

**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA NICARAGUENSE**  
**PROTESTANT UNIVERSITY OF NICARAGUA**  
**Martin Luther King Jr.**



**UENIC MLK**

**DOCTORADO EN EDUCACION CON ENFASIS EN INVESTIGACION**  
**EDUCATIVA.**  
**TESIS DOCTORAL.**

**AUTORES:**

**MSc: Norma Alejandra Roas Zúniga**

**MSc: Fredy Israel Somarriba Vanegas**

**TUTOR:**

**Dr. Nelson Mongalo Vigil.**

**Managua, 2020.**

**Tema:**

Impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, en el quinquenio 2015 – 2020.



**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA NICARAGÜENSE  
(PROTESTANT UNIVERSITY OF NICARAGUA)**

*Martin Luther King, Jr.*

**UENIC - IMACCP**

**CARTA AVAL**



**Dra. Lesbia J. Herrera Martínez**

Directora Académica

UENIC - IMACCP

Sus manos

Estimada Doctora Herrera:

Por este medio, me permito presentar la tesis para obtener el grado **Doctor en Educación con énfasis en investigación Educativa**, la cual goza de todos los requisitos académicos contemplados en el reglamento de postgrado para los estudios doctorales, que debidamente se han revisado y validado bajo el convenio de Colaboración académica UENIC – IMACCP.

**Tema:**

**Impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, en el quinquenio 2015 – 2020.**

Es un tema de mucha importancia para el desarrollo académico integral, que de manera científica y sin dejar lugar a dudas han trabajado los autores: **MSc. Norma Alejandra Roas Zúniga y MSc. Fredy Israel Somarriba Vanegas**, en tal sentido la tesis está lista para su presentación y defensa.

Se extiende la presente Carta Aval, a los cinco días del mes de septiembre del año Dos mil veinte en la ciudad de Managua, Nicaragua.

Atentamente,

---

**Dr. Nelson Mongalo Vigil**

Tutor.

CC.:  
Archivo

## **Dedicatoria.**

Dedicamos este proyecto de tesis a Dios a nuestras familias quienes son el motivo para que sigamos adelante formándonos como mejores profesionales a nuestros maestros, quienes nos apoyaron dándonos sus enseñanzas, a nuestro amigos, quienes siempre nos alentaron a la realización de este proyecto, a nuestro tutor que nos orientó en toda la redacción y revisión del documento en tiempo y forma en general a todos los que de alguna manera nos ayudaron a lo largo de estos años, para que pudiéramos concretar esta obra, a quienes nos proporcionaron lo necesario para realizar los estudios concernientes a este trabajo que se concreta, a todos ellos les dedicamos esta tesis.

Sabemos que estas palabras no son suficientes para expresar nuestros agradecimientos, pero esperamos que, con ellas, se den a entender nuestros sentimientos de aprecio y cariño a todos ellos.

## **Agradecimiento**

Este documento es el resultado del esfuerzo conjunto de ambos estudiantes. Por esto agradecemos a nuestro tutor el PhD. Nelson Mongalo Vigil, al PhD Serrano por darnos la oportunidad de ser parte de su comunidad universitaria, a nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas para preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien

De igual manera agradecemos a nuestra Alma Mater UNAN-Managua, por seguir conservándonos como docentes y profesionales.

## Resumen

En la utilización de las radiaciones en las diferentes áreas de la medicina, industria e investigación es necesario tener conocimientos sobre la aplicación de la protección radiológica en las diversas prácticas, es por eso que se considera fundamental que cada país elabore una Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica que se adapte al desarrollo tecnológico. La creación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica del país, fue elaborada teniendo en cuenta las reuniones organizadas por proyectos regionales auspiciados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), fue fundamental la revisión documental que permitieron su elaboración, se tomó en cuenta documentos técnicos internacionales, reglamentos y leyes nacionales. La autoridad reguladora elaboró dicha estrategia considerando la necesidad de capacitación y la creación de un plan de capacitación en concordancia con lo establecido por el Gobierno de Unidad y Reconciliación Nacional (GRUN) de la Republica de Nicaragua.

El propósito de este trabajo es analizar el impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, en el quinquenio 2015 – 2020. La cual está enfocada en capacitar a los Trabajadores Ocupacionalmente Expuesto (TOE's), utilizando los recursos nacionales de formación en Protección Radiológica.

La CONEA otorgo un reconocimiento en la competencia de capacitación al Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología (LAF-RAM) de la UNAN-Managua, Managua para impartir los cursos de protección radiológica para los TOE`s en las áreas Médica e Industrial y Encargados de Protección Radiológica, el Centro Nacional de Radioterapia (CNR) formaría a los TOE`s que trabajan en el área radioterapia y medicina nuclear, SINAPRE, MINSA y otras instancias a los primeros respondedores.

Para evaluar la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica se aplicaron entrevistas, encuestas y análisis documental, para analizar su incidencia y por ende el impacto a nivel nacional, fue posible establecer el cumplimiento de las metas propuestas, comparando los valores propuestos inicialmente con los valores obtenidos durante el quinquenio 2015 al 2020, de los 6 parámetros que se evaluaron se encontró que cuatro de ellos cumplen con las metas establecidas, dos no las cumplen, si se considera el promedio de todos los indicadores se obtuvo un 74% de cumplimiento de las metas propuestas en dicha estrategia para el quinquenio 2015 al 2020.

Es notorio el avance que se ha tenido con la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica, en lo que respecta a formación en protección radiológica, lo cual ha marcado un antes y un después, a pesar de todos los inconvenientes que hubo en este quinquenio se va notando el aumento de las capacitaciones de los TOE`s, según lo analizado en este trabajo la incidencia de la implementación de dicha estrategia, la cual está enfocada en el análisis del cumplimiento de las necesidades de capacitación planteadas en la misma, fue de un 75%, esto implica una gran incidencia de la implementación ya que se han fortalecido las capacidades técnicas y protección radiológica en las instituciones.

El Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología (LAF-RAM) ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de las capacitaciones de los TOE`s a nivel nacional, este laboratorio aportó en un 67% del 75% del cumplimiento en lo ejecutado según las necesidades de la estrategia.

Los resultados de las encuestas y entrevistas inducen que se debe hacer una transformación curricular de los cursos, para crear habilidades y destrezas es necesario cambiar el currículo basado en objetivos impartido en este quinquenio por uno en competencias, centrado en los participantes dependiendo del área en que trabajan.

## ÍNDICE

Tema: .....	I
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Resumen.....	V
Siglas.....	1
Capítulo I.- Argumentación teórica metodológica de la investigación.....	3
1.1.- INTRODUCCIÓN: .....	3
1.1.1.- Antecedentes.....	3
A.- Cooperación Internacional.....	3
1.1.2.- Justificación.....	16
1.1.3.- Planteamiento del Problema.....	17
1.2.- PROPOSITOS. ....	18
1.2.1.- General .....	18
1.2.2.- Específicos: .....	18
1.3.- PREGUNTAS DIRECTRICES.....	19
1.4.- MATRIZ DE DESCRIPTORES.....	20
1.5.- DISEÑO METODOLÓGICO.....	22
1.5.1.- Enfoque de la Investigación.....	22
1.5.2.- Línea de la investigación .....	22
1.5.3.- Tipo de investigación.....	22
1.5.4.- Corte de la investigación .....	22
1.5.5.- Métodos de la investigación .....	23
1.5.6.- Instrumentos .....	23
1.5.7.- Población .....	23
1.5.8.- Muestra .....	23
1.5.9.- Tipo de muestreo .....	24
1.5.10.- Plan de análisis .....	24
Capítulo II.- Referente teórico científico de la investigación.....	25
2.1.- MARCO TEÓRICO .....	25
2.1.1.- Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica.....	25
2.1.1.2.- Alcance, objetivos de la estrategia.....	25



2.1.1.3.- Acciones para el desarrollo de la estrategia.....	27
2.1.1.4.- Recursos para la implementación de la estrategia en el 2015.....	30
2.1.1.5.- Metas a alcanzar por la estrategia. ....	34
2.1.1.6.- Evaluación de la estrategia.....	35
2.1.1.7.- Política Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica. ....	36
2.1.1.8.- Formación del personal de salud y primeros respondedores .....	42
2.1.1.9.- Material didáctico. ....	45
2.1.1.10.- Acreditación del personal ocupacionalmente expuesto. ....	46
<b>2.2.- Organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes. ....</b>	<b>49</b>
2.2.1.- Marco Regulatorio. ....	49
2.2.2.- Tipos de instalaciones.....	52
2.2.3.- Tipos de exposición ocupacional.....	55
2.2.4.- Programa de Vigilancia Médica.....	65
2.2.5.- Usos de las radiaciones.....	78
2.2.6.- Normas Internacionales y Seguridad.....	80
2.2.7.- Infraestructuras nacionales. ....	85
<b>Capítulo: III.- Análisis y resultados de la investigación.....</b>	<b>87</b>
<b>3.1.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>87</b>
3.1.1.- Cumplimiento de las metas plasmadas en la estrategia nacional.....	87
3.1.2.- Incidencia de la implementación de la Estrategia Nacional.....	93
3.1.3.- Evaluación de la implementación de los cursos de seguridad y protección radiológica del LAF-RAM.....	107
3.1.3.1.-Análisis de curso de Radiología Diagnostica e intervencionismo .....	108
3.1.3.2.- Análisis de curso de Protección Radiológica en Aduana.....	120
3.1.3.3.-Análisis de curso de Protección Radiológica en Escáner.....	132
3.1.3.4.- Análisis de curso de Protección Radiológica en Medidores Nucleares .....	144
<b>3.2.- TRIANGULACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>156</b>
<b>3.3.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>174</b>
<b>Capítulo: IV.- Evidencias del proceso de investigación. ....</b>	<b>177</b>
<b>4.1.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>177</b>
<b>4.2 ANEXOS.....</b>	<b>181</b>

<b>4.2.1 ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>181</b>
<b>4.2.2 ÍNDICE DE GRÁFICAS.....</b>	<b>185</b>
<b>4.2.3 Formato para aplicación de las encuestas y entrevistas .....</b>	<b>188</b>
<b>A) ENCUESTA A LOS ENCARGADOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.....</b>	<b>188</b>
<b>B) ENCUESTA A LA INSTITUCIÓN PRESTADORA DEL SERVICIO DE CAPACITACION EN MATERIA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA .....</b>	<b>189</b>
<b>C) ENCUESTA A PARTICIPANTES EN LAS CAPACITACIONES PARA EL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO .....</b>	<b>190</b>
<b>4.2.4 Resumen de respuesta de los encuestados .....</b>	<b>192</b>
<b>A) Resultados de la encuesta aplicada a los Encargados de Protección Radiológica 2020 .....</b>	<b>192</b>
<b>B) Resumen de respuestas de los prestadores de servicios.....</b>	<b>194</b>
<b>C) Resumen de valoración de encuestas de satisfacción de cursos impartidos por el LAF-RAM durante el 2015 al 2020 .....</b>	<b>197</b>

## **Siglas**

APCNEA: Asociación de profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica

ARCAL: Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe

BEIR: Comité sobre los Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes

CNR: Centro Nacional de Radioterapia

CONEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

CSN: Consejo de Seguridad Nuclear

GRUN: Gobierno de Unidad y Reconciliación Nacional

ICRP: Comisión Internacional de Protección Radiológica

INSS: Instituto Nicaragüense de Seguridad Social

IPEN: Instituto Peruano de Energía Nuclear

LAF –RAM: Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología

MINSA: Ministerio de Salud

NBS: Normas Básicas de Seguridad

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica

OIT: Organización Internacional del Trabajo

OPS: Organización Panamericana de la Salud

PET: Tomografía por Emisión de Positrones

PR: Protección Radiológica

RLA9075: Proyecto Regional “Fortalecimiento de las capacidades técnicas y los sistemas de educación y entrenamiento relacionados con la Seguridad Radiológica y la Protección de los trabajadores, los pacientes y el público en América Latina”

SINAPRES: Sistema Nacional para la Prevención Mitigación y Atención de Desastres

SEPR: Sociedad Española de Protección Radiológica

TC: Tomografía Computarizada

TSA6: Área Temática de Seguridad “Enseñanza y capacitación en seguridad radiológica, del transporte y de los desechos”

TOE´s: Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos

UNAN – Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

UNSCEAR: Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas

## Capítulo I.- Argumentación teórica metodológica de la investigación.

### 1.1.- INTRODUCCIÓN:

#### 1.1.1.- Antecedentes.

##### *A.- Cooperación Internacional*

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) se creó en 1957 como respuesta a los profundos temores y las expectativas que infundían los descubrimientos y variados usos de la tecnología nuclear. La génesis del Organismo se remonta al discurso “Átomos para la paz” pronunciado por Eisenhower, presidente de los Estados Unidos, ante la Asamblea General de las Naciones Unidas el 8 de diciembre de 1953.

El Organismo fue creado como la organización mundial de los “Átomos para la paz” dentro del sistema de las Naciones Unidas. Desde el primer momento, se le otorgó el mandato de trabajar con sus Estados Miembros y múltiples asociados de todo el mundo para promover el uso de las tecnologías nucleares con fines pacíficos y en condiciones de seguridad tecnológica y física. Los objetivos de la doble misión del OIEA —promover y controlar el átomo— están definidos en el artículo II del Estatuto del OIEA. (Organismo Internacional de Energía Atómica [OIEA], s.f)

El OIEA, de conformidad con su mandato “Átomos para la paz y el desarrollo”, presta apoyo a los países en su labor para alcanzar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

Numerosos países recurren a la ciencia y la tecnología nuclear para contribuir a sus objetivos de desarrollo y poder cumplirlos en ámbitos como la energía, la salud humana, la producción de alimentos, la gestión del agua y la protección del medio ambiente. El uso de estas técnicas contribuye de manera directa a 9 de los 17 ODS.

La Agenda 2030, adoptada en 2015, comprende 17 ODS y sus 169 metas correspondientes, cuya finalidad es estimular la acción en esferas de importancia crítica para la humanidad y el planeta durante los próximos 15 años. Estos Objetivos y metas son de carácter integrado e indivisible y conjugan de manera equilibrada las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.

Los proyectos de cooperación técnica del OIEA proporcionan conocimientos especializados en ámbitos en que las técnicas nucleares ofrecen ventajas sobre otros enfoques, o en que pueden ser un complemento útil a los medios convencionales. Todos los Estados Miembros tienen derecho a recibir apoyo mediante proyectos de cooperación técnica, aunque en la práctica estos proyectos suelen centrarse en las necesidades y las prioridades de los países menos adelantados.

Los proyectos de cooperación técnica pueden ser nacionales, regionales o interregionales. Los proyectos nacionales atañen a un solo país y se dedican fundamentalmente a apoyar prioridades nacionales de desarrollo en las que el uso de la tecnología o las técnicas nucleares constituyen un elemento indispensable para conseguir los objetivos nacionales o dar solución a un problema de manera rentable y segura desde el punto de vista tecnológico y físico.

Los proyectos regionales trascienden las fronteras nacionales para prestar apoyo en materia de cooperación técnica y abordan las necesidades de varios Estados Miembros de una región concreta. Si bien estos proyectos tienen en cuenta los objetivos nacionales de desarrollo, se establecen atendiendo a las prioridades regionales de desarrollo determinadas en los acuerdos de cooperación, las estrategias y los marcos regionales. Los proyectos regionales se dividen en transnacionales, regionales, de creación de capacidad o de actividades conjuntas.

Los proyectos regionales destinados a establecer normas sirven de marco para la participación equitativa de los Estados Miembros a escala regional. Pueden incluir la elaboración de directrices, programas de estudio, materiales didácticos y la documentación de prácticas óptimas.

También se consideran de carácter regional las actividades de cooperación técnica conjuntas con una entidad regional o internacional, formalizadas mediante un acuerdo de cooperación.

Los proyectos sobre creación de capacidad para países en desarrollo prestan apoyo a candidatos de esos países para que puedan participar en conferencias, seminarios y talleres que han sido aprobados en el marco de los programas principales del OIEA.

El OIEA ofrece una amplia gama de actividades de enseñanza y capacitación, que incluyen cursos y talleres de capacitación presenciales, así como el aprendizaje en línea, programas de becas y cursos sobre diversos temas relacionados con el ámbito nuclear, incluyendo la formación en seguridad y protección radiológica.

La búsqueda de la excelencia en materia de seguridad nuclear y radiológica exige la adopción de un enfoque integrado de la enseñanza y la capacitación. En términos generales, la protección radiológica y la seguridad nuclear son esferas multidisciplinarias que comprenden elementos conexos de la física aplicada, la química, la biología, la tecnología nuclear y otras esferas especializadas. Sin embargo, con respecto al desarrollo de los recursos humanos, existen importantes diferencias y necesidades y problemas específicos. Algunas diferencias y problemas emanan de la amplia diversidad y alcance de las aplicaciones nucleares y radiológicas.

Hoy día en todo el mundo se ha generalizado el uso de tecnologías de las radiaciones y fuentes radiactivas, principalmente en la medicina (radiología con fines de diagnóstico, radioterapia, medicina nuclear), la industria, la agricultura y la investigación. (Skornik, 1994)

Con el objetivo de aprovechar la expertís, la tecnología y todos los beneficios que conlleva ser Estado miembro del OIEA, Nicaragua en el año 1977 se hace firmante de los acuerdos y se convierte en Estado miembro de dicho organismo, a partir de esa fecha el país participa del apoyo tanto económico como de formación por medio de los proyectos que se elaboran y ejecutan en el OIEA.

Una de las funciones estatutarias del OIEA es establecer o adoptar normas de seguridad para proteger, en el desarrollo y la aplicación de la energía nuclear con fines pacíficos, la salud, la vida y los bienes, y proveer lo necesario para la aplicación de esas normas a sus propias operaciones, así como a las realizadas con su asistencia y, a petición de las partes, a las operaciones que se efectúen en virtud de cualquier arreglo bilateral o multilateral, o bien, a petición de un Estado, a cualquiera de las actividades de ese Estado en el campo de la energía nuclear.

El OIEA proporciona distintos tipos de documentos con el fin de promover el uso seguro de la protección Radiológica uno de ellos es el R.S G-1.4 la cual es parte de la colección de normas de seguridad del OIEA, esta guía de seguridad contiene recomendaciones acerca de la manera de cumplir los requisitos establecidos en las Norma Básicas de Seguridad (NBS) relativos a la capacitación en protección radiológica y en aspectos de la seguridad nuclear, del transporte y de los desechos radiactivos relacionados con la protección radiológica.

La RS-G-1.4 lleva por nombre “Creación de competencia en materia de protección radiológica y uso seguro de las fuentes de radiación” hace recomendaciones de lo que debería contener una estrategia nacional para la cualificación, autorización de las personas y acreditación de los cursos y centros de capacitación la creación de competencias en materia de protección y seguridad, estableciendo las condiciones mínimas para las distintas categorías de trabajo y de los procedimientos de evaluación de la cualificación, autorización de las personas y la acreditación de los cursos y centros de capacitación.

En la figura No. 1 se muestra un diagrama de lo que debe contener una estrategia nacional de capacitación por competencias el cual debe adaptarse a las condiciones de desarrollo de cada país en materia de protección radiológica y seguridad.





Figura No.1: Esquema de una estrategia nacional integrada para la creación de competencia en materia de protección y seguridad

El cuadro hace énfasis al análisis de capacitación que se requiere, un diseño de un programa de capacitación que sea realista y que pueda ser cumplido, la elaboración y ejecución de un programa nacional de capacitación y por último la evaluación de la eficacia de la estrategia nacional considerando los distintos componentes.

En cuanto al análisis de las necesidades de capacitación es necesario identificar las prioridades del país, en nuestro caso está basado en plan nacional de desarrollo humano, es importante considerar la posibilidad de introducción de nuevas prácticas, así como el relevo generacional.

Es necesario conocer los niveles de competencias existentes en el país, teniendo en cuenta los registros del personal cualificado y autorizado, estos registros están en nuestro caso en la autoridad reguladora. Otros recursos que pueden utilizarse son los resultados de las inspecciones y autorizaciones que se han realizado durante los últimos 5 años, otra fuente de información la puede proporcionar los empleadores y los colaboradores.

En el contexto anterior dando seguimiento a sus funciones, el OIEA desarrollo proyectos con el objetivo de fortalecer las capacidades técnicas de los profesionales que trabajan con radiaciones ionizantes relacionadas, entre otra, a la capacitación en seguridad y protección radiológica.

Existe un amplio conjunto de normas de seguridad radiológica y nuclear que incluye normas internacionales. Sin embargo, ello no es garantía de que se apliquen buenas prácticas de seguridad. Se requiere una infraestructura nacional adecuada para que la aplicación de las normas de seguridad alcance y mantenga el nivel deseado de protección y seguridad. Se considera que la infraestructura comprende, en esencia, los siguientes elementos principales:

- Una legislación y un reglamento que establezcan requisitos jurídicos, técnicos y administrativos;
- Un sistema de aplicación de la legislación por conducto de mecanismos reglamentarios como, por ejemplo, la notificación, el registro, la concesión de licencias, la inspección, y el asesoramiento sobre cómo cumplir los requisitos de seguridad;
- Recursos humanos y conocimientos especializados a todos los niveles, que abarquen desde un trabajo altamente calificado, incluida la formulación de políticas, la investigación y el desarrollo, pasando por esferas especializadas de aplicación, hasta el apoyo técnico para operaciones y servicios ordinarios;
- Una base técnica competente para la prestación de diversos servicios de seguridad, tales como vigilancia radiológica (dosimetría del personal, calibración de instrumentos, vigilancia ambiental), mantenimiento del equipo y los componentes, y capacidades de respuesta a emergencias
- Recursos para establecer y ejecutar el programa nacional de seguridad radiológica.

El alcance de la infraestructura nacional tiene que ser compatible con el nivel y el volumen de las actividades tecnológicas nucleares que exigen medidas de seguridad, las cuales abarcan desde la producción de electricidad en centrales nucleares hasta utilización de radioisótopos en la investigación.

Con el fin de fortalecer esta área en América Latina se realizaron muchas actividades para apoyar un aumento sostenible del uso de las radiaciones y se prestó especial atención a la creación de redes, el intercambio de experiencias, la conservación de conocimientos y la capacitación de personal. Otro aspecto en el que se centraron las actividades de capacitación en 2010 fue el del fortalecimiento de la capacidad de elaborar proyectos en los Estados Miembros del OIEA.

Producto de lo anterior surge el proyecto de cooperación técnica RLA9065 "Apoyo a la infraestructura de protección radiológica a través de la educación y entrenamiento (TSA6) (2011-2013)" el cual tiene por objeto mejorar las capacidades en protección radiológica y en el uso seguro de fuentes de radiación utilizando mecanismos de educación y entrenamiento en los Estados Miembros participantes.

Como parte del programa de trabajo de este proyecto en el año 2010 se consideró la elaboración de los perfiles nacionales, en los que se analizan las estrategias, los programas y medios de formación en materia de seguridad radiológica existentes, siguiendo lo recomendado en la Guía de Seguridad RS-G-1.4 "Creación de capacidades en Protección Radiológica y el uso seguro de fuentes de radiación". (OIEA, 2010)

La primera Reunión de coordinación del Proyecto Regional RLA/9/065 fue organizada por el OIEA, con el apoyo del Instituto Peruano de energía nuclear IPEN de Perú, la misma comprendió seis secciones técnicas que cubrieron todos los aspectos relacionado con el desarrollo de un programa de educación y entrenamiento en Protección Radiológica además de analizar las necesidades de capacitación de seguridad y protección radiológica en la región latinoamericana y del caribe.

El programa de la reunión tenía como objetivos:

- (i) conocer y actualizar la información de las estructuras de capacitación existente a nivel nacional en los países de latinoamericana y el caribe,
- (ii) (ii) identificar las necesidades a nivel nacional y establecer las prioridades para el desarrollo de un sistema nacional de educación y formación en protección radiológica (PR)
- (iii) compartir las experiencias realizadas en los distintos países,
- (iv) plantear acciones específicas para mejorar y fortalecer las estrategias nacionales ayudando a todos los miembros a desarrollar un sistema consensuado de educación y capacitación en Protección Radiológica común a todos los países de la región.

Tabla No. 1: Estado actual de los países de la región en el tema capacitación (2010) (Tomado del informe de reunión regional del RLA9065)

PAIS	Regulador	Capacitación por práctica	REQ. /reentrenamiento	Entrenamiento/paquete IAEA	TOE'S	Quien imparte	Plan Nacional
EL SALVADOR	único	No	No/No	propio	2000	Universidad del Salvador	No
COSTA RICA	varios	No	No/No	No	4000	varios	No
MEXICO	doble	No	Si/Si	Si	40000	varios	No
ECUADOR	único	No	No /Si	propio	6000	regulador	No
BOLIVIA	único	Si	Si/Si	propio	2000	regulador	No
PARAGUAY	doble	No	Si/Si	propio	2500	regulador	No
VENEZUELA	doble	No	No/No	Si	7000	regulador-varios	No
CHILE	doble	No	No/No	propio	15000	regulador-varios	No
NICARAGUA	único	No	No /SI básico	No	1000	regulador	No
CUBA	doble	No	Si/No	Si + propio	8000	varios	No
GUATEMALA	único	No	Si/Si	Si	2500	regulador-varios	No
PERU	único	Si	Si / Si	Si + propio	25000	varios	No
R.DOMINICANA	único	No	No/No	Si	1500	regulador-varios	No
URUGUAY	único	Si parcial	No/No	Si + propio	3000	regulador-varios	No
BRASIL	doble	Si	Si / Si	Si + propio	120000	regulador-varios	No

Para el ciclo 2012-2014 se formula el proyecto regional RLA9075: “Fortalecimiento de las capacidades técnicas y los sistemas de educación y entrenamiento relacionados con la Seguridad Radiológica y la Protección de los trabajadores, los pacientes y el público en América Latina”. El cual tiene como objetivo general, contribuir al fortalecimiento de los programas de protección radiológica en exposiciones ocupacionales correspondientes con las Normas Básicas de Seguridad (GSR Parte 3) para establecer capacidades nacionales a través de la disponibilidad de personal capacitado y entrenado. Dicho proyecto se ejecuta en el periodo del 2014 al 2016 y dentro de las actividades a desarrollar en el mismo los países participantes se plantean la elaboración de una estrategia de capacitación y entrenamiento en el campo de la protección radiológica a nivel nacional.

En el caso de Nicaragua el objetivo fue cumplido y en el año 2016 por medio del decreto ministerial No. 07-2016 fue aprobada la Política Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica y la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica. En el mismo se designa a la Dirección General de Regulación Sanitaria, para que dé a conocer el acuerdo a todos los involucrados.

## B.- Legislación.

### B1.- Aspectos generales:

En los fundamentos de seguridad, el documento de rango superior de las normas internacionales, se establece el principio de que «Un marco jurídico y gubernamental debidamente establecido permite la regulación de las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados con las radiaciones y una clara asignación de las responsabilidades.» (Párrafo 3.8 Safety Fundamentals SF-1 versión en español). (OIEA, 2007)

En los países donde existen debilidades que dificultan el trabajo regulador de la protección radiológica en las exposiciones a radiación ionizante, el organismo regulador necesita establecer un diagnóstico preciso identificando todos los temas que no están suficientemente desarrollados o que tienen aspectos débiles, y buscar, con actitud proactiva, la oportunidad de que se introduzcan las mejoras legislativas necesarias.

## B2.- Reglamentación y normas:

Las NBS establecen que: “En el cumplimiento de sus obligaciones estatutarias, el organismo regulador deberá establecer, promover o adoptar regulaciones y guías sobre las cuales se basen sus acciones reguladoras”; y que: “El sistema de regulaciones y guías deberá elegirse de manera tal que se ajuste al sistema legal del Estado y a la naturaleza del alcance de las instalaciones y actividades a ser reguladas”. (OIEA, 2013)

Si el organismo regulador tiene encomendada por ley, la misión de elaborar normas y guías, éste necesita:

- Destinar recursos humanos con suficiente capacitación y experiencia para coordinar y liderar este trabajo;
- Desarrollar procedimientos para elaborar y revisar normas y guías;
- Conformar grupos de trabajo en los que participen expertos y representantes de las sociedades profesionales de las diferentes prácticas invitados expresamente.

Esta forma de trabajo permite contar con los conocimientos especializados necesarios y preparar a la comunidad de profesionales, allí representada, para “hacer suyo” el nuevo instrumento regulador que tienen que cumplir. Para elaborar las normas se necesitan criterios, que incluyan aspectos tales como:

- Un adecuado equilibrio entre la normativa básica (o general) y la específica (por práctica);
- Un adecuado equilibrio entre el enfoque de desempeño (performance) y el prescriptivo (de detalle) que tenga en cuenta el espectro de conocimientos de los profesionales, que son quienes deben cumplir las normas;
- Identificación de los aspectos más afectados por el enfoque de gradación basado en el nivel de riesgo. En el proceso de revisión de la normativa se ha de tomar en cuenta:

La dinámica de los avances técnicos y tecnológicos propios de las prácticas

- La experiencia operativa nacional e internacional;
- La actualización de los requisitos y recomendaciones de los organismos internacionales de referencia en materia de protección radiológica;
- Las lecciones aprendidas de accidentes e incidentes reportados en las prácticas.

B3.- Partes interesadas en la protección radiológica no contempladas en la legislación:

Si la legislación no identifica claramente la responsabilidad de las partes interesadas y no establece requisitos explícitos de cooperación entre todos los actores sociales implicados, la labor del organismo regulador pudiera verse dificultada por falta de respaldo normativo. En tal caso, la posibilidad de establecer las relaciones institucionales necesarias para una tarea reguladora eficaz en la protección radiológica dependerá, en gran medida, de la iniciativa y del prestigio del organismo regulador.

B4.- Estrategias para mejorar la legislación:

El marco legal que sustenta la actividad de los organismos reguladores puede tener distinto rango en la pirámide jurídica de cada Estado. La mayor o menor dificultad para introducir modificaciones viene determinada por dicho rango, ya que cuanto más alto sea éste, más difícil será introducir cambios.

El proceso de revisión de la legislación puede tener lugar por iniciativas externas al organismo regulador, pero también podría surgir por su propia iniciativa, tras evaluar que la legislación vigente crea dificultades a su capacidad operativa. En Nicaragua se cuenta con la pirámide de jerárquica de la siguiente figura

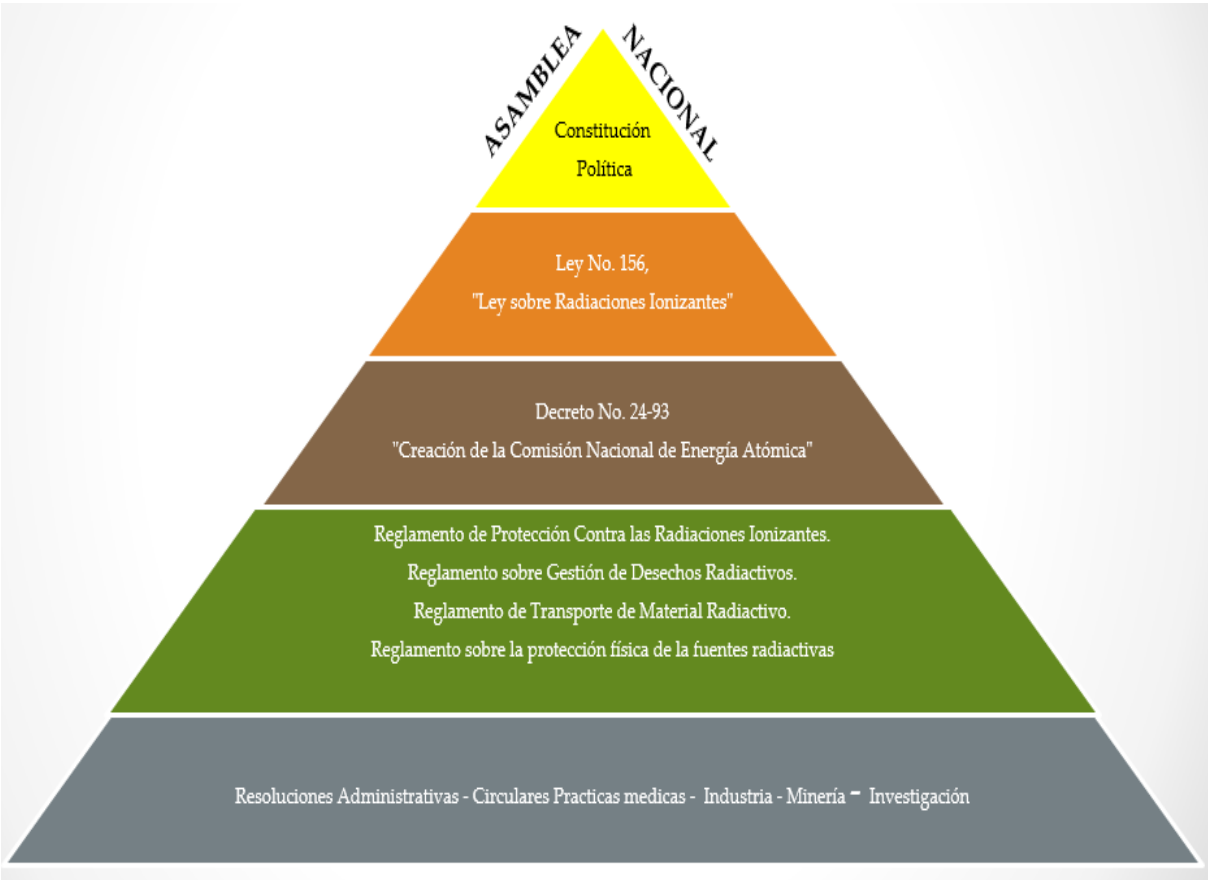


Figura No.2 Jerarquía del marco legal Nicaragua fuente propia

González y Roas (2017), afirma en su resumen que, basado en el cumplimiento del marco legal en lo referente a capacitación en materia de Protección Radiológica, ha permitido la elaboración y aprobación de una Política y una Estrategia de Formación y Capacitación en materia de Seguridad y Protección Radiológica a nivel nacional.



Ello sienta las bases para la concepción de un sistema institucionalizado en el país, que permita la formación de recursos y el fortalecimiento de competencia de los trabajadores que laboran en instituciones donde se utilizan radiaciones ionizantes.

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA), ha designado un comité que se encarga de la ejecución y evaluación de la estrategia nacional, en este documento se presentan los logros obtenidos en la ejecución del plan nacional de capacitación, se evidencian las necesidades de mayor cantidad de personal para desarrollar los programas de capacitaciones, así como el aporte significativo de parte de las instituciones que han colaborado con la implementación de dicho plan en donde se incluye y ha proporcionado un aporte significativo el Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología (LAF –RAM) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN –Managua) en la ejecución del mismo.

### **1.1.2.- Justificación.**

La seguridad y protección radiológica dependen en gran medida de la competencia en Protección Radiológica del personal, en este sentido se reconoce que el componente humano juega un papel fundamental en el uso seguro de toda tecnología. A similitud con otras industrias de alto riesgo el componente humano juega un papel muy importante en las aplicaciones de las radiaciones ionizantes.

Un aspecto esencial en la infraestructura de protección radiológica en un país es, por lo tanto, el mantenimiento de un adecuado número de personas debidamente capacitadas y competentes en esta materia.

Por lo antes expuesto y dando un aporte significativo en el tema de capacitación el Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrológica de la UNAN-Managua, en junio del 2015 recibe el reconocimiento por parte de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA), organismo rector a nivel nacional para los temas vinculados a la radiaciones, como proveedor de capacitación en protección y seguridad radiológica incluso antes de la aprobación oficial de la política y estrategia, desde ese momento se empiezan a impartir los cursos de capacitación en seguridad y protección radiológica en las distintas áreas de utilización de las radiaciones ionizantes.

Dentro de la misma estrategia se encuentra un acápite donde se expresa la necesidad de la evaluación de esta con el objetivo de analizar en cierto periodo la implementación de la misma y los resultados obtenidos, además de considerar las dificultades presentadas, por tal razón este trabajo está basado fundamentalmente en hacer una evaluación del impacto a nivel nacional de la implementación de dicha estrategia.

Este estudio viene a contribuir al debate permanente, para la generación de teorías dentro de la comunidad de profesionales que trabajan con radiaciones ionizante, beneficiando a la sociedad nicaragüense

### **1.1.3.- Planteamiento del Problema.**

El Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología ha venido realizando los cursos de seguridad y protección radiológica al personal ocupacionalmente expuesto que utilizan radiaciones ionizantes en el área médica, industria e investigación con el objetivo de fortalecer las competencias técnicas de dichos profesionales y como parte integral de la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en seguridad y protección radiológica, además de otras instituciones en el país, designadas en la estrategia.

Debido que la estrategia ha sido implementada por un periodo de 5 años es necesario conocer el impacto que han tenido estas capacitaciones en lo que corresponde a las metas planteadas y en las prácticas llevadas a cabo en las instituciones públicas y privadas en se utilizan radiaciones ionizantes.

Esto nos permitirá conocer el estatus actual de formación en esta materia y además poder replantear la implementación de esta para los próximos 5 años de ser necesario, para ello es importante conocer por medio de encuestas aplicadas a los TOE´S, Encargados de Protección Radiológica, autoridad reguladora nacional y prestadores de servicios, como se han optimizados los procedimientos de trabajos en las instituciones y cuál es el avance en cultura de seguridad y protección radiológica del personal capacitado. Para lo cual se ha planteado la siguiente pregunta.

¿Cuál ha sido el Impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, en el quinquenio 2015 - 2020?

## **1.2.- PROPOSITOS.**

### **1.2.1.- General**

A.-Analizar el impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, en el quinquenio 2015 – 2020.

### **1.2.2.- Específicos:**

A.- Describir el cumplimiento de las metas establecidas en la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, en el quinquenio 2015 – 2020.

B.- Determinar la incidencia de la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, en el quinquenio 2015 – 2020.

C.- Establecer recomendaciones para la mejora de la implementación de los cursos de seguridad y protección radiológica del Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología.

### **1.3.- PREGUNTAS DIRECTRICES.**

1.- ¿De qué manera se da el cumplimiento de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, en el quinquenio 2015 – 2020?

2.- ¿Cómo incide la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, en el quinquenio 2015 – 2020?

3.- ¿Qué recomendaciones podrían establecerse para la mejora de la implementación de los cursos de seguridad y protección radiológica del Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología?

#### 1.4.- MATRIZ DE DESCRIPTORES.

Tabla No.2: Matriz de descriptores

<b>Descriptor</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuente</b>	<b>Instrumentos</b>
Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica	La estrategia de capacitación constituye una intervención en el campo del proceso de competencias laborales que se considera clave por cuanto permite la organización, el desarrollo de capacidades y habilidades en los trabajadores que garantizan el desempeño eficiente en sus puestos laborales.	1. Porcentaje de cumplimiento de metas establecidas en la Estrategia Nacional en el quinquenio	TOE's CONEA	Revisión Documental. Encuestas.

Descriptor	Definición	Indicadores	Fuente	Instrumentos
<p>Organizaciones que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua.</p>	<p>Se entiende por instalaciones de radiactivas las de cualquier clase que contengan una fuente de radiación ionizante, los aparatos productores de radiaciones ionizantes que funcionen a una diferencia de potencial superior a 5 kilovoltios o los locales, laboratorios, fábricas e instalaciones donde se produzcan, utilicen, posean, traten, manipulen o almacenen materiales radiactivos, excepto el almacenamiento incidental durante su transporte</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. TOE's capacitados por año y por práctica en las instituciones.</li> <li>2. Cantidad de instituciones donde se ha evaluado la competencia de TOE</li> </ol>	<p>TOE's Prestadores de servicio EPR</p>	<p>Revisión Documental. Encuestas.</p>

## **1.5.- DISEÑO METODOLÓGICO**

### **1.5.1.- Enfoque de la Investigación.**

Esta investigación es de enfoque mixto secuencial explicativo el cual consistió en recolectar en dos fases datos cuantitativos y cualitativos. Este diseño se caracterizó por etapas que recabaron y analizaron los datos de ambas metodologías. La mezcla ocurrió cuando los resultados cuantitativos iniciales informaron a la recolección de los datos cualitativos. Este diseño es explicativo porque los resultados iniciales se explicaron a mayor profundidad con los datos cualitativos y es secuencial porque la fase cuantitativa inicial fue seguida por la fase cualitativa

### **1.5.2.- Línea de la investigación**

Es socio-educativa enfocada en la capacitación de formación y entrenamiento en seguridad y protección radiológica en las organizaciones que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua.

### **1.5.3.- Tipo de investigación**

Es un estudio correlacional, no experimental debido a que se analizan la relación entre dos variables y se establece una relación estadística entre las mismas.

### **1.5.4.- Corte de la investigación**

El estudio que tiene un criterio transeccional o transversal ya que está planificado en un tiempo determinado.



### 1.5.5.- Métodos de la investigación

Para este estudio se utilizaron métodos científicos empíricos, ya que el mismo se puede observar desde donde se está dando el fenómeno. Por medio del análisis, la síntesis, la comparación, observación y los métodos empíricos utilizados son las encuestas y el análisis documental.

### 1.5.6.- Instrumentos

Las encuestas, revisión documental, análisis documental, los cuales fueron validados por especialistas en seguridad y protección radiológica.

### 1.5.7.- Población

Para la población del estudio se consideró la meta propuesta por la estrategia que está siendo evaluada, la cual es de 2903 Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos capacitados en las distintas prácticas.

### 1.5.8.- Muestra

Para la muestra se considera el 12% de los TOE'S capacitados en el quinquenio por área temática.

Tabla No.3: Muestra de evaluación en lo que respecta a personal capacitado

Tipo de curso o Área temática	TOE'S	%	cantidad
Radiología Diagnostica e intervencionismo	573	12	69
Medicina Nuclear	10	12	1
Medidores Nucleares	199	12	24
Operadores de Escáner	136	12	16
Personal de Aduana	140	12	17
Encargado de Protección Radiológica	46	12	6
<b>TOTAL</b>	<b>1104</b>	<b>12</b>	<b>133</b>

### **1.5.9.- Tipo de muestreo**

El muestreo es probabilístico y aleatorio por conglomerado, ya que se analizó como población la meta establecida en la estrategia nacional de formación y entrenamiento de protección y seguridad radiológica, por otro lado, la muestra que se está analizando es el 12 % de la cantidad de TOE's que fueron capacitados en el quinquenio en las distintas áreas temáticas.

### **1.5.10.- Plan de análisis**

El procesamiento y análisis de datos correspondiente a las entrevistas se hizo mediante la triangulación haciendo uso de las variables, los criterios de evaluación y los indicadores establecidos en la matriz del diseño metodológico, creando así categorías de análisis.

En el análisis de contenido se hizo lectura cruzada y compartida de las técnicas aplicadas, específicamente sobre los hallazgos encontrados relacionados al problema de la investigación que permitió construir una síntesis e interpretación de los datos. Los resultados se presentan más adelante en la Matriz de Triangulación por Técnica.

De igual manera se realizó la interpretación de los datos compilados con diferentes gráficos y tablas de frecuencias (gráficos pastel, barras, histogramas, tablas de frecuencia, etc.).

## **Capítulo II.- Referente teórico científico de la investigación.**

### **2.1.- MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1.- Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica.**

##### ***2.1.1.2.- Alcance, objetivos de la estrategia***

Internacionalmente se reconoce que el componente humano juega un papel fundamental en el uso seguro de toda tecnología, incluyendo la tecnología con radiaciones ionizantes. Un aspecto esencial en la infraestructura de protección radiológica en un país es, por lo tanto, el mantenimiento de un adecuado número de personas debidamente capacitadas y competentes en esta materia. (Ministerio de Salud, 2016)

Dando cumplimiento a lo antes expresado el Gobierno de Unidad y Reconciliación Nacional (GRUN) de la Republica de Nicaragua, consciente de la utilización de las radiaciones ionizantes en el país en los distintos campos y por ende se cuenta con trabajadores que se encuentran expuesto a radiaciones ionizantes y que es meritorio que estos tengan conocimiento sobre la exposición a la que se encuentran en su labor diaria, pone a disposición de todas las instituciones que trabajan con radiaciones ionizantes la Estrategia de Capacitación y Formación que garantizara nuevos conocimientos en su ámbito laboral, por tanto, el alcance de la estrategia está dirigida al desarrollo de una serie de acciones de capacitación y formación como soporte para el mantenimiento de las competencias necesarias en materia de seguridad y protección radiológica.

En este sentido la estrategia tiene un alcance nacional y está enfocada a la capacitación y formación en protección y seguridad radiológica de todo el personal relacionado con la aplicación de radiaciones ionizantes.

Dentro de los objetivos de la misma están planteados como general alcanzar un sistema sustentable de formación y capacitación en protección y seguridad radiológica que permita garantizar las competencias en todo el personal ocupacionalmente expuesto para una aplicación segura de las radiaciones ionizantes.

En los objetivos específicos según la estrategia se pretende lo siguiente:

- a. Elaborar e implementar un Plan Nacional de Capacitación y Formación a corto y mediano plazo basado en las necesidades de formación y capacitación, tomando en cuenta los recursos existentes y por desarrollar en el país.
- b. Asegurar los requerimientos en materia de centros formadores y de docentes con las competencias necesarias para el desarrollo exitoso del Plan de Formación y Capacitación.
- c. Fortalecer el marco regulador en materia de capacitación y formación, para las acciones de formación que se lleven a cabo.
- d. Promover la participación de todas las organizaciones que puedan contribuir a los objetivos de la estrategia, alineando sus esfuerzos, y basándose para ello en los lineamientos planteados en la Política Nacional aprobada.

### **2.1.1.3.- Acciones para el desarrollo de la estrategia**

Para la implementación exitosa de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica se plantean las siguientes acciones

- a) Fortalecimiento del Marco Regulator. El cual es un elemento clave para promover la competencia en protección radiológica como son las normas para los formadores, reguladores y trabajadores ocupacionalmente expuestos.
  
- b) Consolidar el grupo de trabajo para el desarrollo de la Estrategia Nacional. Para ello es indispensable el completamiento de los miembros del grupo de trabajo y oficializar su constitución, la identificación de los objetivos de trabajo del grupo a corto, mediano y largo plazo, así como la concepción y documentación de los procedimientos de trabajo (formas de trabajo, estadísticas de las capacitaciones, etc.).
  
