducción: Se le sugiere a la empresa estandarizar y fortalecer en el proceso de inducción, siendo oportuno, documentado y evidenciable tanto para los diferentes entes de control como para la misma empresa, así mismo se recomienda la creación de formatos de asistencia como evaluación de esta actividad.

Una inducción efectiva contempla los siguientes puntos:

- Presentación y organigrama de la empresa.
- Misión, visión, políticas y objetivos.
- Breve historia de la compañía.
- Plan de desarrollo.
- Reglamento interno y Sistema de Gestión.
- Aspectos referentes a la contratación.

Capacitación: Se le sugiere a la empresa tener un programa de capacitaciones establecidos con relación a la radiación ionizante, uso de elementos de protección personal, uso del dosímetro, causas y efectos, posibles consecuencias, en relación al riesgo y seguridad y salud en el trabajo puesto que el riesgo al que los empleados que laboran en el lugar es alto.

Para capacitaciones efectivas se debe contemplar los siguientes puntos:

- Crear un plan de capacitación con fines correctivos y preventivos.
- Cronograma para definir las fechas en las cuales se dará las capacitaciones.

- Establecer la estrategia o didáctica con la cual brindará las capacitaciones.
- Definir recursos a utilizar.
- Elaborar los materiales que va a utilizar (guías, folletos, diapositivas, imágenes).
- Definir equipos (Computador, Video Beam o Tablero).
- Definir método de evaluación.
- Evidencias (lista de asistencia y/o fotos), se recomienda también que las evidencias siempre estén visibles ya que esto demostrara que la empresa si está comprometida con los empleados.

Infraestructura: Se le sugiere a la empresa contar con barreras físicas como: adecuado blindaje en lámina de plomo en paredes, adecuado blindaje en lámina de plomo en puertas, si es una edificación cada entrepiso debe contar con lámina de plomo

Elementos de protección personal: La empresa debe exigir a sus empleados el uso adecuado y constante de los elementos de protección personal como: delantales de caucho plomizo, anteojos especiales con vidrio plomado, guantes, protector tiroideo, protector de gónadas, en los 2 pisos siempre a la mano y facilidad del empleado.

Dosímetro: Se le sugiere a la empresa calibrar el dosímetro personal cada mes con el fin de garantizar que el personal este dando buen uso al dispositivo y a su vez validar su adecuado funcionamiento. Con relación a la medición de las áreas, la empresa deberá garantizar que cada 6 meses se realice dosimetría en la Unidad y así tener un control y seguimiento de la exposición a radiación ionizante.

Señalización: Se le sugiere a la empresa colocar señalización de fácil comprensión (visual, luminosidad, auditiva) de tal manera que el personal y usuarios identifiquen de una manera más practica los espacios seguros para transitar.

Emergencia: Se le sugiere a la empresa tener establecido un protocolo de emergencia cuando a consecuencia de una exposición por radiación ionizante supere los límites de dosis, debe realizarse un estudio para evaluar, lo más rápidamente posible, las dosis recibidas en la totalidad del organismo o en las regiones u órganos afectados.

Profesiograma: Es recomendable contar con un profesiograma de acuerdo a denominación del cargo o puesto de trabajo, objetivo del cargo o puesto de trabajo, funciones inherentes al cargo o puesto de trabajo, formación exigida por el cargo o puesto de trabajo, responsabilidades, experiencia previa requerida, condiciones de trabajo (exigencias físicas y mentales, entorno ambiental, horario, riesgos ordinarios, equipos de protección personal requeridos),requerimientos físicos y psicosociales, condiciones de salud (tipo de exámenes médicos requeridos),perfil psicofisiológico (apariencia, vestimenta, expresión corporal, inteligencia, estado sensorial),este debe ser elaborado por un Médico especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo.

Políticas: Se recomienda a la empresa establecer políticas para casos especiales como mujeres en estado de gestación que se encuentren laborando en la empresa y personal que se encuentre realizando su práctica en la organización.

