

Balance del servicio de Dosimetría Externa del LAF-RAM durante un año de Covid19. ¿Existe incidencia en las dosis del TOE?

Balance of the External Dosimetry service of the LAF-RAM during the year of Covid19. Is there an incidence in the doses of TOE?

Castillo Arias, Andrea Marcela; Roas Zúniga, Norma Alejandra; Pérez Zeledón, Ricardo Enrique; Mendoza Corea, Josselyn Suyen

 **Andrea Marcela Castillo Arias**
acastillos@unan.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
Managua, Nicaragua

 **Norma Alejandra Roas Zúniga**
nroa@unan.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
Managua, Nicaragua

 **Ricardo Enrique Pérez Zeledón**
richperez1993@gmail.com
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
Managua, Nicaragua

 **Josselyn Suyen Mendoza Corea**
josselyn95mendoza@hotmail.com
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
Managua, Nicaragua

Revista Torreón Universitario
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua,
Nicaragua
ISSN: 2410-5708
ISSN-e: 2313-7215
Periodicidad: Cuatrimestral
vol. 11, núm. 31, 2022
revis.torreon.faremc@unan.edu.ni

Recepción: 27 Septiembre 2021
Aprobación: 29 Abril 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/387/3873100003/>

DOI: <https://doi.org/10.5377/rtu.v11i31.14226>

El autor o los autores de los artículos, ensayos o investigaciones conceden a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) los derechos de edición (copyright) del trabajo enviado, por consiguiente la Universidad cuenta con el derecho exclusivo para publicar el artículo durante el periodo completo de los derechos de autor.

Resumen: Se estableció un protocolo de medidas de prevención de COVID-19 para mantener la continuidad del servicio de dosimetría externa el cual se aplica tanto a personal del laboratorio como a clientes. Se comparó la evolución del servicio de dosimetría a nivel nacional entre los años 2019 y 2020 en términos de la cantidad de instituciones atendidas y la cantidad de usuarios, así como un posible incremento de la dosis equivalente personal. La pandemia por COVID-19 generó una disminución de la cantidad de instituciones atendidas en los últimos trimestres evaluados, no así la cantidad de dosímetros leídos por el servicio. Se observó un aumento de 1,1 veces en el promedio de la dosis equivalente personal en 2020 respecto a 2019, sin sobrepasar la restricción de dosis. No se presentó baja de personal técnico del LAF-RAM, por tanto, el servicio de dosimetría se mantuvo sin interrupciones, considerando adecuado el protocolo adoptado.

Palabras clave: Dosimetría personal, Dosímetro, Trabajador Ocupacionalmente Expuesto.

Abstract: A protocol for prevention of COVID-19 was established to maintain the continuity of the external dosimetry service, which is applied to both laboratory personnel and customers. The evolution of the dosimetry service at the national level between 2019 and 2020 was compared in terms of the number of institutions attended and the number of users, as well as a possible increase in the personal dose equivalent. The COVID-19 pandemic generated a decrease in the number of institutions served in the last quarters evaluated, but not in the number of dosimeters read by the service. There was an increase of 1,1 times in the average personal equivalent dose in 2020 with respect to 2019, without exceeding the dose restrictions. There was no absence of LAF-RAM technical personnel, therefore, the dosimetry service was maintained without interruptions, considering the adopted protocol to be adequate.

Keywords: Dosimeter, Occupationally exposed worker, Personal dosimetry.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

1. INTRODUCCIÓN

Las radiaciones ionizantes son un tipo de energía que ionizan la materia y que tiene distintas aplicaciones en la industria y la medicina, entre otras. En el campo de la medicina se utiliza tanto con fines terapéuticos como diagnósticos; utilizando equipos generadores de rayos X y equipos con fuentes radiactivas.

El flujo de trabajo alrededor de estos campos de la medicina y el personal involucrado se conoce como Trabajador Ocupacionalmente Expuesto (TOE) es decir, aquel que por la naturaleza de su trabajo se expone a radiación ionizante.

Como parte de la vigilancia de la salud del TOE según el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA, 2014) “los empleadores son responsables de adoptar las disposiciones necesarias para evaluar y registrar las exposiciones ocupacionales y de vigilar la salud de los trabajadores”. Parte de estas disposiciones consiste en garantizar la evaluación de la exposición ocupacional a través de monitoreos individuales de estimación de dosis de radiación recibida por cada TOE, OIEA (2014).