- c) Actualizar el estudio de las necesidades de formación y capacitación: definiendo las categorías ocupacionales que existen en país en relación con las acciones de capacitación y actualizar hasta donde sea necesario el inventario de instituciones y del personal acorde a las categorías ocupacionales. Identificando y documentando los criterios que se utilizarán para valorar la necesidad individual de capacitación

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA), presidida por el Ministerio de Salud es el organismo encargado de dirigir, ejecutar y controlar la política del Estado y del Gobierno en relación con el uso de las radiaciones ionizantes y en este sentido regula, controla y coordina las acciones encaminadas a crear competencia en protección radiológica estableciendo los requisitos para la selección, capacitación y autorización del personal que realiza prácticas y actividades asociadas al uso de fuentes de radiaciones ionizantes dando un enfoque sistémico a la capacitación.

Para el desarrollo de la estrategia nacional, el comité designado por la CONEA, ha elaborado un Plan Nacional de Capacitación, basado en lo establecido en la estrategia nacional. El diagnóstico para la identificación de necesidades de capacitación y los recursos humanos disponibles en el país para llevar a cabo el desarrollo de programas de capacitación, son parte de las bases estratégicas en las que se fundamenta dicho plan nacional.

En Nicaragua la práctica que tiene más Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos es la práctica médica que utiliza generadores de rayos X, como lo son: la radiología convencional, intervencionista y dental, por lo que se ha de esperar que cualquier evaluación dará como resultado que es la práctica que requiere que se planifiquen de más cursos en el año, después seguirá la practica industrial de medidores nucleares y en último plano la medicina nuclear y la radioterapia por ser solo un centro en el país. La práctica industrial de perfilaje de pozo y radiografía industrial lo realizan empresas extranjeras y los trabajadores son del país de donde proviene la empresa por lo que ya han tomado cursos de protección radiológica para el reconocimiento de estos cursos que no son impartidos en el país se seguirá lo establecido en la guía para la importación temporal de fuentes radiactivas.

En base a la anterior y considerando las instalaciones y práctica existentes en el país se consideran las necesidades mostradas en la siguiente tabla

Tabla No.4: Evaluación sobre las necesidades nacionales de educación y capacitación – Datos recopilados para las prácticas e instalaciones y categorías de personal pertinentes (Tomada de la estrategia)

Prácticas que usan fuentes de radiación	Número de instalaciones			Experto Cualificado (QE)			Oficial de Protección Radiológica (RPO)			Operador			Profesionales de la Salud (HP) (***)		
	Existentes	Previstas (<5 años)	Total	Existentes	QE requeridos estimados	QE a ser capacitados	Existentes	RPO requeridos estimados	RPO a ser capacitados*	Existentes	Operadores requeridos estimados	Operadores a ser capacitados	Existentes	HP requeridos estimados	HP a ser capacitados
<b>INDUSTRIAL y de INVESTIGACIÓN</b>															
Radiografía industrial	1	2	3		1	1	1	3	2	2	2	0			
Medidores nucleares	14	6	20		2	2	14	20	20	100	150	150			
Actividades de investigación: uso de fuentes selladas y no selladas	3	0	0		1	1	3	3	0	15	20	5			
Radiología dental	60	40	100				60	60	60	60	80	160	60	80	60
Radiología diagnóstica y de intervención	116	30	146		4	4	116	116	80	500	700	500	500	300	500
Radioterapia y braquiterapia	1	2	3		1	1	1	3	2	21	5	5	21	80	70
Medicina nuclear	1	3	4		1	1	1	4	5	8	30	38	18	50	50
<b>OTRAS PRÁCTICAS</b>															
Instalación de gestión de desechos	1	0	1	0	1	1	1	3	3	3	5	3			
Radiología veterinaria	3	5	8	0	1	1	0	3	3	3	3	6			
Equipos de seguridad (p.ej., rayos X para equipaje, inspección de contenedores, etc.)	8	15	23	0	2	2	3	8	8	200	300	300			

Prácticas que usan fuentes de radiación	Número de instalaciones			Experto Cualificado (QE)			Oficial de Protección Radiológica (RPO)			Operador			Profesionales de la Salud (HP) (***)		
	Existentes	Previstas (<5 años)	Total	Existentes	QE requeridos estimados	QE a ser capacitados	Existentes	RPO requeridos estimados	RPO a ser capacitados*	Existentes	Operadores requeridos estimados	Operadores a ser capacitados	Existentes	HP requeridos estimados	HP a ser capacitados
	Personal de emergencias	30	50	20	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Aduana	8	4	12		3	3	8	8	8	200	500	500			
<b>TOTAL</b>			341			19			201			1667			680
<b>TOTALES DE NECESIDAD DE CAPACITACION DE TOE'S EN EL QUINQUENIO (2015-2020) = 2903</b>															

NOTA: La suma total de las necesidades se dejaron tan cual se muestran en la tabla presentada en la estrategia, sin embargo, es importante hacer notar que, en el caso de los expertos cualificados el total es 18, oficiales de protección radiológica el total es 191 las necesidades totales de capacitación son de 2556, ya que las instituciones no deben ser incluidas

#### **2.1.1.4.- Recursos para la implementación de la estrategia en el 2015**

Con objetivo de visualizar la correcta implementación de la estrategia en la misma se hace un análisis de los recursos con que se cuentan a nivel nacional en lo que respecta a formación y entrenamiento en el campo de la protección radiológica a continuación se muestra una tabla resumen No.5, por otro lado, es importante considerar la asignación de responsabilidades entre los recursos nacionales y las necesidades mostradas en la tabla No.6.



Tabla No 5: Recursos nacionales disponibles para la educación y capacitación en protección radiológica en el campo medico e industrial (tomada de estrategia nacional)

Campo / prácticas	Categoría del personal	Programa de capacitación			Observaciones
		Proveedor de Capacitación	Curso	Propósito	
Radiología de diagnóstico y de intervención	Operadores y profesionales de la salud	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología	Protección radiológica en radiología de diagnóstico y de intervención	Capacitación en protección radiológica en radiología de diagnóstico y de intervención	Curso establecido por el Ministerio de Salud Utilizando material desarrollado por el OIEA <sup>a)</sup>
Radioterapia y braquiterapia	Operador	Centro Nacional de Radioterapia	Protección radiológica en el uso de radiaciones ionizantes en radioterapia	Capacitación de operadores en protección radiológica en radioterapia	Ninguna
Medicina nuclear	Operador	Centro Nacional de Radioterapia	Protección radiológica en el uso de radioisótopos en medicina nuclear	Capacitación de operadores en protección radiológica en medicina nuclear	Ninguna
Medidores nucleares	Operador	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología	Protección radiológica	Capacitación de operadores en protección radiológica en el uso de medidores nucleares	Ninguna
Emergencias radiológicas	Respondedores	SINAPRED MINSA	Específico a emergencias	Capacitación a los primeros respondedores en caso de emergencias	Auspiciado por el OIEA y programado bajo ARCAL y OPS
Aplicaciones varias y Experto Cualificado	Capacitadores	Varios, incluyendo la contribución Laboratorio de Física de Radiaciones	Protección radiológica en el área médica	Capacitar a capacitadores de diferentes países	Auspiciado por el OIEA y programado bajo ARCAL y OPS

a) Capacitación del OIEA en Protección Radiológica en Radiología de Diagnóstico y de Intervención

Tabla No.6: Necesidades y recursos nacionales en capacitación y entrenamiento en protección radiológica en las distintas practicas (tomada de estrategia nacional)

Prácticas	Categoría de personal	Proveedor de capacitación	Curso de Capacitación	Cantidad Total a ser evaluado	Observaciones
Radiología dental	Operadores	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología	Protección radiológica en el uso de generadores de rayos X en radiología dental	220	Ninguna
Radiología de diagnóstico y de intervencionismo	Médicos	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología en conjunto con el Centro Nacional de Radioterapia	Curso de capacitación en protección radiológica en radiología de diagnóstico y de intervencionismos	500	Ninguna
Teleterapia	Operadores	Centro Nacional de Radioterapia	Protección radiológica en el uso de radiaciones ionizantes en radioterapia	100	Ninguna
Medicina Nuclear	Operadores	Centro Nacional de Radioterapia	Protección radiológica en el uso de radioisótopos en medicina nuclear	60	Ninguna
Medidores Nucleares	Operadores	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología en conjunto con el Centro Nacional de Radioterapia	Capacitación de operadores en protección radiológica en el uso seguro de equipos industriales que utilizan radiación ionizante	150	Ninguna
Todas las practicas	Encargados de Protección radiológica	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología	Encargados de Protección radiológica	50	Ninguna
Primeros respondedores	Respondedores	SINAPRED MINSALAF- RAM	Emergencias Radiológica	80	Ninguna
Aduanas y Aeropuertos	Operadores	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología	Especializado para aduana	500	Ninguna

Por otro lado, también en la misma estrategia se consideraron los cursos a realizarse en el quinquenio por cada institución involucrada en las capacitación, estos fueron programados considerando un máximo de participantes por curso entre 20 y 25 debido a las prácticas que se realizan, pero además, también se considera que el número máximo de capacitados por curso dependerá entre otros factores de la capacidad de la institución que organiza el curso, en la tabla siguiente se muestra dicha distribución

Tabla No. 7: Bosquejo Plan Nacional de Formación y Capacitación en el campo médico e industrial para los próximos 5 años (2015-2020) (Tomada de la estrategia)

Prácticas	Categoría de personal	Proveedor de capacitación	Curso de Capacitación	Cantidad de cursos de capacitación
Radiología dental	Operadores	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología	Protección radiológica en el uso de generadores de rayos X en radiología dental	11
Radiología de diagnóstico y de intervencionismo	Médicos	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología en conjunto con el Centro Nacional de Radioterapia	Curso de capacitación en protección radiológica en radiología de diagnóstico y de intervencionismos	25
Teleterapia	Operadores	Centro Nacional de Radioterapia	Protección radiológica en el uso de radiaciones ionizantes en radioterapia	2
Medicina Nuclear	Operadores	Centro Nacional de Radioterapia	Protección radiológica en el uso de radioisótopos en medicina nuclear	2
Expertos Calificados	Operadores, técnicos o personal designado por la autoridad reguladora para especializarse en protección radiológica	OIEA	Posgrado en protección radiológica y uso seguro de fuentes radiactivas	1 participante anual
Todas las prácticas	Encargados de Protección radiológica	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología	Encargados de Protección radiológica	3
Primeros respondedores	Respondedores	SINAPRED MINSALAF-RAM	Emergencias	2
Aduanas y Aeropuertos	Operadores	Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología	Especializado para aduana	5

### **2.1.1.5.- Metas a alcanzar por la estrategia.**

En lo que respecta a las metas establecidas en la estrategia, esta considera el avance porcentual o el impacto positivo que originara efectos tanto en el órgano regulador, necesidades de formación, cumplimiento del plan de capacitación, las competencias creadas, así como las áreas importantes del desarrollo de la protección radiológica, la tabla a continuación muestra las metas establecidas en el quinquenio según las necesidades encontradas y las proyecciones.

Tabla No. 8: Metas plasmadas en la estrategia, (Tomada de la estrategia)

<b>Parámetro para evaluar</b>	<b>Meta (%)</b>
Completamiento en la Marco Regulador	70
Cumplimiento de la actualización del estudio de las necesidades de formación y capacitación	95
Cumplimiento del Plan Nacional de Formación y capacitación a corto, mediano y largo plazo	90
Competencias Claves alcanzadas por TOE's en seguridad y protección radiológica	90
Aprobados en el curso de formador de formadores	100
Capacitación de otros individuos relacionados con la seguridad de las aplicaciones de radiaciones ionizantes (EPR; Ente Regulador)	85

### **2.1.1.6.- Evaluación de la estrategia.**

Como se ha mencionado antes la estrategia deberá estar sustentada en la identificación de las necesidades de capacitación, tomando como referencia los requisitos establecidos en el marco regulador. Es por ello, por lo que, se han establecido categorías ocupacionales como la base fundamental para dirigir los procesos de formación y capacitación.

El contar con las categorías ocupacionales permite dirigir mejor los esfuerzos de capacitación y enfocarse al trabajo específico de cada trabajador que desarrolla actividades con repercusión para la seguridad para ello se definen las siguientes categorías.

1. Expertos cualificados.
2. Encargados de protección radiológica
3. Profesionales de la salud
4. Operadores de instalaciones radiactivas (fuentes generadoras de radiación ionizantes)
5. Primeros respondedores en emergencias radiológicas
6. Personal regulador
7. Formadores en temas de protección radiológica

Estas categorías tendrán una capacitación básica y especializada en función del ámbito de aplicación que se trate. En nuestro país se distinguen: aplicaciones médicas (radioterapia, medicina nuclear y radiología convencional, intervencionista y dental), gammagrafía industrial, perfilaje de pozo, aduana terrestre, marítima y área.

La evaluación de la estrategia está basada en las metas propuestas, que se deben alcanzar y ameritaran un continuo monitoreo para medir el avance de esta.

### **2.1.1.7.- Política Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica.**

El Ministerio de Salud cumpliendo con los lineamientos de nuestro Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) a través de la Comisión Nacional de Energía Atómica, ha elaborado la Política Nacional de Capacitación en Materia de Seguridad y Protección Radiológica en el marco de la Ley 156, Ley Sobre Radiaciones Ionizantes, donde en su Artículo 16.-textualmente cita: “Las personas que desempeñen actividades en instalaciones radiactivas, deben recibir una adecuada capacitación sobre las medidas de seguridad a observar en el desarrollo de dichas actividades.

Los titulares de las licencias que se otorguen conforme esta Ley y sus disposiciones reglamentarias son los responsables de la indicada capacitación, para lo cual, el Estado además brindará la colaboración que corresponda”. (Ley No.156, 1993)

La Política Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica, es el documento que define las directrices que rigen los esfuerzos de las organizaciones involucradas en el desarrollo de un sistema sustentable de formación y capacitación en protección y seguridad radiológica en apoyo a la labor que en este campo desarrollan los usuarios de fuentes de radiación ionizante, empleadores, trabajadores ocupacionalmente expuestos, reguladores y entidades formadoras en protección radiológica.

Esta Política, es el resultado de un amplio proceso de participación y consulta nacional, liderada por el Ministerio de Salud (MINSA), con la participación de instituciones del Estado y académicas y con la contribución del proyecto regional RLA 9075 “Fortalecimiento de la infraestructura nacional para el cumplimiento de las reglamentaciones y requisitos en materia de protección radiológica para usuarios finales” auspiciado por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

La misma tiene como objetivos:

Establecer las directrices para la concepción e implementación de un sistema sustentable de formación y capacitación en seguridad y protección radiológica a empleadores, trabajadores ocupacionalmente expuestos, reguladores y entidades formadoras a fin de contribuir a la aplicación de las radiaciones ionizantes de forma segura.

Fortalecer el liderazgo de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA) en la aplicación de la Política Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica.

Alinear los esfuerzos que actualmente desarrollan las diversas organizaciones del país en este campo.

Impulsar la contribución de otras organizaciones en aras de lograr la mayor eficiencia posible en el uso de los recursos materiales y humanos.

Gestionar la cooperación internacional sobre la capacitación para el fortalecimiento de la protección y seguridad radiológica.

Fortalecer las competencias en materia de seguridad y protección radiológica de los Recursos Humanos que trabajan con radiaciones ionizantes.

Aspectos esenciales contenidos en la Política:

La presente política se basa en los principios de los “Tres Unos”: 1) un Órgano Regulador, 2) una Estrategia Nacional, y 3) un Plan de Monitoreo y Evaluación, cuyas acciones serán implementadas con el objeto de desarrollar las competencias sobre seguridad y protección radiológica.

La política está dirigida al fortalecimiento de la autoridad nacional, a la creación de una estrategia nacional de formación y capacitación para el fortalecimiento de las competencias en materia de seguridad y protección radiológica, la cual incluirá un plan de capacitación a corto, mediano y largo plazo para todos los niveles de conocimientos y puestos de trabajo y a la elaboración y puesta en práctica de un plan de monitoreo de la estrategia.

La política permitirá una definición clara de las prioridades nacionales, favoreciendo la financiación, planificación, programación y monitoreo, haciendo un uso óptimo, individual y colectivo de los recursos disponibles para la capacitación requerida en materia de protección y seguridad radiológica, considerándose de vital importancia la participación de diferentes actores sociales, la utilización de un enfoque multidisciplinario e intersectorial.

La política nacional se sustenta en la contribución de las siguientes organizaciones:

1. El Ministerio de Salud: Que dirige la concepción general de la política nacional y guía el desarrollo de la estrategia nacional, velando por su efectividad y perfeccionamiento.
2. Órgano Regulador (Ministerio de Salud): Que garantiza el completamiento del marco regulatorio y reglamentario en materia de capacitación en correspondencia con la concepción nacional y los estándares internacionales. Vela por que el mismo se cumpla tanto en lo referido a los requisitos de competencia como para las organizaciones proveedoras de capacitación.
3. UNAN – Managua: Que Provee capacitación en materia de protección y seguridad radiológica al más alto nivel académico y profesional y garantiza las actividades de capacitación de “formador de formadores”. Implementa los requisitos de formación en protección y seguridad radiológica de pregrado y posgrado en las carreras y especialidades que lo requieren. Asegura que todas sus formas de capacitación cumplan con los requisitos regulatorios.



4. Dirección General de Docencia MINSA: La que establece la definición y aplicación de requisitos para la formación y capacitación de los trabajadores ocupacionalmente expuestos y en la práctica médica.

5. La Comisión Nacional de Energía Atómica: Llevará el seguimiento de la política a través de la creación de un grupo de trabajo.

6. Otros proveedores de capacitación: Que proveen capacitación en materia de protección y seguridad radiológica garantizando que todas sus formas de capacitación cumplan con los requisitos regulatorios.

Concepto de la Política.

La Política Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica de Nicaragua es un conjunto de disposiciones, principios, procedimientos, orientaciones y directrices establecidas con el propósito de desarrollar un sistema sustentable de formación y capacitación como base para alcanzar las competencias en los recursos humanos en materia de seguridad y protección radiológica.

Principios Rectores de la Política.

En el marco de la restitución de los derechos y la responsabilidad compartida que viene ejecutando el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional se establecen los principios rectores con el fin de que la Política Nacional de Capacitación en Materia de Seguridad y Protección Radiológica se fortalezca con el fundamento normativo nacional y las recomendaciones internacionales.

1. Enfoque de Derechos Humanos: Fomentar en el ámbito público y privado la formación capacitación continua como forma de respeto al derecho que tienen los trabajadores a mejorar sus condiciones laborales.

2. Promoción de una Cultura de Seguridad: Como herramienta de cambio y mejora permanente que contribuya a la protección de las personas contra la exposición a la radiación ionizante o debida a materiales radiactivos, así como seguridad de las fuentes, incluidos los medios para conseguir esa protección y seguridad, y los medios para prevenir accidentes y atenuar las consecuencias de estos si ocurrieran.
3. Gestión del talento humano. Para fortalecer las competencias de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes a fin de asegurar la protección del paciente, el público, el medioambiente y de los mismos trabajadores, generando mayores niveles de compromiso y motivación.

Ejes de la política.

La Política Nacional de Formación y Capacitación en Materia de Seguridad y Protección Radiológica mediante la educación y capacitación está conformada por tres ejes:

1. Enfoque proactivo: Con el propósito de fortalecer los recursos humanos y sus competencias a fin de reducir sus carencias en protección y seguridad radiológica
2. Armonización de la Cooperación técnica: la cooperación está considerada como la vía para la implementación exitosa de los objetivos de la política.
3. Acceso a la Información: La información relacionada con la estrategia nacional y la concepción del Plan Nacional y su desarrollo estará en todo momento a disposición de las partes interesadas en el tema en el país.

## Acciones de la Política.

Las principales acciones de la Política Nacional de Formación y Capacitación en Protección y Seguridad Radiológica están encaminadas a:

1. Fortalecer el papel de liderazgo que en materia de seguridad y protección radiológica tiene la Comisión Nacional de Energía Atómica que contribuya a la armonización de la cooperación técnica, los esfuerzos que actualmente desarrollan las diversas organizaciones del país en este campo, la información y el conocimiento generado y el actuar de las instituciones formadoras.
2. Desarrollar una Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica que asegure las competencias de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes a fin de asegurar la seguridad y protección del paciente, el público y el medioambiente.

La Estrategia Nacional prevé la elaboración de un Plan Nacional de Formación y Capacitación que tendrá como resultados claves: los conocimientos teóricos y prácticos que requiere los diferentes niveles de formación en correspondencia con las regulaciones nacionales y la más actualizada información internacional en esta materia, en particular la promovida por el OIEA; la especialización de las instituciones proveedoras, la multiplicación del conocimiento y la formación de formadores.

3. Dar Seguimiento a la política: para el aseguramiento del éxito de la política, se realizará el seguimiento de esta de manera continua, para verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos y hacer realidad las acciones.

Seguimiento de la Política Nacional de Formación y Capacitación en Protección y Seguridad radiológica.

El monitoreo de los objetivos y acciones descritas en la política nacional de formación y capacitación en protección y seguridad radiológica se realizará semestralmente a través la Comisión Nacional de Energía Atómica, pudiéndose apoyar para ello en el grupo de trabajo creado con esta finalidad.

Financiamiento.

Para el desarrollo de los objetivos y acciones de la Política Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica se contará con la cooperación técnica del MINSA, de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) y de las organizaciones internacionales que han sumado sus esfuerzos al tema.

#### **2.1.1.8.- Formación del personal de salud y primeros respondedores**

Arias(2006) expone sobre la formación universitaria y los procesos formales de entrenamiento para los profesionales de la salud deben aportar los conocimientos necesarios sobre el empleo de las radiaciones ionizantes en las aplicaciones médicas, sus riesgos y beneficios.

En el caso de los especialistas, esto se debe complementar con una profunda capacitación y un intenso entrenamiento en las aplicaciones médicas específicas.

Los físicos médicos son indispensables en los servicios de radioterapia, conviene su presencia en los de medicina nuclear y deberían asesorar en el radiodiagnóstico. Aunque esta no es una especialidad nueva, en algunos países no se cuenta con un número suficiente de físicos médicos ni con instituciones apropiadas para su formación. Las autoridades de salud pueden contribuir de un modo importante al desarrollo, la consolidación y el reconocimiento de esta especialidad.

En la legislación nacional existen criterios y responsabilidad compartidas en lo que respecta al personal que está expuesto a las radiaciones ionizantes tales como:

a) Los empleadores, los titulares registrados o los titulares licenciados, deben:

Proporcionar recursos humanos adecuados y suficientes y la capacitación apropiada en materia de protección y seguridad, así como la actualización de conocimientos que se requiera para garantizar el nivel de competencia necesario;

Velar por que todas las personas que deban recibir capacitación, calificación o autorización la reciban de una manera adecuada acorde con los requisitos del órgano regulador;

Realizar a intervalos regulares ejercicios prácticos sobre planificación y preparación para casos de emergencia como parte del programa de capacitación;

Organizar periódicamente cursos, seminarios y comunicaciones destinados a los trabajadores sobre temas relacionados con la protección y seguridad, mantener los registros actualizados de capacitación del personal.

b) Los trabajadores deben:

En el marco de una cultura de seguridad, deben adoptar una actitud positiva con respecto a la protección y seguridad, participar con dinamismo en todas las actividades de capacitación que proponga o lleve a cabo su empleador.

Deberían poner en práctica y divulgar los conocimientos adquiridos como resultado de las actividades de capacitación en que participa.

Deben aceptar toda la información, instrucción y capacitación en materia de protección y seguridad que les permita realizar su trabajo de conformidad con los requisitos establecidos en las normas.

Deben informar al empleador acerca de su experiencia operacional para contribuir a determinar las necesidades de capacitación.

c) Profesionales de la salud

Los profesionales de la salud deben cumplir requisitos específicos para su cualificación en materia de protección y seguridad.

Los profesionales de la salud deben recibir capacitación integral en protección radiológica para sus distintas esferas de especialización y conocer los avances más recientes en materia de diagnóstico y tratamiento de lesiones radiológicas. La duración y el grado de la capacitación especializada dependerán del nivel de responsabilidad y complejidad de la función que desempeñe el profesional de la salud.

d) Personal de respuesta en casos de emergencia

Personal de respuesta en casos de emergencia se entiende, por ejemplo, el personal de la policía, los bomberos y el personal de defensa civil, y el personal médico y paramédico de organizaciones nacionales y regionales que se encargan de las actividades de planificación y respuesta en casos de emergencias radiológicas. Si bien sus funciones no suelen entrañar exposición ocupacional, es posible que este personal deba actuar en zonas con posible exposición radiológica.

Según las tareas y responsabilidades que desempeñe, el personal de respuesta en casos de emergencia deberá cumplir requisitos de educación que varían entre los niveles básico y terciario. Por ejemplo, los bomberos y el personal de la policía bastarán con que tengan un nivel básico; en cambio los coordinadores de los equipos de respuesta en casos de emergencias de mayor riesgo deberían tener un mayor nivel.

Además de la instrucción específica que se les ha de impartir sobre respuesta en casos de emergencia, este personal también debería recibir capacitación en otras esferas: desde instrucción básica en peligros radiológicos hasta capacitación en evaluación y respuesta en casos de emergencias radiológicas, procedimientos de monitoreo radiológico, procesos de adopción de decisiones y coordinación entre equipos de respuesta.

Su capacitación debe abarcar la realización de ejercicios prácticos con equipos de respuesta en casos de emergencia. Es conveniente aprovechar las enseñanzas extraídas de anteriores casos de emergencia.

#### **2.1.1.9.- Material didáctico.**

El OIEA ofrece una amplia gama de cursos de capacitación y programas de desarrollo de capacidades. Cubren áreas tan diversas como seguridad nuclear, protección radiológica, gestión de recursos humanos, desarrollo energético sostenible, preparación y respuesta ante emergencias y cooperación técnica.

El propósito del material es capacitar a los instructores, que son el personal del hospital, por ejemplo, físicos médicos / oficiales de protección radiológica, personal médico y paramédico involucrado en la especialidad correspondiente.

Los paquetes de capacitación aprobados pueden copiarse, distribuirse, mostrarse, incorporarse en presentaciones personalizadas y utilizarse para uso no comercial siempre que la fuente del material se haga referencia al paquete de capacitación aprobado por el OIEA.

Ha sido desarrollado en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Sociedad Internacional de Radiología (ISR), la Organización Internacional de Física Médica (IOMP), la Sociedad Internacional de Radiógrafos. y Tecnólogos Radiológicos (ISRRT), FDI World Dental Federation, Asociación Internacional de Radiología Dento-Maxilofacial e Image Gently Alliance.

También se cuenta guías didácticas y paquetes completos de formación en el campo de la protección radiológica.

De acuerdo al informe anual del Acuerdo regional de Cooperación para la promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe [ARCAL] del año 2015, expone que, otro impacto positivo es la mejora de las oportunidades de educación, capacitación y difusión en ciencia y tecnología nuclear, a través de la Red Latinoamericana para la Educación y la Capacitación en Tecnología Nuclear (LANENT) que ha proporcionado información sobre gestión del conocimiento nuclear, formación de redes, uso de tecnologías innovadoras, que tienen relevante importancia para la formación y el fortalecimiento de capacidades en nuestro país.

A través de LANENT, Nicaragua tiene acceso a la plataforma educativa y una base de datos integrada de carreras, organismos y oportunidades disponibles en el espacio de dicha red.

#### ***2.1.1.10.- Acreditación del personal ocupacionalmente expuesto.***

Según la “Guía sobre Vigilancia de la Salud de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOE’s) a las Radiaciones Ionizantes” expresa que Las radiaciones ionizantes, tanto de origen natural como artificial, implican la exposición en intensidad, distribución y circunstancias variables de los individuos, que, por razones de índole laboral, hacen uso de estas. (MINSa, 2019)



Estos trabajadores pueden estar sometidos a la exposición de fuentes selladas y/o no selladas, con la consecuente exposición externa y/o interna respectivamente. Entre las categorías de trabajadores expuestos ocupacionalmente a las radiaciones ionizantes, destacan los asociados a labores en:

- Instalaciones y actividades médicas
- Instalaciones y actividades de investigación científica
- Instalaciones y actividades industriales
- Instalaciones y actividades veterinarias
- Instalaciones y actividades mineras, procesamiento de minerales y exposiciones a fuentes naturales
- Transporte de material radiactivo
- Gestión de desechos radiactivos
- Otras Instalaciones y actividades

Los programas de protección radiológica tienen como meta esencial evitar efectos de tipo determinista y minimizar los de carácter estocástico. Aunque siempre existe algún grado de riesgo que se debe evaluar y controlar y que en materia de exposición ocupacional se relacionan con acciones de optimización, entre las que se encuentra la ejecución de adecuados procedimientos operacionales.

El principal riesgo para el trabajador es la aparición de un cáncer u otra enfermedad crónica inducidas por efecto de las radiaciones ionizantes, considerando la tesis de que cualquier dosis de radiación puede inducirlos y que esta probabilidad se incrementa con la dosis, aspectos que sustentan el sistema de protección radiológica.

A la luz de los conocimientos actuales de las bases epistemológicas y los datos epidemiológicos que validan la protección radiológica, con dosis dentro de los límites establecidos para la exposición ocupacional no se producirán efectos deterministas y la probabilidad de los estocásticos será muy baja.

Se considera que los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes laboran en condiciones de bajo riesgo, equivalente al que están sometidos los que trabajan en actividades laborales consideradas seguras.

El Artículo 69 del Reglamento técnico contra las radiaciones ionizantes de Nicaragua expresa “Toda persona que como parte de su trabajo realice tareas que repercutan directamente en la seguridad de las practicas, requerirá de una autorización como reconocimiento de que posee la aptitud psicofísica, el nivel de capacitación, la experiencia y los conocimientos prácticos adecuados y requeridos para cumplir con calidad las responsabilidades y funciones inherentes a su puesto de trabajo”. (MINSA, 2011)

Por otro lado, el mismo reglamento mandata que estarán sujeto a Licencia Individual el personal siguiente:

- a. El Encargado de Protección Radiológica de la práctica
- b. El responsable administrativo directo de la práctica,
- c. El personal que manipule directamente la fuente de radiación de toda practica sujeta a Licencia
- d. El personal que manipule y opere fuentes radiactivas y generadores de radiaciones utilizados con fines de exposición médica.

Los Encargados de Protección Radiológica de instituciones en las que se empleen fuentes radiactivas selladas comprendidas en las categorías 1 y 2 (OIEA, 2009), generadores de radiaciones de tipo 1 y fuentes radiactivas no selladas en locales de categorías 1 y 2 deberán poseer estudios universitarios completos en áreas afines a la práctica.

Se exceptúan del requisito de obtención de la licencia Individual aquellas personas que bajo la dirección y en presencia de una persona licenciada:

- a. realicen trabajos en una instalación o práctica, como parte del entrenamiento que reciben como estudiantes.

- b. realicen trabajos en una instalación o práctica como parte de su programa de capacitación.

## **2.2.- Organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes.**

### ***2.2.1.- Marco Regulatorio.***

El Reglamento Sanitario Internacional tiene por finalidad ayudar a la comunidad internacional a prevenir la propagación internacional de enfermedades, proteger contra esa propagación, controlarla y darle una respuesta de salud pública proporcionada y restringida a los riesgos para la salud pública, evitando al mismo tiempo, las interferencias necesarias con el tráfico y el comercio internacionales (Organización Mundial de la Salud[OMS], 2005).

Los principales elementos diferenciadores con respecto al anterior Reglamento (1969) incluyen: Un mayor alcance al considerar no sólo a tres enfermedades como objeto de control sino toda situación o suceso que potencialmente entrañe un riesgo para la salud pública ya sea de naturaleza biológica, radio nuclear, o química.

Por otro lado, la Ley No. 456 Ley de adición de riesgos y enfermedades profesionales a la Ley no. 185, código del trabajo de la República de Nicaragua en la consideración número II, reconoce el Derecho de los Trabajadores a Condiciones de Trabajo que les aseguren en especial: "La integridad física, la salud, la higiene y la disminución de los riesgos laborales para hacer efectiva la seguridad ocupacional del trabajador". (Ley No.456, 2004)

Que dicho precepto constitucional trae consigo la necesidad de actualizar regulaciones en materia de higiene y seguridad del trabajo producto de las condiciones socio laborales en, que se desarrollan los procesos de trabajo que operan en el país.

Las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica enfatizan a sus Estados Miembros el desarrollo de estrategias nacionales sobre la creación de competencias en protección radiológica a través de la capacitación y entrenamiento en protección radiológica. Guía de Seguridad RS-G-1.4 “Creación de competencia en materia de protección radiológica y uso seguro de las fuentes de radiación”, del Organismo Internacional de Energía Atómica, OIEA.

El 23 de marzo de 1993 la Asamblea Nacional aprueba la ley 156, “Ley sobre Radiaciones Ionizantes” y en su artículo 24 establece la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA) con el objeto de lograr la acción integral de la Sociedad y el Estado para cumplir los objetivos de dicha Ley; para la reglamentación de la seguridad y las normas y procedimientos conexos que aseguran la aplicación de las normas de seguridad radiológica en el país.

A su vez en el decreto No. 24-93, Creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica, aprobado el 16 de abril de 1993 por la Asamblea Nacional dictamina que la misma debe estar conformada por un delegado del Ministerio de Salud (MINSa) quien la presidirá, un delegado del Ministerio del Trabajo, un delegado del Instituto Nicaragüense de Seguridad Social y Bienestar (INSS) y un delegado de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

Estas disposiciones, fueron ratificadas a inicios del año 2012 en la Disposición Técnica 001- 2012, quedando establecido en el artículo 2, incisos a) y b) de la Ley 156, que, entre otras, algunas de las funciones de la Comisión Nacional de Energía Atómica son:

Estudiar, elaborar y proponer planes y recomendaciones para la investigación, desarrollo, aplicación y control de la energía nuclear

Promover y desarrollar programas de investigación y aplicación de la energía nuclear y difundir los resultados obtenidos para contribuir al desarrollo del país.

En Nicaragua, no existe un marco legal completamente estructurado, que regule la actividad nuclear en sus distintos ámbitos, sin embargo en Decreto Ejecutivo N° 04-2016, publicado en la Gaceta Diario Oficial N° 45, Nicaragua entregó un instrumento jurídico confirmando su adhesión a la Enmienda del 2005 de la Convención Física de los Materiales Nucleares, con la finalidad de mejorar el régimen jurídico de la protección física de los materiales e instalaciones nucleares usados con fines pacíficos.

En el inciso b) del artículo 12 del Reglamento técnico de protección contra las radiaciones ionizantes de la República de Nicaragua, se establece que una de las prácticas a las que se aplica dicho reglamento es:

“...la producción de energía nuclear, incluidas cualesquiera actividades del ciclo del combustible nuclear que impliquen o pudieran implicar exposición a radiación o a sustancias radiactivas;”

Aunque no existe una legislación específica para la regulación de la actividad relacionada con instalaciones nucleares, la Ley 156 y su reglamento, son instrumentos jurídicos que permiten la adopción de recomendaciones y normativas del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en esta materia.

La base legislativa para la seguridad radiológica en Nicaragua es provista por la ley No. 156 en radiaciones ionizantes, 1993; y el Decreto 24-93: Creación de la comisión de energía atómica, 1993, ambas promulgadas en la misma fecha. La ley 156 establece el marco regulatorio para el control en las prácticas que involucran el uso de radiaciones.

Además, la Ley No. 156 identifica a las autoridades reguladoras responsables por su aplicación, es decir, la CONEA y el Ministerio de Salud, con el último siendo la “Autoridad Nacional”. Sin embargo, el Decreto 24-93 establece a la CONEA como la “Autoridad Competente” y define el alcance de sus funciones y responsabilidades.

La CONEA es la entidad responsable de llevar a cabo las acciones regulatorias requeridas por la Ley y las regulaciones.

La Ley No.156 Artículo 16 establece que cualquier persona trabajando con radiación ionizante debe recibir una capacitación y entrenamiento apropiado en protección radiológica. Los licenciados son, al final, responsables de proveer la capacitación antes mencionada en protección radiológica y el Estado va a contribuir en eso.

En el Reglamento técnico de protección contra las radiaciones ionizantes de la Republica de Nicaragua Artículo 69. “Todas las personas comprometidas en las actividades relevantes a la protección y seguridad deberán estar autorizadas por la Autoridad Reguladora”. (MINSa, 2011)

### **2.2.2.- Tipos de instalaciones**

Las instituciones que utilizan generadores o fuentes de radiación ionizante son aquellas en las que se realizan las prácticas de radiodiagnóstico e intervencionismo, medicina nuclear, radioterapia, medidores nucleares, aduana y escáner. Sin embargo, el programa de capacitación va desde lo más básico hasta para expertos cualificados, para crear las cohortes de los grupos que se han capacitado se dividieron según lo estipulado en la estrategia de capacitación, considerando las necesidades de formación según el cargo y desempeño en la institución.

#### **a) Instalaciones de radiodiagnóstico médico.**

Dentro de los usos de las radiaciones ionizantes en medicina, el radiodiagnóstico médico es sin duda el más extendido en Nicaragua. Desde el descubrimiento de los rayos X en 1995, ha sido objeto de un constante desarrollo gracias a los beneficios que supone en comparación con el detrimento que se pudiera tener.

Las prácticas que involucren el uso de las radiaciones ionizantes para obtener un diagnóstico en los diferentes estudios que se realizan en la población, es la práctica que contribuye en mayor medida a la exposición a radiaciones de la población.

En radiodiagnóstico se aplican un conjunto de procedimientos con el fin de realizar exploraciones y la visualización de las estructuras anatómicas del interior del cuerpo humano mediante la utilización de rayos X.

Las principales técnicas y procedimientos que se llevan a cabo en este campo consisten en la radiología convencional; fluoroscopia, mamografía, exploraciones dentales; intraoral y ortopantomografía; y la radiología digital; tomografía computarizada (TC), angiografía digital, radiografía digital convencional y, además, toda la radiología intervencionista.

#### **b) Instalaciones industriales.**

En las aplicaciones industriales las más comunes que existen en Nicaragua, es la utilización de emisores radiactivos que pueden ser fuentes radiactivas (encapsuladas o no), o bien equipos generadores de rayos X o aceleradores de partículas como los utilizados en aduana (escáneres).

Las principales aplicaciones de las radiaciones en la industria en Nicaragua son las siguientes:

- Medidores de Nivel, densidad, espesor, caudal, analizadores de materiales, etc. Cada uno tiene su propio principio de funcionamiento y el riesgo asociado.

Los equipos más comunes utilizados son los medidores portátiles utilizados para medir la densidad y humedad en suelos o asfalto. Estos equipos son móviles que se transportan en su contenedor proporcionado por el fabricante, estos deben cumplir con lo establecido con el reglamento de transporte de materiales radioactivos, considerando que el uso de estos equipos no tiene un lugar fijo de medición si no son utilizados en los puntos donde se quiere analizar la densidad de la compactación o humedad del suelo.

Generalmente estos utilizan dos fuentes radiactivas encapsuladas de  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{241}\text{Am-Be}$ . Equipos fijos utilizado para medir densidad o caudal los cuales son utilizados en la minería, estos generalmente están fijados a una tubería.

Por lo general, para recibir capacitación, las personas deben tener determinado nivel de educación, para desempeñar determinadas responsabilidades. Su cualificación ha de basarse en el reconocimiento de que cuentan con una combinación adecuada de nivel de educación, capacitación y experiencia en la materia. Esto puede abarcar la consideración de la posible equivalencia entre algunos elementos de dicha combinación.

El ente regulador autorizará a las personas así calificadas a que desempeñen determinadas funciones y responsabilidades, que es parte del proceso de autorización institucional. Los empleadores, los titulares registrados y los titulares licenciados, que tienen responsabilidades relacionadas con la protección y la seguridad, deben recibir la información o la capacitación pertinente.

También es preciso que el personal de los entes reguladores que tenga responsabilidades concretas relacionadas con la seguridad de las fuentes de radiación, o que pueda llegar a participar en intervenciones en caso de accidentes, adquiera y mantenga la competencia necesaria.



### **2.2.3.- Tipos de exposición ocupacional**

Las tareas humanas que involucran la utilización de materiales radiactivos y radiaciones ionizantes aportan significativos beneficios en ámbitos tan diversos como, por ejemplo, la medicina, la agricultura o la generación de energía eléctrica, beneficios que, para ser aceptables, no deben implicar riesgos que excedan los normalmente admitidos en la vida diaria en relación con otras actividades o situaciones humanas.

El alcance de la Guía sobre vigilancia de la salud de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOE's) a las radiaciones ionizantes, se aplica al programa de vigilancia médica de todos los trabajadores, de:

- Industrias,
- Hospitales, Clínicas,
- Laboratorios,
- Centros de Investigación,
- Centros Educativos,
- Entidades Descentralizadas Autónomas o Semiautónomas,
- Veterinarias
- Instituciones del Estado

Que por razones ocupacionales se encuentran sometidos a situaciones de exposición planificada, existente o en emergencia a radiaciones ionizantes derivadas de fuentes artificiales y naturales, en la misma se exceptúa las prácticas asociadas a fines militares.

Los programas de protección radiológica tienen como meta esencial evitar efectos de tipo determinista y minimizar los de carácter estocástico. Aunque siempre existe algún grado de riesgo que se debe evaluar y controlar y que en materia de exposición ocupacional se relacionan con acciones de optimización, entre las que se encuentra la ejecución de adecuados procedimientos operacionales.

### **a) Exposición ocupacional en las prácticas médicas**

Las últimas cifras del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de las Radiaciones A

tómicas (UNSCEAR, 2010) sobre exposición médica indican, en órdenes de magnitud, que en el mundo diariamente se llevan a cabo más de 10 000 000 procedimientos de radiología diagnóstica, unos 100 000 de medicina nuclear y unos 10 000 tratamientos de radioterapia, y las cifras crecen año tras año, alcanzando valores preocupantes en países con mayor desarrollo de la medicina. Estos datos posicionan a la exposición médica como la actividad que en mayor medida contribuye a la dosis media anual individual, superando en algunos países desarrollados a la incidencia de la radiación natural.

Los profesionales de la salud representan la mayor proporción de trabajadores expuestos a fuentes artificiales. Las prácticas médicas se caracterizan por una creciente participación de profesionales con amplia diversidad de funciones, categorías y perfiles. Además, por la acelerada introducción de innovaciones tecnológicas e implementación de nuevos procesos operacionales; estas circunstancias inciden en las dosis por exposición ocupacional.

La exposición ocupacional derivada de los usos médicos de las radiaciones ionizantes, vinculada a todas las aplicaciones, tiene globalmente un valor medio anual de dosis efectiva de 0,5 mSv, mientras que la derivada de la radiología diagnóstica para estudios convencionales y especiales, siempre es baja; en radiología intervencionista la exposición está muy influenciada por el tipo de modalidad que se ejecute, así como por la forma de realización y duración de estas.

Estas técnicas pueden producir altas dosis de exposición hasta llegar a umbrales para efectos deterministas, con potenciales radiolesiones para los profesionales actuantes, especialmente en cristalino y extremidades.

La práctica de la radioterapia no produce exposiciones significativas, aunque la braquiterapia manual puede ocasionar exposiciones importantes en manos y cara, si no se adoptan acciones de optimización.

En medicina nuclear la dosis de exposición para la mayoría de los procedimientos es baja. Sin embargo, para algunos procedimientos la exposición puede ser superior como en el caso de la preparación de radiofármacos y la administración de dosis de radiofármacos con fines terapéuticos.

También algunas tecnologías y las labores relacionadas con las mismas, producen similares efectos en la exposición, entre estas se encuentran el uso de ciclotrón, PET y novedosas aplicaciones terapéuticas con beta emisores.

Los procedimientos en medicina nuclear ocasionan exposiciones de carácter externo e interno, pudiendo agregarse la posibilidad de contaminación radiactiva interna y/o externa por la utilización de fuentes no selladas, siendo las dosis en piel y mano las más importantes.

Requisitos de la aplicación de la justificación (OIEA, 2013)

Las Normas Básicas de Seguridad (NBS) establecen que: “No debería ser autorizada ninguna práctica o fuente adscrita a una práctica a no ser que la práctica produzca a los individuos expuestos o a la sociedad un beneficio suficiente para compensar los daños por radiación que pudiera causar” (OIEA, 2016). En particular, refiriéndose a la exposición médica, las NBS establecen que: “Las exposiciones médicas se deberían justificar poniendo en la balanza, por una parte, los beneficios de tipo diagnóstico o terapéutico que produzcan y por otra, el detrimento radiológico que pudieran causar”. (OIEA, 2016)

La Publicación 103 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) establece además que: “La exposición médica de pacientes demanda un enfoque diferente y más detallado del proceso de justificación” (ICRP, 2007), y más adelante: “El principio de la justificación se aplica a los tres niveles del empleo de la radiación en medicina:

- En el primer nivel, se acepta que el uso de la radiación en medicina beneficia al paciente. Dicho nivel de justificación puede considerarse entonces como obvio y por ende no será motivo de más consideraciones.
- En el segundo nivel, un procedimiento especificado con un determinado objetivo es definido y justificado (ej., la radiografía del tórax de pacientes que muestran los correspondientes síntomas, o en un grupo de individuos en riesgo a una enfermedad que puede detectarse y tratarse).

El objetivo del segundo nivel de justificación es considerar si normalmente el procedimiento radiológico mejorará el diagnóstico o tratamiento o proporcionará la información necesaria sobre los individuos expuestos.

- En el tercer nivel, debería justificarse la aplicación del procedimiento a un paciente en particular (es decir, debería estimarse que la aplicación respectiva traerá más beneficio que perjuicio al paciente específico). De este modo, todas las exposiciones médicas individuales deberían justificarse por adelantado, teniendo en cuenta los objetivos específicos de la exposición y las características del individuo involucrado.” (ICRP, 2007)

El proceso de la justificación requiere, por tanto, una valoración de los beneficios de la exposición médica (diagnóstico o tratamiento sobre la salud de los pacientes) que sobrepasa la responsabilidad del organismo regulador.

La justificación genérica de un procedimiento radiológico, la debe realizar la autoridad de salud en conjunto con los cuerpos profesionales pertinentes y debe ser revisada periódicamente, tomando en cuenta nuevos conocimientos y desarrollos tecnológicos.

La justificación de la exposición médica para un paciente individual la debe efectuar el médico especialista en el empleo de radiaciones, en consulta con el médico prescriptor cuando resulte apropiado, teniendo en cuenta el caso particular de pacientes embarazadas, pacientes que amamanten o pacientes pediátricos.

La CONEA debe asegurar que existen medidas para determinar la justificación de cada tipo de práctica, la revisión de dicha justificación, según fuere necesario y que sólo se autoricen prácticas que han sido justificadas.