11 Conclusiones

- Se pudo identificar que el mayor riesgo a exposición se ubica en el área asistencial, sin embargo, al realizar la evaluación y analizar la matriz se evidenció que el personal administrativo a pesar de no tener una exposición directa y prolongada a radiación ionizante, es vulnerable indirectamente por el hecho de estar laborando en el interior de esta unidad.
- Existen algunas condiciones de seguridad en la unidad, pero al realizar el análisis de los instrumentos se pudo evidenciar que hay aspectos relevantes que se deben mejorar no sólo para dar cumplimiento a la norma, sino también para velar por el bienestar físico y mental de sus empleados.
- Por último y no menos importante se puede determinar que tras el resultado de las anteriores conclusiones, la empresa carece de algunas prácticas seguras en materia de protección radiológica, por lo que se dispone la realización de una cartilla de recomendaciones para que empresa las pueda aplicar.

12 Anexos

12.1 Constancia desarrollo trabajo de grado

Manizales, agosto 22 de 2018

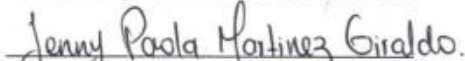
Señores
Imágenes Diagnosticas Parque Médico S.A.S

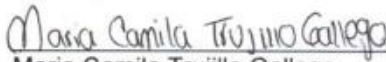
ASUNTO: Constancia desarrollo trabajo de grado

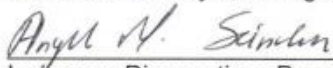
Por medio de la presente se hace constar que las estudiantes Yesica Alejandra Cárdenas Reinoso, Jenny Paola Martínez Giraldo y Maria Camila Trujillo, por solicitud de la Universidad de Manizales, desarrollarán el proyecto de grado de la Especialización Gerencia de Seguridad y Salud en el Trabajo en la empresa Imágenes Diagnosticas Parque Médico S.A.S.

Cordialmente,


Yesica Alejandra Cárdenas Reinoso


Jenny Paola Martínez Giraldo


Maria Camila Trujillo Gallego


Imágenes Diagnosticas Parque Médico S.A.S
TEL: 900.691.056-0

12.2 Encuesta

Tema: Gestión de Riesgos por Radiación Ionizante

Objetivo: Conocer si los empleados controlan el riesgo por radiación ionizante en sus labores diarias y si tienen conocimiento, respecto al tema.

Edad: _____ **Sexo:** F M

Formación académica: _____

Cargo: _____

Tiempo de exposición a radiación: _____

Clase de riesgo según ARL: _____

1. ¿Conoce usted si la empresa cuenta con implementación sobre seguridad y salud en el trabajo?

SI _____ NO _____

2. ¿Tiene conocimiento sobre las máquinas o equipos que se encuentran en la empresa?

SI _____ NO _____

3. ¿Conoce los riesgos y peligros a los que puede estar expuesto por trabajar con este tipo de equipos?

SI _____ NO _____



Alteraciones gastrointestinales	Esterilidad
Pérdida de apetito y náusea <input type="checkbox"/>	Cáncer <input type="checkbox"/>
Esterilidad <input type="checkbox"/>	Inconvenientes con el aparato <input type="checkbox"/>
respiratorio	
Problemas Osteomusculares <input type="checkbox"/>	Problemas de <input type="checkbox"/>
Problemas oculares <input type="checkbox"/>	

4. ¿Existen en la empresa medidas de protección frente al presente riesgo?

SI ____ NO ____

5. ¿Conoce las medidas de protección frente al riesgo por exposición a radiación?

SI ____ NO ____

6. ¿Cree usted que las medidas de protección frente al riesgo por exposición a radiación son las adecuadas?

SI ____ NO ____

7. ¿Conoce la diferencia entre radiaciones ionizantes y no ionizantes?

SI ____ NO ____

8. ¿Sabe usted como se mide la exposición al riesgo radiológico?

SI ____ NO ____

9. ¿Manejan en la empresa medidas de prevención, seguimiento y control frente al riesgo radiológico?

SI ____ NO ____

10. ¿Ha recibido capacitación en el último año en temas relacionados con la prevención por radiación ionizante?