A nivel nacional el ente encargado de garantizar y regular en materia de radiación ionizante es la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA) concebido a partir de la Ley de Radiaciones Ionizantes Ley 15 (1993). La CONEA opera a través de la Dirección General de Regulación Sanitaria (DGRS); sobre esta base en el año 2011 se publica el Reglamento Técnico de Protección contra las Radiaciones Ionizantes (RTPRI) en el cual se establece que los titulares de autorización deberán ser responsables de entre otros requisitos, de la protección de los trabajadores contra la exposición ocupacional (Comisión Nacional de Energía Atómica [CONEA], 2011).

Los límites de dosis para la exposición ocupacional de trabajadores se describen en el RTPRI en distintas categorías y considera a un TOE a partir de los 18 años los cuales no deben superar una dosis efectiva de 20 mSv por año como promedio en un período de cinco años consecutivos y tampoco superar una dosis efectiva de 50 mSv en cualquier año (CONEA 2011). Estos límites de dosis están dirigidos a la dosimetría de cuerpo entero el cual es el tema de interés de este estudio.

En cuanto a las restricciones de dosis la sección II de la Guía para implementación del reglamento técnico de protección contra las radiaciones ionizantes en la práctica de radiología convencional e intervencionista establece que se aplica 10 mSv por año para TOE con jornadas laborales de 8 horas por día en 5 días por semana considerando 50 semanas por año (CONEA 2011).

La vigilancia individual o monitoreo de los TOE se puede realizar a través de dosimetría externa utilizando dispositivos específicos conocidos como dosímetros. A nivel nacional, solamente el Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología (LAF-RAM), con 27 años de experiencia en protección radiológica presta el servicio a todas las instituciones que así lo soliciten, contribuyendo de esta manera al cumplimiento de la reglamentación.

Antecedentes del servicio de dosimetría externa

Los primeros esfuerzos se hicieron en el año 1990 para realizar el monitoreo individual a algunos hospitales de Managua, cuando se conformó un grupo de estudiantes de la carrera de Física bajo la dirección de Dr. Fabio Morales y el profesor alemán Dr. Jörn Bleck Neuhaus (N. Roas, F. Somarriba, F. López, comunicación personal, 26 de octubre de 2019). Sin embargo, para marzo de 1993 la Universidad Nacional Autónoma

de Nicaragua, Managua (UNAN-MANAGUA) crea el Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología (LAF-RAM) con fines de investigación y servicio a la sociedad en el ámbito de las radiaciones ionizantes, (N. Roas, F. Somarriba, F. López, comunicación personal, 26 de octubre de 2019).

La tecnología actual que se utiliza para el monitoreo individual es de tipo termoluminiscente y empezó en el año 1995, por medio de la cooperación con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) proporcionando equipamiento tales como detectores y lectores termoluminiscentes TLD (por sus siglas en inglés) y capacitaciones al personal del laboratorio. (N. A. Roas Zúniga, F.I. Somarriba, F. López, comunicación personal, 26 de octubre 2019).

Actualidad del servicio de dosimetría externa

En general, el LAF-RAM a través del servicio del Laboratorio de Dosimetría Externa (LDE) registra TOE en distintas prácticas como la industria, medicina diagnóstica y terapéutica, investigación y en regulación (LAF-RAM, 2020).

La vigilancia radiológica a los TOE a través de la dosimetría personal se realiza con periodos de cambio de dosímetro principalmente de manera bimensual, sin embargo, existen instituciones con periodos de cambio mensual según su tipo de práctica, magnitud a monitorear o políticas de la propia institución o por mandato según regulación.

Para enero 2019 el Laboratorio tenía registrado por convenio y contrato el servicio de dosimetría personal externa en la magnitud Hp(10), es decir monitoreo con dosímetros de cuerpo entero, dosimetría personal de extremidad en la magnitud Hp(0,07) (monitoreo con dosímetros de anillo), dosimetría ambiental H*(10), a 122 instituciones con 1777 usuarios dentro de las cuales 85 son instituciones privadas y 37 instituciones públicas. Sin embargo, alrededor de 32 instituciones se encontraban ausentadas del servicio entre seis meses a un año, el servicio las considera inactiva por periodos superiores a dos años.

En enero 2020 se registró entre convenios y contratos y para las magnitudes Hp(10), H*(10) y Hp(0.07), a 133 instituciones con 1993 usuarios o dosímetros dentro de las cuales 99 son instituciones privadas y 34 instituciones públicas.