Es importante no dejar ambigüedades en la justificación porque esto puede tener repercusión negativa sobre los aspectos siguientes, todos éstos relacionados con la falta de un proceso de evaluación:

- Generalización prematura del uso de nuevas prácticas médicas sin la debida justificación genérica;
- Introducción de nuevas tecnologías sin un análisis de riesgos;
- Peticiones del médico prescriptor sin seguir criterios de prescripción basados en la evidencia científica;
- Cribados sanitarios (screening) de gran parte de la población sin criterios de calidad y evaluación de riesgos;
- Proliferación de auto-prescripción (self-referral);

- Proliferación de exámenes individuales a personas asintomáticas que no se inscriben en ningún cribado sanitario, sin la necesaria información de los límites y riesgos del procedimiento;
- Investigación que involucre la exposición de personas sin el debido escrutinio.

### **b) Exposición ocupacional en las prácticas industriales**

La utilización de las radiaciones ionizantes en la industria, la agricultura, la docencia y la investigación constituye un instrumento que permite realizar determinadas tareas de una manera más rápida, eficaz y a un coste menor del que supondría la utilización de otros métodos alternativos. Se emplean diversos tipos de fuentes de radiaciones ionizantes. (Consejo de Seguridad Nuclear[CSN], 2015)

Los radionucleidos como fuentes de radiaciones ionizantes se pueden presentar en forma encapsulada o no encapsulada. Una fuente encapsulada o sellada, es aquella en la que el radionucleido está protegido mediante una cápsula lo suficientemente segura de acero inoxidable, como para evitar que el radionucleido pueda tomar contacto con el exterior.

Sólo emergerá de esta fuente la radiación que, emitida por el radionucleido, sea capaz atravesar la mencionada cápsula. Este tipo de fuentes solamente puede presentar el riesgo de contaminación en el caso de que la cápsula pierda su hermeticidad.

En las fuentes no encapsuladas o abiertas, el radionucleido puede fácilmente tomar contacto con el exterior. La manipulación de este tipo de fuentes puede implicar un mayor riesgo de irradiación y de contaminación.

La aplicación de las radiaciones ionizantes tiene su origen en la interacción de esta radiación con la materia y sus consecuencias. De acuerdo con ello se pueden clasificar las aplicaciones en tres grupos:

- Aplicaciones basadas en la acción de la materia sobre esta radiación. Para este tipo se utilizan generalmente fuentes encapsuladas de pequeña o mediana actividad. Se fundamentan en la diferente absorción o retrodispersión de la radiación en la materia que atraviesa. Se incluyen aplicaciones como la gammagrafía o radiografía industrial, la medida de espesores y de humedad, etc.
- Aplicaciones basadas en la acción de esta radiación sobre la materia, como consecuencia de su acción bactericida e ionizante. Para las aplicaciones basadas en la primera característica se utilizan fuentes con elevada actividad y es de gran utilidad en la esterilización de todo tipo de productos. Para el segundo tipo de aplicaciones se utilizan actividades muy bajas de emisores alfa y beta, como en el caso de los detectores de humo y la producción de materiales luminosos.
- Aplicaciones basadas en el empleo de trazadores. La técnica consiste en incorporar radionucleidos a un material para seguir su curso o comportamiento mediante la detección de las radiaciones ionizantes que emiten. Estas técnicas se encuentran ampliamente difundidas desde los estudios médicos y bioquímicos hasta en el estudio de transporte de fluidos y la contaminación ambiental.

Las aplicaciones industriales son variadas, entre las que destacan técnicas de irradiación, radiografía, aceleradores de partículas, producción de isótopos y analíticas entre otras. Algunas de estas instalaciones industriales tienen la peculiaridad de trabajar con fuentes potentes de radiaciones que generan altas tasas de dosis, en correspondencia con sus usos. Pese a esto la exposición ocupacional es baja. Los trabajadores relacionados con las prácticas industriales reciben una dosis efectiva anual promedio de aproximadamente 0,3 mSv

Históricamente las prácticas asociadas a los procesos de irradiación y radiografía industrial han estado involucradas en graves accidentes radiológicos, generalmente producto de errores humanos, que han causado muertes y severas lesiones a trabajadores.

La radiografía industrial además de ser la principal causante de accidentes radiológicos en el ámbito ocupacional se caracteriza en su modalidad móvil, por las condiciones de difícil acceso y soledad que en ocasiones los trabajadores desempeñan sus labores.

Durante la producción y distribución de radioisótopos la exposición ocupacional externa e interna puede ser significativa, existiendo la posibilidad de contaminación radiactiva de los trabajadores.

En los aceleradores de partículas la exposición ocupacional de trabajadores relacionados con la reparación, mantenimiento y modificación del equipo puede llegar a ser representativa.

Los trabajadores participantes en los procesos de extracción minera y procesamiento del uranio pueden recibir importantes dosis de exposición interna por concepto de inhalación de gas radón además de las que reciben por exposición externa.

Generalmente las dosis ocupacionales de los trabajadores que realizan labores de mantenimientos y reparación en las instalaciones de los reactores, superan las dosis recibidas por los operadores de reactores en condiciones normales de explotación. Mientras que la exposición de los trabajadores en la gestión de los desechos radiactivos es proporcional al nivel de actividad de estos.



### **c) Exposición ocupacional a radiación natural**

Desde que nacemos estamos expuestos a la radiación de los rayos cósmicos en nuestro entorno y la de la comida y bebida, que pueden contener trazas de radioactividad. (OIEA, S.F)

De hecho, incluso el cuerpo humano contiene pequeñas cantidades de radioactividad (en forma de radioisótopos de potasio, cesio y radio). El cuerpo de un adulto típico emite unos 24.000 rayos gamma por minuto, lo cual es una muy pequeña cantidad de radiación. Hay muchos tipos diferentes de radiación, que pueden actuar como fuente de exposición para los pacientes.

Se denomina 'radiación ionizante' a aquella que tiene energía suficiente para romper enlaces moleculares. La rotura de enlace puede ocurrir en materiales tales como el agua o incluso el Ácido desoxirribonucleico (ADN), los elementos constructivos de la vida humana. Dado que existe evidencia de que la radiación ionizante puede producir estos cambios en el cuerpo humano, es importante entender las diversas fuentes de radiación. No se explica aquí la radiación no ionizante utilizada en teléfonos celulares y hornos de microondas, ni la radiación ultravioleta, ni las ondas de radiofrecuencia utilizadas en TV y radio.

Las fuentes naturales de radiación son el principal contribuyente a la exposición ocupacional tanto por las dosis que aporta, como por el número de trabajadores que abarcan, que superan a los expuestos a fuentes artificiales. La dosis efectiva promedio anual de la exposición ocupacional debida a fuentes naturales es 2,9 mSv.

Los trabajadores que laboran en los procesos de extracción y tratamiento de minerales radiactivos se exponen a varios radionúclidos de origen natural, que causan exposición interna por inhalación e ingestión de polvos radiactivos, a los que se adiciona la exposición externa por irradiación gamma.

El radón es la principal fuente de exposición ocupacional a las radiaciones en los trabajos en minas subterráneas. Vale destacar que pueden existir diferencias significativas entre uno u otro lugar de trabajo, obedeciendo a factores como los tipos de industrias y minas, las características geológicas, las condiciones de trabajo en particular la ventilación, los radionúclidos que intervienen en los diferentes procesos y la forma físico-química de estos.

Razones por lo que resulta necesario, evaluar de manera individual las posibles dosis de exposición ocupacional, las características de los trabajos y las tareas de cada uno de los trabajadores. En ocasiones estos trabajadores pueden necesitar, para el desarrollo de su trabajo, medios de protección individual entre los que se encuentran los de protección respiratoria.

Los trabajos relacionados con la extracción petrolera y de gas pueden implicar la exposición interna y externa de los trabajadores por la presencia de incrustaciones de radionúclidos naturales en las tuberías, especialmente los vinculados a trabajos de mantenimiento, transportación de desechos y descontaminación de equipamiento.

Las tripulaciones de líneas aéreas pueden recibir una dosis efectiva media anual entre 2 y 3 mSv, por efecto de la radiación cósmica, siendo dependiente de las rutas y duración de los vuelos.

Aproximadamente la quinta parte de las personas a las que se considera expuestas por razones laborales a unos mayores niveles de radiación natural trabajan en tiendas, oficinas, escuelas. A continuación, se muestra una tabla resumen de estudio realizado

Tabla No. 9: Exposición profesional (ocupacional) asociada a fuentes artificiales y naturales de radiación en todo el mundo (tomada de Oficina Internacional del Trabajo[OIT], 2011)

Industria	Número de trabajadores observados (2000-2002)	Nivel promedio de exposición (mSv/año)
Ciclo de combustible nuclear	660.000	1
Radiación natural	13.050.000	2,9
Minería de carbón	6.900.000	2,4
Otros tipos de minería	4.600.000	3,0
Lugares de trabajo, excepto minas	1.250.000	4,8
Tripulaciones aéreas	300.000	3,0
Usos médicos	7.440.000	0,5
Actividades industriales	869.000	0,3
Actividades militares	331.000	0,1
Varios	565.000	0,1
<b>Total</b>	<b>22.915.000</b>	<b>0,8</b>

#### 2.2.4.- Programa de Vigilancia Médica

##### a) Consideraciones generales. Responsabilidades. Organización.

Los programas de vigilancia de salud de los trabajadores son el complemento de las medidas de control operacional en el puesto de trabajo, no deben verse como acciones aisladas sino desde la perspectiva de la prevención primaria, definida en la conjunción de las actividades en materia de salud del trabajo con las acciones de optimización de la protección y la seguridad.

Una importante aportación de la OIT a la protección frente a la radiación es la promoción del derecho de los trabajadores a la seguridad física y a la salud cuando su trabajo se efectúe en presencia de radiación, lo cual abarca la participación, la cooperación del empleador y del trabajador, la formación y la información.

La Ley No.618 (2007) “Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo” en su artículo 18 numeral 3, establece “El empleador tomando en cuenta los tipos de riesgo a que se expongan los trabajadores, y en correspondencia con el tamaño y complejidad de la empresa, designará o nombrará a una o más personas, con formación en salud ocupacional o especialista en la materia, para ocuparse exclusivamente en atender las actividades de promoción, prevención y protección contra los riesgos laborales” y la ley 156 “Ley sobre Radiaciones Ionizantes” establece en su artículo 18 “Todo personal expuesto a radiaciones ionizantes debe ser sometido a revisión médica periódica”.

Por lo tanto, los empleadores son responsables de garantizar servicios de vigilancia y atención de salud de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, bajo su jurisdicción y de realizar arreglos especiales para garantizar lo mismo a trabajadores que laboren eventualmente en las instalaciones bajo su responsabilidad.

Los trabajadores son responsables de cumplir con las exigencias de las Normas y del Programa de Vigilancia Médica establecido. Los servicios y profesionales de la salud tendrán la responsabilidad de ejecutar las acciones derivadas del programa de vigilancia médica. Los servicios de salud encargados de la ejecución de la vigilancia médica sean propios, contratados a terceros o asignados por el gobierno, deberán tener un reconocimiento formal como Servicio de Salud Ocupacional, así como contar con profesionales de la salud con experiencia y competencia en materia de seguridad y protección radiológica, que actúen en base a principios éticos.

El programa de vigilancia médica se fundamenta en los principios de la medicina ocupacional y de la protección radiológica operacional. Mientras sus acciones implican la evaluación de la salud, de las dosis por exposición ocupacional y de las condiciones de trabajo de los trabajadores ocupacionalmente expuestos.

Los procedimientos previstos en el programa deben adaptarse al tipo de trabajo y riesgos asociados al mismo. Mientras por otra parte serán compatibles con criterios de necesidad, pertinencia, validez científica y eficacia.

Siempre deberá realizarse una evaluación médica previo al inicio del trabajo o al reintegro en condiciones de exposición ocupacional, en correspondencia con el contenido definido para los exámenes médicos pre-empleo.

Con posterioridad al inicio de la actividad laboral, la ejecución de exámenes médicos periódico con una frecuencia anual resulta aceptable. Los exámenes médicos después de exposiciones anormales no tienen una regularidad definida, dependerá de la ocurrencia de la exposición al igual que si cambia el proceso de trabajo o se le asignan nuevas tareas.

Cuando los trabajadores arriban al final de su vida laboral, antes de su jubilación, deberá realizarse un examen médico conclusivo sobre el estado de salud del trabajador. Pueden existir situaciones laborales que generan dudas si se contempla la definición de expuesto. En estos casos se vigila el ambiente de trabajo, a través de la colocación de dosímetros ambientales y/o personales para evaluar la exposición. Del análisis y valoración de los resultados, se concluye si corresponde incluirlo en el programa con el beneficio del cómputo jubilatorio.

Los médicos ocupacionales durante la realización de los exámenes médicos a los trabajadores deben prestarle atención a las afecciones que tengan implicaciones para el adecuado desempeño en algunos escenarios de exposición ocupacional o limiten el uso de medios de protección.

A continuación, se exponen consideraciones sobre algunas manifestaciones patológicas que inciden en la exposición ocupacional y que el médico responsabilizado con el Programa de Vigilancia Médica debe evaluar con un sentido casuístico y práctico.

- Los trabajadores con enfermedades del aparato respiratorio y cardiovascular con insuficiencia severa de la capacidad vital no deben laborar en condiciones de esfuerzos físicos intensos, altas temperaturas, uso de medios de protección respiratoria o altos niveles de polvo ambiental.
- Los trabajadores con enfermedades que limiten la capacidad psicomotora o de concentración por sí mismas o por efecto de fármacos, no deben laborar en áreas de alta responsabilidad, control y vigilancia de sistemas, alta tensión emocional o en condiciones de aislamiento o difícil acceso.
- Los trabajadores con enfermedades de los sistemas respiratorio, cardiovascular, digestivo, hepático, piel, endocrino, metabólico, renal, que aumente la vulnerabilidad a los efectos de las radiaciones, limiten la capacidad de desintoxicación del organismo o dificulten las acciones de descontaminación, no deben laborar con fuentes no selladas.
- Los trabajadores con enfermedades psiquiátricas, adicciones al alcohol, drogas o sicofármacos, que puedan crear situaciones de inseguridad para el trabajador o su colectivo no deben laborar en áreas de alta responsabilidad, control y vigilancia de sistemas o en condiciones de aislamiento o difícil acceso.

- Los trabajadores con enfermedades que limiten de manera severa las funciones perceptivas de los órganos de los sentidos que no pueden corregirse terapéuticamente, no deben laborar en áreas que requieran de capacidad para escuchar las alarmas y responder a la exposición o utilizar herramientas y equipos especializados.

Sin excluir alguna otra ocupación o tarea laboral con exposición a radiaciones ionizantes, la antes expuesto se aplicará a todas las prácticas que impliquen un riesgo derivado de las radiaciones ionizantes, que procedan de una fuente artificial, o bien, de una fuente natural de radiación cuando los radionúclidos naturales son o han sido procesados por sus propiedades radiactivas, fisionables o fértiles, a saber:

- La explotación de minerales radiactivos, la producción, tratamiento, manipulación, utilización, posesión, almacenamiento, transporte, importación, exportación, movimiento intracomunitario y eliminación de sustancias radiactivas.
- La operación de todo equipo eléctrico que emita radiaciones ionizantes y que contenga componentes que funcionen a una diferencia de potencial superior a 5kV.
- La comercialización de fuentes radiactivas y la asistencia técnica de equipos que incorporen fuentes radiactivas o sean productores de radiaciones ionizantes.

Además, se aplicará a toda actividad laboral, no citada anteriormente pero que suponga la presencia de fuentes naturales de radiación, dando lugar a un aumento significativo de la exposición de los trabajadores, de forma que, una vez realizados los estudios pertinentes, pueda ser considerada, por la Autoridad Competente, un riesgo desde el punto de vista de protección radiológica.

Entre las actividades que deben ser sometidas a dicha revisión se incluyen las siguientes:

- Actividades laborales en que los trabajadores estén expuestos a la inhalación de descendientes de torón o de radón o a la radiación gamma o a cualquier otra exposición en lugares de trabajo tales como establecimientos termales, cuevas, minas, lugares de trabajo subterráneos o no subterráneos en áreas identificadas.
- Actividades laborales que impliquen el almacenamiento o la manipulación de materiales que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionúclidos naturales que provoquen un incremento significativo de la exposición de los trabajadores.
- Actividades laborales que generen residuos que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionúclidos naturales que provoquen un incremento significativo en la exposición de los trabajadores.
- Actividades laborales que impliquen exposición a la radiación cósmica durante la operación de aeronaves.

Para la adecuada implementación del Programa de Vigilancia Médica los profesionales participantes en el mismo deben tener una adecuada preparación teórico-práctica, que le permitan interpretar los principios que rigen la exposición ocupacional y como asumirlos desde el punto de vista de la salud ocupacional. Es requerido que los médicos especialistas en medicina laboral lleven una capacitación en protección radiológica.



## **b) El límite de dosis**

Las Normas Básicas de Seguridad del OIEA, Requisitos de Seguridad Generales, Parte 3, establecen que, los empleadores, así como los trabajadores por cuenta propia, y los titulares registrados y titulares de licencias serán responsables de adoptar las disposiciones necesarias para evaluar la exposición ocupacional de los trabajadores, basándose en la monitorización individual, cuando proceda, y asegurarán que se adopten disposiciones con proveedores de servicios de dosimetría autorizados o aprobados que trabajen en el marco de un sistema de gestión de calidad.

En el caso de cualquier trabajador que normalmente trabaje en una zona controlada, o que trabaje ocasionalmente en una zona controlada y que pueda recibir una dosis importante debida a la exposición ocupacional, se procederá a la monitorización individual siempre que sea apropiado, adecuado y viable. En los casos en que la monitorización individual del trabajador no sea apropiada, adecuada o viable, la exposición ocupacional se evaluará sobre la base de los resultados de la monitorización radiológica del lugar de trabajo y la información sobre los lugares y la duración de la exposición del trabajador.

En el caso de cualquier trabajador que trabaje habitualmente en una zona supervisada o que entre en una zona controlada solo ocasionalmente, la exposición ocupacional se evaluará sobre la base de los resultados de la monitorización radiológica del lugar de trabajo o la monitorización individual, según convenga.

Los empleadores asegurarán que se identifique a los trabajadores que podrían estar sometidos a exposición debida a la contaminación, incluidos los que utilicen equipo protector respiratorio.

Los empleadores harán lo necesario para proceder a una monitorización radiológica adecuada en la medida en que sea necesario a fin de demostrar la eficacia de las medidas de protección y seguridad y evaluar la incorporación de radionucleidos y las dosis efectivas comprometidas.

En situaciones de exposición planificadas, las exposiciones y los riesgos están sometidos a control a fin de que no se rebasen los límites de dosis especificados para la exposición ocupacional y para la exposición del público, y se aplique el principio de optimización para alcanzar el nivel deseado de protección y seguridad.

El gobierno o el órgano regulador establecerá los límites de dosis para la exposición ocupacional y la exposición del público, y los titulares registrados y los titulares de licencias aplicarán esos límites.

El gobierno establecerá y el órgano regulador hará cumplir los límites de dosis especificados en el apéndice III (OIEA, 2016, pág. 142) en relación con las exposiciones ocupacionales y las exposiciones del público en situaciones de exposición planificadas.

### ***Límites para la Exposición Ocupacional***

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

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

En el caso de los aprendices de 16 a 18 años que reciban formación para un empleo que implique exposición a la radiación, y en el de los estudiantes de 16 a 18 años que tengan que utilizar fuentes en el curso de sus estudios, la exposición ocupacional deberá controlarse de manera que no se rebasen los siguientes límites:

- a) una dosis efectiva de 6mSv en un año;
- b) una dosis equivalente al cristalino de 50mSv en un año;
- c) una dosis equivalente a las extremidades o la piel de 150mSv en un año.

Se aplican restricciones adicionales en caso de exposición ocupacional de una trabajadora que haya comunicado su estado de gestación o lactancia, la misma podría permanecer en su puesto siempre que se garantice de manera razonable que la dosis fetal durante todo el embarazo se mantenga por debajo de 1mSv y que no existe riesgo de contaminación.

### ***Límites de Exposición del Público***

Para la exposición del público, los límites de dosis son:

- a.- Una dosis efectiva de 1mSv en un año;
- b.- En circunstancias especiales, podría aplicarse un valor más elevado de dosis efectiva en un solo año, siempre que el promedio de la dosis efectiva durante cinco años consecutivos no exceda de 1mSv por año;
- c.- Una dosis equivalente en el cristalino de 15mSv en un año;
- d.- Una dosis equivalente en la piel de 50mSv en un año.

A cada trabajador expuesto de “Categoría A” le será abierto un historial médico y expediente radiológico, que se mantendrá actualizado durante todo el tiempo que el trabajador pertenezca a dicha categoría, y que habrá de contener, al menos, las informaciones referentes a la naturaleza del empleo, los resultados de los exámenes médicos y el historial dosimétrico de toda su vida profesional.

Los Servicios de Prevención que desarrollen la función de vigilancia de la salud de los trabajadores serán los responsables de archivar los historiales médicos y los prestadores de servicio de dosimetría los encargados de resguardar el expediente radiológico hasta que el trabajador alcance los 75 años de edad y, en ningún caso por un periodo inferior a 30 años después del cese de la actividad. Los mismos estarán a disposición de la autoridad competente y del propio trabajador.

De igual manera los empleadores, los titulares registrados y los titulares de licencias mantendrán registros de la exposición ocupacional correspondientes a cada trabajador respecto del cual se requiera la evaluación de la exposición ocupacional

### **c) Epidemiología.**

La inducción de cáncer es el principal efecto tardío provocado por la exposición a la radiación ionizante. En la actualidad se ha adoptado la hipótesis conservadora de que cualquier dosis de radiación ionizante es capaz de inducir cáncer en las personas a ella expuestas, (hipótesis de relación dosis-efecto lineal sin umbral), de forma que, la probabilidad de su aparición, crece con la dosis de radiación recibida.

En lo que respecta a la epidemiología, la principal fuente de información sobre los riesgos del cáncer inducido por radiación ionizante proviene del seguimiento a largo plazo que se ha hecho a los supervivientes de las bombas atómicas lanzadas en Hiroshima y Nagasaki.

Esta base de datos ofrece información sobre una población de más de 90.000 personas que han sido seguidas desde 1950, con individuos de todas las edades, considerándose que la totalidad del organismo fue expuesto a la radiación. La información de este seguimiento se complementa con estudios realizados en personas expuestas por motivos de tratamientos médicos con radiaciones ionizantes, por exposición ocupacional, o exposiciones accidentales.

En las recomendaciones de la publicación No. 60 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP por sus siglas en inglés), se reevaluaron los datos epidemiológicos de los supervivientes de Hiroshima y Nagasaki, resultando un incremento de las estimaciones de riesgo correspondientes a los cánceres inducidos por radiación. (ICRP, 1991)

Este incremento de los valores se debió en parte a una revisión de la dosimetría de los supervivientes de la bomba atómica, en parte también a un seguimiento más largo de la población, y principalmente a los cambios realizados en el modelo matemático que ahora se utiliza para proyectar los riesgos que ocurrirán a lo largo de la vida.

De acuerdo con los conocimientos actuales, la exposición a las radiaciones ionizantes por debajo de los valores asociados a los límites de dosis existentes, no implicará riesgo de aparición de efectos deterministas y mantendrá la probabilidad de los efectos estocásticos en valores similares al riesgo existente en la actividad laboral considerada más segura.

Si la dosis de radiación es baja o la exposición a ella tiene lugar durante un periodo prolongado (baja tasa de dosis), el riesgo es considerablemente menor porque hay más probabilidades de que se reparen los daños. No obstante, sigue existiendo un riesgo de efectos a largo plazo, como el cáncer, que pueden tardar años, o incluso decenios, en aparecer.

No siempre aparecen efectos de este tipo, pero la probabilidad de que se produzcan es proporcional a la dosis de radiación. El riesgo es mayor para los niños y adolescentes, pues son mucho más sensibles a la radiación que los adultos.

Los criterios de protección de los trabajadores expuestos se basan, entre otros, en el concepto de la existencia de algún grado de riesgo independientemente del nivel de exposición.

#### **d) Factores de riesgo.**

La estimación del riesgo ha sido desarrollada por diversas organizaciones científicas. Entre las que se incluyen la Academia Nacional de Ciencias, la cual ha publicado varios informes por el comité BEIR, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), y el Comité Científico de las Naciones Unidas para el estudio de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes (UNSCEAR). Globalmente, los riesgos a lo largo de la vida calculados en los últimos años no son muy diferentes entre los distintos estudios.

La ICRP ha adoptado para los Trabajadores Expuestos un coeficiente de riesgo de  $4 \times 10^{-2} \text{ (Sv)}^{-1}$  (4 muertes por cáncer de cada 100 individuos expuestos a 1 Sv). Este coeficiente es el que ha sido utilizado para el desarrollo de los nuevos límites de dosis, debiendo tener en cuenta que está basado en los datos obtenidos a altas dosis y tasas de dosis, no siendo éste el caso de la exposición ocupacional. En bajas tasas de dosis se propuso un coeficiente de reducción de riesgo de 2.

Los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes están ocasionados por el daño infringido a las células como consecuencia de la interacción de la radiación con la materia. El daño, puede ocasionar muerte o modificación celular, lo que, a su vez, puede afectar el normal funcionamiento de los diferentes órganos o tejidos.

Si el número de células que mueren es considerable, se observará daño al tejido u órgano afectado, y consecuentemente, al individuo. Este tipo de daño ocurrirá en aquellos individuos que reciban una dosis de radiación por encima del umbral determinado para cada efecto.

Son los llamados efectos deterministas no estocásticos, no aleatorios y de la dosis recibida en el feto y del momento de la irradiación en el curso de la vida fetal: - Malformaciones cerebrales, malformaciones óseas: A partir de dosis de 0,3 Gy en la fase de organogénesis. - Retraso intelectual: Con dosis recibidas en el feto superior a 0,5 Gy después de la 8ª semana de gestación.

Ahora bien, si sobre la célula no se produce un daño mortal, pero resulta modificada en su estructura por el efecto de la radiación, (daño al DNA), generalmente se pondrán en marcha los mecanismos de reparación celular, de modo que, si la reparación no es completa ("ad integrum"), y se produce la supervivencia de la célula con una mutación, la modificación será transmitida a las células hijas, que, si son somáticas, podrían degenerar a una neoplasia en el órgano o tejido afectado del individuo expuesto, pero, si las células afectadas son las responsables de la transmisión de la información genética a los descendientes de los individuos expuestos se podría inducir una enfermedad hereditaria.

Estos efectos, ya sean somáticos (afectan a la salud del individuo que ha recibido la irradiación), o ya sean genéticos (afectan a la salud de los descendientes del individuo irradiado), se denominan efectos estocásticos, (de naturaleza aleatoria, no dosis dependiente).

### **2.2.5.- Usos de las radiaciones.**

La CSN (2016) expone que las aplicaciones de las radiaciones ionizantes se basan en la interacción de la radiación con la materia y su comportamiento en ella. Los materiales radiactivos y las radiaciones ionizantes se utilizan ampliamente en medicina, industria, agricultura, docencia e investigación.

En medicina, el uso de radiaciones ionizantes se encuadra en la aplicación de técnicas de radiodiagnóstico, radioterapia y medicina nuclear.

- El radiodiagnóstico comprende el conjunto de procedimientos de visualización y exploración de la anatomía humana mediante imágenes y mapas. Algunas de estas aplicaciones son la obtención de radiografías mediante rayos X para identificar lesiones y enfermedades internas, el uso de radioisótopos en la tomografía computarizada para generar imágenes tridimensionales del cuerpo humano, la fluoroscopia y la radiología intervencionista, que permite el seguimiento visual de determinados procedimientos quirúrgicos.
- La radioterapia permite destruir células y tejidos tumorales aplicándoles altas dosis de radiación.
- La medicina nuclear es una especialidad médica que incluye la utilización de material radiactivo en forma no encapsulada para diagnóstico, tratamiento e investigación. Un ejemplo es el radioinmunoanálisis, una técnica analítica de laboratorio que se utiliza para medir la cantidad y concentración de numerosas sustancias (hormonas, fármacos, etc.) en muestras biológicas del paciente.



En el ámbito industrial, las aplicaciones de las radiaciones ionizantes son muchas y muy variadas. La industria aprovecha la capacidad que tienen las radiaciones para atravesar los objetos y materiales y el hecho de que cantidades insignificantes de radionúclidos pueden medirse rápidamente y de forma precisa proporcionando información exacta de su distribución espacial y temporal.

Algunas de las aplicaciones más significativas de las radiaciones ionizantes en la industria son la esterilización de materiales; la medición de espesores y densidades o de niveles de llenado de depósitos o envases; la medida del grado de humedad en materiales a granel (arena, cemento, etc.) en la producción de vidrio y hormigón; la gammagrafía o radiografía industrial para, por ejemplo, verificar las uniones de soldadura en tuberías; los detectores de seguridad y vigilancia mediante rayos X en aeropuertos y edificios oficiales; los detectores de humo; detectores de fugas en canalizaciones y la datación por análisis del  $^{14}\text{C}$  para determinar con precisión la edad de diversos materiales.

También son muchas las aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la agricultura y la alimentación, por ejemplo, para determinar la eficacia de la absorción de abono por las plantas, determinar la humedad de un terreno y así optimizar los recursos hídricos necesarios, para el control de plagas y para prolongar el periodo de conservación de los alimentos mediante su irradiación con rayos gamma.

Aparte de los logros tecnológicos anteriores, el uso de las radiaciones ha supuesto un increíble avance en todo tipo de actividades de investigación tales como los estudios de biología celular y molecular del cáncer, patologías moleculares, evolución genética, terapia genética, desarrollo de fármacos, etc.

### **2.2.6.- Normas Internacionales y Seguridad.**

La OIT otorga importancia a la cooperación con otras organizaciones internacionales para proteger a los trabajadores frente a la radiación, basada en la elaboración y preparación conjunta de normas y directrices internacionales.

Junto con otros organismos de las Naciones Unidas, la OIT ha participado activamente en las actividades del Comité sobre Normas de Seguridad Radiológica (RASSC, por sus siglas en inglés) establecido por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). La participación de la OIT en ese Comité permite a los representantes y organizaciones tanto de empleadores como de trabajadores participar directamente en la formulación de normas del OIEA y de otras organizaciones internacionales sobre la seguridad frente a la radiación, y sobre la protección frente a la exposición de los profesionales a las radiaciones.

En el pasado, los empleadores y los trabajadores no tenían la oportunidad de participar de manera plena y sistemática en la elaboración de normas internacionales que posteriormente debían aplicar. Un importante resultado de la cooperación internacional en materia de seguridad y protección frente a la radiación ha sido la formulación de las Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (BSS), que se basan en anteriores recomendaciones internacionales de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR).

Las BSS están copatrocinadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el OIEA, la OIT, la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE/AEN), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), y fueron publicadas oficialmente en 1996.

Las BSS establecen bases mundiales para la definición de normas armonizadas de protección frente a la radiación que complementan el Convenio núm. 115 de la OIT. Todas las organizaciones que patrocinan las BSS han colaborado estrechamente para armonizar y desarrollar normas y políticas internacionales sobre protección y seguridad frente a las radiaciones, y han promovido la aplicación de las BSS en sus propios ámbitos de competencia.

En las operaciones efectuadas con la asistencia de otra de las organizaciones copatrocinadoras, se aplican las BSS atendiendo a las reglas y reglamentaciones pertinentes de la organización interesada. En el caso de la OIT, las BSS se utilizan como apoyo a la aplicación del convenio núm. 115, y sirven de orientación para los responsables de promover la protección frente a la exposición profesional a las radiaciones tanto a nivel nacional como empresarial.

Las BSS son también utilizadas por los mecanismos de control de la OIT, para reexaminar la aplicación y puesta en práctica del Convenio núm. 115 y de la Recomendación núm. 114 por los Estados Miembros.

Dado que están copatrocinadas por cuatro organismos especializados de las Naciones Unidas y dos organizaciones internacionales, las BSS están consideradas como «los» requisitos de las Naciones Unidas en materia de protección frente a las radiaciones.

Conviene señalar que las BSS forman parte de las normas de seguridad del OIEA. Según las reglas establecidas por el OIEA, sus normas de seguridad son vinculantes para ese organismo en relación con sus propias operaciones y en países relacionados con las operaciones que reciben ayuda del OIEA.

El OIEA (2016) informa que, si bien la seguridad es una responsabilidad nacional, las normas y enfoques internacionales relativos a la seguridad fomentan la coherencia, contribuyen a dar garantías de que las tecnologías nucleares y relacionadas con las radiaciones se utilizan en condiciones de seguridad, y facilitan la cooperación técnica y el comercio internacionales.

Las normas también ayudan a los Estados a cumplir sus obligaciones internacionales. Una obligación internacional general es que, un Estado no debe llevar a cabo actividades que ocasionen daños a otro Estado. En los convenios internacionales relativos a la seguridad se exponen obligaciones más específicas para los Estados Contratantes. Las normas de seguridad del OIEA, acordadas internacionalmente, constituyen la base para que los Estados demuestren que cumplen esas obligaciones.

Las normas de seguridad del OIEA deben ser complementadas con normas industriales, y deben aplicarse en el marco de infraestructuras nacionales de reglamentación adecuadas para que sean plenamente eficaces. El OIEA produce una amplia gama de publicaciones técnicas que ayudan a los Estados a elaborar esas normas e infraestructuras nacionales.

Además de los órganos reguladores y departamentos, autoridades y organismos gubernamentales, las normas son utilizadas por las autoridades y organizaciones explotadoras de la industria nuclear; por organizaciones que se ocupan del diseño, la fabricación y la aplicación de las tecnologías nucleares y relacionadas con las radiaciones, incluidas las organizaciones encargadas del funcionamiento de diversos tipos de instalaciones; por usuarios y otras personas relacionadas con el empleo de las radiaciones y materiales radiactivos en la medicina, la industria, la agricultura, la investigación y la educación; y por ingenieros, científicos, técnicos y otros especialistas. Las normas son utilizadas por el propio OIEA en sus exámenes de la seguridad y en la elaboración de cursos de enseñanza y capacitación.

De conformidad con el Estatuto del OIEA, las normas de seguridad tienen carácter vinculante para el OIEA en relación con sus propias actividades, así como para los Estados en relación con las actividades para las que el OIEA les preste asistencia. Todo Estado que desee concertar un acuerdo con el OIEA relativo a cualquier forma de asistencia del organismo debe cumplir los requisitos de las normas de seguridad correspondientes a las actividades que incluya el acuerdo.

Los convenios internacionales también contienen requisitos similares a los que figuran en las normas de seguridad, y tienen carácter preceptivo para las partes contratantes. Las nociones fundamentales de seguridad se utilizaron como base para la elaboración de la convención sobre seguridad nuclear y la convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos. Los requisitos de seguridad sobre preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica son reflejo de las obligaciones de los Estados emanados de la convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares y la convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica.

Las normas de seguridad, incorporadas a las legislaciones y reglamentos nacionales y complementadas por convenios internacionales y requisitos nacionales detallados, constituyen la base para la protección de la población y el medio ambiente. No obstante, también existen aspectos especiales de la seguridad que deberán evaluarse caso por caso a escala nacional. Por ejemplo, muchas de las normas de seguridad, en particular las que tratan aspectos de planificación o diseño de la seguridad, se conciben con el fin de aplicarlas principalmente a nuevas instalaciones y actividades. Es posible que algunas instalaciones construidas conforme a normas anteriores no cumplan plenamente los requisitos y recomendaciones especificados en las normas de seguridad del OIEA. Corresponde a cada Estado decidir el modo en que deberán aplicarse las normas de seguridad a esas instalaciones.

Los mecanismos legislativos y ejecutivos de los Estados deben establecer un marco legislativo y estatutario (por ejemplo, una ley o un decreto) que permita el uso beneficioso de las radiaciones ionizantes y regule la seguridad de las instalaciones y actividades. La base legislativa debe ser lo más sencilla y directa que sea factible y estar en concordancia con la situación nacional, para reducir al mínimo la necesidad de modificarla más adelante. Esto es importante porque el proceso de enmienda de la legislación es normalmente lento y requiere muchos recursos.

En cambio, los reglamentos, que recogen los requisitos administrativos y técnicos, se pueden modificar conforme se acumula conocimiento gracias a la evolución de la ciencia y la técnica y se adquiere experiencia de las prácticas reguladas y en situaciones de intervención.

La legislación “deberá especificar las instalaciones, actividades y materiales a los que se aplique la legislación”. La legislación debería ser aplicable a la exposición ocupacional, del público y médica y a todas las fuentes de radiaciones ionizantes (en uso o en desuso). Así pues, debería aplicarse tanto a las fuentes de radiación que contuviesen radionúclidos como a las máquinas que generasen radiaciones (por ejemplo, aparatos de rayos X y aceleradores de partículas), e incluso a las que no estuviesen en uso.

La legislación también debería hacer referencia a los requisitos en materia de protección radiológica establecidos en las Normas Básicas de Seguridad (es decir, los requisitos para la justificación de las prácticas, la limitación de las dosis, la optimización de la protección y la seguridad, las limitaciones respecto de las dosis y los niveles orientativos para la exposición médica).

Principales funciones y actividades del órgano regulador.

- Establecer reglamentos y guías.
- Elaboración y empleo de reglamentos
- Elaboración y empleo de documentos de orientación.
- Exención de los requisitos reglamentarios
- Proceso de examen y revisión de los reglamentos y guías.
- Notificación y autorización (mediante inscripción en registro o licencia).
- Inscripción en registro.
- Concesión de licencia.
- Examen y evaluación de las solicitudes de autorización.

#### **2.2.7.- Infraestructuras nacionales.**

Las Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación (OIEA, 2016) afirma que, los elementos esenciales de una infraestructura nacional son: la legislación y reglamentos, una autoridad reguladora facultada para autorizar e inspeccionar las actividades reglamentadas y para hacer cumplir la legislación y los reglamentos, recursos adecuados y personal capacitado en número suficiente.

La infraestructura ha de ofrecer también medios y procedimientos para responder a las inquietudes de la sociedad que van más allá de las responsabilidades jurídicas de las personas jurídicas autorizadas a realizar prácticas que implican la presencia de fuentes de radiación.

Por ejemplo, las autoridades nacionales velan por que se adopten disposiciones adecuadas para la detección de todo aumento de las sustancias radiactivas presentes en el medio ambiente en general, para la evacuación de los desechos radiactivos y para la preparación de intervenciones, sobre todo en el caso de emergencias que pudieran dar lugar a la exposición del público en general.

También han de encargarse del control de las fuentes de radiación de las que no sea responsable ninguna otra entidad, tales como las fuentes naturales y los residuos radiactivos resultantes de prácticas pasadas.

Las infraestructuras nacionales han de prever lo necesario para que los responsables en la materia tomen medidas adecuadas para la enseñanza y capacitación de especialistas en protección y seguridad radiológicas, así como para el intercambio de información entre los especialistas.

Una responsabilidad conexas es la de establecer medios apropiados para informar al público, a sus representantes y a los medios de comunicación sobre las cuestiones de salud y seguridad ligadas a las actividades que implican exposición a la radiación y sobre los procesos de la vigilancia reglamentaria de las medidas de protección y seguridad aplicables a los pacientes y de las medidas de garantía de calidad relativas al equipo y las técnicas utilizados en las aplicaciones médicas de la radiación.



## **Capítulo: III.- Análisis y resultados de la investigación.**

### **3.1.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.1.1.- Cumplimiento de las metas plasmadas en la estrategia nacional**

Las metas planteadas en la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica son las siguientes:

- a) Completamiento en el Marco Regulator
- b) Cumplimiento de la actualización del estudio de las necesidades de formación y capacitación
- c) Cumplimiento del Plan Nacional de Formación y capacitación a corto, mediano y largo plazo
- d) Competencias Claves alcanzadas por TOE's en seguridad y protección radiológica
- e) Aprobados en el curso de formador de formadores
- f) Capacitación de otros individuos relacionados con la seguridad de las aplicaciones de radiaciones ionizantes (EPR; Ente regulador)

Con el objetivo de describir el cumplimiento de las metas planteadas se realizó una revisión documental de las publicaciones realizadas por las autoridades correspondientes en el periodo del 2015 al 2020, se realizó una encuesta a los prestadores de servicio de capacitación, se analizaron los resultados de las capacitaciones recibidas por los profesionales a nivel nacional e internacional a continuación se realiza la descripción de cada parámetro con sus respectivo logro o dificultad encontrada.

#### **a) Completamiento en el Marco Regulator**

En lo que respecta al completamiento en la Marco Regulator en la siguiente tabla se muestran las publicaciones realizadas relacionadas al tema de seguridad y protección radiológica por las autoridades competentes nacionales en este tema.

Tabla No. 10: Publicaciones de CONEA en la página web del MINSA sobre marco regulatorio (2015- 2019) (elaborada por los autores)

No.	NOMBRE DEL DOCUMENTO	FEHA DE PUBLICACION
1	Disposición técnica 01 -2015 Solicitud de reconocimiento de la competencia para los proveedores de capacitación en materia de seguridad y protección radiológica	20 de enero del 2015
2	Gaceta No. 106-15 Requisitos de capacitación y entrenamiento en materia de seguridad y protección radiológica	9 de junio del 2015
3	Acuerdo Ministerial 07-2016 Aprobación de Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica y la Política Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica	Enero 2016
4	Gaceta 86-16 Decreto de Aprobación de la Adhesión a la enmienda de 2005 a la convención sobre protección física de los materiales nucleares	10 de mayo 2016
5	Disposición técnica 02-2016 Reglamento “Sobre Protección Física de las Fuentes Radiactivas	14 de abril del 2016
6	Gaceta No. 28 -2018, Guía d evaluación de seguridad de instalaciones y actividades asociadas a fuentes generadores de radiaciones ionizantes	8 de febrero del 2018
7	Disposición técnica 01-2019“Guía para el control de la hermeticidad De las fuentes selladas” No. 01-19	noviembre 2019
8	Disposición técnica 02-2019“Guía sobre Vigilancia de la Salud de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOE´s) a las Radiaciones Ionizantes”	noviembre 2019

Según la tabla anterior se considera que el marco regulador cumplió la meta establecida en lo que respecta a complementación del mismo en el quinquenio.

### **b) Cumplimiento de la actualización del estudio de las necesidades de formación y capacitación**

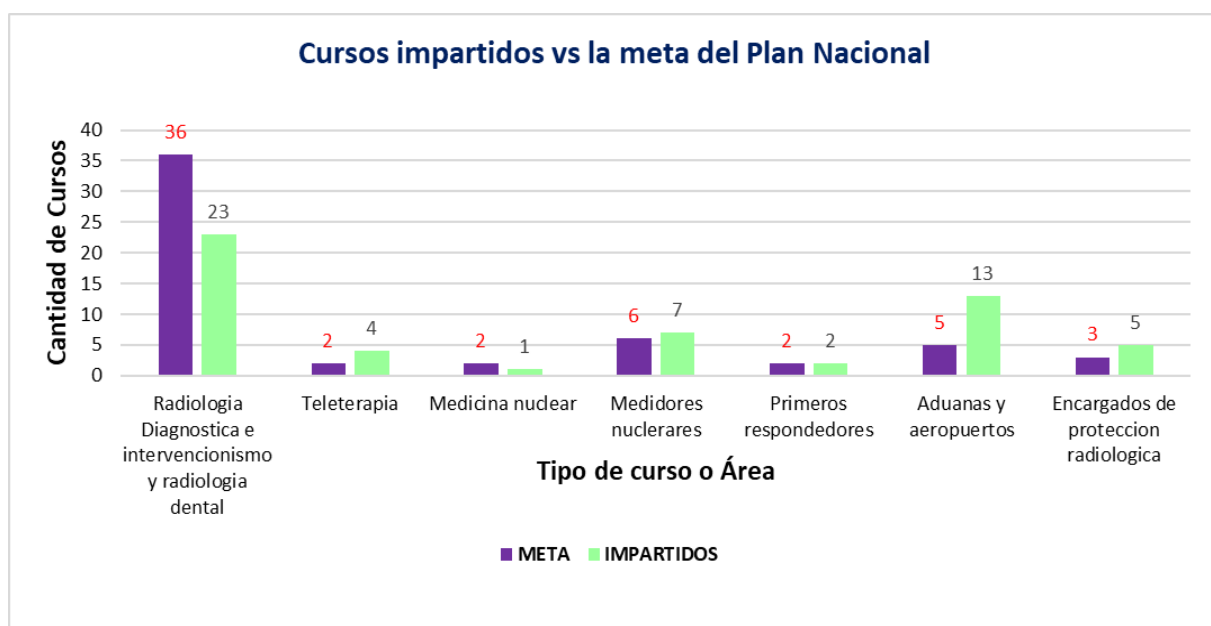
La actualización del estudio de las necesidades de formación y capacitación está reflejado en la tabla No.3 en la misma se muestran las necesidades nacionales de educación y capacitación, esto fue realizado por las autoridades competentes, se llevó a cabo basándose en datos recopilados para todas las prácticas e instalaciones y categorías de personal pertinente, en donde se evidencia un crecimiento en instalaciones u organizaciones públicas y privadas en el país que utilizan radiaciones ionizantes (total 336), además se consideran 2556 profesionales con necesidad de formación en seguridad y protección radiológica, por tanto la actualización de las necesidades fueron cumplidas en un 100% de acuerdo con lo planteado en la estrategia.

### **c) Cumplimiento del Plan Nacional de Formación y capacitación a corto, mediano y largo plazo**

Con respecto al cumplimiento del Plan Nacional de Formación y capacitación a corto, mediano y largo plazo la Tabla No. 6 muestra el Bosquejo del Plan Nacional de Formación y Capacitación en los campos de aplicación para los próximos 5 años (2015-2020), en el mismo está plasmada la meta establecida en la estrategia, es relevante mencionar que para efecto de evaluación de este parámetro se juntaron las metas para los cursos de radiología dental y radiología diagnóstica e intervencionismo, esto expresado en la encuesta realizada a la institución que brinda la capacitación en este tema, la siguiente tabla muestra el cumplimiento de la variable.