SI ____ NO ____

11. ¿Recuerda usted si en el momento del ingreso a la empresa, recibió inducción para el manejo de los equipos?

SI ____ NO ____

12. ¿Recuerda usted si en el momento del ingreso a la empresa, recibió inducción sobre el riesgo radiológico?

SI ____ NO ____

12.3 Listado de asistencia



UNIVERSIDAD DE MANIZALES

LISTADO DE ASISTENCIA



	NOMBRE	CARGO	CÉDULA	FIRMA
1	Natalia Valencia (600)	1.061.624.720	Enfermera	Natalia Valencia
2	Maria Ximena Garcia Oss	Secretaria	30232416	Maria Ximena Garcia Oss
3	Laura Suleki	Asst. Radiología	851000	
4	Mariana Zapata Valencia	Secretaria	1053851397	Mariana Zapata V
5	Diana Góngora	Técnico RV	4636946	Diana Góngora
6	Luz Stella Góngora	Secretaria	3400798	Luz Stella Góngora
7	Camila Lince	Técnico	3116390711	Camila Lince
8	Katrina Jaramillo Castañeda	Secretaria	7053842274	Katrina Jaramillo
9	Luz Marina Góngora	oficios Varias	30280706	Luz Marina
10	Angela María Sánchez B	Administradora	30328658	Angela María
11	Luis S. Quevedo S. Tolongo	Radiólogo	553070	Luis S. Quevedo
12	Mayerly Pérez Teller	Radiología	53082506	Mayerly Pérez
13	Esteban Vargas	Ing. Sistemas	1053887512	Esteban Vargas
14	Angela Arias Jánchez	Secretaria	1007234019	Angela Arias
15				
16				
17				
18				
19				

12.4 Cartilla

 <h3>Prácticas seguras para la exposición a radiaciones ionizantes</h3> <p>Cartilla elaborada por: Yenica Alejandra Cárdenas Restrepo Jenny Paola Martínez Giraldo María Camila Trujillo Gallego</p> <p>Título del proyecto: "Prácticas de seguridad para el control de riesgo por exposición a radiaciones ionizantes, en una unidad radiológica, en la ciudad de Manizales"</p>	<p>Agradecemos a Imágenes Diagnósticas y sus funcionarios por abrirnos sus puertas y permitir realizar el desarrollo de nuestro proyecto, a los docentes orientadores que hicieron que esto fuera posible y finalmente a la Universidad de Manizales por contar con profesionales que facilitaran y fortalecieron nuestro conocimiento y aprendizaje para el desarrollo y elaboración de esta cartilla.</p>
<p>INDICE:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Introducción2. ¿Qué son prácticas seguras?3. Prácticas seguras de acuerdo a sus procedimientos.	<h3>1. Introducción</h3> <p>Esta cartilla nace como resultado de la investigación "Prácticas de Seguridad y Salud en el trabajo para el control de riesgo por exposición a Radiaciones Ionizantes, en una unidad de radiología en la ciudad de Manizales".</p> <p>Por otra parte, la presente investigación nace con la necesidad de fomentar y contribuir prácticas seguras en los funcionarios, ya que es necesario faltar y moral de vital importancia para que la organización funcione de manera adecuada.</p> <p>Nuestro enfoque es mitigar el riesgo por exposición a radiaciones ionizantes.</p>
<h3>2. ¿Qué son prácticas seguras?</h3> <p>Son una serie de recomendaciones de fuentes fiables encaminadas a prevenir y evitar futuras consecuencias en la salud.</p> <p>Es importante proporcionarles ya que la exposición a radiaciones ionizantes es frecuente, y estas pueden llegar a ser letales en el futuro para cada uno de los trabajadores.</p>	<h3>3. Prácticas seguras de acuerdo a sus procedimientos</h3> <p>• Introducción</p> <p>Este proceso es importante al interior de la organización ya que orienta y ubica al trabajador recién ingresado a su puesto de trabajo con el propósito de lograr una mejor adaptación e integración con su labor y entorno que favorezca el nivel de performance para con la empresa, lo que puede generar un mejor desempeño.</p> <p>Una inducción efectiva deberá conseguir los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Presentación y organigrama de la empresa.• Misión, visión, políticas y objetivos.• Breve historia de la compañía.• Plan de desarrollo.• Reglamento interno y Sistema de Gestión.• Aspectos relevantes a la contratación. <p>Se le sugiere a la empresa materializar y formalizar el proceso de inducción, siendo oportuno, documentarlo e institucionalizar tanto para los departamentos de control como para la misma empresa, así mismo se recomienda la creación de formatos de asistencia como evaluación de esta actividad.</p> <p>Es importante resaltarlos según el decreto 1072 de 2015.</p>