Se considera que las características del servicio de dosimetría externa son muy dinámicas por diversos motivos, como ejemplos tenemos la reactivación del servicio con aquellas instituciones ausentes, instituciones nuevas (algunas no finalizan las gestiones de nueva solicitud), solicitudes de las altas y bajas constantes de TOE en instituciones activas. Por otro lado, también se observa en los primeros meses de cada año reactivaciones de servicios y nuevas solicitudes esto generalmente coincide con las visitas de inspección anuales programadas por la DGRS.

Actuación durante el COVID-19

La perturbación provocada por la pandemia por COVID-19 generó tal incertidumbre que el servicio del LDE debió tomar medidas para garantizar su continuidad y al mismo tiempo no verse afectado en términos de salud del personal. Se consideró en todo momento la importancia de la vigilancia radiológica del TOE principalmente aquellos relacionados en el área médica.

Las actuaciones inmediatas fueron las medidas y protocolos sanitarios básicos como el distanciamiento, el lavado de manos y el uso de mascarillas difundidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS, s.f.). Similarmente fue clave realizar investigaciones y participar en compartir experiencias entre laboratorios de la región para implementar las mejores prácticas.

Las medidas se fortalecieron a raíz de la participación del equipo del LDE en el seminario web: "COVID-19-Related Issues: A Medical Physics Perspective from Italy" ; cuya panelista fue la directora

Antonella del Vecchio del departamento de física médica del hospital San Rafael de Milán, Italia donde explicó que la dosimetría personal la llevan internamente en el hospital y que siguieron protocolo del servicio para manipular los dosímetros según un esquema de permanencia del virus en distintas superficies al compararlos con los materiales que constituyen los dosímetros. Por ejemplo, cobre, papel, acero inoxidable tienen un tiempo de permanencia o abatimiento del virus de 4, 24 y 48 horas respectivamente; sin embargo, el plástico fue presentado con el mayor tiempo de permanencia alrededor de 72 horas (Vecchio, 2020), el cual es el mayor componente de los dosímetros. Estos datos les permitió adoptar medidas de espera para que su personal técnico realizaran las lecturas de los dosímetros en este caso una semana (Vecchio, 2020).

Valorando lo mostrado por la experiencia italiana y considerando que los equipos y dosímetros del servicio de dosimetría del hospital San Rafael de Milán son similares a los del Servicio del LDE se empezaron a realizar las lecturas de los dosímetros esperando 3 días calendario. Por otro lado, todo el personal del LAF-RAM participó en un segundo seminario web atendido en mayo 2020 “Continuity in COVID-19 pandemic: How to run effective technical services for individual monitoring during a pandemic” por Burcin et ál.(2020). Producto de las experiencias mostradas en dicho seminario, se procedió a plantear de manera escrita un protocolo general del LAF-RAM de prevención ante el COVID-19 para darle continuidad a los servicios. Este protocolo inicialmente nace como parte del Laboratorio de Dosimetría Externa LDE, sin embargo, fue ampliado a los demás laboratorios del LAF-RAM.

Relación entre salas de imagenología, COVID-19 y dosimetría personal externa

Paralelamente, durante la pandemia fue reconocido a nivel mundial que uno de los medios de confirmación de la enfermedad del Covid-19 son los estudios por medio de radiografías de tórax o exploraciones de tórax con tomografía computarizada a pacientes sospechosos o con síntomas (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020). Esto reafirmó el compromiso de dar continuidad al servicio del LDE, pero desde otra perspectiva surgió la interrogante sobre la incidencia de las dosis de los TOE ante un posible incremento de las exploraciones en tórax y compararlos con los límites y restricciones de dosis anual.

En este sentido, de acuerdo con el Consejo de Seguridad Nacional (CSN,1990) (organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica en España); la protección radiológica en una sala de rayos X diagnóstico debe garantizar las dosis equivalente tan bajas como sea razonablemente posible al TOE, a los pacientes y miembros del público. Esto debe aplicarse en tres niveles: desde el punto de vista del diseño y buen funcionamiento del equipo generador de Rayos X, verificando el diseño de blindaje y distribución de las salas además de señalizaciones y un tercer nivel, durante las situaciones de exposición, asegurando el uso de protección personal y buena práctica.