Tabla No.11: Meta del plan nacional respecto a cantidad de curso impartido por área

TIPO DE CURSO O AREA	Meta del plan Nacional de capacitación	Cursos Impartidos	% Cumplimiento
Radiología Diagnóstica e intervencionismo y radiología dental	36	23	64
Teleterapia	2	4	200
Medicina nuclear	2	1	50
Medidores nucleares	6	7	117
Primeros respondedores	2	2	100
Aduanas y aeropuertos	5	13	260
Encargados de protección radiológica	3	5	167
<b>GLOBAL</b>	<b>56</b>	<b>55</b>	<b>98</b>



Gráfica No 1. Cursos impartidos vs la meta del plan nacional

Como se puede observar tanto en la tabla No 10. como en la gráfica No. 1 en general se sobre cumplió la meta en lo que respecta a los cursos programados a excepción de los del área médica en radiodiagnóstico y medicina nuclear, sin embargo, en la totalidad se dio un cumplimiento del 98% según la meta y lo ejecutado.

#### **d) Competencias claves alcanzadas por TOE's en seguridad y protección radiológica**

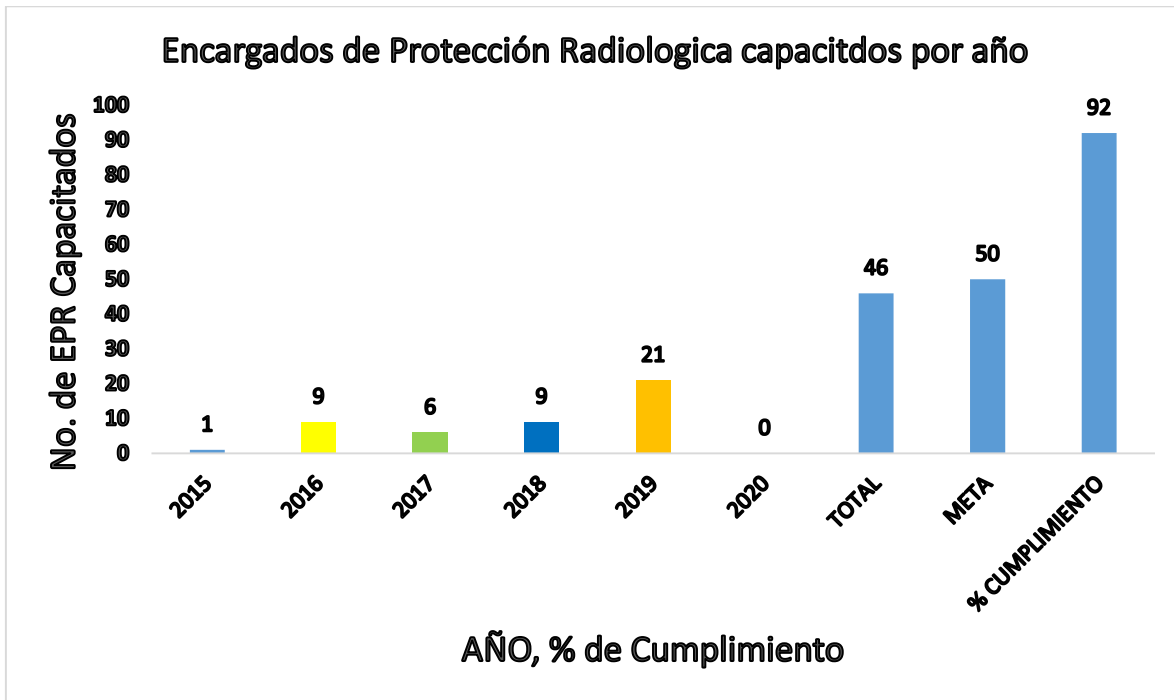
En lo que respecta a alcanzar competencias claves por TOE's en seguridad y protección radiológica, es una variable muy difícil de evaluar ya que los programas no están basados en un plan de capacitación por competencia, no se contó en esta etapa con un currículo académico, por parte de los prestadores de servicios de las capacitaciones, si no con programas de módulos basados en objetivos, esto no permitió concretar la formación por competencia, por tanto, con las capacitaciones impartidas se logró despertar el interés de los profesionales en estos temas, pero no se llega a adquirir competencia muy bien definidas, en este sentido esta variable estaría en un orden de cumplimiento del 50% de su meta.

#### **e) Aprobados en el curso de formador de formadores**

Sobre los cursos de formador de formadores, los mismos son financiados por el Organismo Internacional de Energía Atómica, la modalidad según el OIEA, es que cada país envíe a un profesional a capacitarse en los cursos que se imparten a nivel regional y estas personas realicen la reproducción de los mismos en sus países, en este contexto, marzo del 2018 un recurso participó en el curso de capacitación de capacitadores de oficiales de protección radiológica de instalaciones médicas e industriales, en Montevideo Uruguay, sin embargo, debido a los múltiples acontecimientos en el país y mundialmente, hasta la fecha no se dio la segunda etapa la cual es la de reproducir dicho curso a nivel nacional, el mismo va dirigido a encargados de protección radiológica, la meta para este quinquenio según Tabla No.5 necesidades y recursos nacionales en capacitación y entrenamiento en protección radiológica en las distintas prácticas es de 50 debido a que solo fue un recurso a dichos cursos esta variable tendría un cumplimiento de 2%.

**f) Capacitación de otros individuos relacionados con la seguridad de las aplicaciones de radiaciones ionizantes (EPR; Ente regulador)**

Otro parámetro que debemos analizar es la capacitación de otros individuos relacionados con la seguridad de las aplicaciones de radiaciones ionizantes (Encargados de Protección Radiológica (EPR); Ente Regulador), en la siguiente gráfica se muestran los logros de esta variable en lo que respecta a la formación de EPR, sin embargo según el análisis de la información recogida no se incrementó el número de profesionales capacitados en el Ente Regulador, si se fortalecieron capacidades técnicas en los ya existentes.



Gráfica No.2: Cantidad de EPR capacitados en el quinquenio y el cumplimiento de la meta

Es importante mencionar que por efectos de la pandemia no fue posible realizar el curso de EPR programado para el año 2020, sin embargo, está proyectado para llevarse a cabo en modalidad en línea en octubre de este año. Sin embargo, como se puede ver en la gráfica No.2 esta variable tuvo un cumplimiento del 92% según lo planificado.

### 3.1.2.- Incidencia de la implementación de la Estrategia Nacional

Con el objetivo de analizar la incidencia de los cursos que se imparten a los TOE'S en la estrategia se realizaron encuestas a los involucrados, esto nos permitió comparar con las metas que se tenían en lo que respecta a la capacitación y evaluar el incremento de las habilidades de los participantes que les permita mejorar su desempeño en su labor cotidiana en los puestos de trabajo en lo que respecta a la protección radiológica

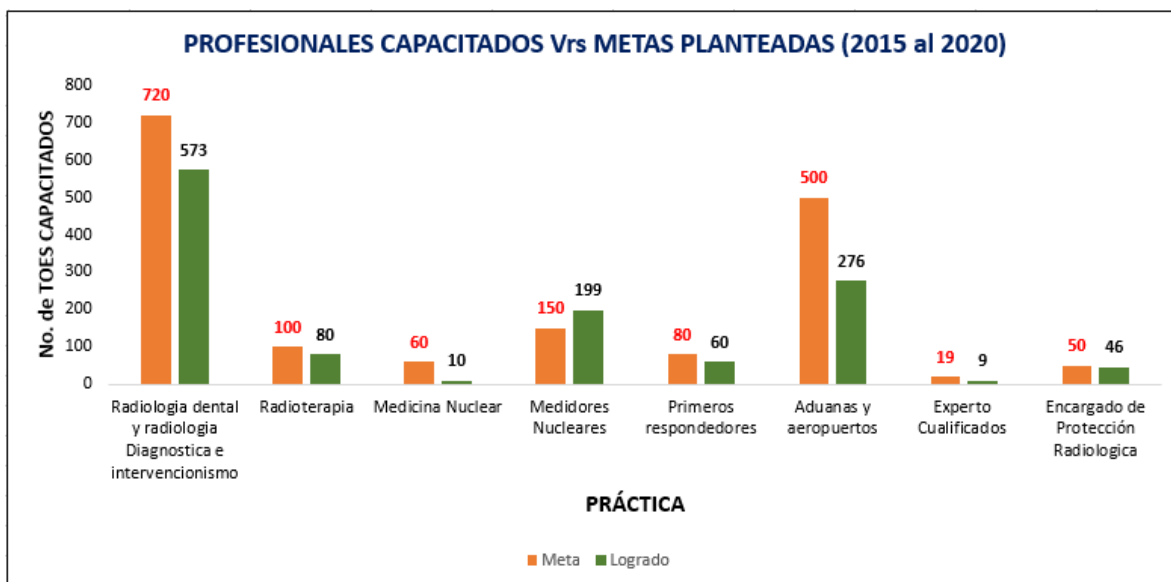
En la misma estrategia se menciona que para evaluar las actividades de capacitación y comprobar si las mismas han concluido con resultados satisfactorios plantea como elemento necesario analizar el porcentaje de alumnos capacitados por año y por práctica, en relación con las necesidades identificadas, a continuación, se aborda este tema.

#### a) Encuesta a los prestadores de servicio de las capacitaciones

En el plan nacional de capacitación se considera además de metas sobre los cursos impartidos también metas sobre el total de profesionales capacitados a nivel tanto nacional como internacional, con el objetivo de valorar la incidencia de la implementación de la estrategia se realiza el análisis de las metas planteadas con respecto a lo ejecutado.

Tabla No. 12: Profesionales capacitados

PRACTICA	NECESIDADES	EJECUTADO
Radiología Dental y Diagnóstica e intervencionismo	720	573
Radioterapia	100	80
Medicina Nuclear	60	10
Medidores Nucleares	150	199
Primeros respondedores	80	60
Aduanas y aeropuertos	500	276
Experto Cualificados	19	9
Encargado de Protección Radiológica	50	46
<b>TOTAL</b>	<b>1679</b>	<b>1253</b>



Gráfica No.3 Profesionales capacitados y metas planteadas

Como se puede observar en la tabla y gráfica anterior de los 1679 que se esperaba capacitar se capacitaron 1253, esto implica un logro de 75% de formación en el personal involucrado en las prácticas que se utilizan radiaciones ionizantes.

Esto implica que dichos profesionales tienen una gran incidencia en la implementación de los procedimientos de protección radiológica y la evaluación de la seguridad radiológica en las instituciones en las cuales están laborando.

Por otro lado, es muy importante hacer notar que según la gráfica No.3 se capacitó el 75% de lo planteado en lo que respecta a los primeros respondedores, esto conlleva una gran incidencia de la implementación de la estrategia, ya que se han fortalecido las capacidades técnicas y se cuenta con personal capacitado para atender una emergencia radiológica a nivel nacional

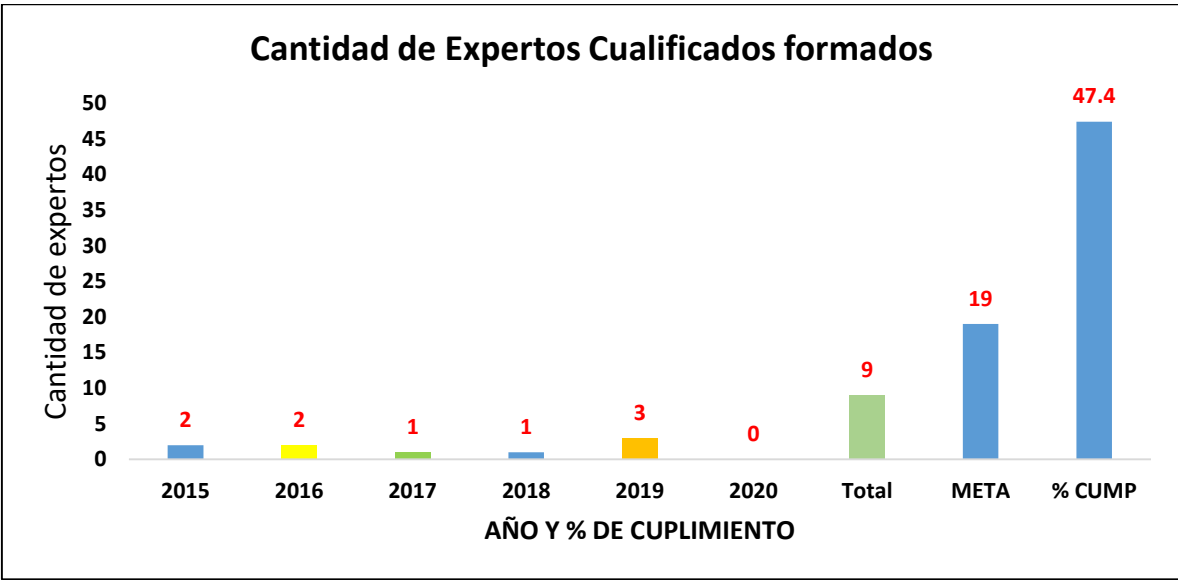
Es relevante mencionar la participación por tipo de sexo de los profesionales, en la siguiente Gráfica se destaca que el 57% son del sexo masculino y el 43% del sexo femenino, se incluyen todas las prácticas.





Gráfica No. 4: muestra el porcentaje por sexo de los profesionales capacitados

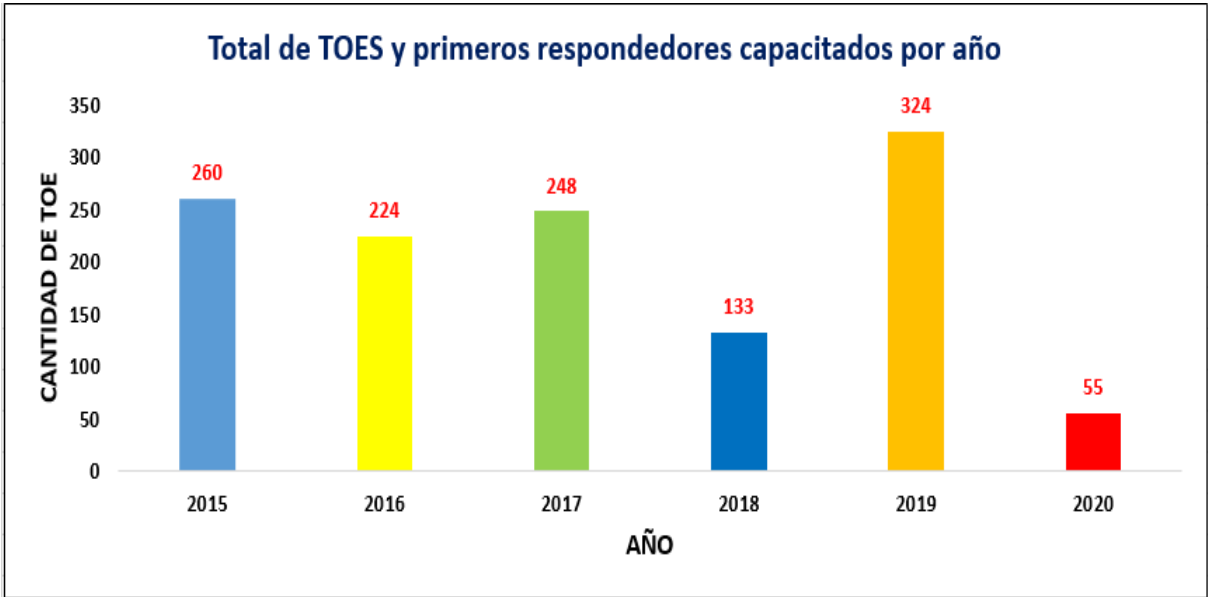
Otra variable de suma relevancia que hay que destacar en la incidencia de la implementación de la estrategia es la capacitación de experto cualificados lo cual es primordial en el tema de seguridad radiológica, este recurso es formado fuera del país por medio de la cooperación internacional, principalmente del Organismo Internacional de Energía Atómica en la gráfica No. 5 se muestra esta fortaleza adquirida, para este quinceno.



Gráfica No. 5: Cantidad de expertos cualificados formados

En la gráfica anterior podemos observar que de las necesidades planteadas se cumplió aproximadamente el 50% y la formación de los recursos fue gradual como se tenía proyectado, implica que hay una incidencia muy alta de la implementación de la estrategia en lo que respecta a los expertos cualificados disponibles en el país.

Si se analiza el desempeño en lo que respecta a las capacitaciones por año, en la siguiente tabla se muestra dicho comportamiento, según la gráfica No. 6 en el 2018 y 2020 es cuando menos personal capacitado se ha dado, esto es debido a que en el 2018 el país se vio involucrado en una situación sociopolítica que afectó todas las actividades a nivel nacional y en el 2020 el mundo se ha enfrentado a una pandemia lo cual ha mermado de manera sustancial las actividades en general incluyendo las académicas.



Gráfica No.6: TOE'S Capacitados por año

Es importante hacer notar que para la elaboración de este documento se realizó el corte marzo de este año, por tanto, no se contabilizarán los cursos programados para finales del 2020, con lo cual podría estar aproximándose a la cifra mostrada en el 2018 o más, con lo cual también incrementa el porcentaje de cumplimiento de la estrategia en general.

## b) Análisis de las encuestas a los encargados de Protección Radiológica

Para valorar el cumplimiento de la estrategia y comprobar si se han creado competencia y por tanto, si se han dado resultados satisfactorios, se procedió a realizar una encuesta a los participantes del curso de encargados de protección radiológica, la misma fue elaborada en un formulario de Google se obtuvieron 8 respuestas, se considera adecuado ya que se capacitaron 46 EPR, el 12% de este valor es 6 encuestado ya que se está considerando una muestra de ese porcentaje para hacer los análisis. A continuación, se muestran los resultados obtenidos

### Pregunta No. 1 ¿Cuántos cursos el personal de la institución ha recibido capacitación sobre protección y seguridad radiológica?

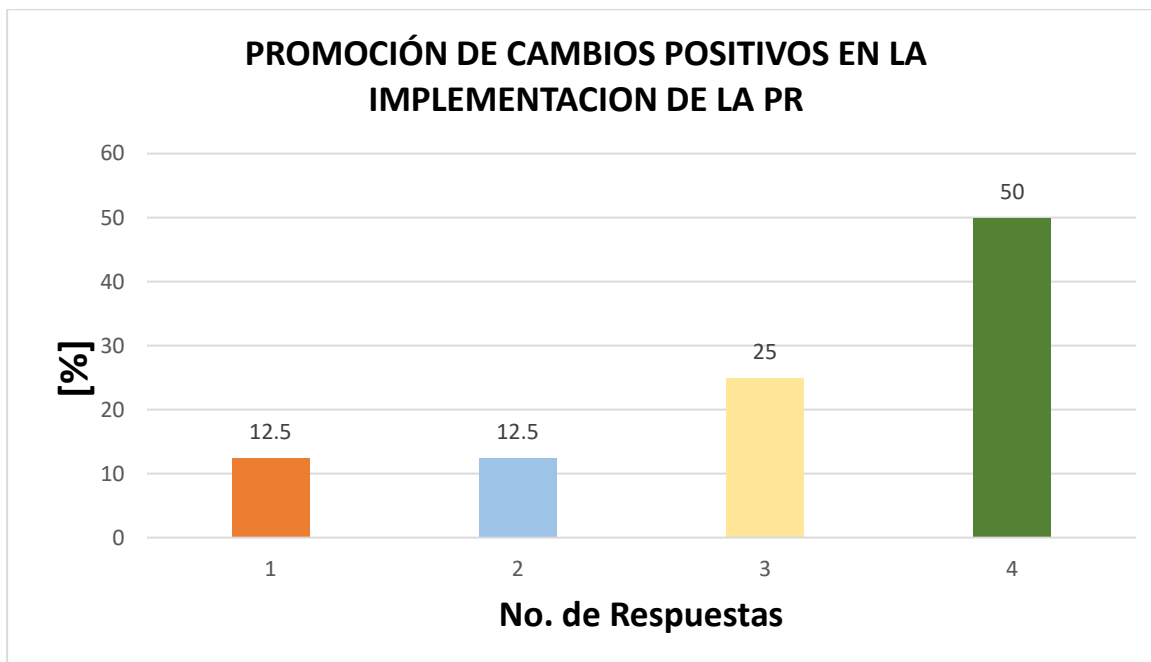


Gráfica No. 7: Cursos recibido por el personal en el quinquenio

Las respuestas indican que las instituciones están capacitando al personal que tiene la responsabilidad de asumir el cargo como encargado de protección radiológica, en los últimos años se ha notado un aumento del número de participantes en este tipo de curso. Este es un resultado muy positivo en la implementación de la estrategia nacional de formación y capacitación en seguridad y protección radiológica.

Las respuestas de los encuestados muestran que hay instituciones donde su personal ha recibido desde el 2015 hasta la fecha 12 cursos, otros 2 cursos y los demás el curso básico de operador.

**Pregunta No. 2.- ¿El personal capacitado ha promovido cambios positivos en la implementación de la Protección Radiológica en su institución?**



Gráfica No. 8: Encuesta para encargados de protección radiológica

El 50% de los encuestados han promovido muchos cambios positivos en la implementación de la protección radiológica en su institución, el 25% ha promovido bastantes cambios positivos, otras respuestas son que el 12.5% ha promovido cambios buenos y solamente el 12.5% ha promovido pocos cambios positivos en la institución. Es notable la aplicación de los conocimientos adquiridos en los cursos esto ha conllevado a implementar cambios positivos en la implementación de la protección radiológica.

**Pregunta No. 3.- ¿Cuántas veces en la institución ha evaluado la competencia y cualificación en protección radiológica de su personal?**



Gráfica No. 9: Encuesta para encargados de protección radiológica

El 50% de los encuestados confirman que han sido evaluadas sus competencias y cualificación en protección radiológica del personal en la institución al menos dos veces, uno de ellos asegura que se han realizado 10 evaluaciones sobre este tema en su institución y uno que afirma que se dio en tres ocasiones durante el periodo comprendido del 2015 al 2020. Estos datos deben ser insumos para el próximo quinquenio para establecer una metodología de evaluación del desempeño de los encargados de protección radiológica en las instituciones.

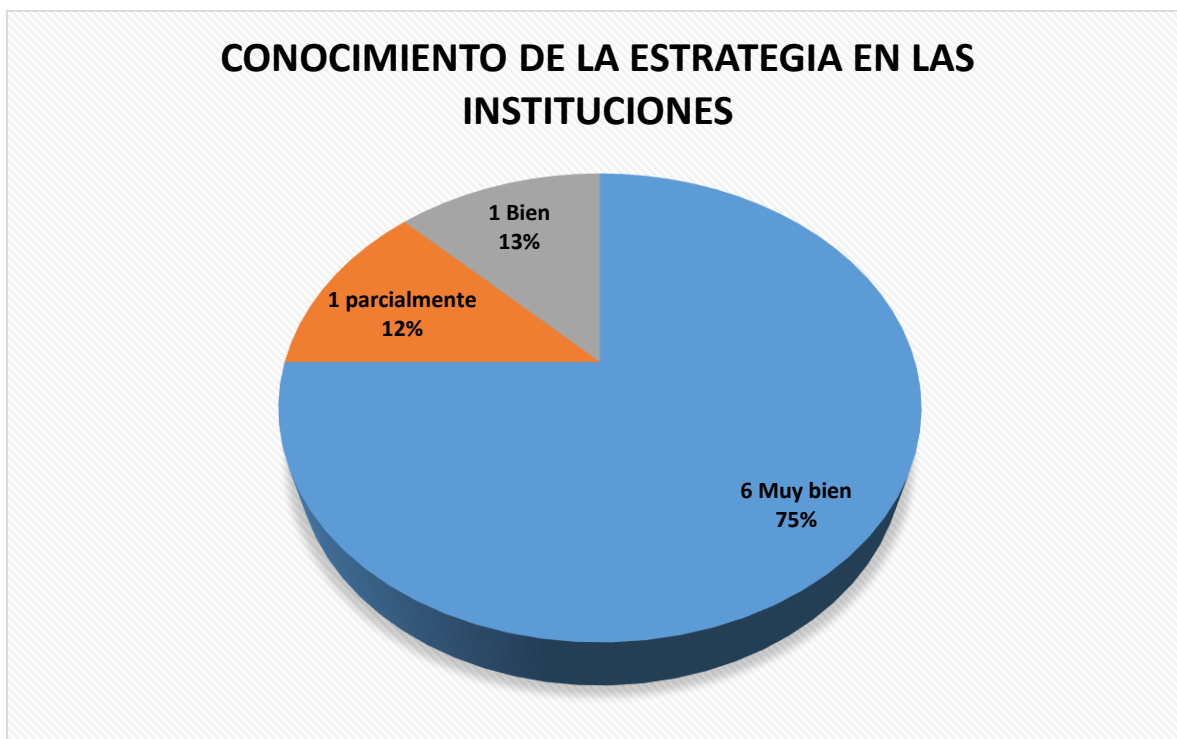
**Pregunta No. 4. ¿La institución tiene registro de los certificados de los cursos de protección radiológica de su personal?**



Gráfica No. 10: Encuesta para encargados de protección radiológica

El 75% de las instituciones tienen todos los registros de los certificados de protección radiológica de los participantes de los cursos y el 25% respondió que tienen una parte de los registros de los certificados de protección radiológica, esto se debería considerarse acciones de mejora para establecer responsabilidades en cuanto al resguardo de la información del personal ocupacionalmente expuesto.

**Pregunta 5.- ¿Se conoce la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en la institución?**



Gráfica No. 11: Encuesta para encargados de protección radiológica

El 75% de los encuestados conocen a su totalidad la estrategia nacional de formación y capacitación en seguridad en protección radiológica, otro 13% la conoce bastante y solamente un 12% la conoce parcialmente, por tanto, en su totalidad el 88% tiene un amplio conocimiento de las misma, sin embargo, es necesario realizar acciones de mejora para divulgar la estrategia de formación y capacitación en seguridad en protección radiológica

**Pregunta No. 6 ¿Tiene la institución conocimiento acerca de los objetivos de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica?**

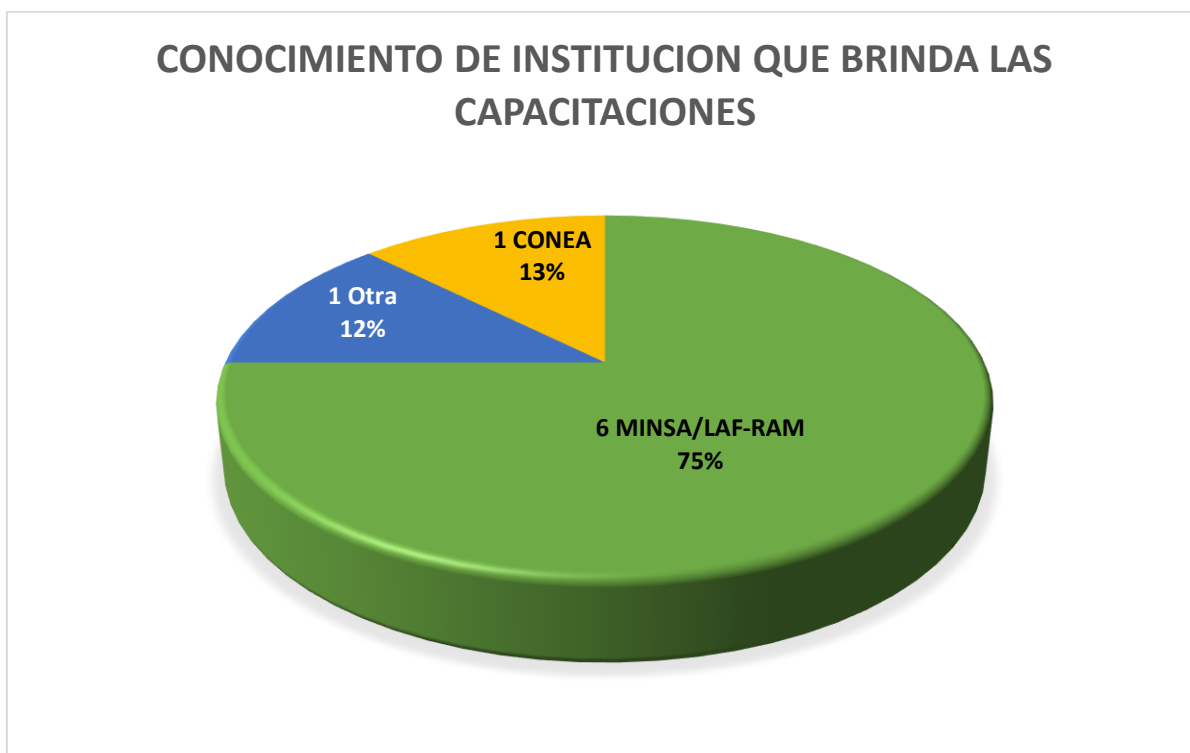


Gráfica No. 12: Encuesta para encargados de protección radiológica

En 63% sabe cuáles son los objetivos de la estrategia nacional de formación y capacitación en seguridad en protección radiológica, un 25% los conoce bien y 12.5% los maneja poco, es necesario tomar acciones de mejora para la divulgación de la estrategia en todos los campos (médico, industrial, etc.).



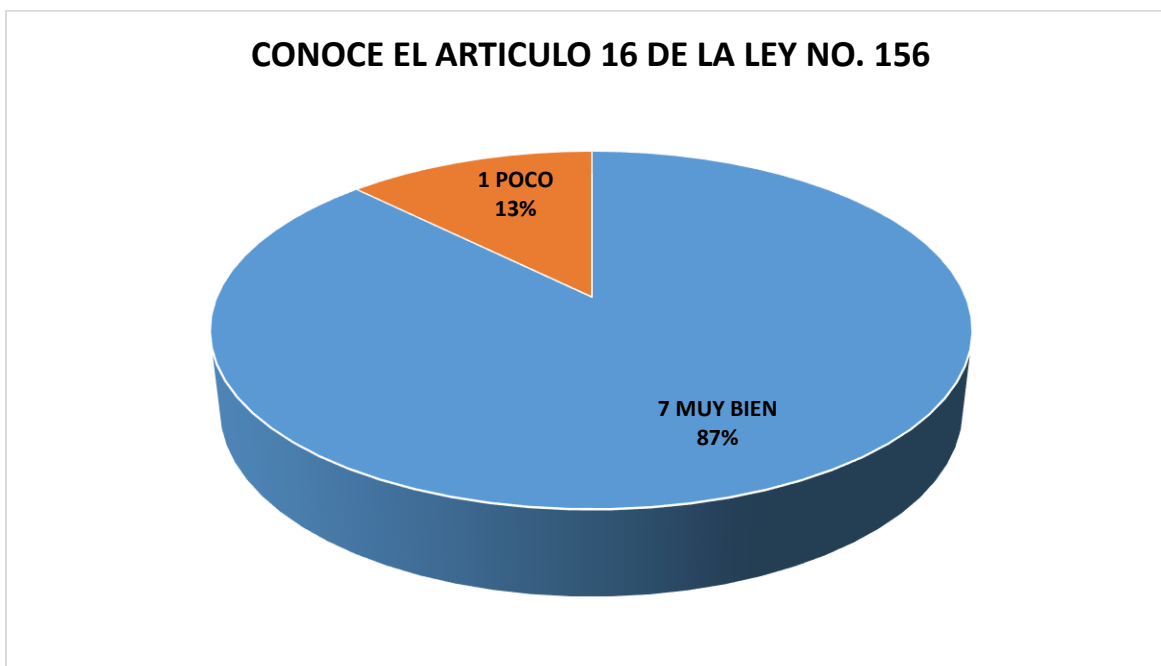
**Pregunta No. 7.- ¿Cuál es la institución que brinda el servicio de capacitación en Seguridad y Protección radiológica?**



Gráfica No.13: Encuesta para encargados de protección radiológica

El 75% de los encuestados conoce muy bien quienes son las instituciones responsables de brindar las capacitaciones en materia de seguridad y protección radiológica, un 12.5% tiene el conocimiento que solo la CONEA es la encargada de la capacitación y el 12.5% no conoce las instituciones involucradas en las capacitaciones, esto está establecido en la estrategia nacional de formación y capacitación en seguridad en protección radiológica.

**Pregunta No. 8. ¿Conoce el artículo 16 de la ley 156, “Ley sobre Radiaciones Ionizantes”?**



Gráfica No. 14: Encuesta para encargados de protección radiológica

El 87% de los encuestados conocen el artículo 16 de la ley 156 Ley sobre radiaciones ionizantes, esto se debe que en los cursos de protección radiológica hay un módulo donde se explica la legislación nacional, así como los documento relacionados con este tema, un 13% de los encuestado conoce la ley, pero no el artículo 16. Es importante que los oficiales de protección radiológica conozcan la ley 156, donde se establecen los mecanismos de regulación por parte de la autoridad reguladora en este caso la CONEA.

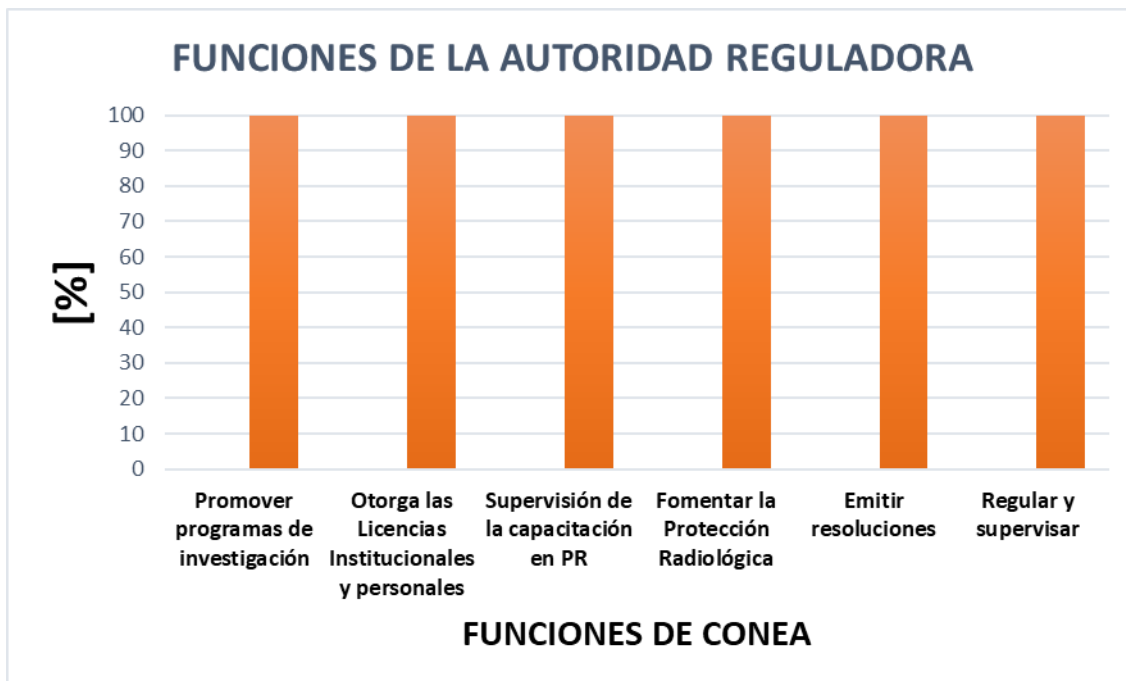
**Pregunta No. 9.- ¿Cuál es la autoridad reguladora nacional en lo que respecta a radiaciones ionizantes?**



Gráfica No. 15: Encuesta para encargados de protección radiológica

El 100% de los encuestados conocen plenamente que la autoridad reguladora es la Comisión Nacional de Energía Atómica, esto ha quedado claro debido a que en el tema de legislación que se imparte en todos los cursos de protección radiológica se hace énfasis sobre la creación y las funciones del órgano regulador.

**Pregunta No. 10.- ¿Mencione algunas de las funciones de la autoridad reguladora?**



Gráfica No. 16: Conocimiento de las funciones de la Autoridad Reguladora

Todos los encuestados conocen muy bien las funciones de la autoridad reguladora, lo cual puede incidir positivamente en la implementación de la estrategia nacional de formación y capacitación en seguridad en protección radiológica

### **3.1.3.- Evaluación de la implementación de los cursos de seguridad y protección radiológica del LAF-RAM**

Una práctica importante en la valoración de una actividad es el conocer la percepción de los estudiantes sobre diferentes aspectos impartidos en los cursos, a fin de poder tener elementos que permitan conocer y mejorar los procesos, material y contenido académico. Uno de los instrumentos utilizados para evaluar la Estrategia Nacional de Formación y capacitación en materia de Seguridad y Protección Radiológica, fue la realización de encuestas a los interesados.

Para este efecto el Laboratorio de Física de Radiaciones y meteorología de la UNAN - Managua (LAF RAM), diseño una encuesta que permite tener algunos elementos importantes y obtener pautas o señales de mejoras para futuros eventos de capacitación y/o de mejora curricular. En esta se abordaron los siguientes aspectos:

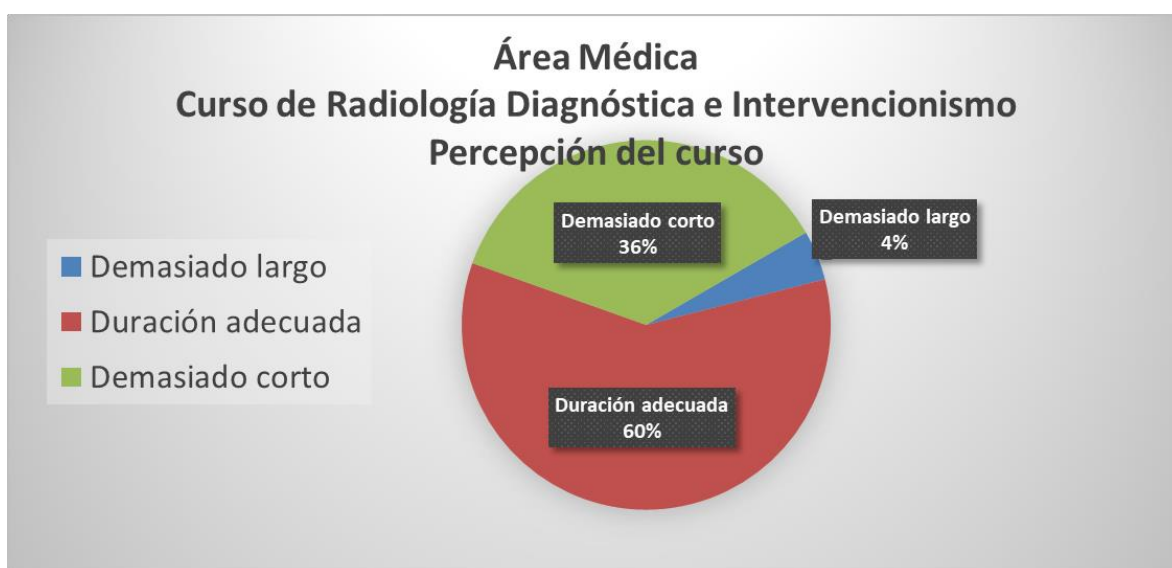
- Duración y calidad del curso
- Calidad y dominio técnico de los docentes del curso
- Contenido del curso
- Cantidad y calidad de la información técnica brindada
- Temas a suprimir en el curso
- Temas que se deberían abordar con más detalle en próximos cursos
- Prácticas realizadas en el curso
- Condiciones logísticas brindadas en el curso
- Aspectos a mejorar en próximos cursos

Es importante mencionar que los encuestados responden de forma anónima para que se cumpla la imparcialidad y la confiabilidad, los resultados están basados en las encuestas aplicadas en los cursos impartidos en el área médica, aduanas, industria y aceleradores durante la cohorte 2015 al 2020 se analiza la muestra establecida en este documento el cual es el 12% del total de los profesionales capacitados por el LAF-RAM, esto implica que se muestra información de 133 encuestas.

### 3.1.3.1.-Análisis de curso de Radiología Diagnostica e intervencionismo

**Tabla No. 13: Pregunta No. 1 Percepción del curso Área Médica**

	Respuestas	Porcentaje
Demasiado largo	3	4.3
Duración adecuada	41	59.4
Demasiado corto	25	36.2
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100%</b>

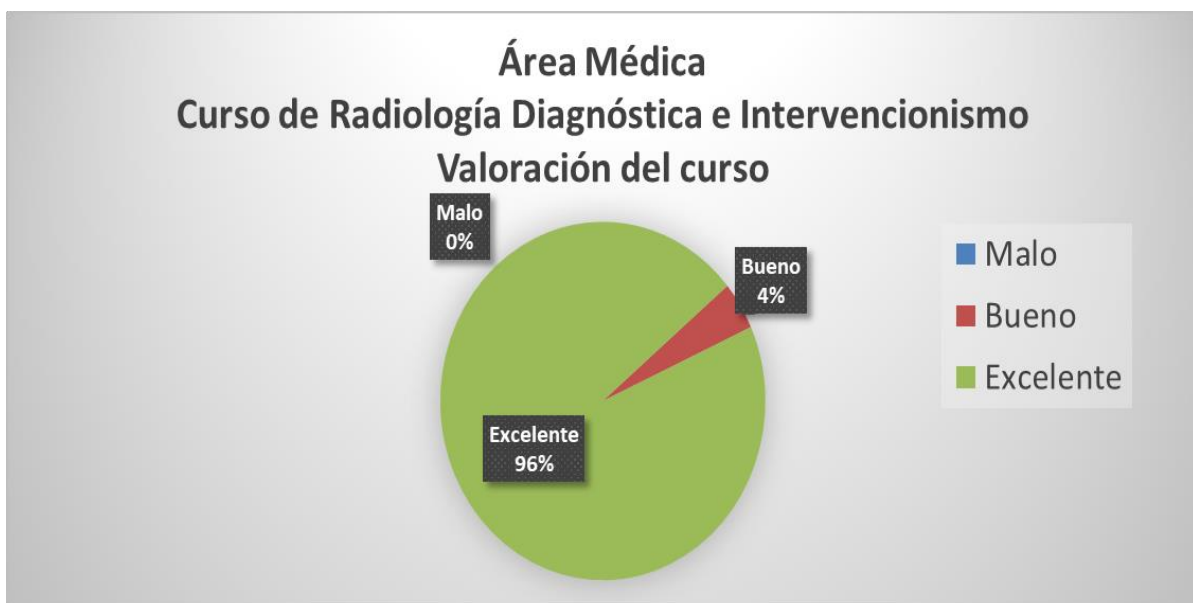


Gráfica No.17: Respuesta 1 de la encuesta del curso del Área Médica

Los resultados de esta pregunta muestran que la mayor parte de los encuestados (60%) considera que la percepción del curso tiene una duración adecuada, de esta manera se da cumplimiento de la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica del personal que trabaja en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua los cuales deben de recibir capacitaciones que se desarrollen con el tiempo suficiente para que los estudiantes se motiven, asimilen y puedan desarrollar capacidades en el trabajo que desempeñan, bajo este idea se planteó la pregunta de la percepción de la duración del curso.

**Tabla No. 14: Pregunta No. 2 Opinión de calidad del curso Área Médica**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Malo	0	0
Bueno	3	4.3
Excelente	66	95.7
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100</b>

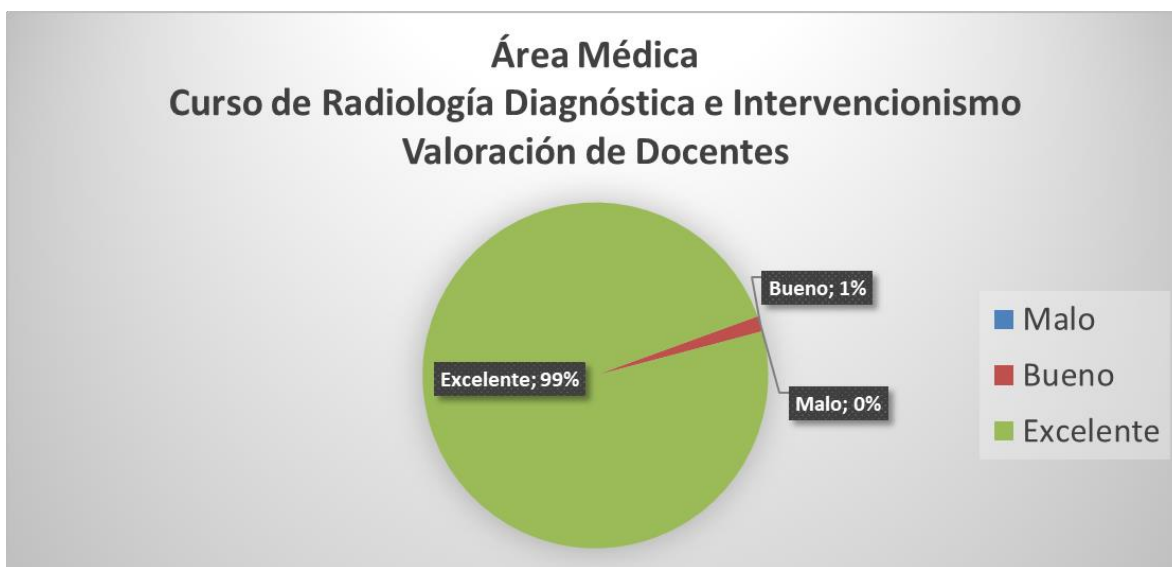


**Gráfica No. 18: Respuesta 2 de la encuesta del curso del Área Médica**

El 96% de los encuestados considera que el curso es excelente, cumpliendo con lo establecido en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica que garantizará los nuevos conocimientos recibidos en el curso tendrán un impacto positivo en su ámbito laboral, el 4% lo considera bueno y 0% malo.

