



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA

ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE
PROCEDIMIENTOS PARA EL TOMÓGRAFO TOSHIBA
ACTIVION EN EL DEPARTAMENTO DE
IMAGENOLOGÍA DEL HOSPITAL PROVINCIAL
GENERAL DOCENTE RIOBAMBA

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL

Presentado para optar al grado académico de:

BIOFÍSICO

AUTOR: JEFFERSON ISRAEL BONILLA BAYAS

TUTOR: DR. RICHARD PACHACAMA

Riobamba-Ecuador

2018

© 2018, **JEFFERSON ISRAEL BONILLA BAYAS**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de autor

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA

El Tribunal de la Comisión de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo experimental: **“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL TOMÓGRAFO TOSHIBA ACTIVION EN EL DEPARTAMENTO DE IMAGENOLOGÍA DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA”**, de responsabilidad del señor Jefferson Israel Bonilla Bayas, ha sido minuciosamente revisado por los miembros de Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dr. Richard
Pachacama
DIRECTOR DE
TESIS

Biof. Rosa Ormaza
MIEMBRO DEL
TRIBUNAL

Yo, Jefferson Israel Bonilla Bayas soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Jefferson Israel Bonilla Bayas

DEDICATORIA

Con profundo respeto y amor a mis padres, principio y luz de mi existencia; ejemplo de lucha constante me inculcaron que la educación es el paso a la superación, siendo pilares fundamentales en la culminación de mis estudios universitarios.

A mi abuelita Clarita, que, con su infinito amor y ejemplo, me enseñó desde niño, lo que vale el cariño, el respeto y sobre todo el servicio a los demás. Para ti, abuelita un sueño hecho realidad.

A mis tíos por todo el apoyo moral que me supieron brindar a lo largo de mi vida estudiantil.

Jefferson

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser el protagonista de mi existencia.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Alma Mater de cultura, ciencia y trabajo en cuyo seno me eduqué y me formé profesionalmente.

Al Hospital General Provincial Docente Riobamba, Noble Institución que me abrió las puertas para realizar mi trabajo de titulación; mis más sinceros reconocimientos de gratitud y estima a todos los miembros de esta gran familia médica, en especial al personal del área de Imagenología.

A mis maestros, que con su vocación de cátedra me supieron impartir sus conocimientos para la culminación de mi carrera universitaria. En especial al Doctor Richard Pachacama, Director de mi trabajo de Titulación, y a la Biof. Rosita Ormaza, que me ayudaron con su paciencia, conocimiento y dedicación para culminar el trabajo de titulación.

A mis compañeros por ser parte de esta fase estudiantil; no fue fácil, solo la perseverancia nos hizo fuertes; ahora ya tenemos la mejor credencial para ser protagonistas de nuestra propia realidad. Adelante compañeros.

Jefferson

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
RESUMEN.....	xvi
SUMARY.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	7
1.1 Principio de funcionamiento del equipo.....	7
1.1.1 Coeficiente de atenuación	8
1.1.2 Unidades Hounsfield (HU).....	9
1.1.3 Tipos de escáner de tomografía computarizada	11
1.2 Sistemas que componen un tomógrafo.....	12
1.3 Parámetros de adquisición en estudios de tomografía.....	19
1.3.1 Introducción de datos del paciente	19
1.3.2 Selección de protocolo de adquisición	19
1.3.3 Posicionamiento del paciente	20
1.3.4 Realización del topograma	20
1.4 Responsables del área de radiodiagnóstico	20
1.5 Dosimetría.....	21
1.5.2 Radioprotección	23
1.5.2.1 Justificación de la práctica	23
1.5.2.2 Optimización de la protección radiológica.....	23
1.5.2.3 Limitación de dosis	24
1.6 Indicadores de dosis normalizada en tomografía computarizada.....	24
1.6.1 Niveles de dosis referenciales de tomografía	25

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA	27
2.1 Área y tiempo de estudio.....	27
2.2 Criterio de exclusión	27

2.3	Alcance.....	27
2.4	Mediciones de control de calidad.....	28
2.4.1	Pruebas mecánicas	28
2.4.1.1	Inspección física de la instalación.....	28
2.4.1.2	Láser de posicionamiento.....	30
2.4.1.3	Control de exposición (kV).....	30
2.4.1.4	Temperatura y humedad.....	31
2.4.2	Protección radiológica.....	32
2.4.2.1	Radiación de fuga.....	32
2.4.2.2	Levantamiento Radiométrico	33
2.4.2.3	Dosis efectiva medida por el tomógrafo Toshiba Activion.....	34