De manera general los cálculos de blindaje se realizan considerando el peor escenario con cargas de trabajo conservativas, es decir, volúmenes máximos de estudios por salas; definido en función de la corriente del tubo de Rayos X y el tiempo de emisión de radiación en un intervalo de tiempo generalmente una semana (CSN,1990). Bajo estos criterios de cálculo de blindaje es de esperarse un factor de seguridad realizando previsiones futuras como aumento de la carga de trabajo, por ejemplo, el posible incremento de radiografías de tórax para diagnóstico de COVID-19.

Este estudio compara el desempeño y la adaptación del laboratorio de dosimetría externa durante los meses críticos de la pandemia con respecto a los meses evaluados del 2019 a partir de un protocolo de prevención ante el COVID-19.

2. METODOLOGÍA

Protocolo de prevención del COVID-19

Se realizaron reuniones entre los integrantes del servicio de Dosimetría Externa incluyendo el personal de atención al cliente, se plantearon las principales dificultades y se discutió posibles estrategias de prevención generales aplicadas al servicio y laboratorio de dosimetría. Estas ideas y estrategias se describieron en un documento que a su vez se extendió a todos los servicios brindado por el LAF-RAM, como son, el Laboratorio de Calibración Dosimétrica, el Laboratorio de Dosimetría Interna y el Laboratorio de Control de Calidad y Monitoreo (LAF-RAM, 2020).

De manera general, se empezaron medidas preventivas de atención al cliente, donde se solicita el uso de mascarilla y la aplicación de alcohol al ingreso del LAF-RAM tanto para visitantes como todo personal. Para atención a los clientes se colocó una silla distanciada a un metro del escritorio del personal que atiende. En cuanto al servicio de dosimetría los dosímetros recepcionados se colocaban en mesas recubiertas por plásticos o papeles de reúso para la esterilización y posterior almacenaje. A todo el personal se le orientó el lavado de manos posterior al manejo de dosímetros y carpetas con los registros de cada institución.

Comparación del servicio entre 2019 y 2020

Se comparó la evolución del servicio de dosimetría a nivel nacional entre los años 2019 y 2020, para esto se utilizaron los datos de la cantidad de dosímetros leídos entre cada uno de los cuatro trimestres, la cantidad de dosímetros leídos es equivalente a la cantidad de TOE atendido.

Por otro lado, también se comparó por año la cantidad de instituciones que realizaron cambios entre estos dos años. Se tomó en consideración algunas variables ya que algunas instituciones se habían ausentado en al menos dos años, otras solicitaron en el año 2020 por vez primera el servicio y otras realizaron el cambio de dosímetro extendiendo el periodo iniciándolo en 2019 y regresando en 2020.

Ante una posible duda de la incidencia de las dosis de radiación de los TOE por incremento de carga de trabajo se comparó la dosis equivalente personal Hp (10) de todas las instituciones hospitalarias de diagnóstico. Primero se obtuvo el promedio de Hp (10) anual de todos los servicios de salud en área de diagnósticos para compararlo entre 2019 y 2020. Luego se realizó un análisis de ANOVA comparando las dosis promedio de dichas instituciones, pero por trimestres entre cada año.

Utilizando el criterio ANOVA se consideró como hipótesis nula que no existe diferencia significativa entre los promedios de dosis entre los años 2019 y 2020; por tanto, si los resultados indican $p \leq \alpha$ se rechaza la hipótesis nula con p la probabilidad de evidencias en contra de la hipótesis nula y α el nivel de significancia (Rubio et ál., 2012).

3. RESULTADOS

Protocolo

Se elaboró el Protocolo de Prevención del Covid-19 adoptado por todo el personal del LAF-RAM. El protocolo consta de diez páginas y forma parte del Sistema de Gestión de Calidad del LAF-RAM. En la figura 1 se muestra la portada del documento, y como todo documento del sistema de gestión se encuentra en revisión para actualizarlo.



FIGURA 1
Portada del protocolo de prevención de COVID-19

Servicio del LDE 2019 y 2020

Como se mencionó anteriormente el servicio de dosimetría es muy dinámico, generalmente se espera un aumento de solicitudes en los primeros meses de cada año, lo cual concuerda con los resultados mostrados en la Figura 2. En la comparación del II, III y IV trimestre se observó menor presencia de instituciones en el 2020 respecto a 2019, inclusive con el primer trimestre del mismo año, se consideró que esta disminución es atribuible al impacto del COVID-19. En el último trimestre de 2020 solamente el 60% de las instituciones realizaron cambio de dosímetros.