**Tabla No. 15: Pregunta No.3 Valoración de los docentes Área Médica**

	Respuestas	Porcentaje
Malo	0	0
Bueno	1	1.4
Excelente	68	98.6
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100</b>



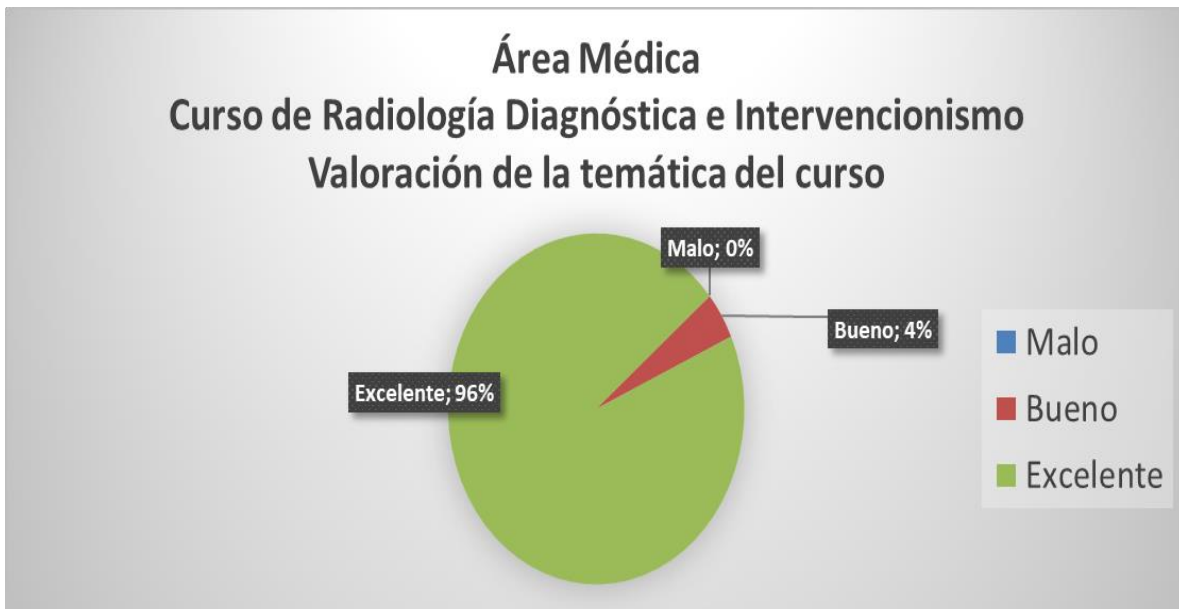
Gráfica No. 19: Respuesta 3 de la encuesta del curso del Área Médica

El 99% de los encuestados considera que el personal docente cumple con los requerimientos de tener las competencias necesarias para el desarrollo exitoso del Plan de Formación y Capacitación establecida en la estrategia nacional. Solamente el 1% considera a los docentes con buena valoración y 0% lo considera malo.



**Tabla No. 16 Pregunta No.4: Valoración de los temas del curso Área Médica**

	Respuestas	Porcentaje
Malo	0	0.0
Bueno	3	4.3
Excelente	66	95.7
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100.0</b>

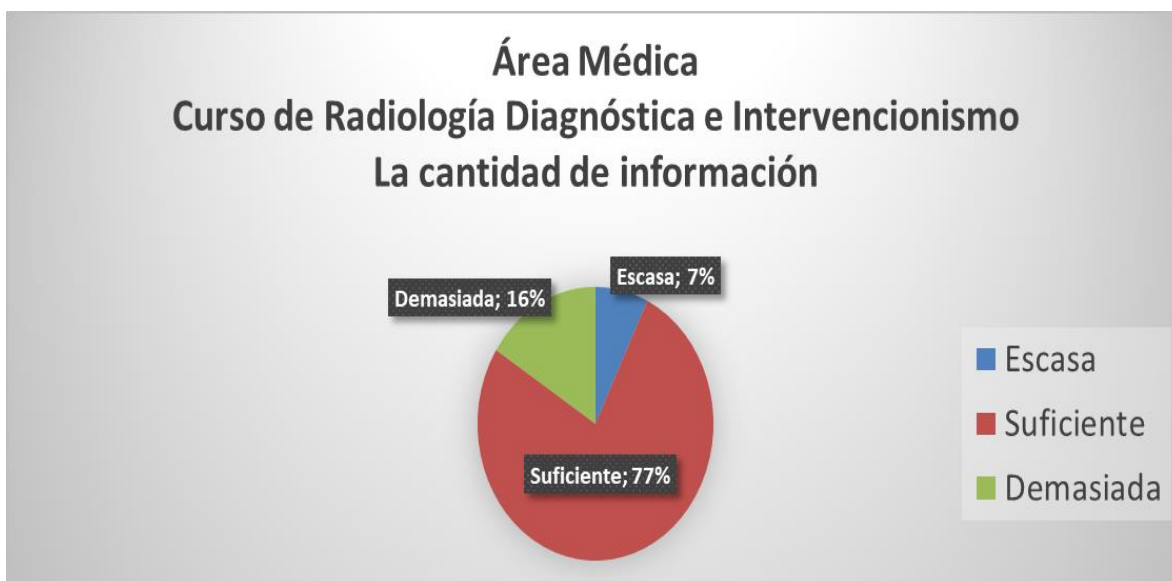


Gráfica No.20: Respuesta 4 de la encuesta del curso del Área Médica

El 96% de los encuestados considera que los temas impartidos en el curso son excelentes, lo cual incide positivamente en la implantación de la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, solo el 4% lo considera bueno y 0% como malo.

**Tabla No. 17: Pregunta No.5 Cantidad de información recibida Área Médica**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Escasa	5	7.2
Suficiente	53	76.8
Demasiada	11	15.9
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100</b>

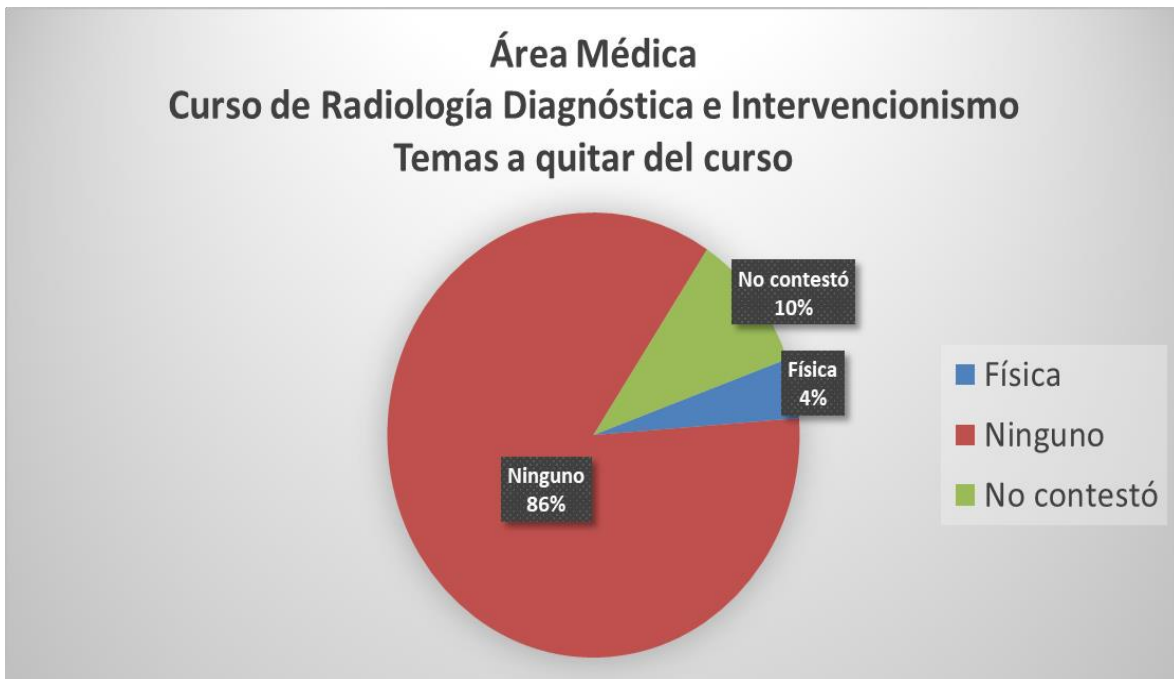


**Gráfica No. 21: Respuesta 5 de la encuesta del curso del Área Médica**

El 77% de los encuestados considera que la cantidad de información recibida en el curso fue suficiente, esto indica que la información les fue de utilidad para complementar con las presentaciones realizada por los docentes, la cual está actualizada lo que incidirá en los profesionales de la salud lo cuales deben tener los conocimientos necesarios sobre el empleo de las radiaciones ionizantes en las aplicaciones médicas, sus riesgos y beneficios y esto dependerá del grado de asimilación de la información recibida por los profesionales del área médica, generando un impacto positivo para el éxito de la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica.

**Tabla No. 18: Pregunta No.6 ¿Qué temas quitaría del curso? Área Médica**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Física	3	4.3
Ninguno	59	85.5
No contestó	7	10.1
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100</b>

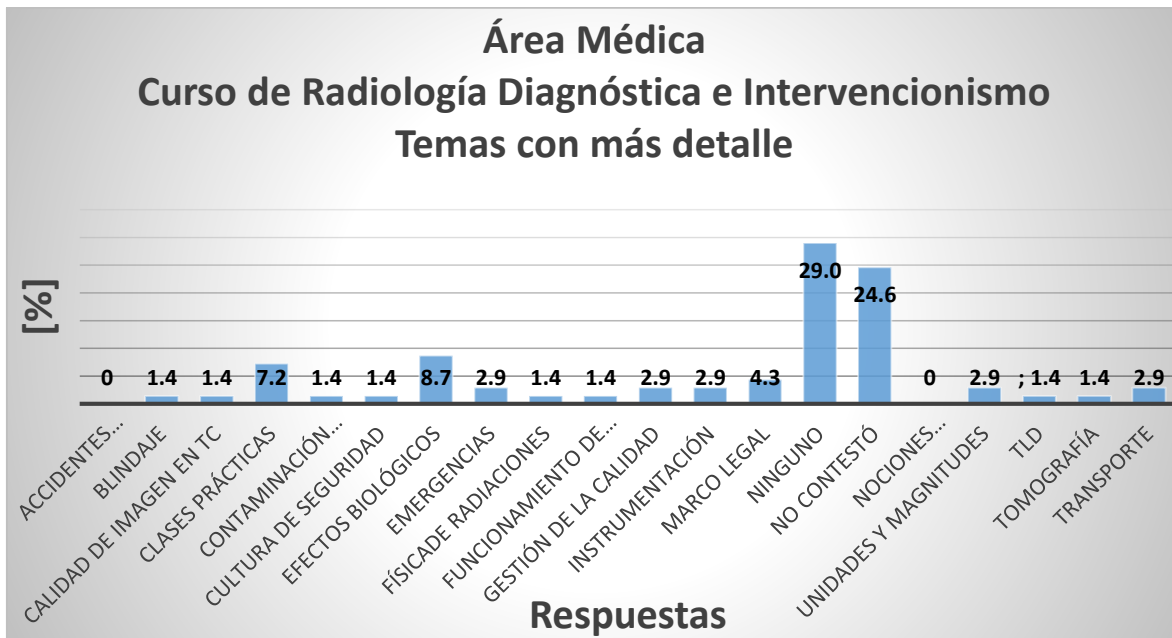


**Gráfica No. 22: Respuesta 6 de la encuesta del curso del Área Médica**

El 86% de los encuestados consideran que no se debe quitar ningún tema de los impartidos en el área médica, esto quiere decir que los temas propuestos establecidos en el curso del área médica fortalecen las competencias y ser parte de la solución del planteamiento del problema con lo establecido en la estrategia de formación y capacitación. El 10% no contestó la pregunta y solo un 4% de los encuestados sugieren quitar la física, la cual es fundamental para entender los procesos de generación de la radiación y sus interacciones.

**Tabla No. 19 Pregunta No.7 Temas con más detalle Área Médica**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Accidentes radiológicos	0	0
Blindaje	1	1.4
Calidad de imagen en TC	1	1.4
Clases prácticas	5	7.2
Contaminación radioactiva	1	1.4
Cultura de seguridad	1	1.4
Efectos biológicos	6	8.7
Emergencias	2	2.9
Física de radiaciones	1	1.4
Funcionamiento de generadores de radiación	1	1.4
Gestión de la calidad	2	2.9
Instrumentación	2	2.9
Marco legal	3	4.3
Ninguno	20	29.0
No contestó	17	24.6
Nociones fundamentales	0	0
Unidades y magnitudes	2	2.9
TLD	1	1.4
Tomografía	1	1.4
Transporte	2	2.9
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100</b>

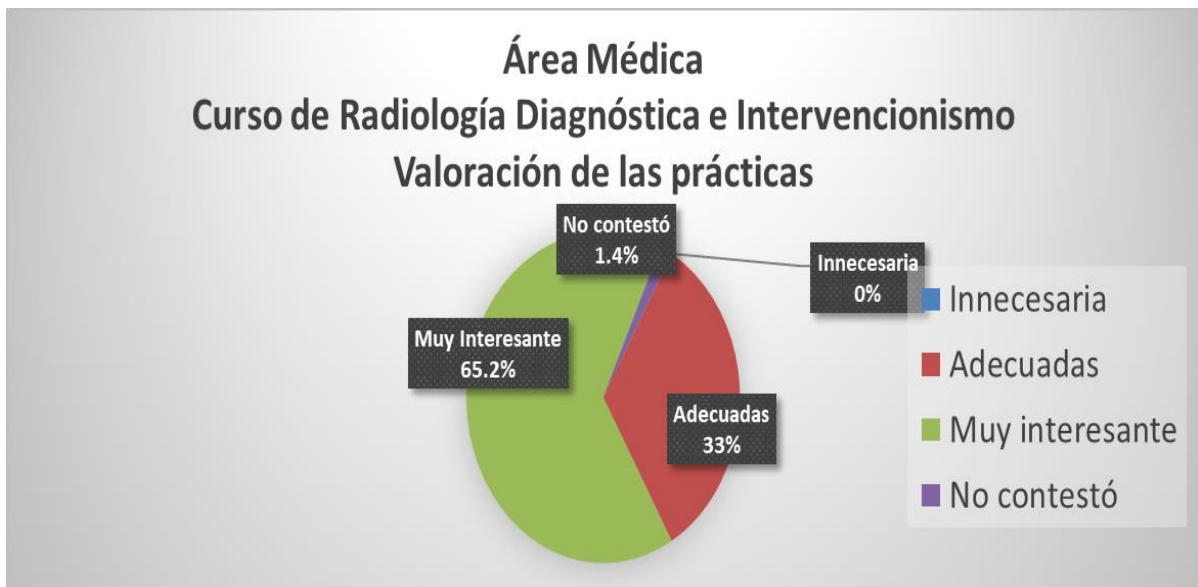


Gráfica No. 23: Respuesta 7 de la encuesta del curso del Área Médica

Esta pregunta tiene múltiples respuestas lo que depende de la percepción de los encuestados sobre los temas que se imparten en el curso que son más difíciles de entender, sin embargo, se puede apreciar que la respuesta con más porcentaje fue ninguno con un 29% y 24.6% no contestó la pregunta, siendo los demás valores pequeños, esto significa que sumando estas dos respuestas el 53.6% representan más de la mitad de los encuestados no se debería hacer ninguna modificación al plan que se realizó en base a la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica para este quinquenio.

**Tabla No. 20: Pregunta No.8 Valoración de las prácticas Área Médica**

	Respuestas	Porcentaje
Innecesaria	0	0
Adecuadas	23	33.3
Muy interesante	45	65.2
No contestó	1	1.4
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100</b>

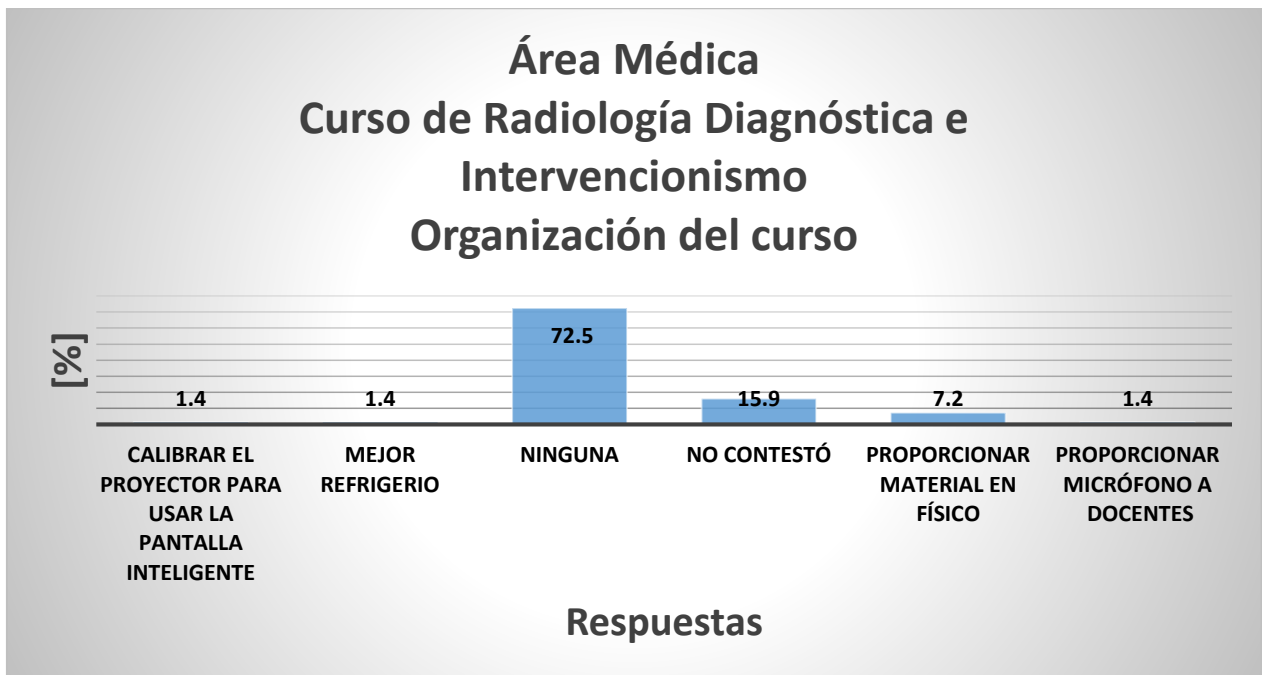


**Gráfica No. 24: Respuesta 8 de la encuesta del curso del Área Médica**

Los encuestados encontraron que las prácticas realizadas son muy interesantes (65.2%) y que son adecuadas (33%), lo que representan 98.2% indicando que las prácticas son fundamentales para crear las competencias necesarias para su implantación en las instalaciones médicas incidiendo positivamente en la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas.

**Tabla No. 21: Pregunta No.9 Sugerencias en la organización del curso  
Organización del curso Área Médica**

	Respuestas	Porcentaje
Calibrar el proyector para usar la pantalla inteligente	1	1.4
Mejor refrigerio	1	1.4
Ninguna	50	72.5
No contestó	11	15.9
Proporcionar material en físico	5	7.2
Proporcionar micrófono a docentes	1	1.4
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100</b>



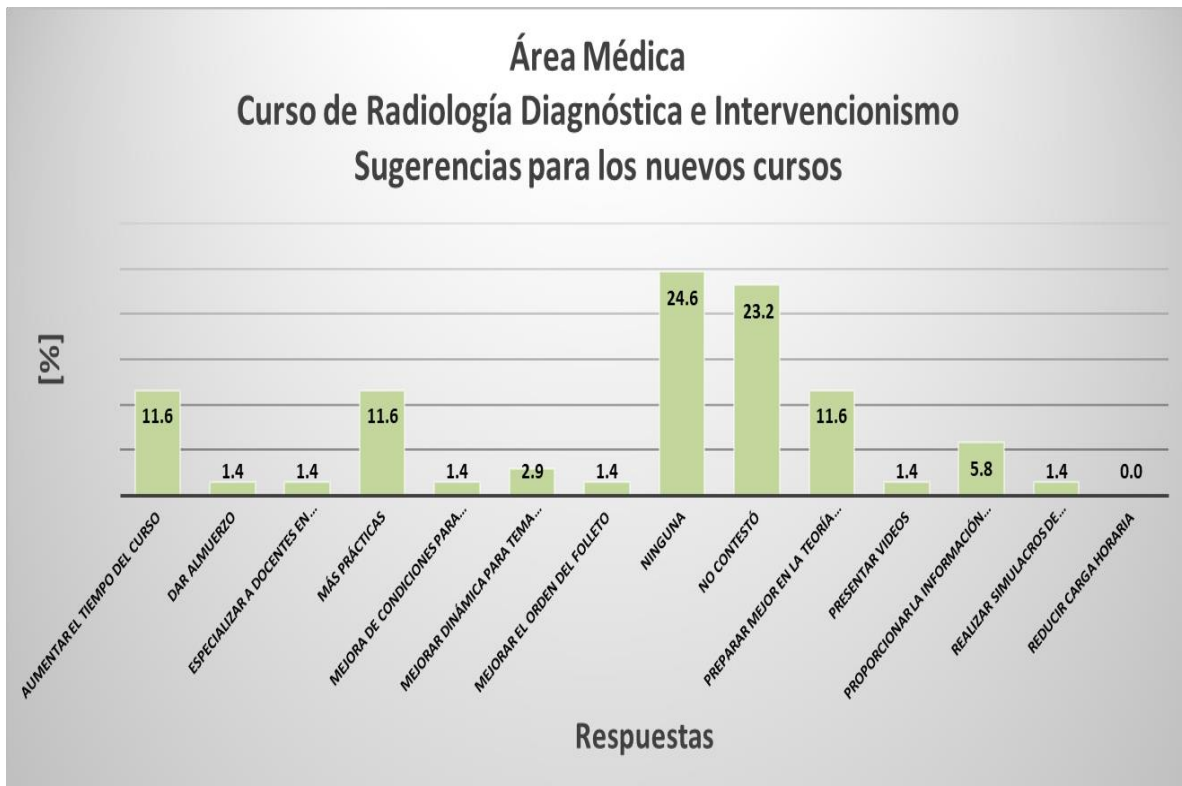
Gráfica No.25: Respuesta 9 de la encuesta del curso del Área Médica

Los encuestados consideraron que el curso está bien organizado debido a que si sumamos las dos respuestas que fueron ninguna con 72.5% y 15.9 % no contestó esto significa un 88.4%, esto genera un buen ambiente para que los participantes de los cursos puedan concentrarse en las clases y prácticas lo cual permitiría cumplir con la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica

**Tabla No. 22: Pregunta No.10 Sugerencias para nuevos cursos  
Sugerencias para los nuevos cursos Área Médica**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Aumentar el tiempo del curso	8	11.6
Dar Almuerzo	1	1.4
Especializar a docentes en temas de medicina	1	1.4
Más prácticas	8	11.6
Mejora de condiciones para el curso	1	1.4
Mejorar dinámica para tema de Leyes y reglamentos	2	2.9
Mejorar el Orden del Folleto	1	1.4
Ninguna	17	24.6
No contestó	16	23.2
Preparar mejor en la teoría antes de las prácticas	8	11.6
Presentar Videos	1	1.4
Proporcionar la información en tiempo y forma	4	5.8
Realizar simulacros de situaciones accidentales	1	1.4
Reducir carga horaria		0.0
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100.0</b>





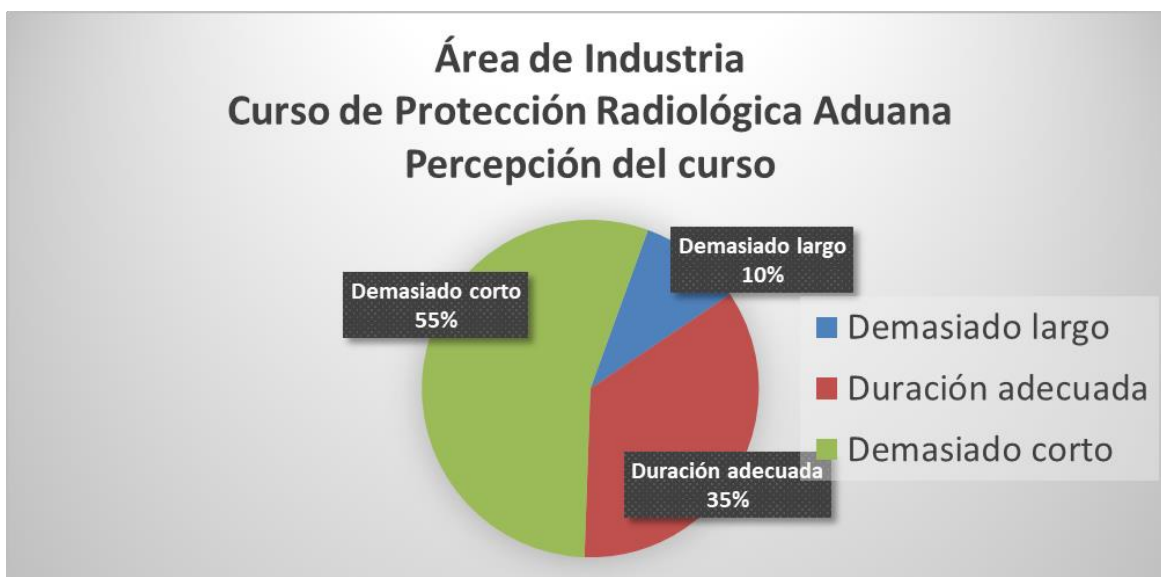
Gráfica No. 26: Respuesta 10 de la encuesta del curso del Área Médica

En esta pregunta se obtuvo múltiples respuestas las cuales se tomarían en cuenta para los próximos nuevos cursos para el próximo quinquenio, sin embargo, las respuestas con más porcentaje fueron ninguna con 24.6% y no contestó un 23.2% lo que significa que un 47.8% considera que no se deberían hacer cambios en el curso, un 11.6% de los encuestados sugieren aumentar las prácticas lo cual mejoraría las competencias, de igual porcentaje es aumentar el tiempo de los cursos, sin embargo estos están diseñados según lo estipulado en la estrategia de formación y capacitación.

### 3.1.3.2.- Análisis de curso de Protección Radiológica en Aduana

**Tabla No 23: Pregunta No. 1 Percepción del curso de Aduana**

	Respuestas	Porcentaje [%]
Demasiado largo	2	10.0
Duración adecuada	7	35.0
Demasiado corto	11	55.0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

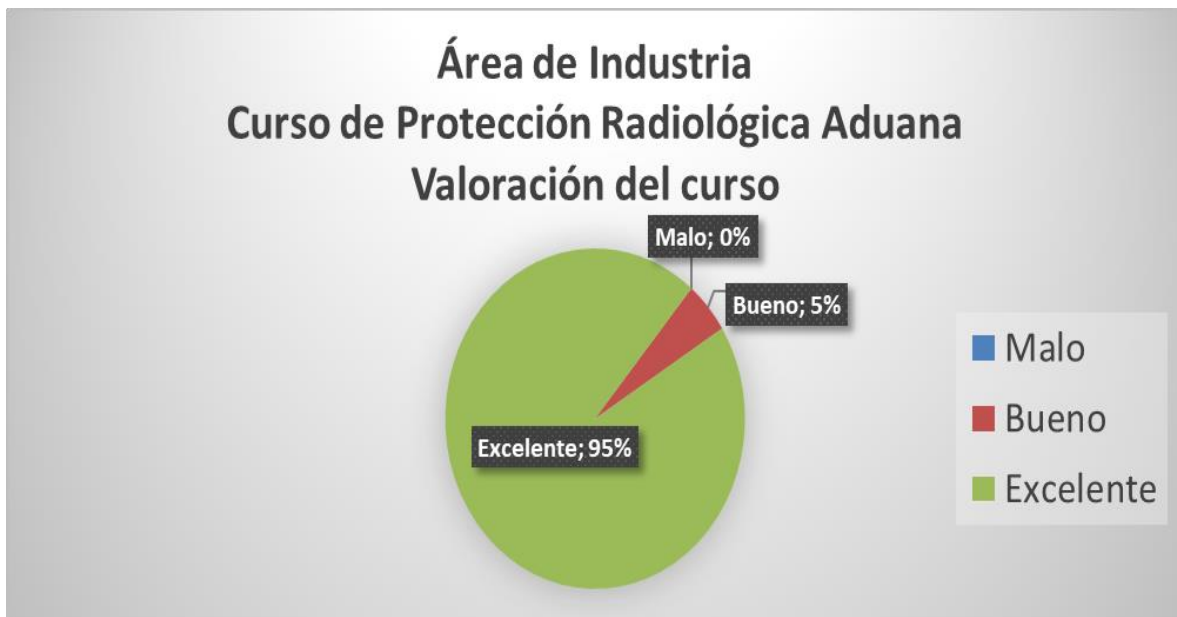


Gráfica No. 27: Respuesta 1 de la encuesta del curso de Aduana

Los resultados de esta pregunta muestran que la mayor parte de los encuestados (55%) considera que la percepción del curso tiene una duración corta, esto se debe que ellos consideran que debería de darse en mayor tiempo debido a las bases que tiene el personal en estos temas de protección radiológica son escasos, sin embargo, el 35% considera que la percepción del curso es adecuada. Para cumplir con la estrategia se debe mejorar en los repases de los temas para dar cumplimiento a la misma.

**Tabla No. 24: Pregunta No. 2 Opinión de calidad del curso de Aduana**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Malo	0	0
Bueno	1	5
Excelente	19	95
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

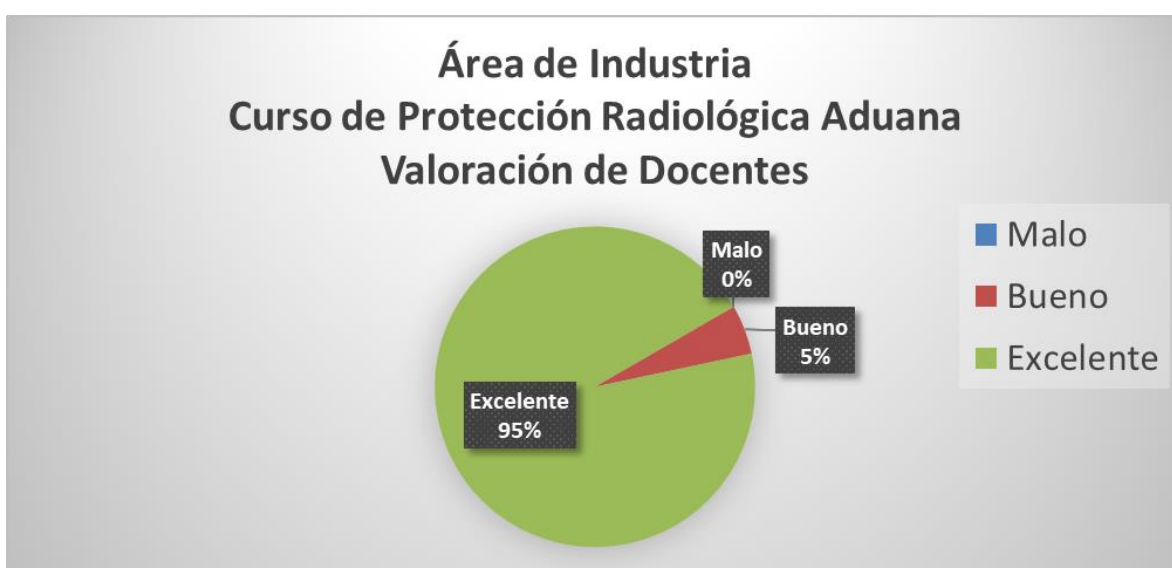


**Gráfica No.28 Respuesta 2 de la encuesta del curso de Aduana**

El 95% de los encuestados considera que el curso es excelente, cumpliendo con lo establecido en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica que garantizará los nuevos conocimientos recibidos en el curso tendrán un impacto positivo en su ámbito laboral, el 5% lo considera bueno y 0% malo.

**Tabla No 25 Pregunta No.3 Valoración de los docentes de Aduana**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Malo	0	0
Bueno	1	5
Excelente	19	95
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

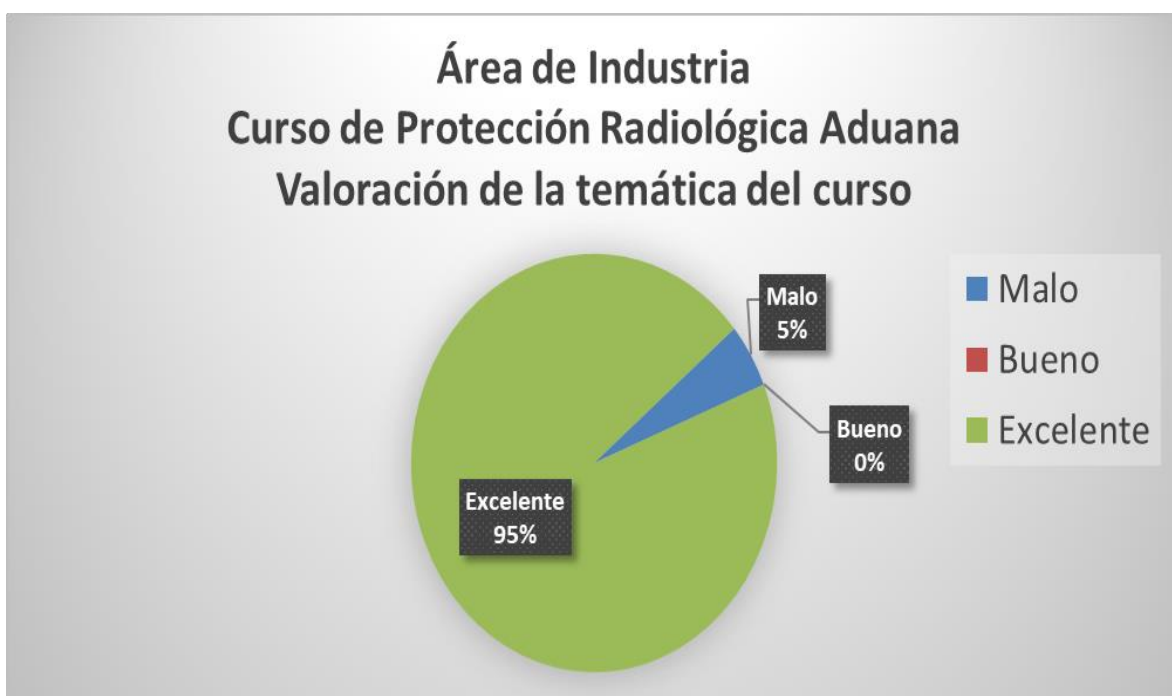


**Gráfica No. 29: Respuesta 3 de la encuesta del curso de Aduana**

El 95% de los encuestados considera que el personal docente cumple con los requerimientos de tener las competencias necesarias para el desarrollo exitoso del Plan de Formación y Capacitación establecida en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica. Solamente el 5% considera a los docentes con buena valoración y 0% lo considera malo.

**Tabla No. 26: Pregunta No.4 Valoración de los temas del curso de Aduana**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Malo	1	5
Bueno	0	0
Excelente	19	95
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

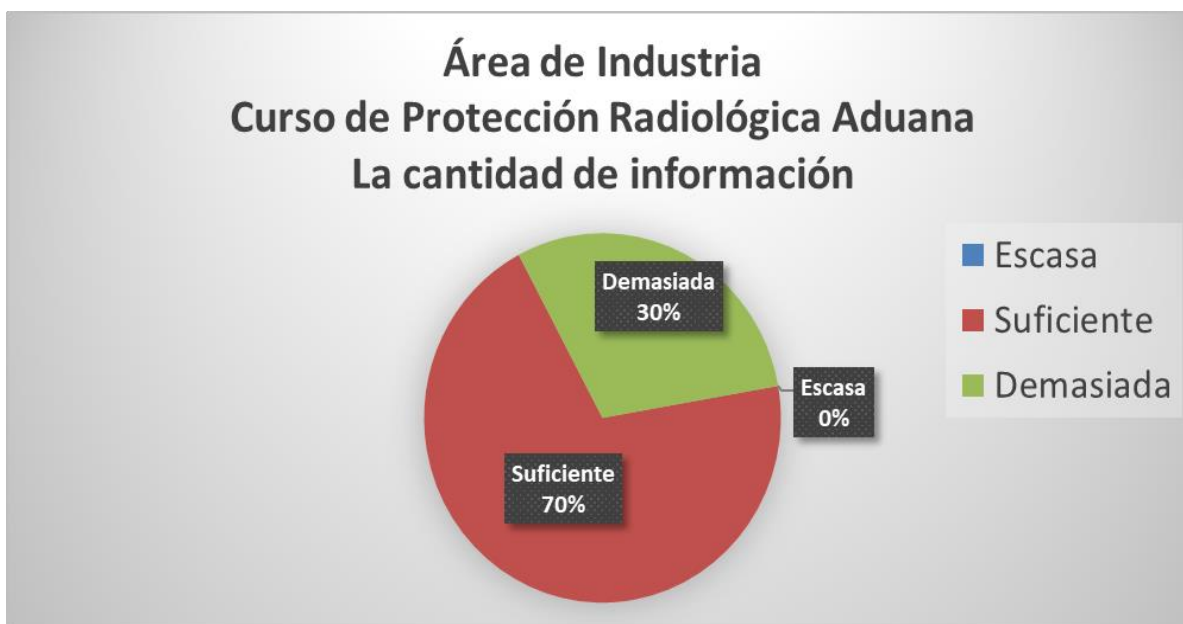


**Gráfica No. 30: Respuesta 4 de la encuesta del curso de Aduana**

El 95% de los encuestados considera que los temas impartidos en el curso son excelentes, lo cual incide positivamente en la implantación de la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, el 0% lo considera bueno y 5% como malo.

**Tabla No. 27: Pregunta No.5 Cantidad de información recibida de Aduana**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Escasa	0	0
Suficiente	14	70
Demasiada	6	30
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

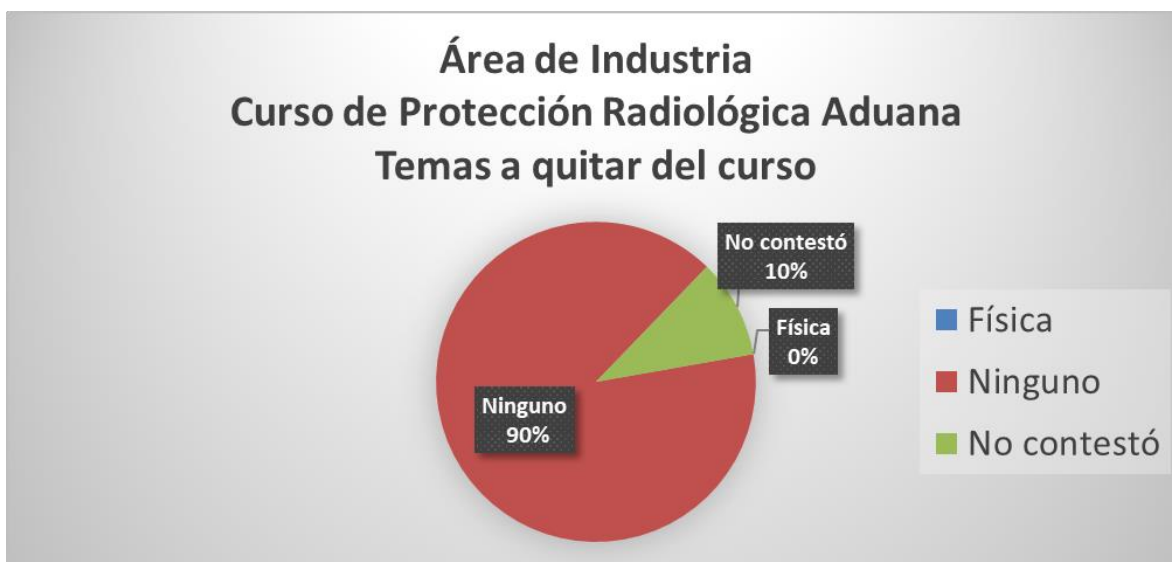


**Gráfica No.31 Respuesta 5 de la encuesta del curso de Aduana**

El 70% de los encuestados considera que la cantidad de información recibida en el curso fue suficiente, esto indica que la información es pertinente para complementar lo explicado por los docentes en las clases presenciales, esta información está actualizada lo que incidirá en el personal de aduana deben tener los conocimientos necesarios sobre el empleo de las radiaciones ionizantes en las aplicaciones industriales, sus riesgos y beneficios y esto dependerá del grado de asimilación de la información recibida por los profesionales de esta área, generando un impacto positivo para el éxito de la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica.

**Tabla No. 28: Pregunta No.6 ¿Qué temas quitaría del curso? de Aduana**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Física	0	0
Ninguno	18	90
No contestó	2	10
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>



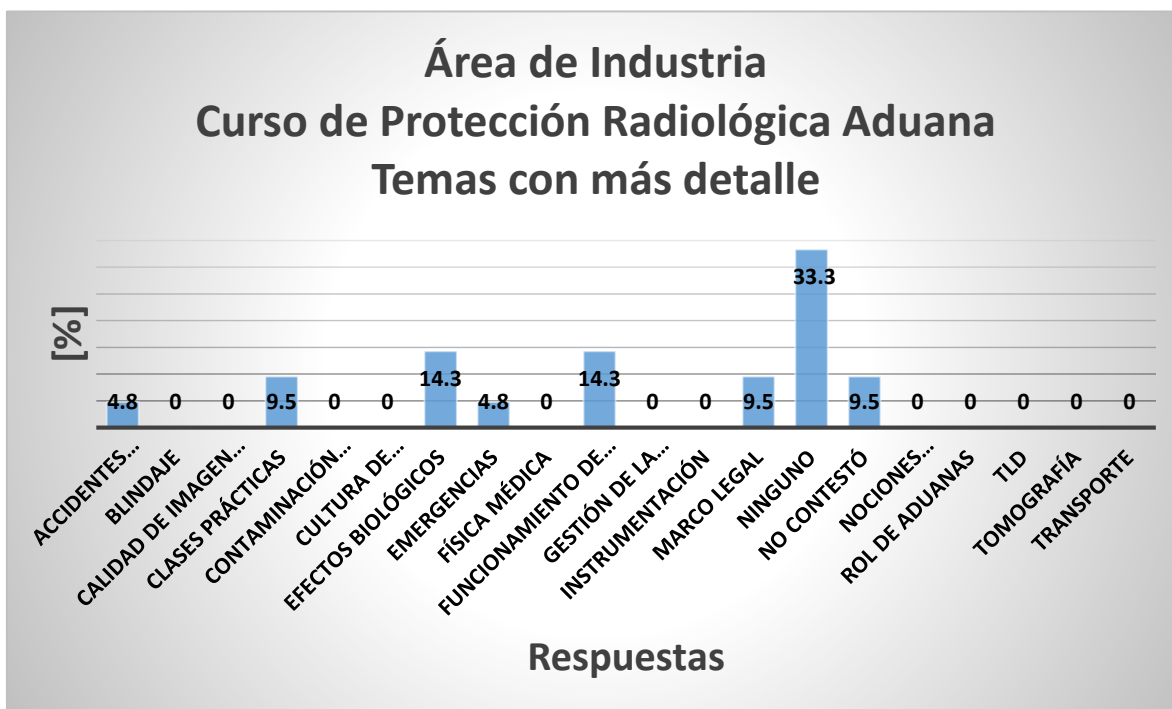
**Gráfica No. 32: Respuesta 6 de la encuesta del curso de Aduana**

El 90% de los encuestados consideran que no se debe quitar ningún tema de los impartidos en el área de industria, aduana, esto quiere decir que los temas propuestos establecidos en el curso en esta área fortalecen los conocimientos y son parte de la solución del planteamiento del problema con lo determinado en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica. El 10% no contestó la pregunta.

**Tabla No. 29: Pregunta No.7 Temas con más detalle del curso de Aduana**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Accidentes radiológicos	1	4.8
Blindaje	0	0
Calidad de imagen en TC	0	0
Clases prácticas	2	9.5
Contaminación radioactiva	0	0
Cultura de seguridad	0	0
Efectos biológicos	3	14.3
Emergencias	1	4.8
Física Médica	0	0
Funcionamiento de generadores de radiación	3	14.3
Gestión de la calidad	0	0
Instrumentación	0	0
Marco legal	2	9.5
Ninguno	7	33.3
No contestó	2	9.5
Nociones fundamentales	0	0
Rol de aduanas	0	0
TLD	0	0
Tomografía	0	0
Transporte	0	0
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>100</b>



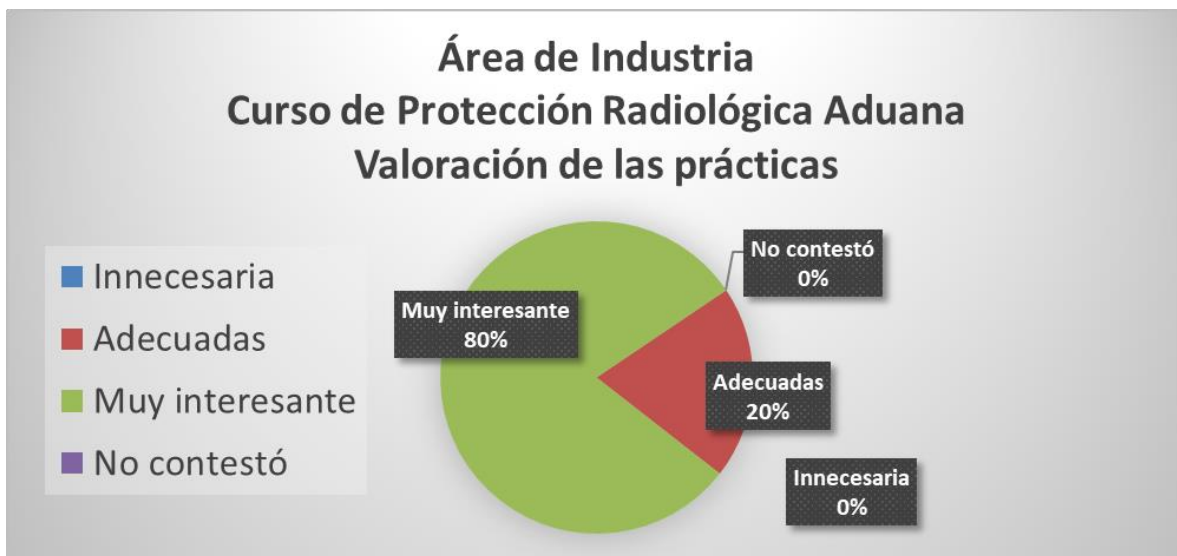


Gráfica No. 33: Respuesta 7 Temas con más detalle del curso de Aduanas

Esta pregunta tiene múltiples respuestas lo que depende de la percepción de los encuestados sobre los temas más difíciles de entender, sin embargo, se puede apreciar que la respuesta con más porcentaje fue ninguno con un 33.3% y 9.5% no contestó la pregunta, siendo los otros temas con porcentaje pequeños, esto significa que sumando estas dos respuestas el 42.8% que representan casi la mitad de los encuestados consideran que no se debería hacer más énfasis en un tema en particular, sin embargo se considera estas observaciones en la evaluación de la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica al final del quinquenio.