CAPÍTULO III

3	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	36
3.1	Procedimiento de operación en sala de tomografía del HPGDR	36
3.1.1	Protocolo de atención a pacientes	36
3.2	Técnicas de adquisición	38
3.3	Estadística pacientes.....	40
3.4	Pruebas de control de calidad.....	45
	CONCLUSIONES	70
	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Evolución de escáneres de tomografía computarizada.....	11
Tabla 2-1: Características del tomógrafo del HPGDR.....	21
Tabla 3-1: Tipos de radiación y su respectivo factor de ponderación.....	22
Tabla 4-1: Niveles de dosis referenciales de tomografía adultos.....	25
Tabla 5-1: Niveles de producto dosis longitud DLP en TC de cráneo, tórax y abdomen en niños.	25
Tabla 6-1: Factores de conversión de DLP a la dosis efectiva en niños y adultos.....	26
Tabla 1-2: Inspección física de la instalación.	29
Tabla 2-2: Desplazamiento de camilla del tomógrafo.	29
Tabla 3-2: Control del láser de posicionamiento.	30
Tabla 4-2 Prueba de control de exposición.	31
Tabla 5-2: Prueba de temperatura y humedad.....	31
Tabla 6-2 Prueba de radiación de fuga.....	32
Tabla 7-2 Prueba de dosis equivalente ambiental (mSv/año)	33
Tabla 8-2: Dosis efectiva medida por el tomógrafo usando DLP.	34
Tabla 1-3: TC de cráneo	38
Tabla 2-3: TC Tórax	39
Tabla 3-3: TC de abdomen.....	39
Tabla 4-3: Distribución de exámenes de tomografía en el mes de julio 2017.	40
Tabla 5-3: Distribución de exámenes de tomografía en el mes de septiembre 2017.	41
Tabla 6-3: Distribución de exámenes de tomografía en el mes de noviembre 2017.....	42
Tabla 7-3: Distribución de exámenes de tomografía en el mes de diciembre 2017.....	43
Tabla 8-3: Exámenes de tomografía en zonas de cráneo, tórax y abdomen durante los meses de julio, septiembre, noviembre y diciembre de 2017.	44
Tabla 9-3: Inspección Física de tomografía computarizada.	45
Tabla 10-3: Verificación movimiento de la camilla.	46
Tabla 11-3: Verificación de láser de posicionamiento.....	47
Tabla 12-3: Medición de Kilovoltaje.	48
Tabla 13-3: Medición de humedad y temperatura en sala de tomografía.	50
Tabla 14-3: DLP para cada caso de estudio de tomografía.....	52
Tabla 15-3: Medidas de radiación acumulada en exámenes tomográficos.	53
Tabla 16-3: Medición radiación de fuga.	56
Tabla 17-3: Dosis de fuga en paredes de tomógrafo.....	57
Tabla 18-3: Dosis absorbida, cuando se realizan 30 tomografías al día	58

Tabla 19-3 Valores de radiación ambiental en la ventana operador.	58
Tabla 20-3: Dosis absorbida en la ventana de operador.	59
Tabla 21-3: Valores de radiación ambiental en la puerta sala de control.	60
Tabla 22-3: Dosis absorbida en la puerta de la sala de control.....	60
Tabla 23-3: Valores de radiación ambiental en el vestidor.....	61
Tabla 24-3: Dosis absorbida en el vestidor de la sala de tomografía.....	61
Tabla 25-3: Valores de radiación ambiental en el pasillo.....	62
Tabla 26-3: Dosis absorbida en el pasillo.....	63
Tabla 27-3: Valores de radiación ambiental en la puerta de entrada del paciente.....	63
Tabla 28-3: Dosis absorbida en la puerta de ingreso de los pacientes.....	64
Tabla 29-3: Valores de radiación ambiental en la puerta de vestidor en el pasillo.....	64
Tabla 30-3: Dosis absorbida en la puerta de vestidor del pasillo.....	65
Tabla 31-3: Valores de radiación ambiental en la sala de fluoroscopia.....	65
Tabla 32-3: Dosis absorbida en la sala de fluoroscopia.....	66
Tabla 33-3: Valores de radiación ambiental en la sala de ecografía.....	66
Tabla 34-3: Dosis absorbida en la sala de ecografía.....	67
Tabla 35-3: Factor de ocupación.....	67
Tabla 36-3: Dosis absorbida por los trabajadores que no trabajan con radiación ionizante (camilleros).....	68
Tabla 37-3: Reporte de dosis equivalente desde el mes de julio hasta octubre de 2017.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Medida de los perfiles de transmisión de rayos X. A) Arco de detectores; B) Rotación del tubo alrededor del paciente; C) múltiples filas de detectores alineados con el eje de rotación.	7
Figura 2-1: Diagrama donde se muestra la representación de los píxels y voxels de un corte de tomografía	8
Figura 3-1: Valores de Unidades Hounsfield típicos para órganos de cuerpo humano.	10
Figura 4-1: Sistema completo de un equipo de tomografía axial computarizada.	12
Figura 5-1: Movimiento vertical de la camilla.	13
Figura 6-1: Mesa y Gantry en la sala de tomografía.	14
Figura7-1: Componentes de tubo de rayos X. 1) Cátodo, es alimentado por una fuente; 2)Filamento incandescente se calienta y arranca electrones; 3) El haz de electrones; 4) Cuello de ánodo X; 5) Parte rotatoria del ánodo; 6) Ánodo; 7) Placa de tungsteno; 8) Ampolla del tubo de rayos X; 9) Rayos X.....	15
Figura 8-1: Espectro de tipos de rayos X.....	15
Figura 9-1: Detección de radiación que pasa a través de un objeto.....	16
Figura 10-1: Desplazamiento de la mesa, respecto a la rotación del tubo.	17
Figura 11-1: Algoritmo indicando proceso de adquisición de datos(DAS).	18
Figura 12-1: Sala de operación en el área de tomografía.....	19
Figura 13-1: Ventana donde se ingresa los datos del paciente y se selecciona el protocolo.	20