• Capacitaciones

Tener un programa de capacitaciones con relación a la radiación ionizante es importante, puesto que el riesgo al que los empleados que laboran en el lugar se sitúa. Tener un plan de capacitaciones genera tener conocimientos y actitudes de auto salvataje, competencias y contribuir a condiciones personales y de la organización.

El empleado encargado del Sistema deberá:

- Crear un plan de capacitación con líneas correctivas y preventivas.
- Conocer para definir las horas en las cuales se dan las capacitaciones.
- Establecer la estrategia o didáctica con la cual brindará las capacitaciones.
- Definir recursos a utilizar.
- Elaborar los materiales que va a utilizar (guías, folletos, dispositivos, etcétera).
- Importar: tener en cuenta las edades de los empleados ya que de eso depende un análisis que didáctica se debe utilizar.
- Definir equipos (Computador, Video Cámaras o Tablet).
- Definir métodos de evaluación.
- Llevarlos (lista de asistencia y/o fotos), se recomienda también que los evaluados tengan algún visible ya que esto demuestra que la empresa se está comprometida con los empleados.

Ordenado por el decreto 1872 de 2015.

• Infraestructura

Trabajar en un ambiente seguro genera en los empleados confianza y bienestar emocional, contar con una infraestructura adecuada es símbolo de responsabilidad social y amor por la salud de los clientes.

En los servicios radiológicos en donde se cuenta las protecciones necesarias para evitar radiaciones al personal, según lo indica la resolución 4445 de 1995, para lo cual se requiere:

- Adecuado blindaje en láminas de plomo en paredes.
- Adecuado blindaje en láminas de plomo en puertas.
- Si se usa una estufación cada interrupción debe contar con contenedores de plomo.

En el capítulo IV de la Ley 93 de 1978, se indican normas para el cumplimiento frente a radiaciones ionizantes para las Instituciones, Resoluciones de Servicios de Salud.

La empresa deberá garantizar que cada 6 meses se realice análisis en la Unidad y así tener un control y seguimiento de la exposición a radiación ionizante.

Lo anterior se aplica en la Resolución 2480 de 1978 art. 161 con su respectivo parágrafo:

• Señalización

El riesgo de radiación, vendrá enfatizado mediante un símbolo internacional: un "trébol", cuando exista solamente riesgo de radiación externa y el riesgo de contaminación sea despreciable, el "trébol" vendrá rodeado de puntos rojos. Si el riesgo es de contaminación y el de radiación sea despreciable el "trébol" irá sobre campo punteado. Si existen ambos riesgos irá rodeado de puntos rojos y sobre campo punteado.

Además, en la parte superior de la señal, una leyenda nos indicará el tipo de zona, y en la inferior con el tipo de riesgo.

Los colores de los "tréboles" indican la clasificación de la zona, en orden descendente el riesgo asociado, éstos son:



Imagen tomada de: Ministerio de Salud, Resolución 2480 de 1978 artículo 161 parágrafo 1º.

El capítulo 2 de la resolución 16-1384 de 2004 habla de la clasificación de acciones y evaluación.

Se sugiere a la empresa demarcar zonas y clasificarlas según las normas correspondientes, estas deben ser visibles y dadas para el personal que labora y para los visitantes.