FIGURA 2
Comparación por trimestre de la cantidad de instituciones atendidas

Comparando los trimestres de 2019 con 2020 en términos de la cantidad de dosímetros leídos equivalente a cantidad de TOE, se observó incrementos en cada trimestre 2020 con respecto a los correspondientes del año anterior, excepto en el último trimestre (Ver figura 3).

Esta gráfica indica que en el primer trimestre al darse un aumento de instituciones también hubo un aumento considerable de dosímetros solicitados a ser evaluados. Sin embargo, en el transcurso del año 2020 se observó que la cantidad de dosímetros disminuyó respecto al primer trimestre este resultado se debe probablemente a que las instituciones extendieron sus periodos de cambio de dos hasta 6 meses, otras se

ausentaron por el resto del año y por último se observó que la mayoría de las instituciones notificaron a usuarios y por tanto dosímetros como bajas.

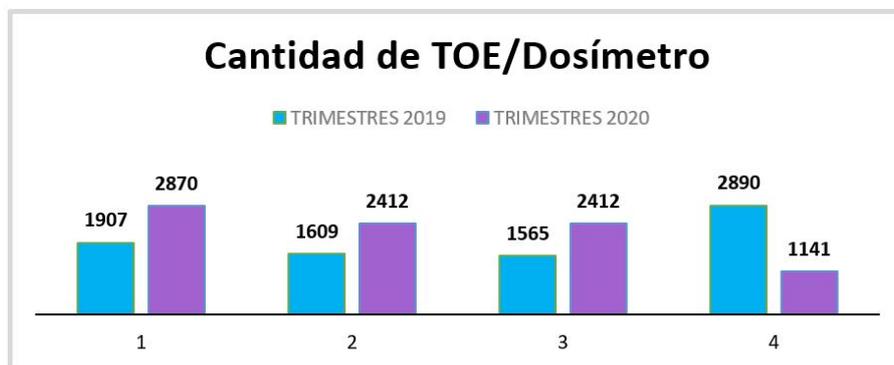


FIGURA 3
Comparación por trimestre de la cantidad de lectura de dosímetros por TOE

Los resultados anteriores se basan en los registros de bitácoras propias de los procedimientos de trabajo del servicio de LDE como son: Bitácora de lectura de dosímetros, Bitácora de puesta en cero de dosímetros, Bitácora de entrega de dosímetros.

Respecto a las dosis de TOE se comparó la dosis equivalente personal Hp (10) promedio acumulado anual mostrada en la figura 4. En este análisis solamente se incluyó la información dosimétrica las instituciones hospitalarias del área de diagnóstico. En este sentido, para cada institución se calculó la dosis anual acumulada y se procedió a obtener el promedio por cada año; los resultados indican que la dosis acumulada es 1,1 veces mayor en el 2020 respecto al 2019.

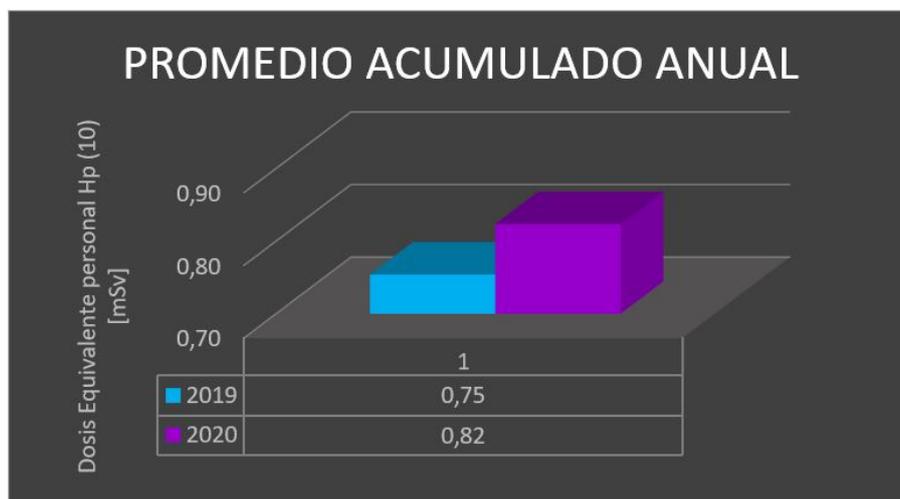


FIGURA 4
Promedio acumulado de dosis equivalente personal Hp (10) por año.