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3 : Proceso para realizar un estudio de tomografía en el departamento de Imagenología del HPGDR.	38
Gráfico 2-3: Distribución de estudios de tomografía en el mes de julio del 2017.	40
Gráfico 3-3: Distribución de estudios de tomografía en el mes de septiembre de 2017.	41
Gráfico 4-3: Distribución de estudios de tomografía en el mes de noviembre de 2017.	42
Gráfico 5-3: Distribución de estudios de tomografía en el mes de diciembre de 2017.	43
Gráfico 6-3: Distribución de los 1286 estudios tomográficos correspondientes a las zonas de cráneo, cuello y abdomen en los meses de julio, octubre, noviembre y diciembre del 2017.	44
Gráfico 7-3: Evaluación de movimiento de camilla.	46
Gráfico 8-3: Separación del haz de radicación y el sistema de láser del equipo.	47
Gráfico 9-3: Linealidad ente el kilovoltaje ingresado y el kilovoltaje medido.	49
Gráfico 10-3 Humedad vs Temperatura.	50
Gráfico 11-3: Radiación de fuga de pared izquierda del tomógrafo.	56
Gráfico 12-3: Radiación de fuga de pared derecha del tomógrafo.	57
Gráfico 13-3: Dispersión de dosis equivalente del personal que trabaja en el área de Imagenología del HPGDR, desde el mes de Julio hasta Octubre de 2017.	69

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-3: Caja con frascos de medios de contraste vacíos.	45
Fotografía 2-3: Movimiento de camilla, hasta alcanzar el punto de convergencia de los láseres.	47
Fotografía 3-3: Kilovoltímetro model 820.	49
Fotografía 4-3: Medición de humedad y temperatura en la sala de tomografía.	51
Fotografía 5-3: Medición de radiación de fuga pared tomógrafo.	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos A: Manual de procedimientos para la obtención de imágenes en las zonas de cráneo, tórax y abdomen

Anexos B: Detectores usados en las mediciones en las pruebas de protección radiológica

Anexos C: Kilovoltímetro, kVp/mAs meter model 820.

Anexos D: Detector de temperatura y humedad Higrómetro PCE-555

Anexos E: Fantoma usado en el control de calidad

Anexos F: Hojas de registro de control de calidad y protección radiológica

Anexos G: Diagrama de levantamiento radiométrico

Abreviaturas

1.	ALARA	Tan bajo como sea posible.
2.	AP	Anterior- posterior
3.	CAD	Convertidor analógico digital
4.	CSN	Consejo de Seguridad Nuclear
5.	CTDI	Índice de Dosis en Tomografía Computada
6.	CTDI100	Índice de Dosis en Tomografía Computada en 100mm
7.	CTDIvol	Índice de Dosis en Tomografía Computada en volumen
8.	DAS	Sistema de adquisición de información
9.	DLP	Producto dosis- longitud
10.	FOV	Campo de visión (Field of view)
11.	Gy	Gray
12.	HPGDR	Hospital Provincial General Docente Riobamba
13.	HR	Humedad relativa
14.	HU	Unidades Hounsfield
15.	ICRP	Comité Internacional de Protección Radiológica
16.	ICRU	Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas
17.	ISO	Organización Internacional de Estandarización
18.	kV	Kilovoltaje
19.	mA	Mili amperaje
20.	mGy:	Mili Gray
21.	mSv:	Mili Sievert
22.	OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
23.	POE	Personal Ocupacionalmente Expuesto
24.	RIS-PACS	Sistema de información de radiología-sistema de almacenamiento y distribución de imagen

- | | | |
|-----|-------------|---|
| 25. | RX | Rayos X |
| 26. | SCAN | Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares |
| 27. | TC | Tomografía Computarizada |
| 28. | uSv | micro Sievert |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad la elaboración de un manual de procedimientos realizados en las zonas de cráneo, tórax y abdomen para el Tomógrafo TOSHIBA ACTIVION en el Hospital Provincial General Docente Riobamba. Se comenzó elaborando un manual de procedimiento de operación y la implementación de pruebas de control de calidad y protección radiológica, dentro de la sala de tomografía. Este manual fue elaborado, tomando como, base distintas referencias de instituciones y organismos nacionales e internacionales, además se tomó en cuenta los recursos y necesidades del hospital, asegurando la obtención de imágenes con buena calidad, y procurando trabajar con la dosis más baja posible. Debido a la falta de presupuesto del hospital, solo se ha ido realizando pruebas mecánicas y eléctricas del equipo, motivo por el cual se planteó realizar las mediciones de control de calidad y protección radiológica para controlar el funcionamiento del equipo. Para la implementación del control de calidad, se detallan las distintas pruebas como el control de exposición, calidad de imagen y de mantenimiento, las mismas que fueron medidas usando materiales como dosímetros, un kilovoltímetro, detector de temperatura, etc. Pero no todas las pruebas se realizaron, debido a falta de las claves de ingreso al sistema del tomógrafo y a la falta de equipo específico. Al final, los resultados en las pruebas de control de exposición, mantenimiento y protección radiológica se encuentran bajo los niveles establecidos por la Subsecretaría de Control de Aplicaciones Nucleares (SCAN), pero el valor promedio de radiación de fuga fue de 0,0089 mSv/h en las puertas de acceso de pacientes, siendo valores mayores a los que deberían ser medidos. Se recomienda que el departamento cuente con una persona especialista en control de radiaciones ionizantes, que aplique los distintos procedimientos y pruebas del equipo para garantizar la seguridad del personal.

Palabras Clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS MÉDICAS>, <RADIOLOGÍA>, <TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA>, <RADIODIAGNÓSTICO>, <PROTECCION RADIOLÓGICA>, <CONTROL DE CALIDAD>, <DOSÍMETROS>, <DETECTOR DE TEMPERATURA>, <CONTROL DE EXPOSICIÓN>, <RADIACIÓN DE FUGA>.