**Tabla No. 30: Pregunta No.8 Valoración de las prácticas del curso de Aduana**

	Respuestas	Porcentaje
Innecesaria	0	0
Adecuadas	4	20
Muy interesante	16	80
No contestó	0	0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

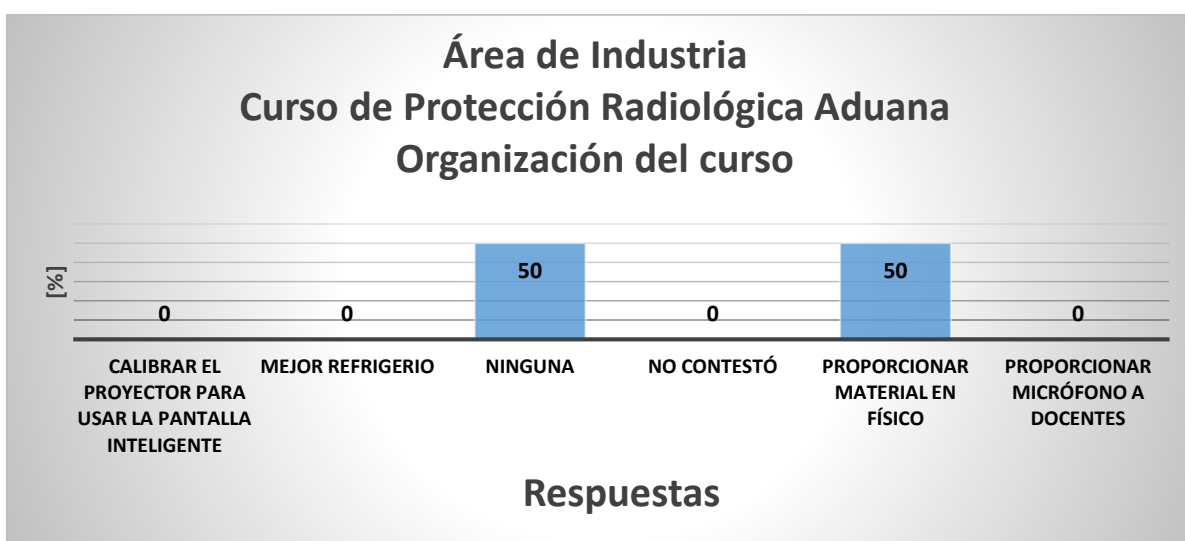


**Gráfica No. 34: Respuesta 8 de la encuesta del curso de Aduana**

Los encuestados encontraron que las prácticas realizadas son muy interesantes (80.0%) y que son adecuadas (20%), lo que representan 100.0% indicando que las prácticas son fundamentales para crear las competencias necesarias para su implantación en las instalaciones industriales utilizadas en aduana incidiendo positivamente en la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas.

**Tabla No. 31: Pregunta No.9 Sugerencias en la organización del curso de Aduana**

	Respuestas	Porcentaje
Calibrar el proyector para usar la pantalla inteligente	0	0
Mejor refrigerio	0	0
Ninguna	10	50
No contestó	0	0
Proporcionar material en físico	10	50
Proporcionar micrófono a docentes	0	0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

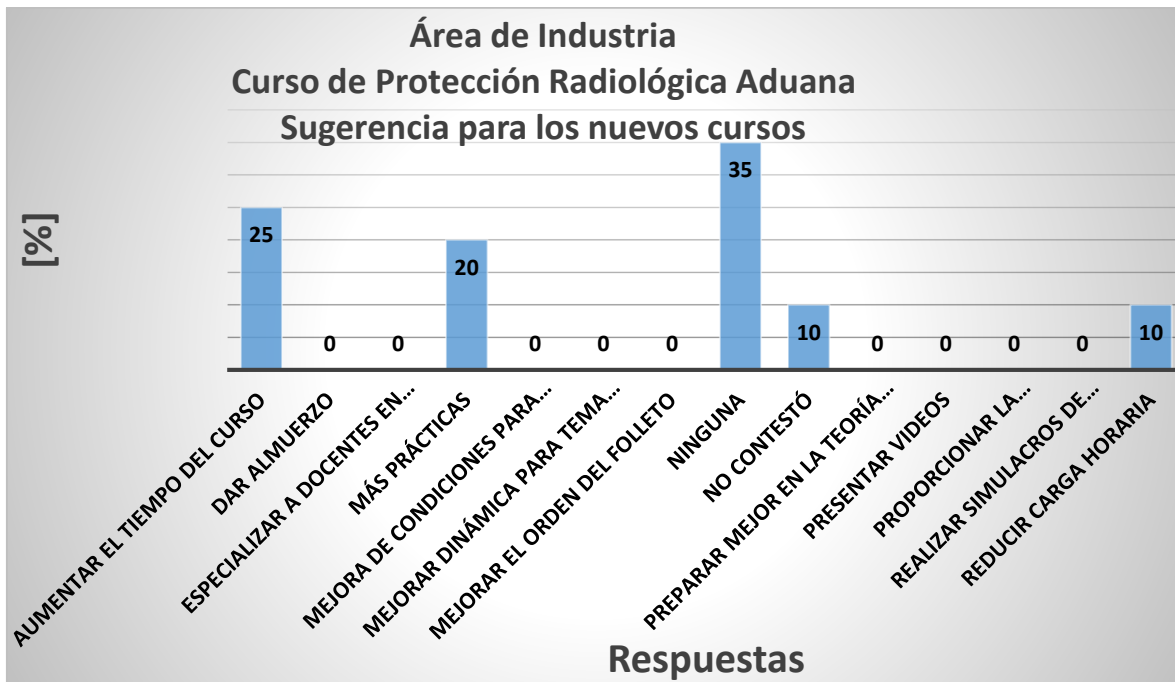


**Gráfica No. 35: Respuesta 9 de la encuesta del curso de Aduanas**

Los encuestados consideraron que el curso está bien organizado debido a que si sumamos las dos respuestas que fueron ninguna con 50.0% y 50.0% no contestó esto significa un 100.0%, esto genera un buen ambiente para que los participantes de los cursos puedan concentrarse en las clases y prácticas, esto permitiría cumplir con la capacidad en incentivar a los estudiantes en poner en práctica las habilidades y destrezas en sus centros de trabajo que es lo que se espera con la implantación de la estrategia

**Tabla No. 32: Pregunta No.10 Sugerencias para nuevos cursos de Aduana**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Aumentar el tiempo del curso	5	25
Dar Almuerzo	0	0
Especializar a docentes en temas de aduanas	0	0
Más prácticas	4	20
Mejora de condiciones para el curso	0	0
Mejorar dinámica para tema de Leyes y reglamentos	0	0
Mejorar el Orden del Folleto	0	0
Ninguna	7	35
No contestó	2	10
Preparar mejor en la teoría antes de las prácticas	0	0
Presentar Videos	0	0
Proporcionar la información en tiempo y forma	0	0
Realizar simulacros de situaciones accidentales	0	0
Reducir carga horaria	2	10
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>



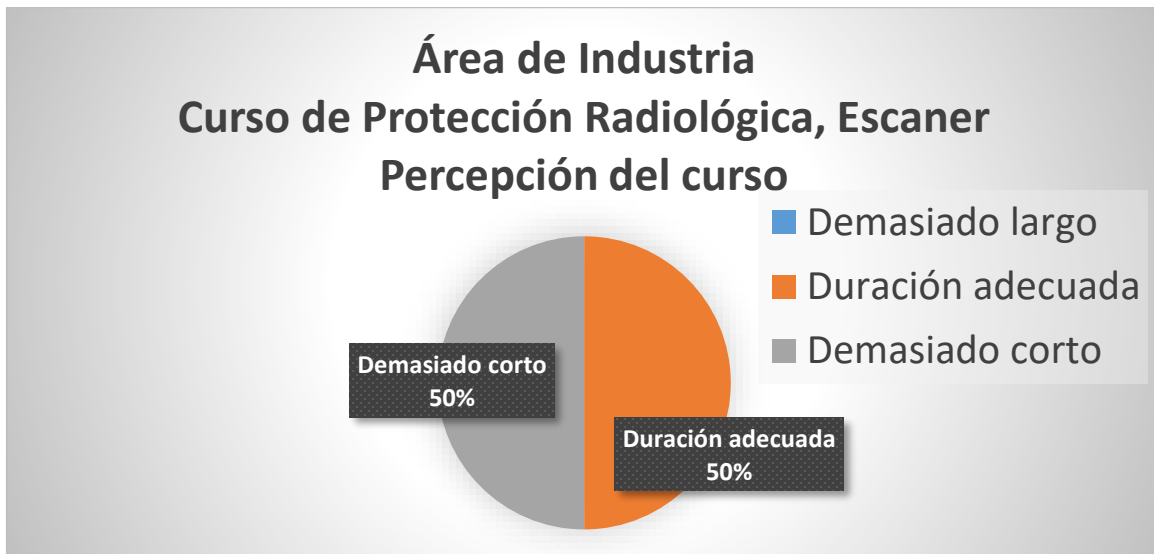
Gráfica No.36: Respuesta 10 de la encuesta del curso de Aduana

Esta pregunta se obtuvo múltiples respuestas las cuales se tomarían en cuenta para los próximos nuevos cursos para el próximo quinquenio, sin embargo, las respuestas con más porcentaje fueron ninguna con 35% y otra opción es que no contestó un 10% lo que significa que un 45% considera que no se deberían hacer cambios en el curso, un 25% de los encuestados sugieren aumentar el tiempo del curso y 20% aumentar las prácticas lo cual mejoraría las competencias, sin embargo, estos están diseñados según lo estipulado en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica.

### 3.1.3.3.-Análisis de curso de Protección Radiológica en Escáner

**Tabla No. 33: Pregunta No. 1 Percepción del curso de Escáner**

	Respuestas	Porcentaje [%]
Demasiado largo	0	0
Duración adecuada	8	50
Demasiado corto	8	50
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

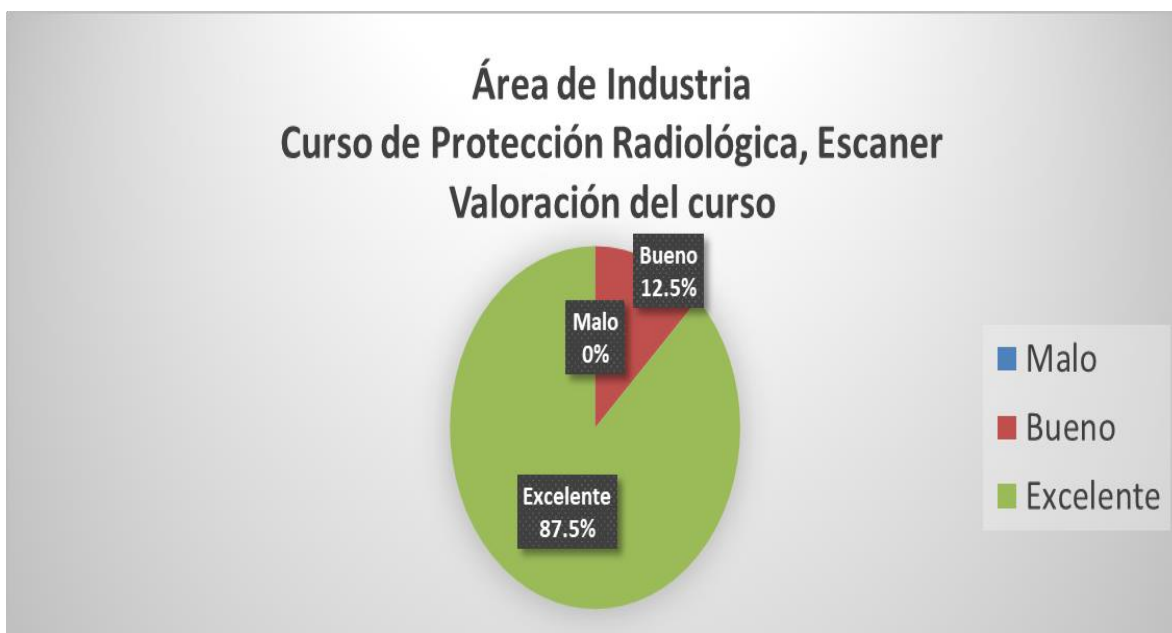


Gráfica No. 37: Respuesta 1 de la encuesta del curso de Escáner

Los resultados de esta pregunta muestran que la mayor parte de los encuestados (50%) considera que la percepción del curso tiene una duración corta, esto se debe que ellos consideran que debería de darse en mayor tiempo debido a las bases que tiene el personal en estos temas de protección radiológica son escasos, sin embargo, el 50% considera que la percepción del curso es adecuada. Para cumplir con la Estrategia se debe mejorar en los repasos de los temas para dar cumplimiento a la misma

**Tabla No. 34: Pregunta No. 2 Opinión de calidad del curso de Escáner**

	Respuestas	Porcentaje [%]
Malo	0	0
Bueno	2	12.5
Excelente	14	87.5
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

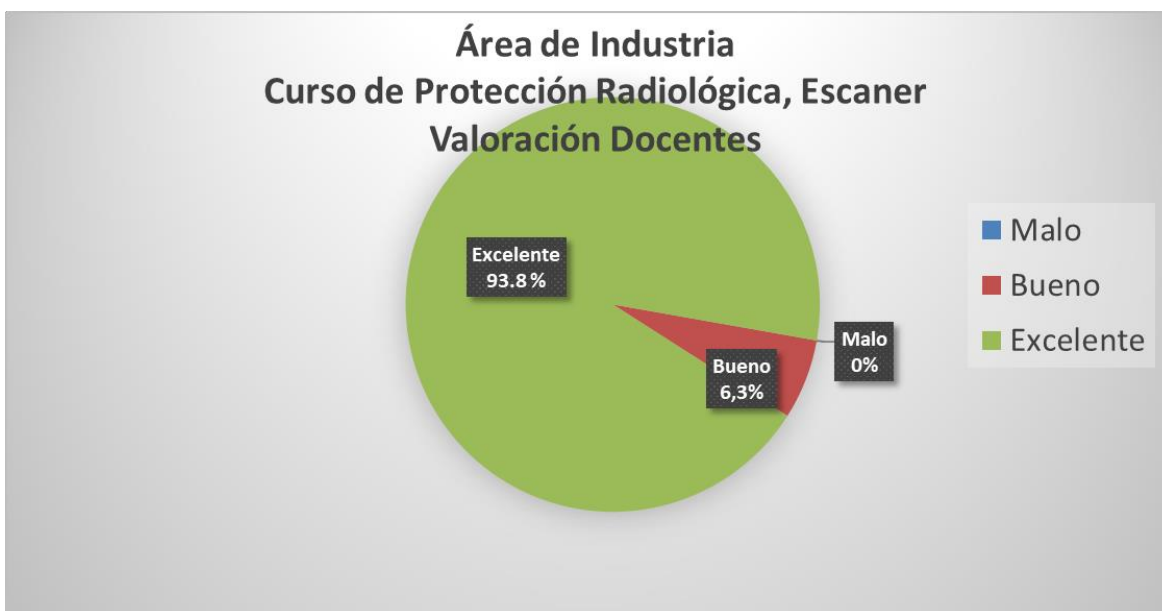


Gráfica No.38: Respuesta 2 de la encuesta del curso de Escáner

El 87.5% de los encuestados considera que el curso es excelente, cumpliendo con lo establecido en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica que garantizará los nuevos conocimientos recibidos en el curso tendrán un impacto positivo en su ámbito laboral, el 12.5% lo considera bueno y 0% malo.

**Tabla No. 35: Pregunta No.3 Valoración de los docentes curso de Escáner**

	Respuestas	Porcentaje [%]
Malo	0	0
Bueno	1	6.3
Excelente	15	93.2
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>



**Gráfica No. 39: Respuesta 3 de la encuesta del curso de Escáner**

El 93.8% de los encuestados considera que el personal docente cumple con los requerimientos de tener las competencias necesarias para el desarrollo exitoso del Plan de Formación y Capacitación establecida en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica. Solamente el 6.3% considera a los docentes con buena valoración y 0% lo considera malo.



**Tabla No. 36: Pregunta No.4: Valoración de los temas del curso de Escáner**

	Respuestas	Porcentaje[%]
Malo	0	0
Bueno	0	0
Excelente	16	100
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

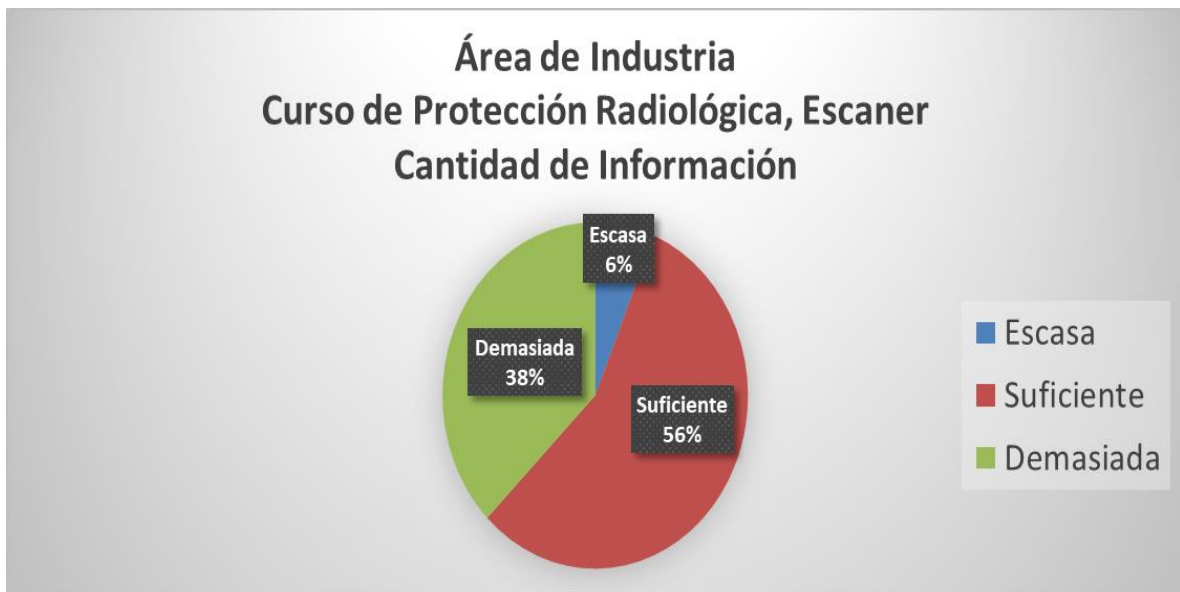


**Gráfica No. 40: Respuesta 4 de la encuesta del curso de Escáner**

El 100% de los encuestados considera que los temas impartidos en el curso son excelentes, lo cual incide positivamente en la formación y capacitación en seguridad y protección radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, el 0% lo considera bueno y 0% como malo. En esta pregunta es notable la satisfacción de los estudiantes con las temáticas abordadas en el curso y las prácticas realizadas.

**Tabla No. 37: Pregunta No.5 Cantidad de información recibida del curso de Escáner**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje[%]</b>
Escasa	1	6
Suficiente	9	56
Demasiada	6	38
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

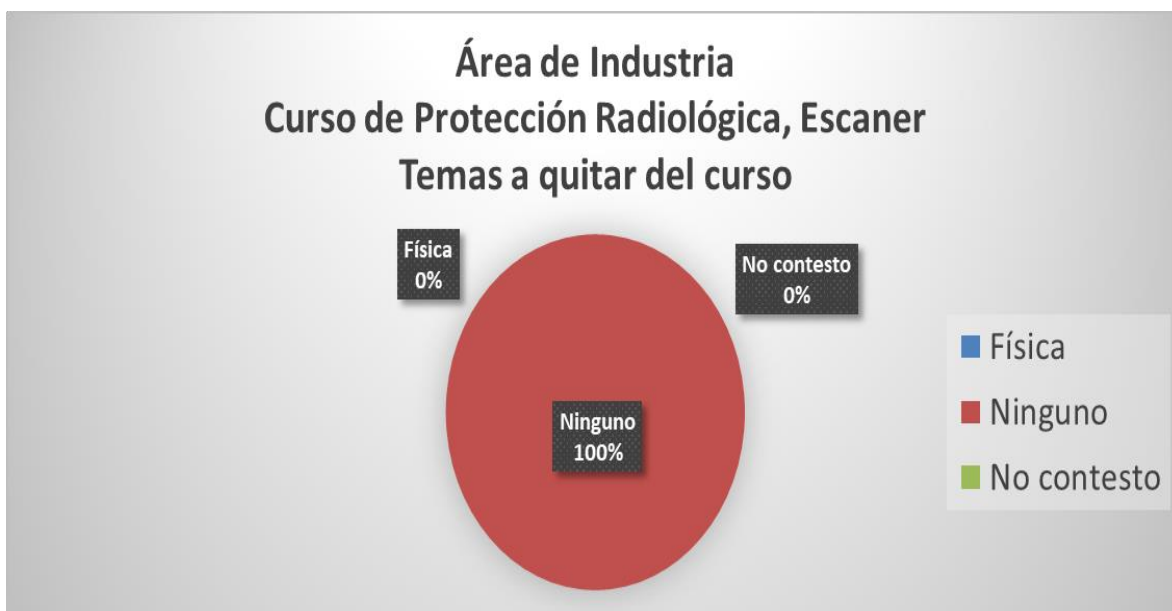


**Gráfica No. 41: Respuesta 5 de la encuesta del curso de Escáner**

El 56% de los encuestados considera que la cantidad de información recibida en el curso fue suficiente, esto indica que la información es adecuada y se complementó con la recibida en las presentaciones realizada por los docentes, la información suministrada está actualizada lo que incidirá en el personal de escáner deben tener los conocimientos necesarios sobre el empleo de las radiaciones ionizantes en las aplicaciones industriales, sus riesgos y beneficios y esto dependerá del grado de asimilación de la información recibida por los profesionales de esta área, generando un impacto positivo, el 38% considera que es demasiada y el 6% escasa.

**Tabla No. 38 Pregunta No.6 ¿Qué temas quitaría del curso? de Escáner**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Física	0	0
Ninguno	16	100
No contesto	0	0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>



**Gráfica No. 42: Respuesta 6 de la encuesta del curso de Escáner**

El 100% de los encuestados consideran que no se debe quitar ningún tema de los impartidos en el área de industria, escáner, esto quiere decir que los temas propuestos establecidos en el curso en esta área fortalecen las competencias y son parte de la solución del planteamiento del problema con lo establecido en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica.

**Tabla No. 39: Pregunta No.7 Temas con más detalle del curso de Escáner**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Accidentes radiológicos	0	0.0
Blindaje	0	0.0
Calidad de imagen en TC	0	0.0
Clases prácticas	0	0.0
Contaminación radioactiva	0	0.0
Cultura de seguridad	0	0.0
Efectos biológicos	2	12.5
Emergencias	0	0.0
Física Médica	0	0.0
Funcionamiento de generadores de radiación	0	0.0
Gestión de la calidad	0	0.0
Instrumentación	0	0.0
Marco legal	0	0.0
Ninguno	10	62.5
No contestó	0	0.0
Nociones fundamentales	3	18.8
Rol de aduanas	1	6.3
TLD	0	0.0
Tomografía	0	0.0
Transporte	0	0.0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100.0</b>

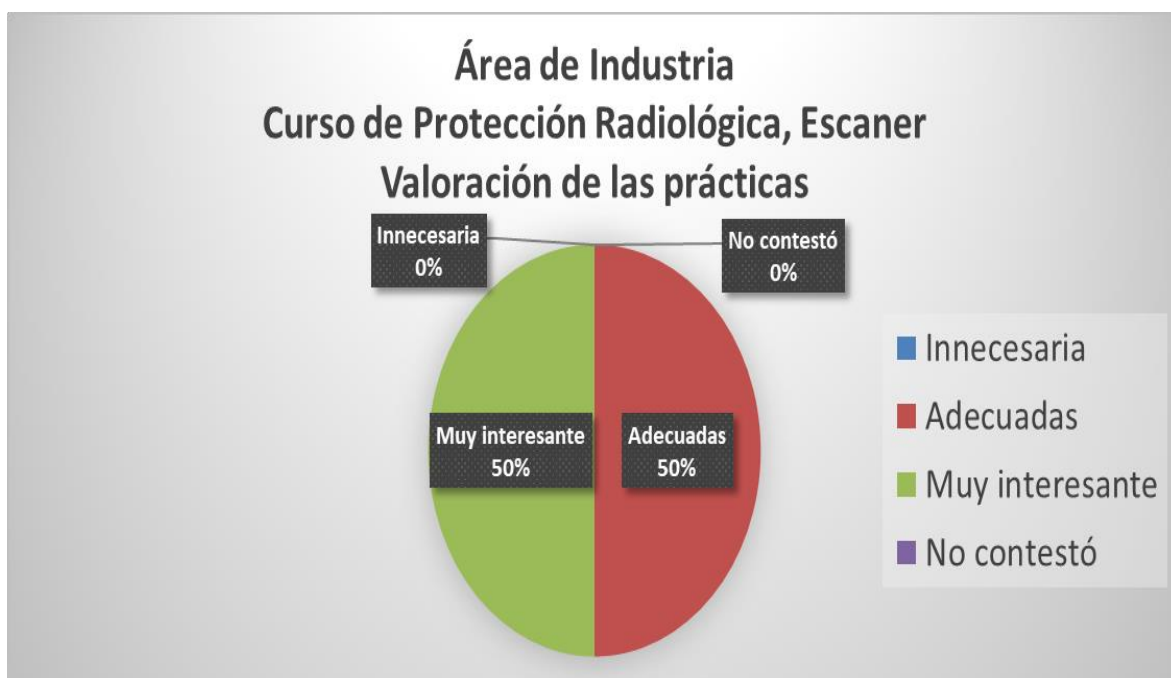


Gráfica No. 43: Respuesta 7 de la encuesta del curso de Escáner

Esta pregunta tiene múltiples respuestas lo que depende de la percepción de los encuestados sobre los temas más difíciles de entender y que se debería de desarrollar con más detalle, sin embargo, se puede apreciar que la respuesta con más porcentaje fue ninguno con un 62.5%, que representan más la mitad de los encuestados no se debería hacer ninguna modificación a las temáticas desarrolladas en el curso, el cual está basado en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica para este quinquenio. Los demás valores están repartidos en los otros temas.

**Tabla No. 40 Pregunta No.8 Valoración de las prácticas del curso de Escáner**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Innecesaria	0	0
Adecuadas	8	50
Muy interesante	8	50
No contestó	0	0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

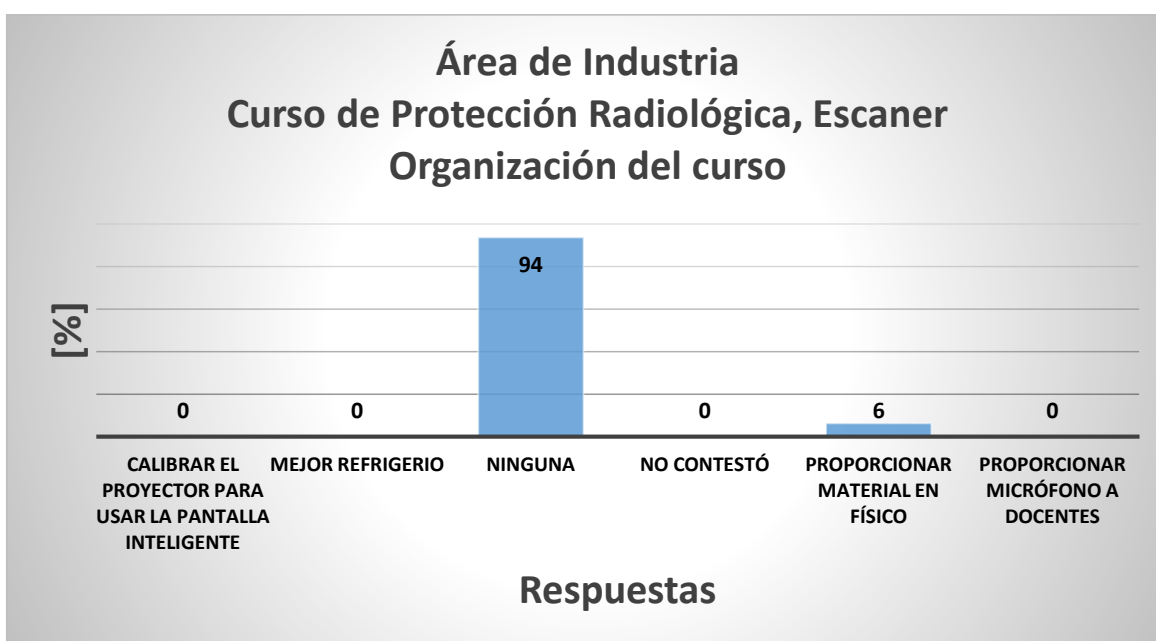


**Gráfica No. 44: Respuesta 8 de la encuesta del curso de Escáner**

Los encuestados encontraron que las prácticas realizadas son muy interesantes (50.0%) y que son adecuadas (50%), lo que representan 100% indicando que las prácticas son fundamentales para crear las competencias necesarias para su implantación en las instalaciones donde se utilizan los escáneres, incidiendo positivamente en la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas.

**Tabla No. 41: Pregunta No.9 Sugerencias en la organización del curso de Escáner**

	Respuestas	Porcentaje
Calibrar el proyector para usar la pantalla inteligente	0	0
Mejor refrigerio	0	0
Ninguna	15	94
No contestó	0	0
Proporcionar material en físico	1	6
Proporcionar micrófono a docentes	0	0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>



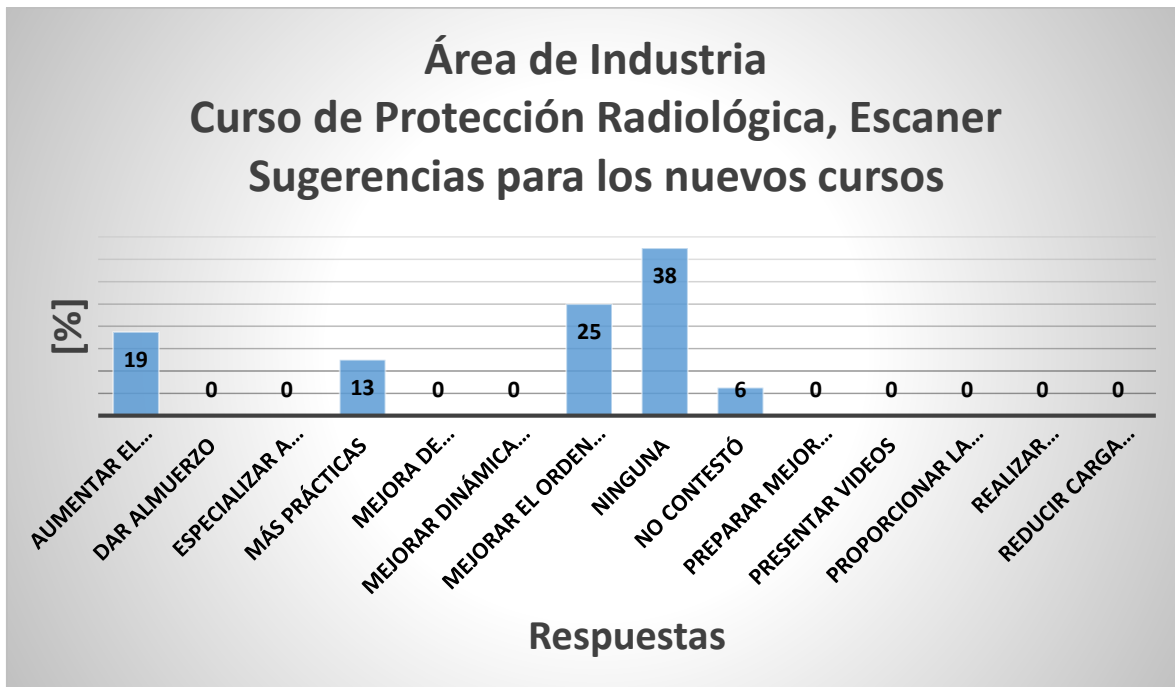
**Gráfica No. 45: Respuesta 9 de la encuesta del curso de Escáner**

Los encuestados consideraron que el curso está bien organizado debido a que la respuesta para la opción ninguna tiene 94.0% esto significa que la mayoría de los encuestados no consideran recomendar mejorar la organización del curso, esto genera un buen ambiente para que los participantes puedan concentrarse en las clases y prácticas del curso, lo cual permitiría cumplir con la estrategia.

**Tabla No. 42: Pregunta No.10 Sugerencias para nuevos cursos de Escáner**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Aumentar el tiempo del curso	3	19
Dar Almuerzo	0	0
Especializar a docentes en temas de aduanas	0	0
Más prácticas	2	13
Mejora de condiciones para el curso	0	0
Mejorar dinámica para tema de Leyes y reglamentos	0	0
Mejorar el Orden del Folleto	4	25
Ninguna	6	38
No contestó	1	6
Preparar mejor en la teoría antes de las prácticas	0	0
Presentar Videos	0	0
Proporcionar la información en tiempo y forma	0	0
Realizar simulacros de situaciones accidentales	0	0
Reducir carga horaria	0	0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>





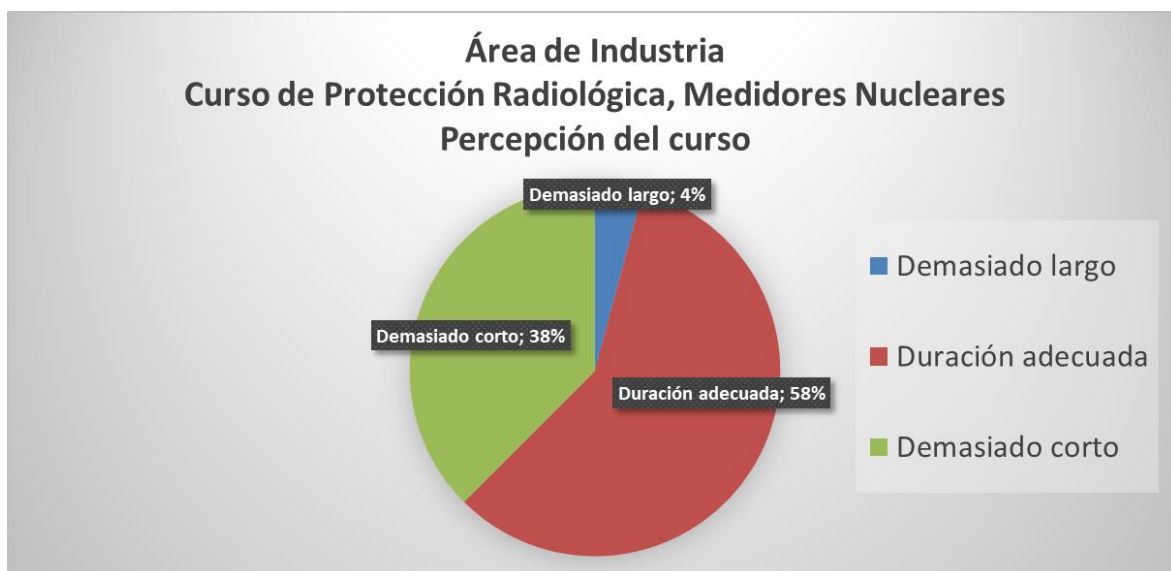
Gráfica No. 46: Respuesta 10 de la encuesta del curso de Escáner

Esta pregunta se obtuvo múltiples respuestas las cuales se tomarían en cuenta para los próximos nuevos cursos para el próximo quinquenio, sin embargo, las respuestas con más porcentaje fueron ninguna con 38.0% y no contestó un 6.0% lo que significa que un 44.0% considera que no se deberían hacer cambios en el curso, un 25.0% de los encuestados sugieren mejorar el orden del folleto y 19% aumentar el tiempo del curso, 13% realizar más prácticas lo cual mejoraría las competencias, sin embargo, estos están diseñados según lo estipulado en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica.

### 3.1.3.4.- Análisis de curso de Protección Radiológica en Medidores Nucleares

**Tabla No. 43 Pregunta No. 1 Percepción del curso de Medidores Nucleares**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje [%]</b>
Demasiado largo	1	4
Duración adecuada	14	58
Demasiado corto	9	38
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

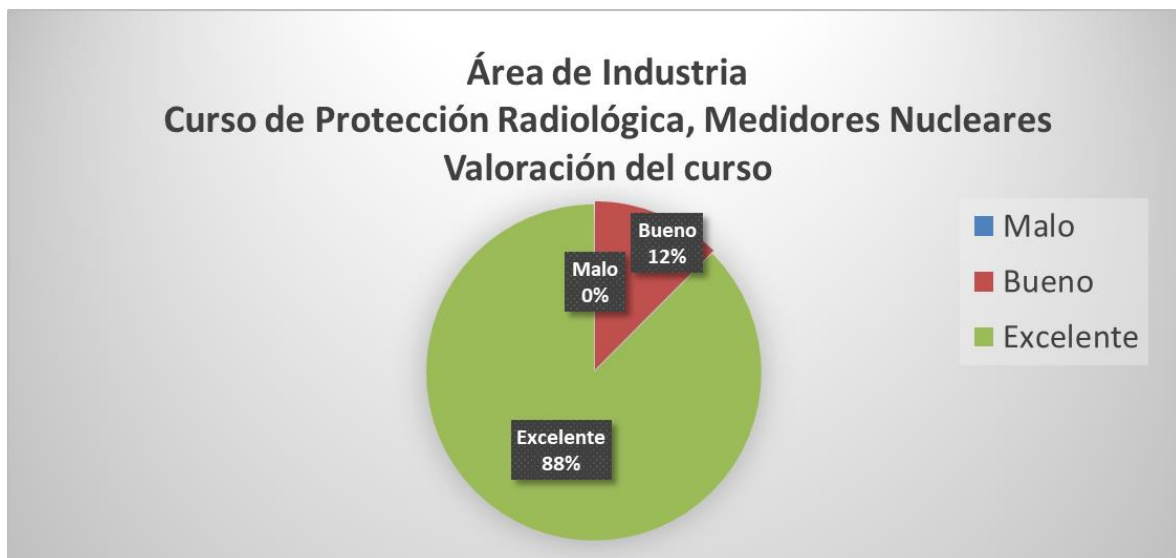


Gráfica No. 47: Respuesta 1 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares

Los resultados de esta pregunta muestran que el 58% considera que la percepción del curso es adecuada, es decir que más de la mitad de los participantes considera que la duración del curso es la adecuada el (38%) considera que la percepción del curso tiene una duración corta, esto se debe que ellos consideran que debería darse en mayor tiempo debido a las bases que tiene el personal en estos temas de protección radiológica son escasos, sin embargo, el 4% de los encuestados considera que el curso es demasiado largo.

**Tabla No. 44: Pregunta No. 2 Opinión de calidad del curso de Medidores Nucleares**

	Respuestas	Porcentaje
Malo	0	0
Bueno	3	12.5
Excelente	21	87.5
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

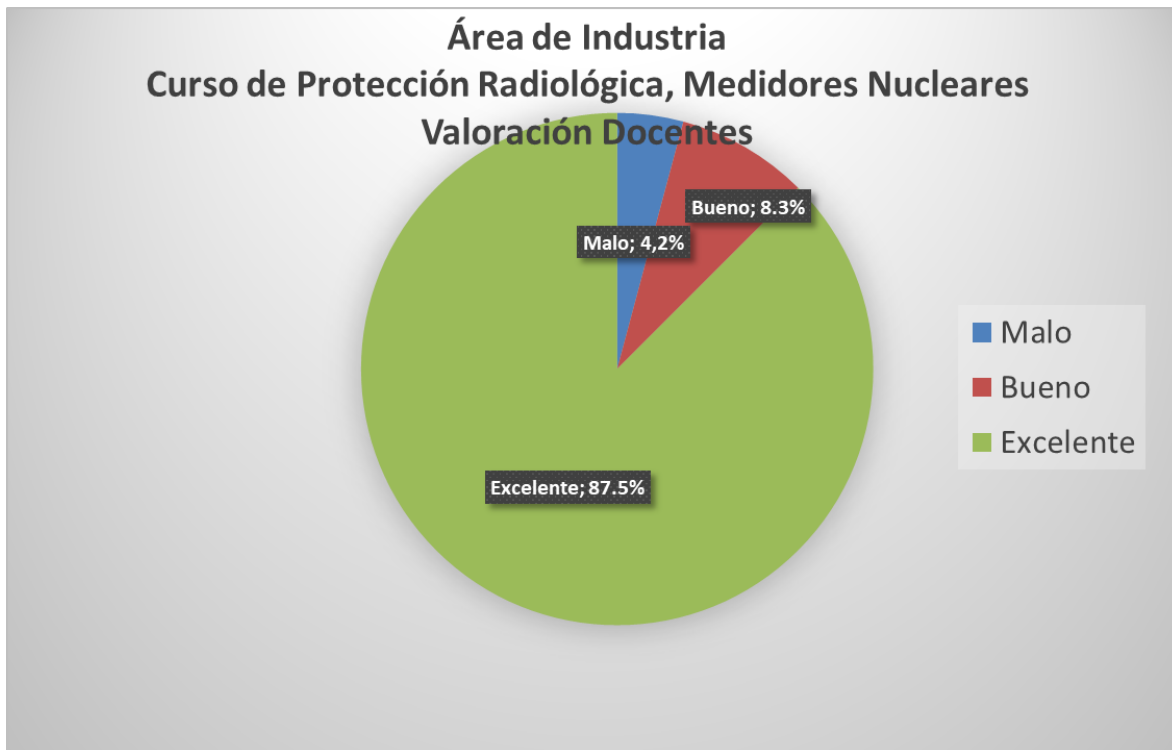


Gráfica No. 48: Respuesta 2 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares

El 88.0% de los encuestados considera que el curso es excelente, cumpliendo con lo establecido en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica que garantizará los nuevos conocimientos recibidos en el curso tendrán un impacto positivo en su ámbito laboral, el 12.0% lo considera bueno y 0% malo.

**Tabla No. 45: Pregunta No.3 Valoración de los docentes del curso de Medidores Nucleares**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Malo	1	4.2
Bueno	2	8.3
Excelente	21	87.5
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

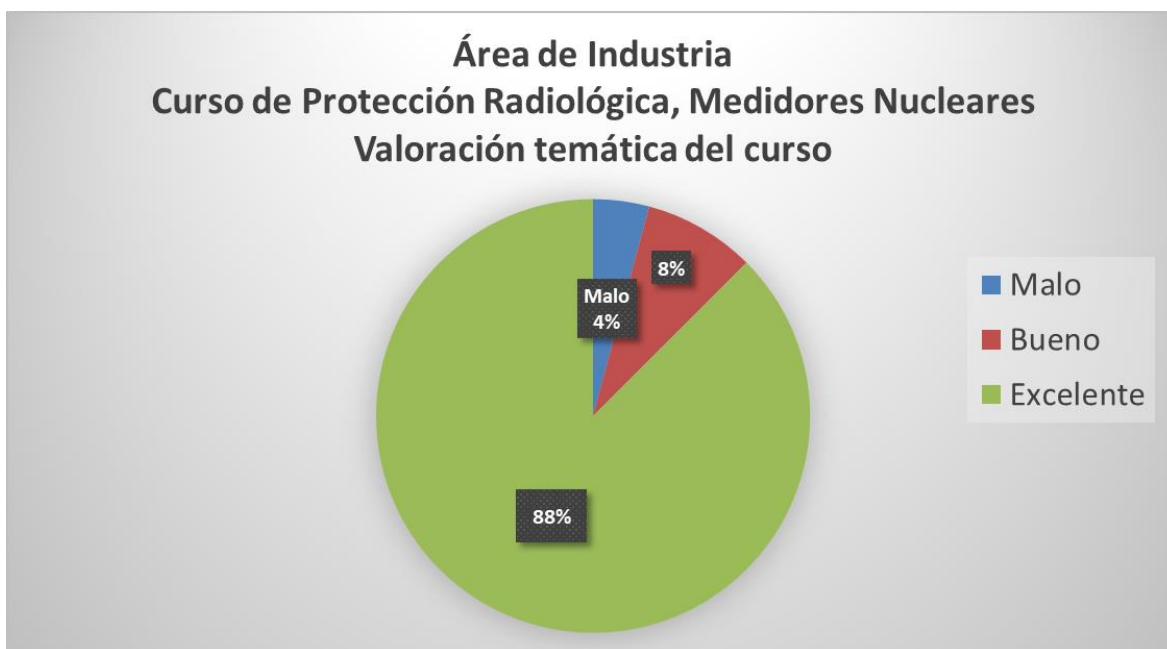


Gráfica No. 49: Respuesta 3 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares

El 87.3% de los encuestados considera que el personal docente cumple con los requerimientos de tener las competencias necesarias para el desarrollo exitoso del Plan de Formación y Capacitación establecida en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica. Solamente el 8.3% considera a los docentes con buena valoración y 4.2% lo considera malo.

**Tabla No. 46 Pregunta No.4 : Valoración de los temas del curso de Medidores Nucleares**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Malo	1	4
Bueno	2	8
Excelente	21	88
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

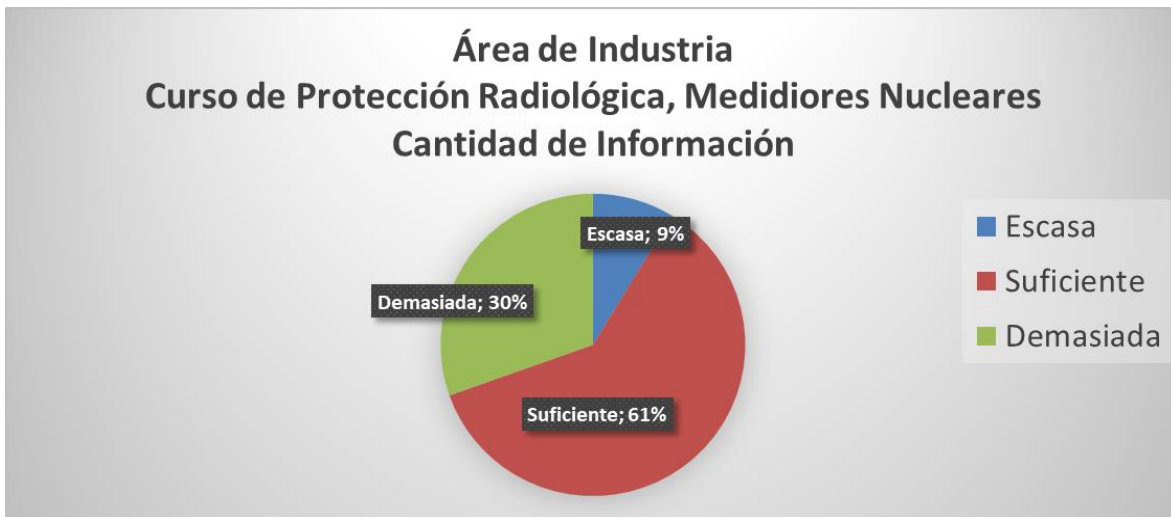


Gráfica No.50: Respuesta 4 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares

El 88% de los encuestados considera que los temas impartidos en el curso son excelentes, lo cual incide positivamente en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, el 8% lo considera bueno y 4% como malo.