Por otro lado, se consideró oportuno comparar la dosis Hp (10) en cualquiera de los trimestres de año 2020 respecto a 2019. Los resultados se muestran en la figura 5 donde los primeros tres trimestres Hp (10) es similar, sin embargo, en el cuarto trimestre 2020 se observa un valor mayor de Hp (10) este valor es 3 veces mayor comparado al resultado de Hp (10) en el año anterior.

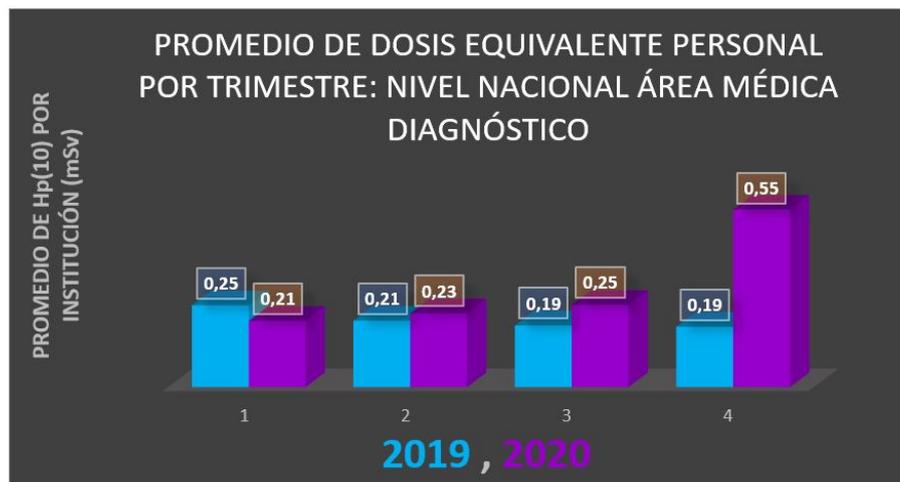


FIGURA 5

Comparación de dosis equivalente personal Hp (10) en el área de diagnóstico por trimestres

El análisis de ANOVA que se indica en la tabla 1 muestra que el estadístico F Snedecor, equivale a 6,290 y el valor p de 0,000 es decir $p \leq \alpha$. Con este resultado se rechaza la hipótesis nula es decir que las medias entre las dosis de cada trimestre son diferentes. Los resultados en detalle se muestran en la tabla 1.

TABLA 1
Resultados de análisis de ANOVA de las dosis promedio por año.

Tabla 1. Resultados de análisis de ANOVA de las dosis promedio por año.					
	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
Intra grupos	4.168	7	.595	6.290	.000
Inter grupos	50.546	534	.095		
Total	54.714	541			

Es necesario en este caso determinar entre cuales trimestres existe diferencia significativa de las medias de las dosis para esto se realizó el análisis de contrastes a posteriori utilizando la estadística de Tukey y comprobar si los valores de dosis promedios varían entre trimestres de cada año. La tabla 2 se construyó realizando las comparaciones múltiples con la variable dosis como dependiente. Los resultados muestran que existe diferencia significativa solamente cuando se compara las dosis promedio del cuarto trimestre 2020 con el resto de los trimestres distribuidos entre el año 2019 y 2020. (Error 1: La referencia: tabla 2 está ligada a un elemento que ya no existe)

TABLA 2
Resultados de Comparaciones Múltiples utilizando estadística de Tukey, entre trimestres