SUMMARY

This investigation aimed at elaborating a manual of procedures performed in the areas of the skull, thorax and abdomen for the Tomograph TOSHIBA ACTIVION in the Provincial General Scholastic Hospital Riobamba. It was started by preparing a manual of operating procedures and the implementation of quality control and radiological protection test within the tomography room. This manual was prepared based on different references from national and international institution and organization, moreover, the resources and needs of the hospital were taken into account, ensuring the obtainment of images with good quality, and trying to work with the lowest possible dose. Due to the lack of budget of the hospital, only mechanical and electrical equipment test have been carried out, this is the reason why it was proposed to conduct the quality control and radiological protection measurements to control the operation of the equipment. For the implementation of quality control, it was detailed the distinct test such as exposure control, quality of image and maintenance, which were measure using materials such as dosimeters, a kilovoltmeter, temperature detector, etc. But not all the test were carried out due to the lack of access codes to the tomograph system and the lack of specific equipment. In the end, the results in the test of exposure control, maintenance, and radiological protection are below the levels established by the Regulatory Authority (SCAN), but the values of leakage radiation were 0,0089 mSv/h at the access doors of patients, being higher values than those that should be measure. It is recommended to have in the department a specialist in ionizing radiation control, who applies the different procedures and test of the equipment and to guarantee the safety of the personnel.

Key Words: <TECHNOLOGY AND MEDICAL SCIENCES>, <RADIOLOGY>, <COMPUTED TOMOGRAPHY>, <RADIODIAGNOSTIC>, <RADIOLOGICAL PROECTION>, <QUALITY CONTROL>, <DOSIMETERS>, <TEMPERATURE DETECTOR>, <EXPOSURE CONTROL>, <LEAKAGE RADIATION>.

INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología, ha permitido que el equipamiento médico sea cada vez más eficiente, permitiendo pasar a una época donde la tomografía computarizada permite obtener imágenes en 3D dinámicas y funcionales, mostrando en una forma clara y precisa la zona anatómica de estudio (Ramirez Giraldo, et al., 2008, p. 56). En el país a pesar de contar con buena tecnología en los equipos de tomografía, no se realizan procedimientos en forma estandarizada, por lo que las técnicas van variando entre los centros médicos y operadores, provocando un aumento en la incertidumbre en los resultados.

El Hospital Provincial General Docente Riobamba se encuentra el tomógrafo Toshiba Activion, donde se ha visto la necesidad de juntar la información en un manual de procedimientos. que permita conocer en una forma integral su funcionamiento, con la finalidad de orientar al personal del área para asegurar la adquisición y reproductibilidad de los exámenes, disminuyendo la variabilidad en los resultados.

El manual de procedimiento presenta una estructura con información acerca del Hospital, su estructura y organización (Galimany & Blanca, 2010, p. 61). Seguido de una guía de procesos y procedimientos que se realizan en la sala de tomografía, como también del control de calidad del equipo, que es dictado por las normas determinadas por el órgano regulador SCAN (Subsecretaría de Control de Aplicaciones Nucleares).

El presente trabajo se basa en la estandarización de protocolos de tomografía computarizada en las zonas de cráneo, tórax y abdomen basándose en los siguientes parámetros: Control de calidad del equipo y la protección radiológica del personal y pacientes.

ANTECEDENTES

El uso de la tomografía computarizada creció en forma acelerada, por lo que se presentó un reporte de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) relacionado con el manejo de la dosis al paciente en tomografía computada; mencionando el riesgo de que se esté entregando mayor dosis de forma inadvertida al realizar exámenes de tomografía (Montoya Mendoza & Cabrera MC, 2015, p. 101). Motivo por el cual se empezó a estandarizar protocolos o a su vez realizar manuales de procedimiento.

Un manual de procedimientos de control de calidad en radiodiagnóstico, fue propuesto por la Sociedad Valenciana de Protección Radiológica y Radiofísica en el año 2002, donde su propósito fue el de garantizar la calidad de procedimientos y métodos de análisis que se usan al momento de la realización de estudios tomográficos (Radiofísica, 2002, p. 3). El Hospital Metropolitano de Santiago- Chile, elaboró un manual de procedimientos específicos de exámenes de tomografía computada multidetector cuya finalidad era de estandarizar los protocolos de adquisición y de envíos de exámenes al sistema RIS-PACS (Lillo Droguett, 2011, p. 13).

En Octubre de 2012 el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas en México, elaboró un manual técnico de procedimiento en tomografía computada, en el cual se trataba de unificar criterios entre el personal que laboraba en el área y los médicos (Villegas, 2012, p. 11) y así garantizar un diagnóstico preciso y beneficioso para los pacientes. De la misma forma en México la Subdirección de Servicios Auxiliares de Diagnóstico y Servicios Paramédicos elaboró un manual de operaciones en medicina nuclear para Gammagrafía y Tomografía Computarizada por Emisión de Positrones donde se estandarizaba los protocolos para evitar irradiar demasiado a los pacientes en cada sesión (Andisco, et al., 2014, p. 114).

En diciembre del 2013, la Revista del Programa de Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Fundación Universitaria del Área Andina, comparó distintos protocolos de manejo de tomografía en casos de cefalea de pacientes pediátricos, para obtener un solo documento estandarizado que sirva como guía educativa (Martínez Lara & Molina Rodríguez, 2013, p. 6).