• Emergencia

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INTEH) se establece:

En caso de exposiciones accidentales y de emergencias se evalúan los dosis recibidas y su distribución en el tiempo y se realiza una evaluación individual o evaluaciones de las dosis individuales en función de las circunstancias. Cuando a consecuencia de uno de estas exposiciones o de una exposición repetidamente acumulada hayan podido superarse los límites de dosis, debe realizarse un estudio para evaluar, en los requerimientos posibles, las dosis recibidas en la totalidad del organismo o en las regiones u órganos afectados.

Se recomienda a la empresa tener establecido un protocolo en caso de emergencia, siendo este divulgado al personal que en momento actual, recomendamos la impresión de reportar situaciones o incidentes que puedan contribuir en información para evitar que se vuelvan en accidentes.

• El Programa

Aspectos legales El artículo 7 de la Resolución 2248 de 2007 establece los requisitos para realizar los exámenes médicos ocupacionales.

• Elementos de Protección Personal

El Ministerio de Salud define los Elementos de Protección Personal (EPP), como "todo equipo, aparato o dispositivo especialmente proyectado y fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales".

Los usos de los EPP son de vital importancia en la Unidad de Radiología y estos no solo están diseñados para la protección sino también para que los empleados los usen en caso del accidente y la enfermedad. Se debe tener en cuenta que los Elementos de Protección Personal no eliminan el riesgo, pero sí mitigan las consecuencias que esto puede traer.

Se recomienda según resolución 2480 de 1978 artículo 160:

- Tener los EPP con detalles de su uso, plan de acción, estrategia específica con video planado, guías, personalidades, protección de ganchos, en los 2 pisos siempre a la mano y facilidad del empleado.
- Se recomienda también siempre utilizarlos ya que contar con infraestructura planada y toma de imágenes son dosis bajas de radiación no significa que el empleado está protegido, cabe recordar que la radiación ionizante continúa a consecuencia a largo plazo como lo es radiación de rayos X emitidos, por lo cual es un mensaje idéntico que se debe utilizar todos los tiempos para disminuir las dosis recibidas en el cuerpo.

• Uso del dosímetro

Como la radiación ionizante es invisible, silenciosa y no puede palparse, ni los sentidos tienen la capacidad de detectar estas radiaciones, en la actualidad, obrando dentro en cuenta con una serie de instrumentos que faciliten la medición de estas radiaciones que dentro de estas está el uso del dosímetro en sus unidades correspondientes.

¿Por qué calibrar?

Es necesario mantener el equipo en condiciones fijas que no afecten la calidad de las mediciones debido a desviaciones generadas por las imperfecciones en las medidas y que se encuentran base de las especificaciones en los manuales.

¿Con qué frecuencia se debe calibrar?

El período de calibración depende de varios factores como frecuencia y uso, esta última dependerá según de las condiciones ambientales, zona del cuerpo puesto en la investigación y manejo de los instrumentos. Los instrumentos nuevos deben calibrarse con mayor frecuencia, con objeto de determinar su estabilidad intrínseca a lo largo del tiempo.

Lo anterior es para resaltar la importancia de este instrumento en las unidades donde se haya mayor exposición a Radiación. En la actualidad se cuenta con una herramienta que facilita la medición de las dosis de radiación externa acumulada en un período determinado, por lo anterior, en la región o la empresa se debe adoptar seguimiento a las dimensiones de dosis de exposición y calibración la cual debe ser llevada a cabo mensualmente.

El profesional es uno de los beneficiarios que accede al proceso de mejoramiento en SG-SST dentro de una organización así mismo, es un Documento que facilita el establecimiento y organización de las condiciones técnicas y administrativas entre los diferentes puestos de trabajo al interior de una empresa de una forma gráfica, así se deben evaluar características de cada puesto de trabajo y las competencias que deben tener quienes ocupen los diferentes cargos.

Su implementación deberá ser realizada por un comité especializado en seguridad y salud en el trabajo, evaluar las condiciones de la labor del empleado y lo realiza bajo los siguientes parámetros:

- Descripción del cargo o puesto de trabajo
- Objetivo del cargo o puesto de trabajo
- Funciones inherentes al cargo o puesto de trabajo
- Formación exigida por el cargo o puesto de trabajo
- Responsabilidades (¿A quién reporta? ¿A quién supervisa? Responsabilidades: económicas, legal y en zona de declaración, Capacitación, proyección y evaluación del desempeño).
- Experiencia previa requerida
- Condiciones de trabajo (seguridad física y mental, entorno ambiental, horario, riesgos laborales, equipo de protección personal requerido).
- Requerimientos físicos y psicoacústicos
- Condiciones de salud (tipo de evaluaciones médicas requeridas)
- Perfil psicológico (apertividad, sinceridad, expresión corporal, inteligencia, estado emocional).