(I) TRIMESTRE	(J) TRIMESTRE	Diferencias de Medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TRIMESTRE I 2019	TRIMESTREII 2019	.04936	.05116	.979	-.1063	.2050
	TRIMESTREIII 2019	.06346	.05257	.930	-.0965	.2234
	TRIMESTREIV 2019	.06813	.05936	.946	-.1125	.2487
	TRIMESTREI 2020	.04898	.04750	.970	-.0956	.1935
	TRIMESTREII 2020	.02126	.05257	1.000	-.1387	.1812
	TRIMESTREIII 2020	-.00418	.05257	1.000	-.1642	.1558
	TRIMESTREIV 2020	-.27932*	.06021	.000	-.4625	-.0961
TRIMESTRE II 2019	TRIMESTREI 2019	-.04936	.05116	.979	-.2050	.1063
	TRIMESTREIII 2019	.01410	.05136	1.000	-.1422	.1704
	TRIMESTREIV 2019	.01877	.05828	1.000	-.1586	.1961
	TRIMESTREI 2020	-.00038	.04615	1.000	-.1408	.1401
	TRIMESTREII 2020	-.02810	.05136	.999	-.1844	.1282
	TRIMESTREIII 2020	-.05354	.05136	.968	-.2098	.1027
	TRIMESTREIV 2020	-.32868*	.05915	.000	-.5087	-.1487
TRIMESTRE III 2019	TRIMESTREI 2019	-.06346	.05257	.930	-.2234	.0965
	TRIMESTREII 2019	-.01410	.05136	1.000	-.1704	.1422
	TRIMESTREIV 2019	.00467	.05953	1.000	-.1765	.1858
	TRIMESTREI 2020	-.01448	.04771	1.000	-.1597	.1307
	TRIMESTREII 2020	-.04221	.05276	.993	-.2028	.1184
	TRIMESTREIII 2020	-.06765	.05276	.905	-.2282	.0929
	TRIMESTREIV 2020	-.34278*	.06038	.000	-.5265	-.1590

CONTINUACIÓN DE LA TABLA 2

Resultados de Comparaciones Múltiples utilizando estadística de Tukey, entre trimestres

TRIMESTRE IV 2019	TRIMESTREI 2019	-.06813	.05936	.946	-.2487	.1125
	TRIMESTREII 2019	-.01877	.05828	1.000	-.1961	.1586
	TRIMESTREIII 2019	-.00467	.05953	1.000	-.1858	.1765
	TRIMESTREI 2020	-.01915	.05510	1.000	-.1868	.1485
	TRIMESTREII 2020	-.04687	.05953	.994	-.2280	.1343
	TRIMESTREIII 2020	-.07231	.05953	.927	-.2534	.1088
	TRIMESTREIV 2020	-.34745*	.06637	.000	-.5494	-.1455
TRIMESTRE I 2020	TRIMESTREI 2019	-.04898	.04750	.970	-.1935	.0956
	TRIMESTREII 2019	.00038	.04615	1.000	-.1401	.1408
	TRIMESTREIII 2019	.01448	.04771	1.000	-.1307	.1597
	TRIMESTREIV 2019	.01915	.05510	1.000	-.1485	.1868
	TRIMESTREII 2020	-.02772	.04771	.999	-.1729	.1175
	TRIMESTREIII 2020	-.05316	.04771	.954	-.1984	.0920
	TRIMESTREIV 2020	-.32830*	.05602	.000	-.4988	-.1578
TRIMESTRE II 2020	TRIMESTREI 2019	-.02126	.05257	1.000	-.1812	.1387
	TRIMESTREII 2019	.02810	.05136	.999	-.1282	.1844
	TRIMESTREIII 2019	.04221	.05276	.993	-.1184	.2028
	TRIMESTREIV 2019	.04687	.05953	.994	-.1343	.2280
	TRIMESTREI 2020	.02772	.04771	.999	-.1175	.1729
	TRIMESTREIII 2020	-.02544	.05276	1.000	-.1860	.1351
	TRIMESTREIV 2020	-.30057*	.06038	.000	-.4843	-.1168

CONTINUACIÓN DE LA TABLA 2
Resultados de Comparaciones Múltiples utilizando estadística de Tukey, entre trimestres

TRIMESTRE III 2020	TRIMESTREI 2019	.00418	.05257	1.000	-.1558	.1642
	TRIMESTREII 2019	.05354	.05136	.968	-.1027	.2098
	TRIMESTREIII 2019	.06765	.05276	.905	-.0929	.2282
	TRIMESTREIV 2019	.07231	.05953	.927	-.1088	.2534
	TRIMESTREI 2020	.05316	.04771	.954	-.0920	.1984
	TRIMESTREII 2020	.02544	.05276	1.000	-.1351	.1860
	TRIMESTREIV 2020	-.27513*	.06038	.000	-.4589	-.0914
TRIMESTRE IV 2020	TRIMESTREI 2019	.27932*	.06021	.000	.0961	.4625
	TRIMESTREII 2019	.32868*	.05915	.000	.1487	.5087
	TRIMESTREIII 2019	.34278*	.06038	.000	.1590	.5265
	TRIMESTREIV 2019	.34745*	.06637	.000	.1455	.5494
	TRIMESTREI 2020	.32830*	.05602	.000	.1578	.4988
	TRIMESTREII 2020	.30057*	.06038	.000	.1168	.4843
	TRIMESTREIII 2020	.27513*	.06038	.000	.0914	.4589

*. La diferencia media es significativa al nivel 0,05.