El Instituto de Seguridad de Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio de los Poderes del Estado de Puebla-México realizó un manual de procedimientos del servicio de Imagenología, donde se detalla los distintos procedimientos en recepción de exámenes y ubicación, control de material e insumos usados en el servicio de Imagenología y procesos de realización de distintos exámenes (Higuero Chávez, 2013, p. 6).

En 2015, (Sarmiento Orellana, et al., 2015, p. 23) elaboró un Manual de Procedimiento en Tomografía Computarizada en Exámenes Contrastados para el Servicio de Imagenología del Hospital José Carrasco Arteaga con la finalidad de estandarizar protocolos, desechando técnicas antiguas de diagnóstico, además de evaluar el conocimiento del personal acerca de protección radiológica.

Un examen tomográfico entrega mayor dosis de radiación al paciente que los rayos X convencional, por esta situación se debe controlar que tipo de técnicas se va a usar para realizar los exámenes al paciente. En consideración a estos parámetros el Departamento de Imagenología del Hospital Provincial General Docente Riobamba posee un tomógrafo Toshiba Activion, que tiene un Protocolo de Control de Calidad realizado por la Biof. Natalí Alejandra Chávez Oleas en el año 2011, pero a su vez no tiene un manual estandarizado de procedimiento al momento de obtener las imágenes respectivas en el Tomógrafo; y por ello este trabajo se considera relevante, pues permitirá realizar procedimientos de mejor calidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Hospital Provincial General Docente Riobamba, se realizan aproximadamente 500 tomografías por mes, 6000 por año, y el personal encargado debido a la carga de trabajo y a la gran cantidad de pacientes usan las técnicas antiguas, sin considerar que al usar estas, se puede estar irradiando innecesariamente a la persona, especialmente en el caso de pacientes pediátricos. Además, el personal usa técnicas distintas, dejando de lado al médico encargado de dar el diagnóstico, provocando la repetición del examen con otras técnicas.

Estos problemas conllevan a perder recursos a la institución como también a deteriorar la salud de los pacientes y de los trabajadores. El Hospital Provincial General Docente Riobamba, tiene un tomógrafo Toshiba Activion en el área de imagenología; por lo que es necesario elaborar un manual estandarizado de procedimiento para la obtención de imágenes en las zonas de cráneo, tórax y abdomen para optimizar los recursos de la institución.

JUSTIFICACIÓN

La incorporación de equipos con mayor tecnología en la medicina, ha permitido que los tomógrafos vayan evolucionando, siendo cada vez más precisos, rápidos, y con mejor calidad de imagen. (Ramirez Giraldo, et al., 2008, p. 12). Además, se pueden anexar diferentes protocolos al momento de realizar exámenes en las diferentes zonas a estudiar.

El programa de calidad en Tomografía va a depender del uso y aplicación de las pruebas de control, como también del uso de un manual de procedimiento estandarizado, enfocándose a conseguir la optimización de las imágenes radiológicas, la protección radiológica del paciente y las dosis recibidas por los trabajadores expuestos y el público. Con la finalidad de mantener valores de radiación tan bajos como pueda conseguirse.

En nuestro país la Autoridad Reguladora (SCAN), es la encargada de realizar el control de los procedimientos en radiodiagnóstico. Pero en el área de Imagenología no están desarrollados programas adecuados, que garanticen la aplicación de técnicas convenientes para el paciente, que disminuyan la dosis de radiación; debido a que en el país existe muy pocos profesionales especializados que brinden garantía de cada proceso que se realiza en el área.

Hoy en día, existe una progresiva adquisición de estos equipos por lo que es de suma importancia estandarizar las técnicas usadas en cada examen para optimizar el tiempo del tratamiento y evitar pérdidas de recursos al hospital. El Hospital Provincial General Docente Riobamba, tiene el Departamento de Imagenología, que cuenta con un Tomógrafo Computarizado Toshiba Activion, que brinda servicio de diagnóstico; realizando aproximadamente 500 tomografías al mes, por lo que debería contar con una elaboración de un manual de procedimiento que garantizará tanto la salud del operador y los pacientes.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Elaborar un manual de procedimientos para la obtención de imágenes en zonas de cráneo, tórax y abdomen en el Tomógrafo Toshiba Activion del Departamento de Imagenología del Hospital Provincial General Docente Riobamba.

Objetivos Específicos

- Elaborar el manual de procedimiento de operación indicando los procesos que se deben realizar al momento de ingresar al paciente.
- Estandarizar los protocolos, adaptando las técnicas (posición, cortes, tiempo, etc.), en las diferentes zonas de estudio.
- Implementar el procedimiento de mantenimiento y protección radiológica para el tomógrafo Toshiba Activion.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

La tomografía computarizada (TC), fue ideada y utilizada en 1972, por Hounsfield y Cormack, con la finalidad de obtener imágenes de cortes transversales muy pequeños del cuerpo humano con el objetivo de brindar un diagnóstico de distintas lesiones y enfermedades.

1.1 Principio de funcionamiento del equipo

Para conseguir imágenes de TC, se debe medir la transmisión de los RX que pasan a través del paciente en distintas direcciones (Girard, 2016, p. 25). Incidiendo el haz de radiación en el sistema detector, ubicado bajo el paciente, donde se mide la radiación transmitida o atenuada. Debido al movimiento del tubo de rayos X en forma circular, se obtiene múltiples medidas de la sección explorada, datos que se guardan en matrices (Saiz Ayala, 1993, p. 11).