**Tabla No. 47: Pregunta No.5 Cantidad de información recibida de Medidores Nucleares**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Escasa	2	9
Suficiente	14	61
Demasiada	7	30
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100</b>

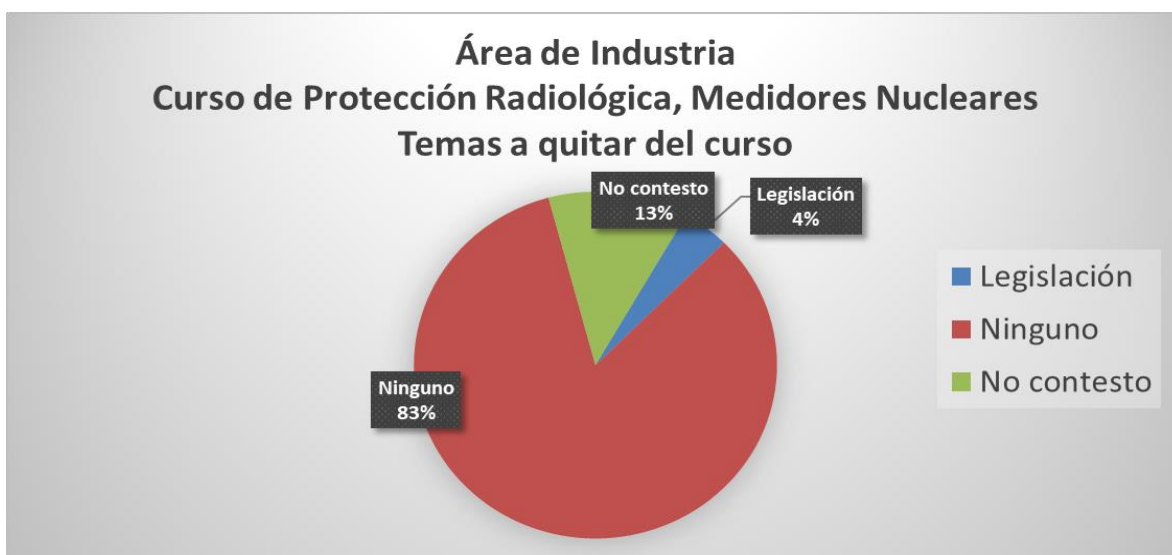


Gráfica No. 51: Respuesta 5 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares

El 61% de los encuestados considera que la cantidad de información recibida en el curso fue suficiente, esto indica que la información fue suficiente para complementar los temas impartidos por los docentes los cuales se actualizan, porque se considera el desarrollo de nuevas prácticas en el país, esto incidirá positivamente en el personal de escáner que deben tener los conocimientos necesarios sobre las aplicaciones de las radiaciones ionizantes en las aplicaciones industriales, sus riesgos y beneficios y esto dependerá del grado de asimilación de la información recibida por los profesionales de esta área, generando un impacto positivo para el éxito de la estrategia, el 30% considera que la información es demasiada y el solamente el 9% contesta que es escasa.

**Tabla No. 48: Pregunta No.6 ¿Qué temas quitaría del curso? de Medidores Nucleares**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Legislación	1	4
Ninguno	20	83
No contestó	3	13
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>100</b>



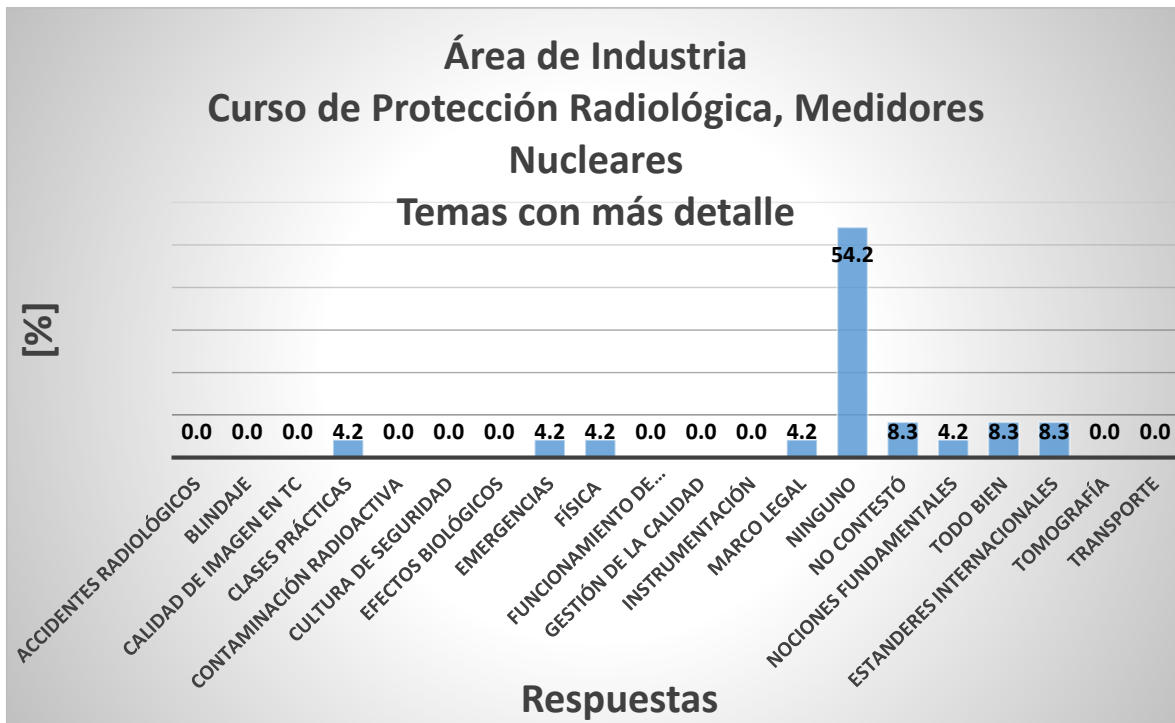
**Gráfica No. 52: Respuesta 6 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares**

El 83% de los encuestados consideran que no se debe quitar ningún tema del curso impartido en el área de industria, medidores nucleares, esto quiere decir que los temas propuestos establecidos en el curso en esta área fortalecen las competencias y son parte de la solución del planteamiento del problema con lo establecido en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica. El 13% no contestó la pregunta y 4% de los encuestados consideran quitar el tema de legislación, la cual es fundamental para entender las leyes y reglamentos que se aplican sobre el uso y control de los equipos que generan radiación ionizante.

**Tabla No. 49: Pregunta No.7 Temas con más detalle del curso de Medidores Nucleares**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Accidentes radiológicos	0	0.0
Blindaje	0	0.0
Calidad de imagen en TC	0	0.0
Clases prácticas	1	4.2
Contaminación radioactiva	0	0.0
Cultura de seguridad	0	0.0
Efectos biológicos	0	0.0
Emergencias	1	4.2
Física	1	4.2
Funcionamiento de generadores de radiación	0	0.0
Gestión de la calidad	0	0.0
Instrumentación	0	0.0
Marco legal	1	4.2
Ninguno	13	54.2
No contestó	2	8.3
Nociones fundamentales	1	4.2
Todo bien	2	8.3
Estándares Internacionales	2	8.3
Tomografía	0	0.0
Transporte	0	0.0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100.0</b>



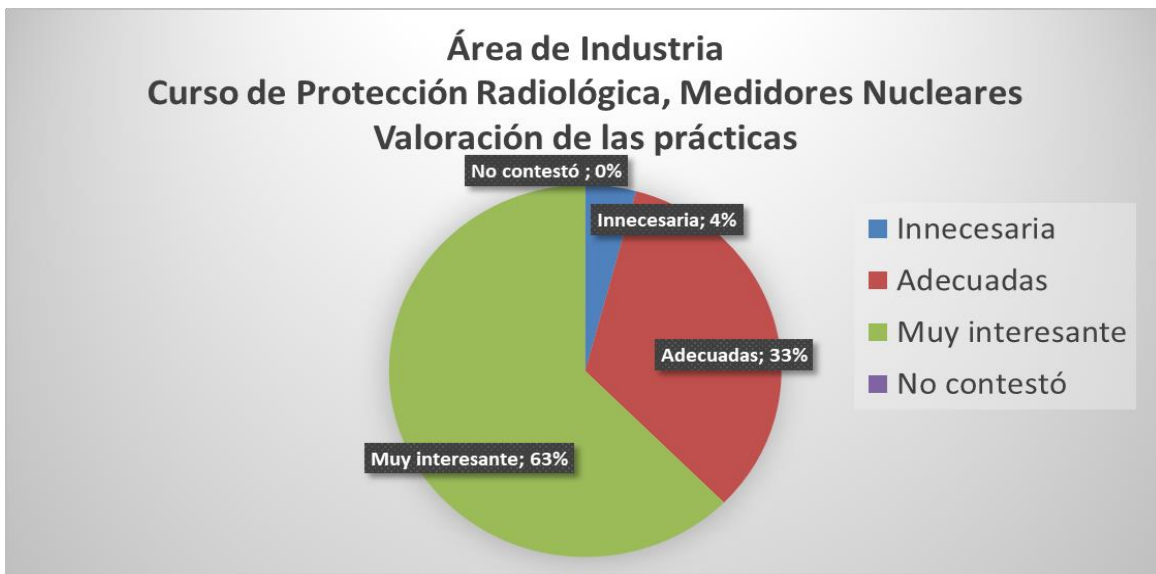


Gráfica No.53: Respuesta 7 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares

Esta pregunta tiene múltiples respuestas lo que depende de la percepción de los encuestados sobre los temas más difíciles de entender, sin embargo, se puede apreciar que la respuesta con más porcentaje fue ninguno con un 54.2%, que representan más la mitad de los encuestados no se debería profundizar en algún tema en especial y no realizar modificaciones a las temáticas desarrolladas en el curso, las cuales están basadas en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica para este quinquenio. Los demás valores están repartidos en los otros temas con bajos porcentajes.

**Tabla No. 50: Pregunta No.8 Valoración de las prácticas del curso de Medidores Nucleares**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Innecesaria	1	4.2
Adecuadas	8	33.3
Muy interesante	15	62.5
No contestó	0	0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100.0</b>



Gráfica No.54 Respuesta 8 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares

Los encuestados encontraron que las prácticas realizadas son muy interesantes (63%) y que son adecuadas (33%), lo que representan 96.0% indicando que las prácticas son fundamentales para crear las competencias necesarias para su implantación en las instalaciones industriales que utilizan medidores nucleares, incidiendo positivamente en la implementación de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas. Solamente el 4% las consideran innecesarias.

**Tabla No. 51: Pregunta No.9 Sugerencias en la organización del curso de Medidores Nucleares**

	Respuestas	Porcentaje
Todo bien	7	29
Mejor refrigerio	0	0
Ninguna	17	71
No contestó	0	0
Proporcionar material en físico	0	0
Proporcionar micrófono a docentes	0	0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

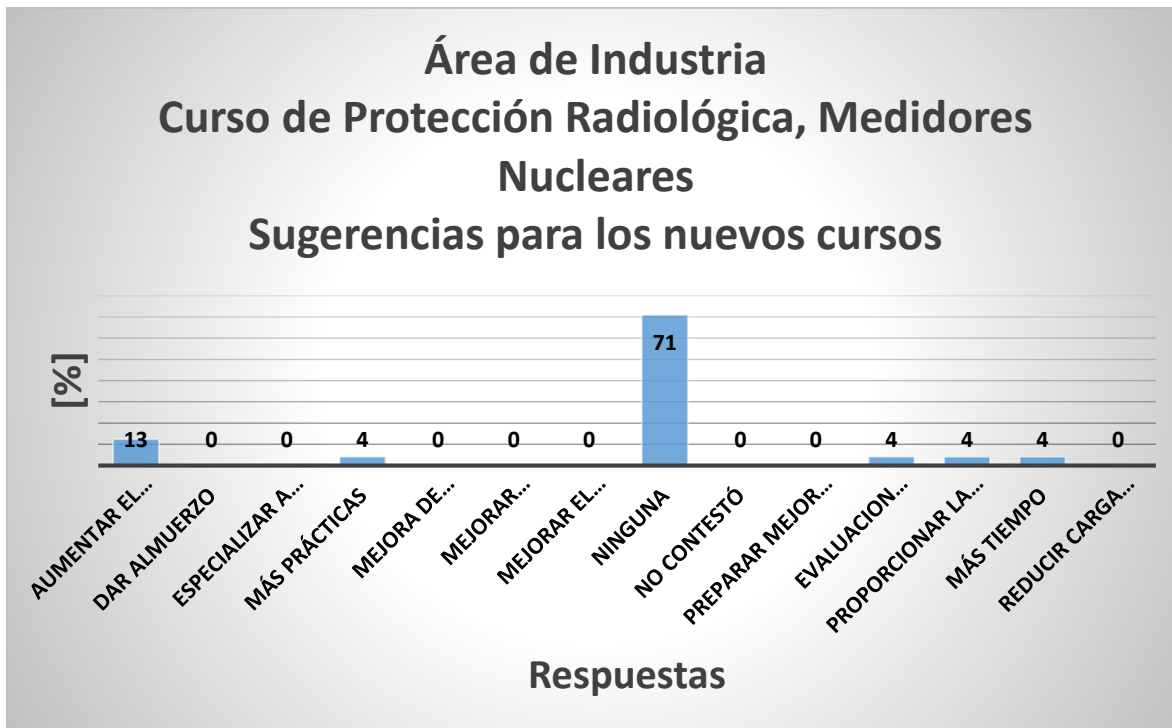


**Gráfica No. 55: Respuesta 9 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares**

Los encuestados consideraron que el curso está bien organizado debido a que la respuesta para la opción ninguna con 71.0% y el 29% contestó que todo estaba bien lo que hace un total de 100%, esto significa que los encuestados reconocen que existe una buena organización del curso, esto genera un buen ambiente para que los participantes del curso puedan concentrarse en las clases y prácticas, lo cual permitiría cumplir con la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica.

**Tabla No. 52: Pregunta No.10 Sugerencias para nuevos cursos de Medidores Nucleares**

	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Aumentar el tiempo del curso	3	13
Dar Almuerzo	0	0
Especializar a docentes en temas de aduanas	0	0
Más prácticas	1	4
Mejora de condiciones para el curso	0	0
Mejorar dinámica para tema de Leyes y reglamentos	0	0
Mejorar el Orden del Folleto	0	0
Ninguna	17	71
No contestó	0	0
Preparar mejor en la teoría antes de las prácticas	0	0
Evaluación después de cada capacitación	1	4
Proporcionar la información en tiempo y forma	1	4
Más tiempo	1	4
Reducir carga horaria	0	0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>



Gráfica No. 56: Respuesta 10 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares

Esta pregunta se obtuvo múltiples respuestas las cuales se tomarían en cuenta para los nuevos cursos para el próximo quinquenio, sin embargo, las respuestas con más porcentaje fueron ninguna con 71.0% significa que gran parte de los participantes considera que no se deberían hacer cambios en el curso y aumentar el tiempo del curso 13.0%, un 4.0% de los encuestados sugieren realizar más prácticas lo cual mejoraría las competencias, otro 4% solicita aumentar el tiempo del curso, sin embargo, estos están diseñados según lo estipulado en la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica.

En general se considera se obtuvo una muy buena recepción del prestador de servicio en las capacitaciones realizadas a los TOE's, aportando de esta manera a la implementación de la estrategia en el cumplimiento de sus metas y el impacto que esta causó a nivel nacional

### **3.2.- TRIANGULACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

En este acápite se realizó un análisis de la información recopilada para ello, combinamos metodología cuantitativa y cualitativa, esto nos permitió obtener un mayor conocimiento del impacto de la implementación de la estrategia nacional, fueron tres las técnicas de recogida y análisis de información.

Por un lado, una encuesta a responder por los alumnos de los cursos impartidos en la universidad a través del LAF-RAM, con la que se analiza la valoración de los mismo en relación con la formación recibida, por otro, encuesta realizadas a los prestadores de servicios de los cursos, además de la información recopilada en la página web de la autoridad nacional competente.

Con la información recopilada, se lleva a cabo una triangulación entre los datos obtenidos para validar los resultados alcanzados en el estudio desde diferentes perspectivas y constatar si los resultados cualitativos y cuantitativos convergen, se confirman mutuamente y apoyan para darnos las mismas conclusiones, o si los resultados se centran en aspectos diferentes, pero son complementarios entre sí y nos llevan a un enfoque más completo o en todo caso si los resultados cualitativos y cuantitativos son divergentes o contradictorios.

1. Empezaremos por dar salida al primer objetivo específico de este trabajo para lo cual se muestra una tabla resumen con la descripción del cumplimiento de las metas establecidas en la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua en el quinquenio 2015-2020.

Tabla No. 53: Muestra las metas planteadas en la estrategia y los logros alcanzados en el periodo del 2015 a 2020

<b>Parámetro a evaluar</b>	<b>Meta planteadas (%)</b>	<b>Logros [%]</b>
Completamiento en la Marco Regulador	70	100
Cumplimiento de la actualización del estudio de las necesidades de formación y capacitación	95	100
Cumplimiento del Plan Nacional de Formación y capacitación a corto, mediano y largo plazo	90	98
Competencias Claves alcanzadas por TOE's en seguridad y protección radiológica	90	50
Aprobados en el curso de formador de formadores	100	2
Capacitación de otros individuos relacionados con la seguridad de las aplicaciones de radiaciones ionizantes (EPR; Ente Regulador)	85	92

Como se puede observar en la tabla resumen, los parámetros que menos cumplimiento tuvieron fueron las competencias claves alcanzadas por TOE's en seguridad y protección radiológica con un 50% y los aprobados en el curso de formador de formadores con un 2%

Esto también se refleja en las encuestas realizadas a los participantes de los cursos de seguridad y protección radiológica, en donde según las respuestas, se interpreta que es necesario el fortalecimiento de las competencias de los trabajadores ocupacionalmente expuestos ya que solicitan que los cursos tengan una mayor cantidad de horas y que les realicen más prácticas.

En lo que respecta al bajo porcentaje en la formación de formadores es debido a que no se realizó la reproducción de la capacitación recibida en el exterior a nivel nacional, es importante mencionar que esta capacitación debió ir enfocada al fortalecimiento de las capacidades técnicas de los EPR, sin embargo, aunque no se llevó a cabo la misma, cuando se analizan las encuestas realizadas a los EPR se nota un buen conocimiento en los temas de protección y seguridad radiológica esto implica que la formación en los cursos impartidos aunque no sean con el enfoque de formador de formadores están desarrollando buenas capacidades en los mismos.

2. Para analizar la incidencia de la estrategia nacional de formación se consideran las encuestas a los prestadores de servicio de capacitación y las encuesta a los Encargados de Protección Radiológica, en este sentido es importante hacer notar algunos elementos que considera la misma estrategia para su evaluación tales como conocimiento de esta, autoridad competente, legislación en lo que respecta radiaciones ionizantes, entre otras. El resumen de los resultados se la información obtenida con los instrumentos utilizados son los siguientes:

- Es importante hacer notar que se ha incrementado la participación del personal en los cursos de Encargado de Protección Radiológica, esto es de mucha relevancia para desarrollar capacidades técnicas en el campo de la utilización de las radiaciones ionizantes en el país.



- El 50% de los encuestados han promovido muchos cambios positivos en la implementación de la protección radiológica en su institución, el 25% ha promovido bastantes cambios positivos, esto significa que el 75% de las instituciones están haciendo uso de los conocimientos adquiridos en las capacitaciones en protección radiológica, esto es una incidencia muy relevante de la implementación de la estrategia.
- La evaluación de las competencias en protección radiológica no ha sido una práctica común en las instituciones, sin embargo, el 50% de los encuestados afirman que han sido evaluadas las competencias y cualificación en protección radiológica del personal en su institución al menos dos veces, uno de ellos asegura que se han realizado 10 evaluaciones sobre este tema en su institución, sin la implementación de la estrategia esto no hubiera sido posible.
- El 75% de las instituciones tienen todos los registros de los certificados de protección radiológica de los participantes de los cursos, conocen a su totalidad la estrategia nacional y saben muy bien quienes son las instituciones responsables de brindar las capacitaciones en materia de seguridad y protección radiológica, esto implica que hay una buena formación y se proporciona información relevante en los cursos y que los participantes han adquirido conocimientos en cultura de seguridad para implementar en sus instituciones.
- En 63% sabe cuáles son los objetivos de la estrategia, cabe mencionar que el objetivo general de la mismas expresa “Alcanzar un sistema sustentable de formación y capacitación en protección y seguridad radiológica que permita garantizar las competencias en todo el personal ocupacionalmente expuesto para una aplicación segura de las radiaciones ionizantes”. En este contexto, aunque hay un buen porcentaje con este conocimiento se hace necesario que al momento de las capacitaciones se profundice más en el tema.

- El artículo, 16 de la ley 156 Ley sobre Radiaciones ionizantes expresa “Las personas que desempeñen actividades en instalaciones radiactivas, deben recibir una adecuada capacitación sobre las medidas de seguridad a observar en el desarrollo de dichas actividades. Los titulares de las licencias que se otorguen conforme esta Ley y sus disposiciones reglamentarias son los responsables de la indicada capacitación, para lo cual, el Estado además brindará la colaboración que corresponda.”

En el resultado a la encuesta el 87% de los encuestados afirman conocer dicho artículo, esto se debe que en los cursos de protección radiológica hay un módulo donde se explica la legislación nacional, así como los documentos relacionados con este tema.

- El 100% de los encuestados conocen plenamente que la autoridad reguladora es la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA), además saben muy bien las funciones de la autoridad reguladora, lo cual incide positivamente en la implementación de la estrategia nacional de formación y capacitación en seguridad y protección radiológica

Por todo lo antes expresado se puede asegurar que la implementación de la estrategia nacional ha tenido mucha incidencia en la formación y adquisición de capacidades de los profesionales ocupacionalmente expuesto. No así en las competencias desarrolladas, es un tema que aún es necesario abordar con más detalle y mejorar sustancialmente el currículo de la formación.

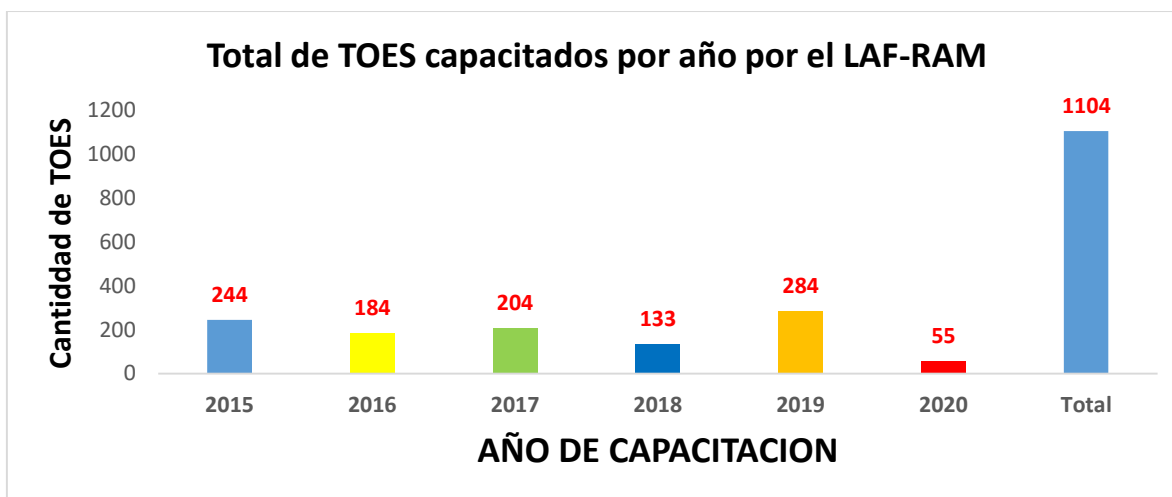
3. Con el objetivo de establecer recomendaciones para la mejora de la implementación de los cursos de seguridad y protección radiológica del Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología, se realiza un análisis del resumen de los resultados de las encuestas aplicada a los estudiantes de estos, en las distintas áreas temáticas.

Es meritorio destacar que el LAF-RAM ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de las capacitaciones tal como se muestra en la gráfica y tabla siguiente, del total de TOE'S capacitados a nivel nacional, este laboratorio aportó para la formación de 1104 profesionales, esto implica que del 75% ejecutado según las necesidades de la estrategia, el LAF-RAM aportó en un 67% para el logro de la meta, el 8% restante fueron asumidos por Centro Nacional de Radioterapia, SINAPRE y MINSa.

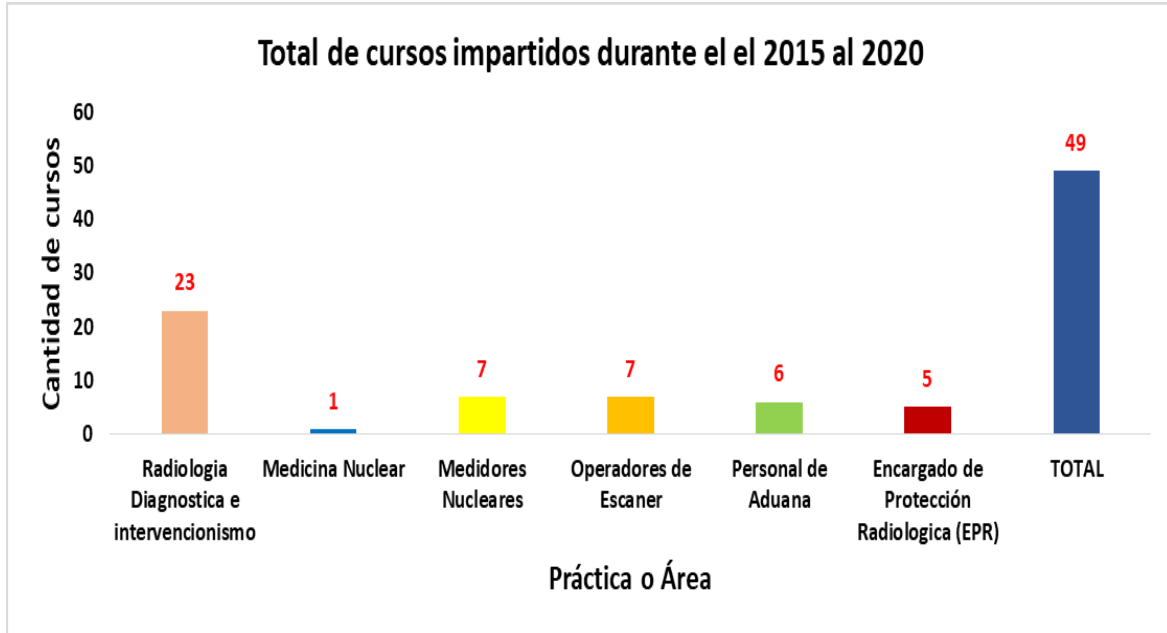
Por otro lado, cabe mencionar que este laboratorio es el único a nivel nacional que cuenta con un reconocimiento de parte de la autoridad reguladora para prestar los servicios de capacitación en protección y seguridad radiológica, a continuación, se muestra un resumen de las capacitaciones.

Tabla No. 54: Total de TOE's capacitados por el LAF-RAM, por práctica.

PRÁCTICA	TOE'S
Radiología Diagnóstica e intervencionismo y radiología dental	573
Medicina nuclear	10
Medidores nucleares	199
Aduanas y aeropuertos	276
Encargados de protección radiológica	46
<b>Total</b>	<b>1104</b>



Gráfica No. 57: TOE'S capacitados por el LAF-RAM en cada año

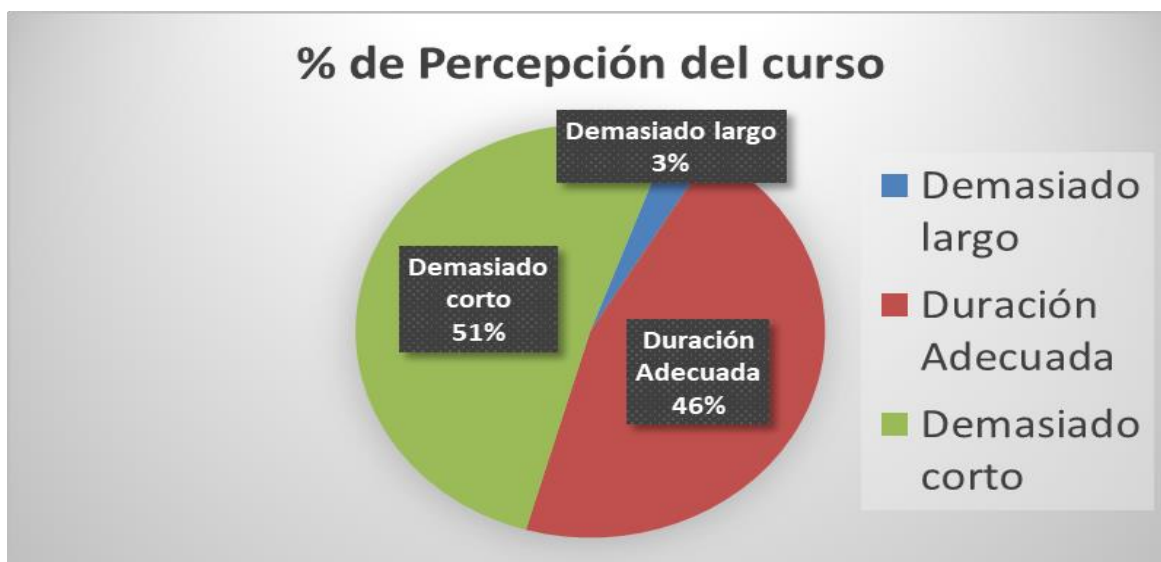


Gráfica No. 58: Cursos impartidos por temática

Según las metas establecidas en la estrategia el LAF-RAM tenía la asignación de capacitar a 1420 TOE'S de los cuales como se puede ver en la gráfica No. 57 se capacitaron 1104 esto implica que se dio un cumplimiento del 78% de lo asignado, es importante mencionar que quedo pendiente la inclusión de los cursos pendientes a realizar a partir de marzo a diciembre del 2020.

También se estableció que se bebían Impartir 44 cursos en las distintas temáticas más 2 cursos para primeros respondedores en conjunto con SINAPRE y el MINSa, como se observa en la gráfica No. 58 se impartieron 49 cursos sobrepasando la meta en un 11%. A continuación, se hace una presentación del resumen de los resultados de las encuestas a los participantes de los cursos impartidos por el LAF-RAM.

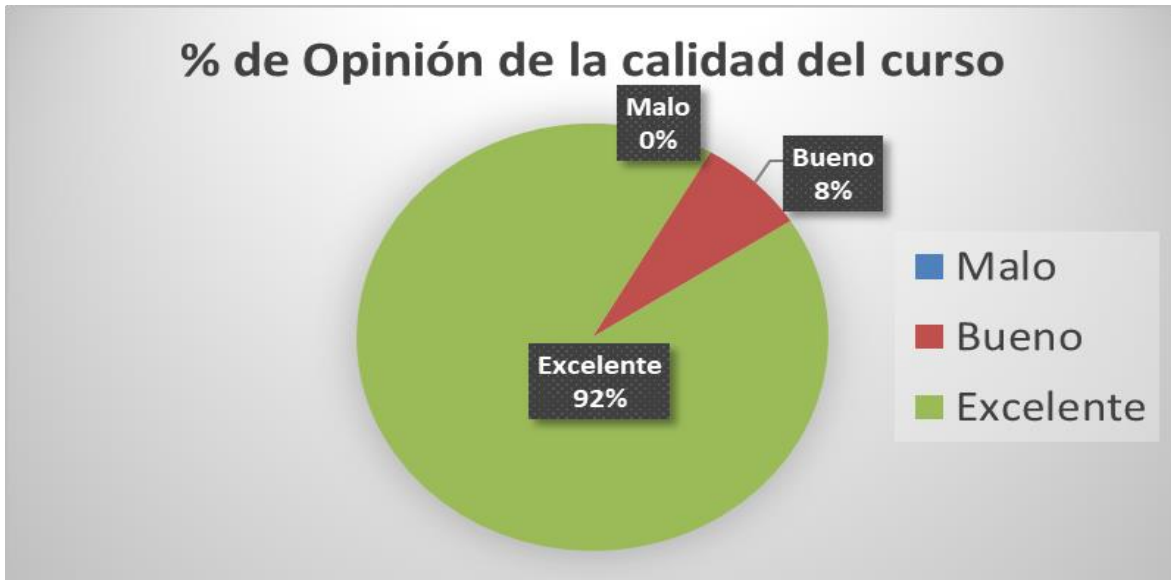
**Pregunta No.1: Percepción de la duración de los cursos todas las áreas**



Gráfica No 59: Duración de los cursos

Del total de todos los encuestados el 51% consideran que los cursos son demasiado cortos, el 46% que tienen el tiempo suficiente y solamente un 3% considera que los cursos son extensos en tiempo.

**Pregunta No. 2: Opinión de calidad del curso todas las áreas**



Gráfica No. 60 Calidad de los cursos

El 92% de los encuestados consideran que los cursos impartidos son excelentes, lo cual es un resultado positivo, el 8% lo consideran como bueno. Es notable que los cursos generan satisfacción en los participantes y en muchos casos son de utilidad para desarrollar capacidades y destrezas, esto también implica que aplican los nuevos conocimientos en su ámbito laboral.

### Pregunta No.3 Valoración de los docentes todas las áreas



Gráfica No. 61 calidad de los docentes

El 95% de los encuestados considera que el personal docente es excelente, que dominan los temas que imparten en los cursos y siempre están anuentes para ser consultados, o para aclarar dudas sobre los temas impartidos. El personal que imparten los cursos tiene especialidad en protección radiológica, el 4% de los encuestados los considera como bueno y solamente el 1% como malos docentes.

Estos resultados muestran que se cumple con la Estrategia de Formación y Capacitación de Seguridad y Protección Radiológica en cuanto a tener un equipo calificado y especializado para brindar los cursos de protección radiológica, lo que permitirá tener un impacto positivo en las instituciones donde se utilicen radiaciones ionizantes.

**Pregunta No.4: Valoración de los temas del curso todas las áreas**

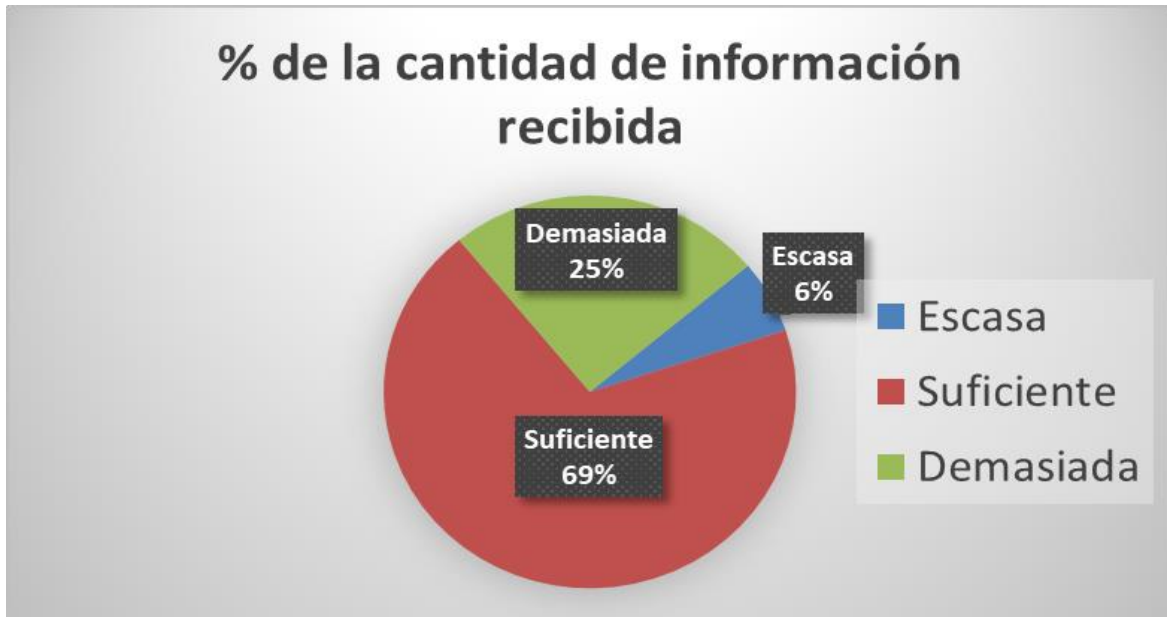


Gráfica No. 62: Calidad de los temas

El 94% de los encuestados considera que las temáticas impartidas en los cursos de protección radiológica son excelentes, los temas impartidos servirán para ser aplicados en las distintas instituciones que trabajen con radiaciones ionizantes. El 3% de los encuestados considera que los temas son buenos, el 2% como malos temas y el 1% no contestó la pregunta.



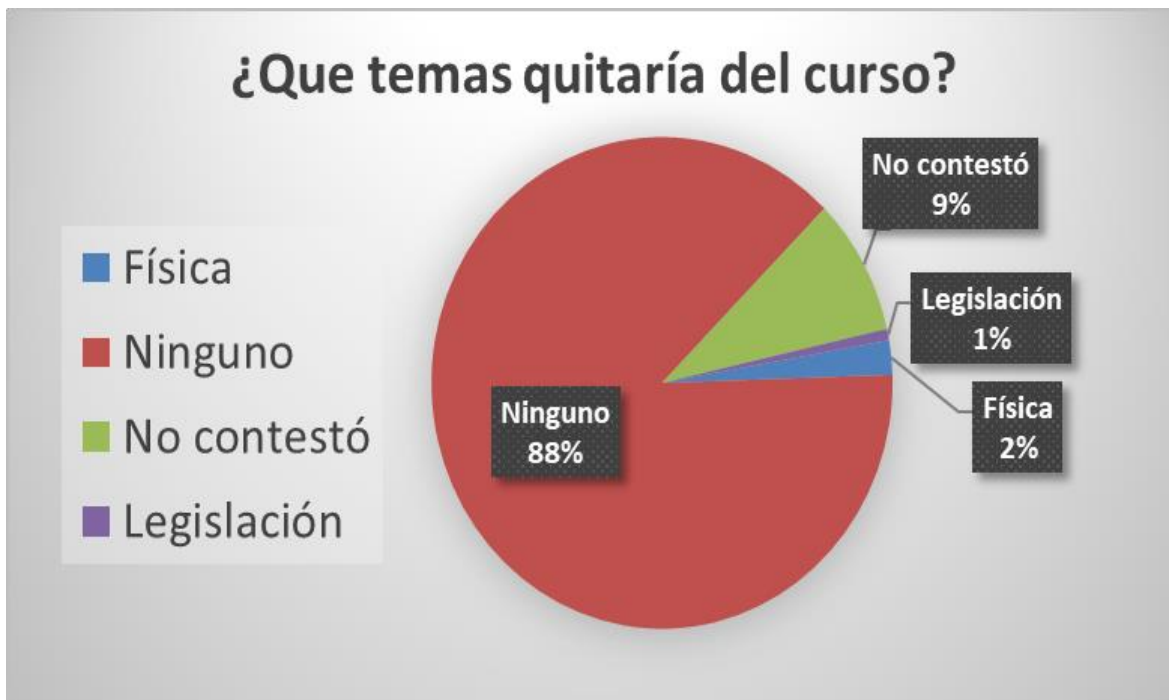
**Pregunta No.5: Cantidad de información recibida en los cursos de todas las áreas**



Gráfica No. 63: Cantidad de información proporcionada

El 69% de los encuestados consideran que la información suministrada por los organizadores del curso es suficiente y se complementa con las clases que imparten los docentes. El 25% considera que la información es demasiada y solamente el 6% considera que es escasa.

**Pregunta No.6 Que temas quitaría del curso de todas las áreas**



Gráfica No. 64: ¿Qué temas eliminaría de los cursos?

El 88% considera que no se quitaría ningún tema de los cursos de protección de radiológica que se han realizado en las distintas áreas, El 9% de los encuestados no contestó la pregunta y el 1% sugiere quitar el tema de legislación, el 2% la física que se imparte siempre en los cursos en la parte introductoria.

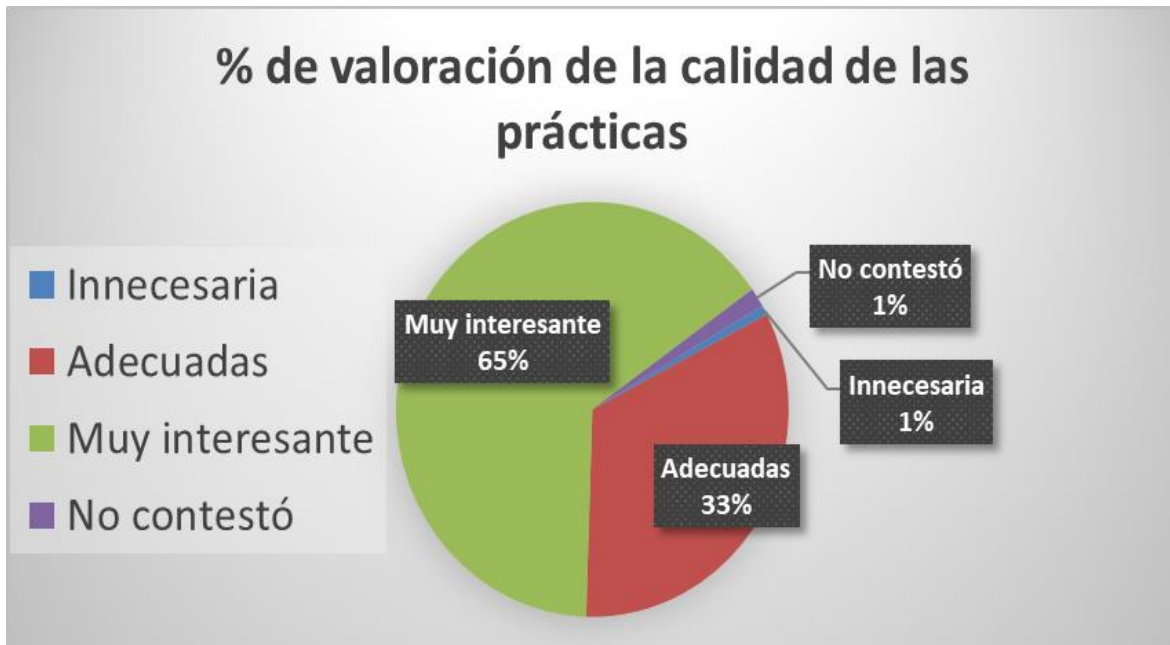
**Pregunta No.7: Temas con más detalle en los cursos de todas las áreas**



Gráfica No. 65: Temas con más detallados

El 39% de los encuestados considera que no se debe profundizar más en los temas específicos que se imparten en cada curso de protección radiológica, el 15% no contestó a esta pregunta, el 8% considera que se debe profundizar en los efectos biológicos de la radiación ionizante en el hombre, el 7% de los encuestados sugiere que debe haber más prácticas que les permita implementarlas en sus instituciones, esto podría desarrollar habilidades y destrezas en los participantes de los cursos, así como la disminución de la probabilidad de incidentes o accidentes.

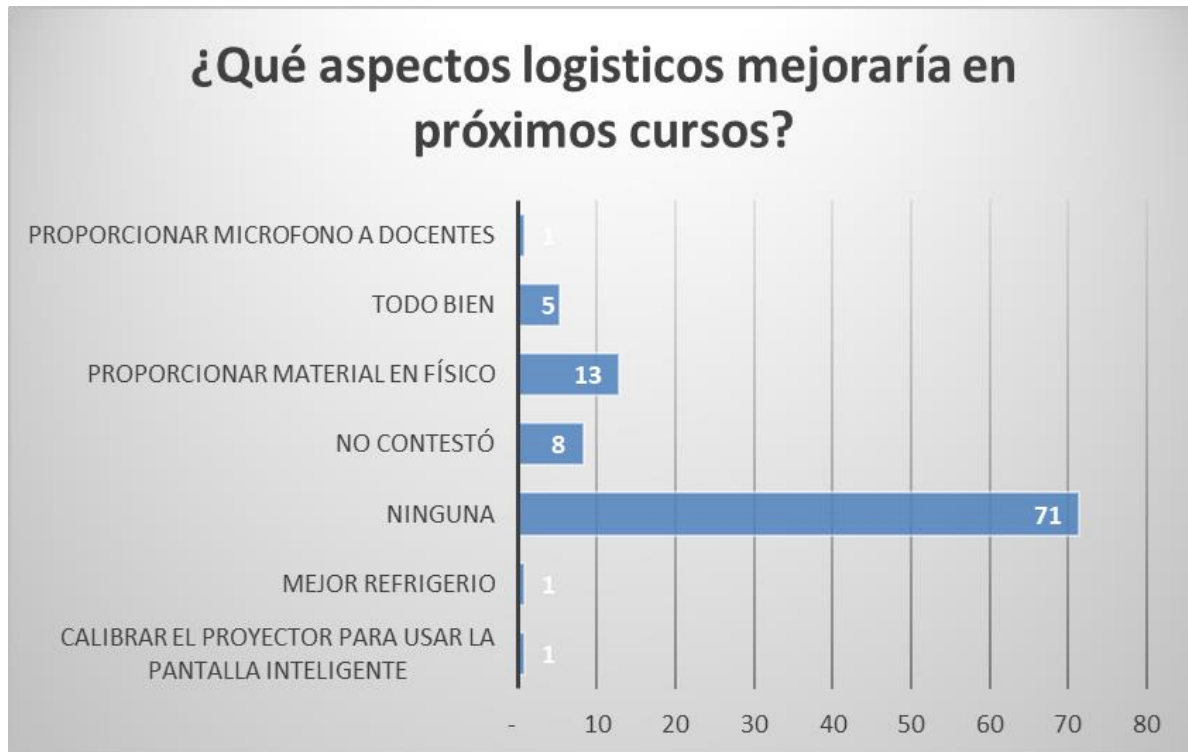
**Pregunta No.8: Valoración de las prácticas todas las áreas**



Gráfica No. 66: Valoración de la calidad de las prácticas

El 65% de los encuestados considera que las prácticas realizadas en los cursos de protección radiológica son muy interesantes, lo que puede generar la motivación de los participantes en la implantación de estas en sus instituciones teniendo una incidencia positiva, el 33% de los encuestados consideran que las prácticas son adecuadas, el 1% de los encuestados no contestó la pregunta, y el otro 1% las consideran innecesarias.