4. DISCUSIÓN

En general respecto a todo lo que corresponde al servicio de dosimetría externa se encontraron al menos 5 instituciones cuyo periodo de cambio superó los seis meses. Otras instituciones suspendieron sus servicios por ejemplo de terapia con medicina nuclear debido a la falta de ingreso al país de insumo de material radiactivo.

En el primer trimestre 2020 hubo aumento de TOE e instituciones respecto al año 2019. La cantidad de TOE segundo y tercer trimestre del 2020 se mantuvo, pero disminuyó respecto al primer trimestre. Sin embargo, en todos los casos se superan en un factor de 1,5 respecto a 2019. Según las instituciones atendidas en los trimestres segundo y tercero 2020 se encontró menor cantidad respecto a los correspondientes de 2019, la cual no es significativa.

La cantidad de TOE aumentó considerablemente en el primer trimestre con una disminución conforme a lo esperado por la crisis sanitaria, al reportarse en la mayoría de las instituciones personal de baja, por diversos motivos, algunos notificados como baja temporal o baja definitiva, sin embargo, las lecturas de dichos dosímetros deben efectuarse para realizar el informe dosimétrico.

Respecto a las dosis promedio del área médica de diagnóstico se observa un incremento del promedio anual en el año 2020 debido a un incremento de la dosis promedio del último trimestre de este año. Esto es atribuible a la presencia de dosis atípica en el área de diagnóstico como 6,61 mSv observada en una clínica privada.

5. CONCLUSIONES

No se presentó baja de personal técnico del LAF-RAM, por tanto, el servicio de dosimetría se mantuvo sin interrupciones, considerando adecuado el protocolo adoptado.

La pandemia por COVID-19 generó una disminución de la cantidad de instituciones atendidas en los últimos trimestres evaluados, no así la cantidad de lectura de los dosímetros leídos por el servicio.

Aunque existe un aumento de las dosis equivalente personal Hp (10) en el año 2020 respecto al 2019, no se supera las restricciones de dosis en ningún año por tanto se considera que al menos las salas están diseñadas con barreras de protección que cumplen con los requisitos esto con el supuesto que realmente se sufrió un aumento de la carga de trabajo y el personal sigue los protocolos de trabajo considerados como buenas prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Nacional de Nicaragua. (1993, 23 de marzo). Ley 156 de 1993. Ley Sobre Radiaciones Ionizantes. La Gaceta n° 73. <https://www.lagaceta.gob.ni/1993/04/073/>
- Burcin, O., Hajek, M., Abutalipov, R., Vanhaver, F., & Carinou, E. (2020). Continuity in COVID-19 pandemic: How to run effective technical services for individual monitoring during a pandemic [Webinar]. International Atomic Energy Agency IAEA. <http://ns-files.iaea.org/video/orp-webinar-may2020.mp4>
- Comisión Nacional de Energía Atómica CONEA. (2011, 12 de octubre). Reglamento técnico de protección contra las radiaciones ionizantes de la república de Nicaragua. Reglamento de protección contra las radiaciones ionizantes (minsa.gob.ni)
- Consejo de Seguridad Nuclear CSN Guía de Seguridad No.5.11 (1990). Aspectos técnicos de Seguridad y Protección Radiológica de Instalaciones Médicas de Rayos X para Diagnóstico. Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico (sne.es)
- Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología. (2020). Manual de Caracterización de Procesos. [Manuscrito no publicado]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. Requisitos Generales de Seguridad parte 3. (2016). Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad. https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1578_S_web.pdf
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). Manual de orientación rápida para la utilización de estudios radiológicos de tórax en el diagnóstico de la COVID-19, 11 de junio de 2020. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/333776>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (s.f.). Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19): orientaciones para el público. Consultado el 30 de marzo de 2021. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>
- Rubio Hurtado, M. J. y Berlanga Silvente, V. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació. 5(2), 83-100. <http://www.ub.edu/ice/reire.htm>
- Vecchio, A. (2020). COVID-19-Related Issues: A Medical Physics Perspective from Italy. [Webinar]. Departamento de Física Médica, Instituto Científico San Rafael. <https://mpwb.org/CoronaVirusResources>