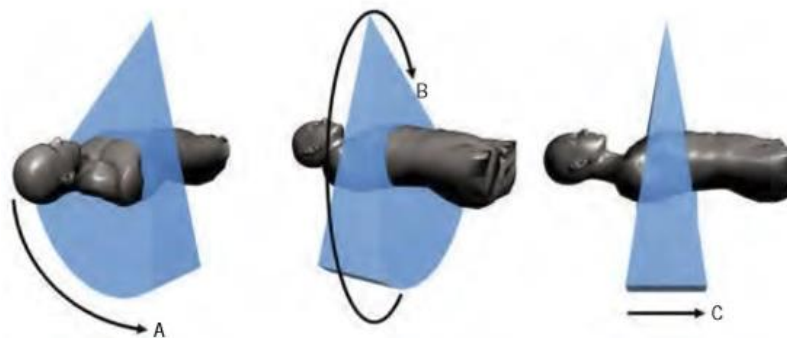


Figura 1-1: Medida de los perfiles de transmisión de rayos X. A) Arco de detectores; B) Rotación del tubo alrededor del paciente; C) múltiples filas de detectores alineados con el eje de rotación.

Fuente: (Calzado & Geleijns, 2010, p. 164)

La imagen obtenida por el tomógrafo es una matriz formada por cuadros ubicados en filas y columnas, donde cada cuadro se llama pixel y de acuerdo al grado de atenuación, se le relaciona con un color en la escala de grises (Aguinaga, et al., 2006, p. 453). La profundidad de cada pixel que compone la imagen se denomina voxel.

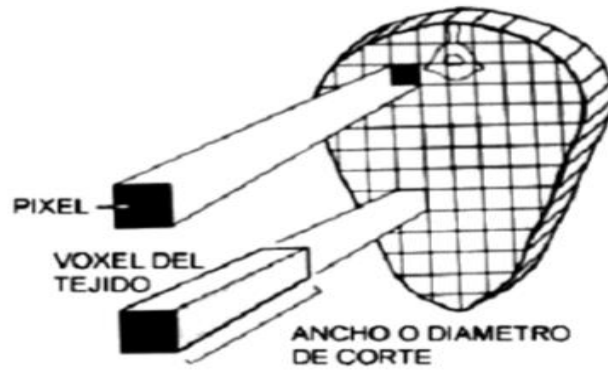


Figura 2-1: Diagrama donde se muestra la representación de los píxeles y voxels de un corte de tomografía

Fuente: (Aguinaga, et al., 2006, p. 453)

1.1.1 Coeficiente de atenuación

El coeficiente de atenuación, indica la atenuación que sufre el haz de rayos X, al pasar por tejido. Cuando un haz monoenergético atraviesa un material, la atenuación que sufre es la siguiente:

$$I = I_0 e^{-ux} \quad (1)$$

Donde:

- I es la intensidad de radiación atenuada (C/Kg)
- I_0 la intensidad inicial emitida por el equipo (C/Kg)
- u el coeficiente de atenuación lineal (cm^{-1})
- x es el espesor del material

En el cuerpo humano, el haz de radiación al incidir por una zona del cuerpo, penetra por múltiples órganos con desigual espesor y factor de atenuación. Cada órgano tiene un tamaño y densidad distinta. Por lo que se debe obtener el coeficiente de atenuación de los rayos X de espesor x .

$$u \cdot x = \ln\left(\frac{I_0}{I}\right) \quad (2)$$

En la atenuación total de una zona de estudio del cuerpo del paciente, se debe considerar al cuerpo como si está compuesto por un gran número de elementos de igual tamaño, de largo (w), cada uno de los cuales posee un coeficiente de absorción constante. Estos coeficientes de atenuación

están indicados como $u_1 + u_2 + \dots + u_n$, entonces tenemos: (Corbo Pereira, 2004, p. 5) (Girard, 2016, p. 25) (Calzado & Geleijns, 2010, p. 165).

$$(u_1 + u_2 + \dots + u_n) \cdot w = \ln\left(\frac{I_0}{I}\right) \quad (3)$$

Por lo que se puede ver que la atenuación total de una zona del cuerpo, está dado por la suma de los coeficientes de atenuación de todos los elementos por donde penetró el haz de radiación.

1.1.2 Unidades Hounsfield (HU)

Una vez que se hayan obtenido todos los valores de los coeficientes establecidos en la matriz, se los tiene que convertir a una escala de grises ya que los valores numéricos, aún no pueden ser visualizados en pantalla, motivo por el cual se debe usar los números de tomografía computarizada (Corbo Pereira, 2004, p. 4).

A estos números se los conoce como unidades Hounsfield; estos son valores de atenuación de tomografía computarizada que se originan al comparar los valores propios de la atenuación del órgano con los objetos de referencia tomando como patrón al agua.

$$TC = \frac{(u_{material} - u_{agua}) \cdot E}{K} \quad (4)$$

Donde:

- E es la energía efectiva del haz de rayos X.
- $u_{material} - u_{agua}$ son los coeficientes lineales de atenuación del material analizado y del agua respectivamente.
- K es una constante que depende del diseño del equipo. La escala Hounsfield comienza por asignar el valor cero al agua y el 1000 al aire (Corbo Pereira, 2004, p. 4) (Chavez Oleas, 2011, p. 34), las unidades HU, permiten la visualización de las imágenes en tomografía.