### Pregunta No.9 Sugerencias en la organización del curso todas las áreas



Gráfica No. 67: Sugerencia para la organización del curso

El 71% de los encuestados considera que no se deben hacer mejoras logísticas, y que actualmente las instalaciones donde se imparten los cursos de protección radiológica tienen las condiciones necesarias para recibir a los participantes de los cursos, además se cuenta con laboratorios especializados para la realización de las prácticas. El 13% sugiere que se debe suministrar el material en físico ya que estos solo se entregan en versión digital. El 5% de los encuestados opina que todo está bien y el 8% no contestó la pregunta.

### Pregunta No.10 Sugerencias para nuevos cursos



Gráfica No. 68: Sugerencias para los nuevos cursos

El 37% de los encuestados respondieron que no tenían sugerencias para los nuevos cursos de protección radiológica, el 15% opina que se debe aumentar el tiempo de duración de los cursos, el 11% sugieren realizar más prácticas, el 16% no contestó a la pregunta y los otros porcentajes menores se distribuyeron en las otras opciones.

Tabla No. 55: Resumen de las opiniones de los encuestados en todas las áreas

PARÁMETRO	VALORACIÓN
Percepción de la duración de los cursos	51% el tiempo es muy corto
Opinión de la calidad del curso	92% opina que los cursos son excelentes
Valoración de los docentes	95% Que los docentes son excelentes
Valoración de los temas del curso	94% que los temas son excelentes
Cantidad de información recibida	69% que la información es suficiente
Que temas quitaría del curso	88% expresa que no quitaría ninguno
Temas con más detalle	8% Dice que se debe profundizar más
Valoración de las prácticas	65% comenta que las prácticas están bien organizadas
Sugerencias en la organización del curso	75% opina que los cursos están bien organizados
Sugerencias para nuevos cursos	25% aumentar el tiempo de duración

En general se puede considerar que los participantes opinan que se debe incrementar el tiempo de los cursos, aumentar las practicas, consideran que la profundidad con la que se abordan los temas es adecuada, de igual manera que los temas son los adecuados para la formación de los TOE´s y que tanto la organización de los cursos como los docentes son excelentes y dominan los temas que imparten.

Es importante evaluar la posibilidad que se elabore un currículo por competencia para garantizar el desarrollo de estas en los participantes de los cursos de seguridad y protección radiológica.

### **3.3.- CONCLUSIONES**

En este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones

1.- En cuanto al cumplimiento de las metas establecidas en la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en las organizaciones públicas y privadas que utilizan fuentes de radiaciones ionizantes en Nicaragua, en el quinquenio 2015 – 2020, se consideraron todas las variables plasmadas en la misma, es importante hacer notar que estas están enfocadas principalmente en desarrollar competencias en los profesionales en el campo de la protección radiológica.

Por tanto, abarcan el fortalecimiento del marco regulatorio nacional en el tema radiaciones ionizantes y sus usos, en su mayoría fueron cumplidas tales como el plan nacional de formación que tuvo un cumplimiento del 98%, el marco regulatorio 100%, se actualización las necesidades de formación en un 100%, profesionales fundamentales como la EPR se cumplió en un 92%, haciendo todo un análisis de las variables y según las evidencias la Estrategia Nacional tuvo un cumplimiento de las metas plantadas en un 74% en la ejecución de este quinquenio, esto debido fundamentalmente a la variable de desarrollo de competencia y formador de formadores que tuvieron un porcentaje de 50% y 2% de cumplimiento respectivamente.

2.- En lo que respecta a la incidencia de la implementación de dicha estrategia, está se ha enfocado al análisis del cumplimiento de las necesidades de capacitación planteadas en la misma, en este sentido, según lo evaluado se logró el 75% de formación en el personal involucrado en las prácticas que utilizan radiaciones ionizantes.



Es importante mencionar que se capacitó el 75% de lo planteado en lo que respecta a los primeros respondedores, esto implica una gran incidencia de la implementación de la estrategia, ya que se han fortalecido las capacidades técnicas en esa temática y se cuenta con personal capacitado para atender una emergencia radiológica a nivel nacional.

Una variable que es de mucha relevancia destacar en la capacitación de Expertos Cualificados la cual tuvo un cumplimiento del 50% esto tiene una gran incidencia en la implementación de la estrategia ya que son profesionales formados fuera del país con grado de especialidad en protección radiológica y master en física médica, lo cual permite el fortalecimiento de las capacidades científico-técnico a nivel nacional.

Otro parámetro que se utilizó para medir la incidencia de la misma fue la encuesta realizada a los Encargados de Protección Radiológica, lo cual muestra que el 50% de los encuestados han promovido muchos cambios positivos en la implementación de la protección radiológica en su institución, en su mayoría conocen el marco regulatorio, quien es la institución encargada en el tema a nivel nacional, conocen la estrategia y sus objetivos. Por tanto, podemos asegurar que se ha logrado una buena muy incidencia en la implementación de la misma.

Por otro lado, y de mucha relevancia es que se dio la equidad de género en las capacitaciones en general, ya que del total de los capacitados 57% fueron del sexo masculino y el 43% del sexo femenino.

3.- En el caso de la evaluación para las recomendaciones para la mejora de la implementación de los cursos de seguridad y protección radiológica del Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología (LAF-RAM), es importante mencionar que este laboratorio es el único a nivel nacional que cuenta con un reconocimiento de parte de la autoridad reguladora para prestar los servicios de capacitación en protección y seguridad radiológica.

Las necesidades de formación dentro del plan nacional fueron distribuidas según el perfil y las capacidades técnicas de los prestadores de servicios de capacitación a nivel nacional en ese contexto el LAF-RAM tenía la asignación de capacitar a 1420 TOE´s en el quinquenio de los cuales se logró la capacitaron 1104 esto implica que se dio un cumplimiento del 78% de lo asignado, de igual manera en la asignación de los cursos a impartir tuvo un sobre cumplimiento del 11%.

Por otro lado, del 75% ejecutado en lo que respecta a las necesidades capacitación en la estrategia, el LAF-RAM hizo un aporte fundamental del 67% para el logro de las mismas.

Para evaluar la opinión de los participantes respecto a la calidad de los cursos impartidos por este laboratorio se realizaron encuestas de los cuales surgen las siguientes opiniones que se debe incrementar el tiempo de los cursos, aumentar las prácticas, consideran que la profundidad con la que se abordan los temas son apropiados, de igual manera que los temas son los adecuados para la formación de los TOE´s, sin embargo, es importante mencionar que esto están enfocados en objetivos, lo cual no permite desarrollar las competencias en los Trabajadores Ocupacionalmente Expuesto, tal como lo requiere la estrategia, como se muestra en el análisis de evaluación de las encuesta de los EPR, por consiguiente nuestra principal recomendaciones es que se realice un currículo basado en competencias para la implementación de los cursos, para cumplir con dicho requerimiento.

## Capítulo: IV.- Evidencias del proceso de investigación.

### 4.1.- BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo regional de Cooperación para la promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe[ARCAL]. (2015.). *Informe anual 2015 Nicaragua*. Managua.: ARCAL. Recuperado el 2020, de <https://www.arcal-lac.org/wp-content/uploads/documentos/informes/2015/Nicaragua.pdf>
2. Agencia Para sustancia Tóxicas. (2017.). *Resúmenes de Salud Pública*. Madrid. España.: ATSDR.
3. Arias, C. F. (ago.-sept. de 2006). La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. (P. Salud, Ed.) *Revista Panamericana de Salud Pública*|*Pan American Journal of Public Health*, 188-97. Obtenido de <https://scielosp.org/pdf/rpsp/2006.v20n2-3/188-197/es>
4. Cárdenas, E. J. (2016.). *MÉTODOS DE PREVENCIÓN EN EL PROCESO DE GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL; PROPUESTA DE REDUCCIÓN DE RIESGO*. Caracas.: UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR.
5. Comisión Nacional de Energía Atómica[CONEA]. (2019). *Guía para el control de la hermeticidad de las fuentes selladas*. Managua. Nicaragua.: La Gaceta, Diario Oficial.
6. Consejo de Seguridad Nuclear[CSN]. (22 de Mayo de 2015). *Protección radiológica / CSN*. Madrid, España: CSN. Recuperado el 2020, de <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Protecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica>
7. CSN. (07 de Diciembre de 2016). *Las radiaciones en la vida diaria/CSN*. Madrid. España.: CSN. Recuperado el 2020, de <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Las%20radiaciones%20en%20la%20vida%20diaria>
8. Gómez., M. G. (2019). *Protocolos de vigilancia Sanitaria Específica*. . Madrid. España.: Comisión de Salud Pública.
9. González, B., & Roas, N. (2017). Situación de la capacitación en Protección Radiológica en Nicaragua. *Segundo Simposio Internacional sobre Educación, Capacitación, Extensión y Gestión del Conocimiento en Tecnología*, (pág. 5). Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 2020, de <https://www.lanentweb.org/simposioBA/pdf/014.pdf>

10. ICRP. (1991). *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP.
11. ICRP. (2007). *Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*. (S. y. APCNEAN, Trad.) Madrid: Sociedad Española de Protección Radiológica. Obtenido de <file:///C:/Users/Microsoft/Downloads/ICRP%20103-esp.pdf>
12. Ley de adición de riesgos y enfermedades profesionales a la Ley No. 185, Código del Trabajo Ley No.456. (2004 de Junio de 2004). Managua, Nicaragua. Obtenido de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aaea87dac762406257265005d21f7/dff5d30488273f74062570a100583551?OpenDocument>
13. Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo Ley N°618. (19 de Abril de 2007). Managua, Nicaragua. Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/16624DBD812ACC1B06257347006A6C8C?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/16624DBD812ACC1B06257347006A6C8C?OpenDocument)
14. Ley sobre radiaciones Ionizantes Ley N°156. (21 de Abril de 1993). Managua, Nicaragua: La Gaceta, Diario Oficial N°. 73. Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/FF7E779D884CE6A20625713100631B8B?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/FF7E779D884CE6A20625713100631B8B?OpenDocument)
15. López., E. C. (2019.). *Prestación de servicios de protección radiológica y control de calidad*. Madris. España.: Minsalud.
16. Medical School. (2020). *Imagen Clínica par Urgencias, Emergencia y cuidados críticos*. Managua. Nicaragua.: Tech.
17. Ministerio de Salud. (2016). *Estrategia Nacional de Formación y capacitación en materia de Seguridad y Protección Radiológica*. Dirección General de Regulación Sanitaria Radiaciones Ionizantes, Managua. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/nic163797anx1.pdf>
18. Ministerio de Salud[MINSA]. (Enero de 2016). Política Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica. 8. Managua, Nicaragua: MINSA. Recuperado el 2020, de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/nic163797anx2.pdf>
19. MINSA. (s.f de Octubre de 2011). Reglamento Técnico de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes de la República de Nicaragua. 27-69. Managua, Nicaragua: Ministerio de Salud.
20. MINSA. (s.f de Noviembre de 2019). Guía sobre la Vigilancia de la Salud de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOEs) a las radiaciones ionizantes. 44. Managua, Nicaragua: Ministerio de Salud. Recuperado el

2020, de

[http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/0/47b924956066ed52062584e700677485/\\$FILE/GUIA%20SOBRE%20VIGILANCIA%20DE%20LA%20SALUD%20DE%20LOS%20TRABAJADORES.pdf](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/0/47b924956066ed52062584e700677485/$FILE/GUIA%20SOBRE%20VIGILANCIA%20DE%20LA%20SALUD%20DE%20LOS%20TRABAJADORES.pdf)

21. Nader., A. (2013). *Programa nacional de protección radiológica en las exposiciones médicas*. Viena, Austria.: organismo internacional de energía atómica.
22. Neira., M. (2014.). *Comunicando los riesgos de la radiación en radiodiagnóstico pediátrico*. Tokio. Japon.: Organización Mundial de la Salud.
23. Oficina Internacional del Trabajo[OIT]. (2011). *Protección de los trabajadores frente a la radiación*. Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo. Obtenido de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_158314.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_158314.pdf)
24. OIEA. (2007). *Principios Fundamentales de Seguridad Nociones fundamentales de seguridad*. Viena, Austria: Organismo Internacional de Energía Atómica. Recuperado el 2020, de [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273\\_S\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_S_web.pdf)
25. OIEA. (2009). Clasificación de Fuentes Radiactivas. En O. I. Atómica, *Colección de Normas de Seguridad del OIEA Nº RS-G-1.9* (pág. 71). Vienna, Viena, Austria: Organismo Internacional de Energía Atómica. Recuperado el 2020, de [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1227s\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1227s_web.pdf)
26. OIEA. (2010). Creación de Competencia en Materia de Protección Radiológica y uso seguro de las fuentes de Radiación. *Colección de Normas de Seguridad del OIEA(RS-G1.4)*, 59. Recuperado el 2020, de [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1108s\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1108s_web.pdf)
27. OIEA. (2013). *Programa nacional de Protección Radiológica en las exposiciones médicas*. Organismo Internacional de Energía Atómica, Sección de Seguridad y Monitorización Radiológica. Viena: Organismo Internacional de Energía Atómica. Recuperado el 2020, de [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1710\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1710_web.pdf)
28. OIEA. (2016). *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas Internacionales de seguridad*. Viena, Austria: Organismo Internacional de Energía Atómica.
29. OIEA. (S.F de S.F de S.F). *IAEA|Radiation Protection of Patients (RPOP)*. Obtenido de <https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP>

30. Organismo Internacional de Energía Atómica [OIEA]. (s.f de s.f de s.f). *Organismo Internacional de Energía Atómica*. Obtenido de Historia|OIEA: <https://www.iaea.org/es/el-oiea/historia>
31. Organización Mundial de la Salud[OMS]. (2005). Reglamento Sanitario Internacional. En OMS. Ginebra, Suiza. Recuperado el 2020
32. Programa Regional del OIEA para América Latina. (2007-2013). *“Protección Radiológica en las Exposiciones Médicas”*RLA 9057 / RLA 9067. Caracas. Venezuela: Programa Regional del OIEA para América Latina. Recuperado el 2020, de <https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/tc/report.pdf>
33. Rubio., J. A. (2012). *Impacto y proteccion radiológica asociados al transporte de residuos de alta actividad (RAA) al Almacen Temporal centralizado(ATC) en España*. Madrid. España.: Universidad Politécnica de Madrid.
34. Skornik, K. (1994). Enseñanza y capacitación en protección radiológica y seguridad nuclear: se reducen las desigualdades. *Boletín OIEA*, 27-58.
35. Tardiu., F. G. (2015.). *Información Sobre Radiaciones Ionizantes*. Madrid. España.: Sociedad Nuclear Española.
36. UNSCEAR. (2010). *Sources and Effects of Ionizing Radiation UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly (Vol. I)*. (U. N. Radiation, Ed.) New York: UNITED NATIONS PUBLICATION.

## 4.2 ANEXOS.

### 4.2.1 ÍNDICE DE TABLAS

No. y nombre de la tabla	Página No.
Tabla No. 1: Estado actual de los países de la región en el tema capacitación (2010) (Tomado del informe de reunión regional del RLA9065)	10
Tabla No.2: Matriz de descriptores	20
Tabla No.3: Muestra de evaluación en lo que respecta a personal capacitado	23
Tabla No.4: Evaluación sobre las necesidades nacionales de educación y capacitación – Datos recopilados para las prácticas e instalaciones y categorías de personal pertinentes (Tomada de la estrategia)	29
Tabla No 5: Recursos nacionales disponibles para la educación y capacitación en protección radiológica en el campo medico e industrial (tomada de estrategia nacional)	31
Tabla No.6: Necesidades y recursos nacionales en capacitación y entrenamiento en protección radiológica en las distintas practicas (tomada de estrategia nacional)	32
Tabla No. 7: Bosquejo Plan Nacional de Formación y Capacitación en el campo médico e industrial para los próximos 5 años (2015-2020) (Tomada de la estrategia)	33
Tabla No. 8: Metas plasmadas en la estrategia, (Tomada de la estrategia)	34
Tabla No. 9: Exposición profesional (ocupacional) asociada a fuentes artificiales y naturales de radiación en todo el mundo (tomada Protección de los trabajadores frente a la radiación, OIT 2011)	65
Tabla No. 10: Publicaciones de CONEA en la página web del MINSA sobre marco regulatorio (2015- 2019) (elaborada por los autores)	88

Tabla No.11: Meta del plan nacional respecto a cantidad de curso impartido por área	90
Tabla No. 12: Profesionales capacitados	93
Tabla No. 13: Pregunta No. 1 Percepción del curso Área Médica	108
Tabla No. 14: Pregunta No. 2 Opinión de calidad del curso Área Médica	109
Tabla No. 15: Pregunta No.3 Valoración de los docentes Área Médica	110
Tabla No. 16: Pregunta No.4 : Valoración de los temas del curso Área Médica	111
Tabla No. 17: Pregunta No.5 Cantidad de información recibida Área Médica	112
Tabla No. 18: Pregunta No.6 ¿Qué temas quitaría del curso? Área Médica	113
Tabla No. 19: Pregunta No.7 Temas con más detalle Área Médica	114
Tabla No. 20: Pregunta No.8 Valoración de las prácticas Área Médica	116
Tabla No. 21: Pregunta No.9 Sugerencias en la organización del curso Organización del curso Área Médica	117
Tabla No. 22: Pregunta No.10 Sugerencias para nuevos cursos Sugerencias para los nuevos cursos Área Médica	118
Tabla No 23: Pregunta No. 1 Percepción del curso de Aduana	120
Tabla No. 24: Pregunta No. 2 Opinión de calidad del curso de Aduana	121
Tabla No 25 Pregunta No.3 Valoración de los docentes de Aduana	122
Tabla No. 26: Pregunta No.4 Valoración de los temas del curso de Aduana	123
Tabla No. 27: Pregunta No.5 Cantidad de información recibida de Aduana	124
Tabla No. 28: Pregunta No.6 ¿Qué temas quitaría del curso? de Aduana	125
Tabla No. 29: Pregunta No.7 Temas con más detalle del curso de Aduana	126
Tabla No. 30: Pregunta No.8 Valoración de las prácticas del curso de Aduana	128



Tabla No. 31: Pregunta No.9 Sugerencias en la organización del curso de Aduana	129
Tabla No. 32: Pregunta No.10 Sugerencias para nuevos cursos de Aduana	130
Tabla No. 33: Pregunta No. 1 Percepción del curso de Escáner	132
Tabla No. 34: Pregunta No. 2 Opinión de calidad del curso de Escáner	133
Tabla No. 35: Pregunta No.3 Valoración de los docentes curso de Escáner	134
Tabla No. 36: Pregunta No.4: Valoración de los temas del curso de Escáner	135
Tabla No. 37: Pregunta No.5 Cantidad de información recibida del curso de Escáner	136
Tabla No. 38: Pregunta No.6 ¿Qué temas quitaría del curso? de Escáner	137
Tabla No. 39: Pregunta No.7 Temas con más detalle del curso de Escáner	138
Tabla No. 40: Pregunta No.8 Valoración de las prácticas del curso de Escáner	140
Tabla No. 41: Pregunta No.9 Sugerencias en la organización del curso de Escáner	141
Tabla No. 42: Pregunta No.10 Sugerencias para nuevos cursos de Escáner	142
Tabla No. 43: Pregunta No. 1 Percepción del curso de Medidores Nucleares	144
Tabla No. 44: Pregunta No. 2 Opinión de calidad del curso de Medidores Nucleares	145
Tabla No. 45: Pregunta No.3 Valoración de los docentes del curso de Medidores Nucleares	146
Tabla No. 46: Pregunta No.4 Valoración de los temas del curso de Medidores Nucleares	147

Tabla No. 47: Pregunta No.5 Cantidad de información recibida de Medidores Nucleares	148
Tabla No. 48: Pregunta No.6 ¿Qué temas quitaría del curso? de Medidores Nucleares	149
Tabla No. 49: Pregunta No.7 Temas con más detalle del curso de Medidores Nucleares	150
Tabla No. 50: Pregunta No.8 Valoración de las prácticas del curso de Medidores Nucleares	152
Tabla No. 51: Pregunta No.9 Sugerencias en la organización del curso de Medidores Nucleares	153
Tabla No. 52: Pregunta No.10 Sugerencias para nuevos cursos de Medidores Nucleares	154
Tabla No. 53: Muestra las metas planteadas en la estrategia y los logros alcanzados en el periodo del 2015 a 2020	157
Tabla No. 54: Total de TOE´S capacitados por el LAF-RAM, por práctica	161
Tabla No. 55: Resumen de las opiniones de los encuestados en todas las áreas	173

## 4.2.2 ÍNDICE DE GRÁFICAS

No. y nombre de la gráfica	Página No.
Gráfica No 1. Cursos impartidos vs la meta del plan nacional	90
Gráfica No.2: Cantidad de EPR capacitados en el quinquenio y el cumplimiento de la meta	92
Gráfica No.3 Profesionales capacitados y metas planteadas	94
Gráfica No. 4: muestra el porcentaje por sexo de los profesionales capacitados	95
Gráfica No. 5: Cantidad de expertos cualificados formados	95
Gráfica No.6: TOE'S Capacitados por año	96
Gráfico No. 7: Cursos recibido por el personal en el quinquenio	97
Gráfica No. 8: Encuesta para encargados de protección radiológica	98
Gráfica No. 9: Encuesta para encargados de protección radiológica	99
Gráfica No. 10: Encuesta para encargados de protección radiológica	100
Gráfica No. 11: Encuesta para encargados de protección radiológica	101
Gráfica No. 12: Encuesta para encargados de protección radiológica	102
Gráfica No.13: Encuesta para encargados de protección radiológica	103
Gráfica No. 14: Encuesta para encargados de protección radiológica	104
Gráfica No. 15: Encuesta para encargados de protección radiológica	105
Gráfica No. 16: Conocimiento de las funciones de la Autoridad Reguladora	106
Gráfica No.17 Respuesta 1 de la encuesta del curso del Área Médica	108
Gráfica No. 18: Respuesta 2 de la encuesta del curso del Área Médica	109
Gráfica No. 19 Respuesta 3 de la encuesta del curso del Área Médica	110
Gráfica No.20: Respuesta 4 de la encuesta del curso del Área Médica	111
Gráfica No. 21: Respuesta 5 de la encuesta del curso del Área Médica	112
Gráfica No. 22: Respuesta 6 de la encuesta del curso del Área Médica	113
Gráfica No. 23: Respuesta 7 de la encuesta del curso del Área Médica	115

Gráfica No. 24: Respuesta 8 de la encuesta del curso del Área Médica	116
Gráfica No. 25: Respuesta 9 de la encuesta del curso del Área Médica	117
Gráfica No. 26: Respuesta 10 de la encuesta del curso del Área Médica	119
Gráfica No. 27: Respuesta 1 de la encuesta del curso de Aduana	120
Gráfica No. 28 Respuesta 2 de la encuesta del curso de Aduana	121
Gráfica No. 29: Respuesta 3 de la encuesta del curso de Aduana	122
Gráfica No. 30: Respuesta 4 de la encuesta del curso de Aduana	123
Gráfica No. 31: Respuesta 5 de la encuesta del curso de Aduana	124
Gráfica No. 32: Respuesta 6 de la encuesta del curso de Aduana	125
Gráfica No. 33: Respuesta 7 Temas con más detalle del curso de Aduanas	127
Gráfica No. 34: Respuesta 8 de la encuesta del curso de Aduana	128
Gráfica No. 35: Respuesta 9 de la encuesta del curso de Aduanas	129
Gráfica No. 36: Respuesta 10 de la encuesta del curso de Aduana	131
Gráfica No. 37: Respuesta 1 de la encuesta del curso de Escáner	132
Gráfica No. 38: Respuesta 2 de la encuesta del curso de Escáner	133
Gráfica No. 39: Respuesta 3 de la encuesta del curso de Escáner	134
Gráfica No. 40: Respuesta 4 de la encuesta del curso de Escáner	135
Gráfica No. 41: Respuesta 5 de la encuesta del curso de Escáner	136
Gráfica No. 42: Respuesta 6 de la encuesta del curso de Escáner	137
Gráfica No. 43: Respuesta 7 de la encuesta del curso de Escáner	139
Gráfica No. 44: Respuesta 8 de la encuesta del curso de Escáner	140
Gráfica No. 45: Respuesta 9 de la encuesta del curso de Escáner	141
Gráfica No. 46: Respuesta 10 de la encuesta del curso de Escáner	143
Gráfica No. 47: Respuesta 1 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares	144
Gráfica No. 48: Respuesta 2 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares	145

Gráfica No. 49: Respuesta 3 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares	146
Gráfica No.50: Respuesta 4 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares	147
Gráfica No. 51: Respuesta 5 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares	148
Gráfica No. 52: Respuesta 6 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares	149
Gráfica No. 53: Respuesta 7 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares	151
Gráfica No. 54 Respuesta 8 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares	152
Gráfica No. 55: Respuesta 9 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares	153
Gráfica No. 56: Respuesta 10 de la encuesta del curso de Medidores Nucleares	155
Gráfica No. 57: TOE ´S capacitados por el LAF-RAM en cada año	162
Gráfica No. 58: Cursos impartidos por temática	162
Gráfica No. 59: Duración de los cursos	163
Gráfica No. 60: Calidad de los cursos	164
Gráfica No. 61: calidad de los docentes	165
Gráfica No. 62: Calidad de los temas	166
Gráfica No. 63: Cantidad de información proporcionada	167
Gráfica No. 64: ¿Que temas eliminaría de los cursos?	168
Gráfica No. 65: Temas con más detallados	169
Gráfica No. 66: Valoración de la calidad de las prácticas	170
Gráfica No. 67: Sugerencia para la organización del curso	171
Gráfica No. 68: Sugerencias para los nuevos cursos	172

### **4.2.3 Formato para aplicación de las encuestas y entrevistas**

#### **A) ENCUESTA A LOS ENCARGADOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

- 1.- Cuantos cursos el personal de la institución ha recibido en capacitación sobre protección y seguridad radiológica: \_\_\_\_\_
- 2.- El personal capacitado ha promovido cambios positivos en la implementación de la Protección Radiológica en su institución
- 3.- Cuantas veces en la institución ha evaluado la competencia y cualificación en protección radiológica de su personal
- 4.-La institución tiene registro de los certificados de los cursos de protección radiológica de su personal;
- 5.- Se conoce la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en la institución
- 6.- Tiene la institución conocimiento acerca de los objetivos de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica:
- 7.- Tiene conocimiento cuál es la institución que brinda el servicio de capacitación en Seguridad y Protección radiológica:
- 8.- Conoce el artículo 16 de la ley 156, “Ley sobre Radiaciones Ionizantes.”:
- 9.- Sabe quién es la autoridad reguladora nacional en lo que respecta a radiaciones ionizantes
- 10.- Si su respuesta anterior fue positiva mencione algunas de sus funciones

## **B) ENCUESTA A LA INSTITUCIÓN PRESTADORA DEL SERVICIO DE CAPACITACION EN MATERIA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

1.-Escriba el # de instituciones públicas y privadas que solicitan capacitación:

a) Públicas: \_\_\_\_\_ b) Privadas: \_\_\_\_\_.

2.- Cuales son las áreas temáticas en las que ha impartido los cursos sobre seguridad y protección radiológica del 2015-2020 (industria, aduana, escáner, medidores nucleares, radiológica diagnostica e intervencionista, radioterapia, medicina nuclear, primeros respondedores, otra\_\_\_\_\_)

3.- Cantidad de cursos sobre protección y seguridad radiológica ha impartido su institución en el periodo 2015-2020 y en que temática

4.- Cual es la cantidad de TOE por área temática impartida en los cursos de seguridad y protección radiológica:

5.- Cuantos participantes del sexo femenino y del sexo masculino han participado en cada temática en los cursos de seguridad y protección radiológica en 2015-2020 hombres \_\_\_\_\_ mujeres \_\_\_\_\_

### **C) ENCUESTA A PARTICIPANTES EN LAS CAPACITACIONES PARA EL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO**

1.- El curso le ha parecido:

Demasiado corto

De duración adecuada

Demasiado largo

2.- ¿Cuál es su opinión global del curso? Si desea puede agregar comentarios adicionales que argumenten su respuesta.

Malo

Bueno

Excelente

3.- ¿Cuál es su opinión global del profesorado? Si desea puede agregar comentarios adicionales que argumenten su respuesta.

Malo

Bueno

Excelente

4.- ¿Cuál es su opinión global del temario del curso? Si desea puede agregar comentarios adicionales que argumenten su respuesta.

Malo

Bueno

Excelente



5.- La información recibida le parece:

Escasa

Suficiente

Demasiada

6.- ¿Hay algún tema que suprimiría del curso?

7.- ¿Hay algún tema que considera que se debería impartirse con más detalle?

8.- ¿Cuál es su opinión respecto de las prácticas realizadas?

a) Muy interesantes

b) Adecuadas

c) Innecesarias

9.- ¿Tiene alguna sugerencia en los respecta a organización, instalaciones etc.?

10.- ¿Puede sugerir algo para mejorar este curso en próximas versiones? (utilizar la parte trasera de esta hoja).

## 4.2.4 Resumen de respuesta de los encuestados

### A) Resultados de la encuesta aplicada a los Encargados de Protección Radiológica 2020

Dirección de correo electrónico	1.- ¿Cuántos cursos el personal de la institución ha recibido en capacitación sobre protección y seguridad radiológica?	2.- ¿El personal capacitado ha promovido cambios positivos en la implementación de la Protección Radiológica en su institución?	3.- ¿Cuántas veces en la institución ha evaluado la competencia y cualificación en protección radiológica de su personal?	4.- ¿La institución tiene registro de los certificados de los cursos de protección radiológica de su personal?	5.- ¿Se conoce la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica en la institución?	6.- ¿Tiene la institución conocimiento acerca de los objetivos de la Estrategia Nacional de Formación y Capacitación en Seguridad y Protección Radiológica?	7.- ¿Cuál es la institución que brinda el servicio de capacitación en Seguridad y Protección radiológica?	8.- ¿Conoce el artículo 16 de la ley 156, "Ley sobre Radiaciones Ionizantes"?	9.- ¿Cual es la autoridad reguladora nacional en lo que respecta a radiaciones ionizantes?	10.- ¿Mencione algunas de las funciones de la autoridad reguladora?
juanantonio.cordoba@cemex.com	2 cursos	4	10	5	4	4	MINSA/LAF-RAM	5	CONEA	promover y desarrollar programas de investigación, recibir, distribuir coordinar
drarauzcano@hotmail.com	04 (cuatro)	5	3	5	5	5	MINSA/LAF-RAM	5	CONEA	Certificar las instituciones que brindan atención con equipos que emiten radiación ionizantes, así mismo al personal que trabaja en ellas ( Otorga las Licencias Institucionales y personales)
kenyatercero@hotmail.com	uno	5	2	5	5	5	MINSA/LAF-RAM	5	CONEA	- La CONEA, promueve la cultura de la evaluación y el aseguramiento de la calidad institucional, acreditación y evaluación de resultados. - Supervisar que los TOES, tengan el curso de protección Radiológica. - fijar y dirigir la política nacional de evaluación y acreditación de la educación nacional. - Aprobar criterios, estándares de calidad e indicadores a utilizar en los procesos de acreditación.

zelma.vasquez@ebco.com.br	desde el 2015 a la fecha al rededor de 12 cursos	2	2	5	5	5	Otra	5	CONEA	Regular a las instituciones que utilizan radiaciones ionizantes en base a la legislación nacional, autorizar a las instituciones y persona natural a través de licencias pertinentes para poder ejercer y operar con radiaciones ionizantes
psaballos@eaai.com.ni	Uno	3	1	3	1	2	CONEA	3	CONEA	Fomentar la protección radiológica en las instituciones que tienen personal ocupacionalmente expuesto. Regular la seguridad y protección radiológica en las instituciones u organizaciones que tienen personal ocupacionalmente expuesto. Medir los niveles de radiación en donde están ubicados las fuentes radiactivas para valorar el nivel de radiación y hacer recomendaciones si hay niveles altos en los parámetros establecidos como norma. Orientar al personal que debe hacer en caso de presentarse una emergencia radiológica con una fuente abierta o cerrada.

jennpasos93@gmail.com	Un curso.	5	2	5	5	5	MINSA/LAF- RAM	5	CONEA	1. Otorga las licencias a la producción, uso, transporte, manipulación, importación y exportación y aplicación de sustancias radiactivas para el establecimiento y operación de instalaciones donde operen fuentes de radiaciones ionizantes. 2. Realiza inspecciones y recomendaciones en las instituciones o lugares donde existe fuentes de radiación ionizante, con el fin de supervisar el cumplimiento a la ley. 3. Emite resoluciones, opiniones, disposiciones y dictámenes referentes a las actividades de su competencia
karina.nororis@hotmail.com	Todo el personal ha recibido el curso de operador	4	2	3	5	4	MINSA/LAF- RAM	5	CONEA	Emitir resoluciones, opiniones, disposiciones y dictámenes referentes a las actividades de su competencia. Otorgar licencias referentes a la producción, uso, manipulación, transporte, comercialización, importación, exportación y aplicación de sustancias radioactivas. Establecimiento y operación de instalaciones donde existan fuentes de radiaciones ionizantes. Emitir reglamentos y licencias.
yadercaballero@cira.unan.edu.ni	1	5	0	5	5	5	MINSA/LAF- RAM	5	CONEA	Regular, supervisar y fiscalizar todas las actividades relacionadas con el uso de los radioisótopos y las radiaciones ionizantes en sus diversos campos de aplicación, a fin de proteger la salud, el medio ambiente y los bienes públicos y privados.

## B) Resumen de respuestas de los prestadores de servicios

ESTADÍSTICAS DE CURSOS DE SEGURIDAD Y PROTECCION RADIOLOGICA PERIODO 2015-2020 LAF-RAM					
AÑO	2015				
AREA	No. DE CURSOS	Modalidad	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Radiología Diagnostica e intervencionismo	1	presencial	16	20	36
Medicina Nuclear	0				0
Medidores Nucleares	2	presencial	50	5	55
Operadores de Escaner	2	presencial	50	14	64
Personal de Aduana	3	presencial	44	44	88
Encargado de Protección Radiologica	1			1	1
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>		<b>160</b>	<b>84</b>	<b>244</b>
AÑO	2016				
AREA	No. DE CURSOS	Modalidad	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Radiología Diagnostica e intervencionismo	4	presencial	54	39	93
Medicina Nuclear	0				0
Medidores Nucleares	1	Presencial	30	4	34
Operadores de Escaner	1	presencial	15	5	20
Personal de Aduana	1	presencial	13	15	28
Encargado de Protección Radiologica	1	Semi-presencial	9		9
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>		<b>121</b>	<b>63</b>	<b>184</b>
AÑO	2017				
AREA	No. DE CURSOS	Modalidad	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Radiología Diagnostica e intervencionismo	3	Presencial	36	45	81
Medicina Nuclear	1	Presencial	6	4	10
Medidores Nucleares	2	Presencial	62	7	69
Operadores de Escaner	1	Presencial	15	6	21
Personal de Aduana	1	Presencial	17	0	17
Encargado de Protección Radiologica	1	semi-presencial	4	2	6
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>		<b>140</b>	<b>64</b>	<b>204</b>

AÑO		2018			
AREA	No. DE CURSOS	Modalidad	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Radiología Diagnostica e intervencionismo	4	presencial	36	59	95
Medicina Nuclear	0				
Medidores Nucleares	1	presencial	14	0	14
Operadores de Escaner	1	presencial	11	4	15
Personal de Aduana	0				0
Encargado de Protección Radiologica	1	Semi-presencial	5	4	9
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>		<b>66</b>	<b>67</b>	<b>133</b>
AÑO		2019			
AREA	No. DE CURSOS	Modalidad	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Radiología Diagnostica e intervencionismo	8	Presencial	102	99	201
Radiología Diagnostica e inter	1	En linea	10	15	25
Medicina Nuclear	0				
Medidores Nucleares	1	Presencial	26	1	27
Operadores de Escaner	1	Presencial	8	2	10
Personal de Aduana	0				0
Encargado de Protección Radiologica	1	Semi-presencial	8	13	21
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>		<b>154</b>	<b>130</b>	<b>284</b>
AÑO		2020			
AREA	No. DE CURSOS	Modalidad	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Radiología Diagnostica e intervencionismo	2	Presencial	10	32	42
Medicina Nuclear					
Medidores Nucleares					
Operadores de Escaner	1		6		6
Personal de Aduana	1		7		7
Encargado de Protección Radiologica					
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>		<b>23</b>	<b>32</b>	<b>55</b>
<b>TOTALES</b>	<b>49</b>		<b>664</b>	<b>440</b>	<b>1104</b>

ESTADISTICAS DE CURSOS DE SEGURIDAD Y PROTECCION RADIOLOGICA PERIODO 2015-2020 OTROS PRESTADORES DE SERVICIO					
AÑO	2015				
AREA	No. DE CURSOS	Modalidad	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Radioterapia	1		7	9	16
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>7</b>	<b>9</b>	<b>16</b>
AÑO	2016				
AREA	No. DE CURSOS	Modalidad	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Radioterapia	2		14	26	40
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>		<b>14</b>	<b>26</b>	<b>40</b>
AÑO	Diciembre 2017- Enero 2018				
AREA	No. DE CURSOS	Modalidad	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Primeros respondedores	1		20	10	30
Radioterapia	1		9	15	24
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>		<b>29</b>	<b>25</b>	<b>54</b>
AÑO	2019				
AREA	No. DE CURSOS	Modalidad	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Primeros Respondedores	1		15	15	30
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>15</b>	<b>15</b>	<b>30</b>
<b>TOTALES</b>	<b>6</b>		<b>65</b>	<b>75</b>	<b>140</b>

### C) Resumen de valoración de encuestas de satisfacción de cursos impartidos por el LAF-RAM durante el 2015 al 2020

Curso	Encuestado	P.1 Duracion del curso	P.2 Opinion del curso	P.3 Opinión de docentes	P.4 Opinion de los temas	P.5 Cantidad de información	P.6 Temas que quitaria	P.7 Temas con mas detalle	P.8 Opinion de practicas	P.9 Sugerencias en organización	P.10 Sugerencias para nuevos cursos
Aduana 2015	1	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Aduana 2015	2	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Radiológica	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Aduana 2015	3	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	No contestó	Marco Legal	Muy interesante	Ninguna	curso
Aduana 2015	4	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Marco Legal	Muy interesante	en Físico	No contestó
Aduana 2015	5	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Más prácticas
Aduana 2015	6	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Efectos Biológicos	Adecuadas	en Físico	Más prácticas
Aduana 2015	7	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	en Físico	No contestó
Aduana 2015	8	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Efectos Biológicos	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Aduana 2015	9	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Generadores de radiación	Muy interesante	Proporcionar material en Físico	Más prácticas
Aduana 2015	10	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	en Físico	Ninguna
Aduana 2015	11	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Generadores de radiación	Muy interesante	Proporcionar material en Físico	Ninguna
Aduana 2015	12	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Generadores de radiación	Muy interesante	Proporcionar material en Físico	Más prácticas
Aduana 2015	13	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Clases Prácticas	Muy interesante	en Físico	curso
Aduana 2015	14	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Aduana 2015	15	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Efectos Biológicos	Muy interesante	Ninguna	Reducir carga horaria
Aduana 2015	16	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	No contestó	No contestó	Muy interesante	Ninguna	curso
Aduana 2015	17	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	en Físico	curso
Aduana 2015	18	Demasiado Largo	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	radiológicos	Adecuadas	Ninguna	Reducir carga horaria
Aduana 2015	19	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	curso
Aduana 2015	20	Corto	Bueno	Bueno	Malo	Demasiada	Ninguno	Clases Prácticas	Adecuadas	en Físico	Ninguna
Aduana 2015	21	Adecuado	Excelente	Excelente	Bueno	Suficiente	Ninguno	radiaciones		Ninguna	Más prácticas
Aduana 2015	22	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Más prácticas
Aduana 2015	23	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Clases Prácticas	Muy interesante	en Físico	Ninguna
Aduana 2015	24	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Radiactiva	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Aduana 2015	25	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Transporte	Muy interesante	Ninguna	curso
Aduana 2015	26	Adecuado	Bueno	Bueno	Excelente	Suficiente	Ninguno	Generadores de radiación	Adecuadas	Ninguna	docentes en temas de aduanas
Aduana 2015	27	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	y magnitudes	Muy interesante	Ninguna	Más prácticas

Area medica 2015	59	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	TLD	Muy interesante	No contestó	No contestó
Area medica 2015	60	Demasiado Largo	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Marco Legal	Adecuadas	Ninguna	teoría antes de las prácticas
Area medica 2015	61	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Gestión de la Calidad	Adecuadas	Ninguna	teoría antes de las prácticas
Area medica 2015	62	Corto	Bueno	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	Mejora de condiciones para el curso
Area medica 2015	63	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	No contestó	Muy interesante	No contestó	No contestó
Area medica 2015	64	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Area medica 2015	65	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	No contestó	No contestó	Muy interesante	No contestó	No contestó
Area medica 2015	66	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	No contestó	No contestó	Adecuadas	No contestó	No contestó
Area medica 2015	67	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	información en tiempo y forma
Area medica 2015	68	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	No contestó	Adecuadas	Mejor refrigerio	Mejorar dinámica para tema de Leyes y reglamentos
Area medica 2015	69	Corto	Bueno	Excelente	Bueno	Escasa	No contestó	No contestó	Muy interesante	Ninguna	información en tiempo y forma
Area medica 2015	70	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Física	No contestó	Muy interesante	No contestó	No contestó
Area medica 2015	71	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	No contestó	Muy interesante	Ninguna	teoría antes de las prácticas
Area medica 2015	72	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Tomografía	Muy interesante	Ninguna	teoría antes de las prácticas
Area medica 2015	73	Corto	Bueno	Excelente	Excelente	Escasa	No contestó	No contestó	Muy interesante	Ninguna	No contestó
Area medica 2015	74	Adecuado	Excelente	Excelente	Bueno	Suficiente	Ninguno	No contestó	Muy interesante	No contestó	No contestó
Area medica 2015	75	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	No contestó	Muy interesante	No contestó	No contestó
Area medica 2015	76	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Escasa	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	No contestó
Area medica 2015	77	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	No contestó	Muy interesante	Ninguna	Más prácticas
Area medica 2015	78	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	teoría antes de las prácticas
Area medica 2015	79	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	No contestó	No contestó	Muy interesante	No contestó	No contestó
Area medica 2015	80	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	No contestó	Muy interesante	No contestó	No contestó
Area medica 2015	81	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Efectos Biológicos	Adecuadas	Ninguna	No contestó
Area medica 2015	82	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Escasa	No contestó	No contestó		No contestó	información en tiempo y forma
Area medica 2015	83	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Blindaje	Muy interesante	Proporcionar micrófono a docentes	Más prácticas
Area Medica 2017	84	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Radiológica	Muy interesante	Ninguna	curso
Area Medica 2017	85	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Cultura de Seguridad	Muy interesante	Ninguna	Mejorar el Orden del Folleto



Area Medica 2017	86	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy Interesante	Ninguna	curso
Area Medica 2017	87	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Muy Interesante	Ninguna	Ninguna
Area Medica 2017	88	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	No contestó	No contestó	Muy Interesante	No contestó	Ninguna
Area Medica 2017	89	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy Interesante	para usar la pantalla inteligente	Ninguna
Area Medica 2017	90	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	No contestó	Muy Interesante	Ninguna	Ninguna
Area Medica 2017	91	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Emergencia Radiológica	Adecuadas	Ninguna	situaciones accidentales
Area Medica 2017	92	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	curso
Area Medica 2017	93	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy Interesante	Ninguna	información en tiempo y forma
Operadores de Escaners	94	Corto	Bueno	Bueno	Excelente	Escasa	Ninguno	Fundamentales	Adecuadas	Ninguna	curso
Operadores de Escaners	95	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Rol de Aduana	Adecuadas	Ninguna	Más prácticas
Operadores de Escaners	96	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	curso
Operadores de Escaners	97	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	Ninguna
Operadores de Escaners	98	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	Ninguna
Operadores de Escaners	99	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Efectos Biológicos	Muy interesante	Ninguna	Folleto
Operadores de Escaners	100	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Fundamentales	Muy interesante	Ninguna	Folleto
Operadores de Escaners	101	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores de Escaners	102	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores de Escaners	103	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	curso
Operadores de Escaners	104	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Más prácticas
Operadores de Escaners	105	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Efectos Biológicos	Muy interesante	Ninguna	Folleto
Operadores de Escaners	106	Corto	Bueno	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	Folleto
Operadores de Escaners	107	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores de Escaners	108	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores de Escaners	109	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Fundamentales	Adecuadas	en Fisico	No contestó
Operadores Medidores Nucleares	110	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	111	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	No contestó	Marco Legal	Muy interesante	Ninguna	Aumentar el tiempo del curso
Operadores Medidores Nucleares	112	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	No contestó	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	113	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Todo bien	Adecuadas	Todo bien	Evaluacion despues de cada capacitacion
Operadores Medidores Nucleares	114	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	No contestó	No contestó	Adecuadas	Ninguna	Ninguna

Operadores Medidores Nucleares	115	Corto	Excelente	Malo	Malo	Demasiada	No contestó	Ninguno	Innecesarias	Ninguna	Aumentar el tiempo del curso
Operadores Medidores Nucleares	116	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Escasa	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	117	Corto	Bueno	Excelente	Bueno	Demasiada	Ninguno	Protección Radiológica	Adecuadas	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	118	Demasiado Largo	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	119	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	120	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Todo bien	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	121	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Escasa	Ninguno	Nociones fundamentales	Muy interesante	Todo bien	antes de comenzar el curso
Operadores Medidores Nucleares	122	Corto	Excelente	Bueno	No contesto	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	123	Corto	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Todo bien	Adecuadas	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	124	Corto	Bueno	Bueno	Excelente	Suficiente	Ninguno	Clases Prácticas	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	125	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Todo bien	Aumentar el tiempo del curso
Operadores Medidores Nucleares	126	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	127	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Legislación	Física de las radiaciones	Adecuadas	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	128	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	129	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Emergencia Radiológica	Muy interesante	Todo bien	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	130	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Todo bien	Ninguna
Operadores Medidores Nucleares	131	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Demasiada	Ninguno	Ninguno	Adecuadas	Ninguna	Más prácticas
Operadores Medidores Nucleares	132	Corto	Bueno	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Protección Radiológica	Muy interesante	Todo bien	Aumentar el tiempo del curso
Operadores Medidores Nucleares	133	Adecuado	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	Ninguno	Ninguno	Muy interesante	Ninguna	Ninguna