Por lo anterior se recomienda a la empresa la elaboración e implementación del programa aplicable a todos los cargos con los que cuenta y así realizar los exámenes médicos ocupacionales establecidos para los empleados según áreas de trabajo y labores.

• El Oficio

Se sugiere a la empresa que establezca políticas para casos especiales como viajes en estado de gestación que se encuentren laborando en la empresa y personal que se encuentren realizando su práctica en la organización.

"No hay secretos para el éxito. Este se alcanza preparándose, trabajando arduamente y aprendiendo del fracaso"

Collin Powell

13 Bibliografía

- Arias, C. F. (2006). La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 20, 188-197.
- Costa Mateu, J., Ruiz Montilla, M., & Bergua Canelles, D. (2007). *Manual de enfermería en cardiología intervencionista*. Recuperado de capítulo xvii protección radiológica: https://www.enfermeriaencardiologia.com/wp-content/uploads/proced_17.pdf.
- Cueva Viteri, R. (2008). *Vigilancia médica en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes*. (Tesis de Maestría). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Curiosfera. (s.f.). *Historia de los rayos X*. Recuperado de <https://www.curiosfera.com/historia-de-los-rayos-x-inventor/>
- Díaz Murillo, G. (s.f). *Ecografía*. Recuperado de <http://drgdiaz.com/eco/ecografia/ecografia.shtml#Historia%20de%20la%20ecograf%C3%ADa>
- Durán, A. (2015). Protección radiológica en cardiología intervencionista. *Archivos de cardiología de México*, 85(3), 230-237.
- Foro Nuclear. (s.f). *¿Qué es la radiactividad?*. Recuperado de <https://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/119402-que-es-la-radiactividad>

Foro Nuclear. (s.f). *Detección y medida de las radiaciones ionizantes*. Recuperado de http://rinconeducativo.org/contenidoextra/radiacio/4deteccin_y_medida_de_las_radiaciones_ionizantes.html.

Federación de enseñanza de CC.OO de Andalucía. (2009a). Radiaciones. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 1(4), 1-15.

Federación de enseñanza de CC.OO de Andalucía. (2009b). Principios de la tomografía computarizada. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 1(4), 1-15.

Giraldo Galvis, L. M.(2016). *Propuesta de guías para la formulación del plan de emergencias radiológicas en servicios de medicina nuclear, derivadas de fuentes radiactivas abiertas* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Gómez Gómez, H. A., & Pico Melo, J. E. (enero - junio de 2013). Radiaciones ionizantes, efectos biológicos. *Salud Areandina*, 1(2), 3.

Martínez, A. (2011). *La protección Radiológica y sus orígenes*. Recuperado de http://cadenaser.com/ser/2011/05/19/cultura/1305760631_850215.html

Menéndez-Navarro, A., & Sánchez Vázquez, L. (2013). La protección radiológica en la industria nuclear española durante el franquismo, 1939-1975. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 20(3).

RadiologyInfo.org. (s.f.). *Densitometría ósea (DEXA, DXA)*. Recuperado de <https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=dexa#equipo>

Vigabriel Poppe, E. V., Ayarde Romero, G., Ocampo Rodríguez, L. K., Arí Zubieta, W., & Huarin, H. (2006). Importancia de la radioprotección. *Revista medicina ciencia investigacion y salud*, 30-33.

Viloria Barragán, C. (2010) *Evaluación de la dosis glandular media en exámenes de mamografía* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Zanzz, F. (2017). Modelo aplicado al pronóstico de la seguridad radiológica. *Revista Peruana de Psicología y Trabajo Social*, 3(1), 125-140.