Los valores de las HU en diferentes distintos órganos del cuerpo son:

- Hueso compacto: 200 a 1000.
- Sangre coagulada: 56-76.
- Sustancia cerebral gris: 36-46.
- Sustancia cerebral blanca: 22-32.
- Sangre: 12
- Agua: 0
- Grasa: -100 a -800
- Aire: -1000

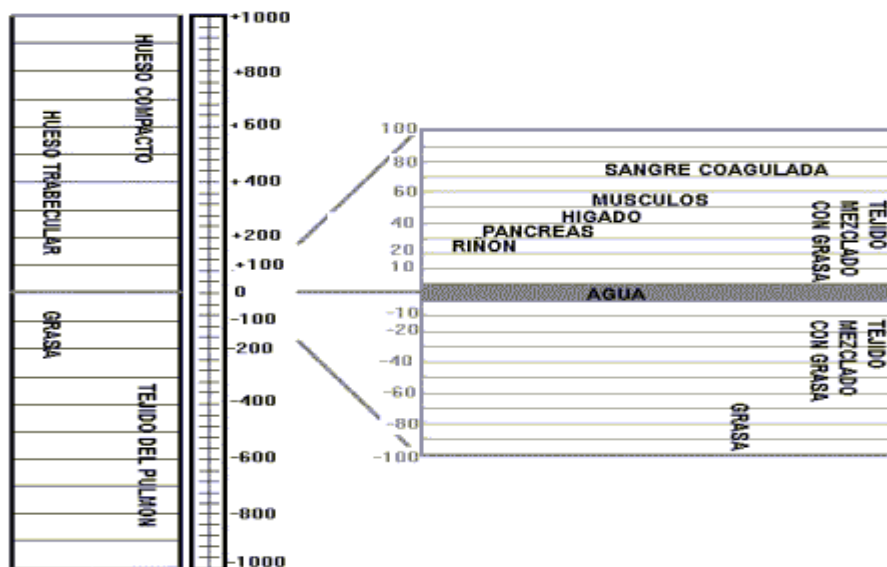


Figura 3-1: Valores de Unidades Hounsfield típicos para órganos de cuerpo humano.

Fuente: (Cubillo Chavarría, 2012).

1.1.3 Tipos de escáner de tomografía computarizada

Con el paso del tiempo, la tecnología ha ido en aumento, permitiendo el desarrollo de nuevos escáneres de tomografía computarizada.

Tabla 1-1 Evolución de escáneres de tomografía computarizada.

Evolución escáner tomografía	Numero de detectores	Tipo de haz	Movimiento Gantry	Movimiento Camilla
Primeros escáneres	Único detector	Haz estrecho	Rotación de tubo de X y el detector (pequeños giros)	Traslación de camilla en pasos cortos
Escáneres de TC axial	Fila única de detectores	Haz en forma de abanico	Rotación completa de tubo de RX y del detector	Traslación de camilla en pasos cortos
Escáneres de TC helicoidal	Fila única de detectores	Haz en abanico	Rotación continua de tubo de RX	Traslación continua de la camilla
Escáneres de TC helicoidal con múltiples filas de detectores	Multidetector con 4,16 o 64 canales	Haz en abanico	Rotación continua de tubo de RX	Traslación continua de la camilla
Escáneres de TC helicoidal con múltiples filas de detectores con doble fuente	Dos conjuntos multidetector con 32 o 64 canales	Haz en abanico	Rotación continua de tubo de RX y de conjunto de detectores	Traslación continua de la camilla
Escáneres de TC	Multidetector hasta 320 canales	Haz cónico con cobertura completa de campo de visión	Rotación única de tubo de RX	Traslación continua de la camilla

Fuente: (Calzado & Geleijns, 2010, p. 165) (Lara Camilo, 2014, p. 19).

1.2 Sistemas que componen un tomógrafo.

Los equipos de TC tienen 3 sistemas que garantizan un correcto funcionamiento del equipo.

- Sistema de recolección de datos.
- Sistema de procesado de datos y de reconstrucción.
- Sistema de visualización y archivo.

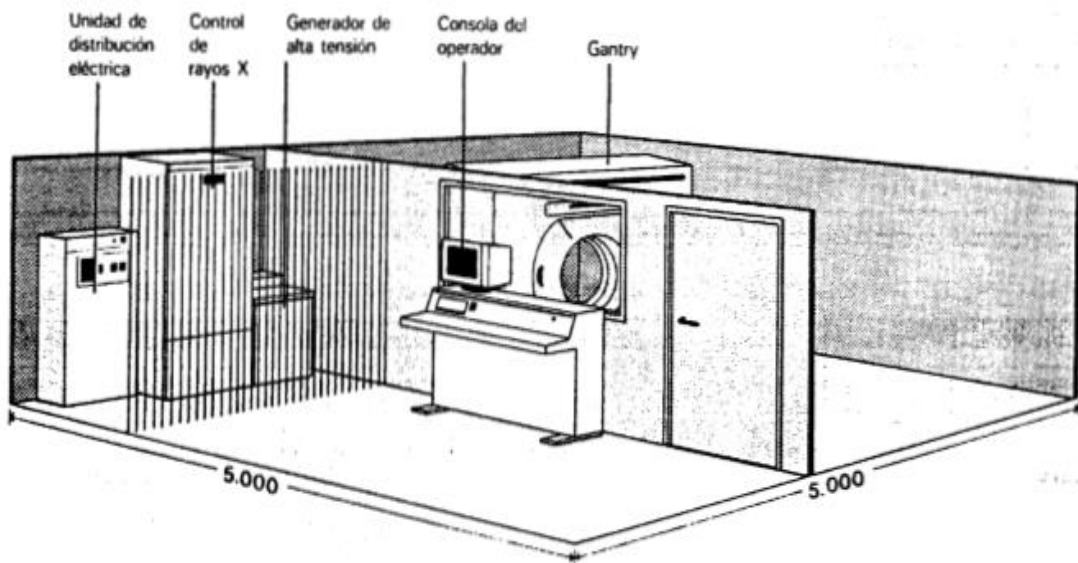


Figura 4-1: Sistema completo de un equipo de tomografía axial computarizada.

Fuente: (Cabrera Valverde, 1991, p. 1)

1.2.1 Sistema de recolección de datos

El sistema de recolección de datos consta de los siguientes componentes:

1.2.1.1 Camilla

Es el lugar donde se coloca al paciente para que se realice el examen, se encuentra conectada a un computador y también al gantry. Tiene un sistema y una estructura que le permite mover al paciente según el tipo de exploración que se vaya a realizar. Debe estar fabricada con un material de baja impedancia (fibra de carbono), para así no obstruir la transmisión del haz de rayos X hacia los detectores; tienen un motor suave y preciso que es activado por medio de pedales para evitar irradiar 2 veces el mismo tejido (Montenegro Córdova & Toalón Idrovo, 2015, p. 28).

El movimiento adecuado de la camilla es muy importante al momento de realizar las exploraciones, por consiguiente, se la debe calibrar a diario para examinar, si existe algún defecto en el movimiento de esta, la diferencia máxima que puede haber es de 2 mm considerando el peso del paciente (Girard, 2016, p. 33).

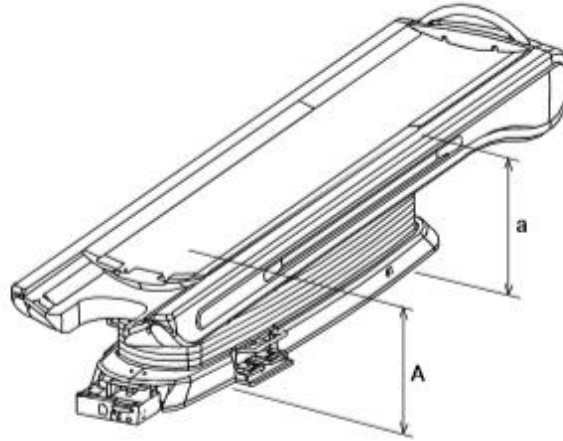


Figura 5-1: Movimiento vertical de la camilla.

Fuente: (TOSHIBA, 2007, p. 23).

1.2.1.2 Gantry

Es el sistema que se encarga de reunir todos los datos al momento de realizar una exploración; aquí se encuentran los elementos de rotación, de emisión y el sistema de adquisición de la información (DAS) (Corbo, 2004, p. 5). Los equipos estándar presentan un orificio central de 70 cm de ancho, donde se introduce la camilla de exploración, que se moverá conjuntamente con todos los elementos del gantry mediante órdenes ya programadas en el ordenador garantizando una correcta exploración.

Para ayudar a posicionar al paciente, el gantry tiene un sistema de luces de centrado, ubicándolo debajo de la línea de disparo del tubo de RX, donde el tubo es el que realizará una serie de rotaciones para poder obtener las imágenes deseadas (García, 2008, p. 34-35). Se compone de 2 partes, una estacionaria y una rotatoria.

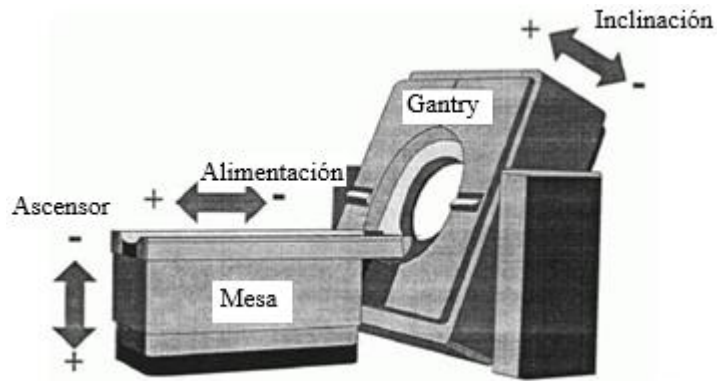


Figura 6-1: Mesa y Gantry en la sala de tomografía.

Fuente: (Geido, 2013).

Sistema estacionario

Este se encarga de mantener la comunicación con la camilla, el ordenador y demás elementos dentro del gantry, además tienen una sincronía con el sistema de adquisición de datos.

Sistema rotatorio

Este sistema se encarga de mantener la comunicación, compuesto por el gantry que a su vez se encuentra formado por distintos componentes, donde cada uno cumple una función específica, y se detalla a continuación:

- **Tubo de rayos X**

En este sistema se encuentra formado por una ampolla que contiene a un cátodo y un ánodo giratorio al vacío; sumergido en un líquido dialéctico para aislar cualquier arco eléctrico en el interior. La ampolla es la cubierta del tubo que aísla a estos componentes.

Cuando se producen el haz de electrones en el filamento incandescente en el cátodo, estos se dirigen hacia una placa de tungsteno en el ánodo giratorio del tubo; los electrones llevan hasta 15 veces más potencia que un tubo de rayos X normal, por lo que al momento de chocar en el ánodo se generan los rayos X y también grandes temperaturas; por lo que se necesitan sistema de rápida disipación de calor (IAEA, 2012, p. 13) .

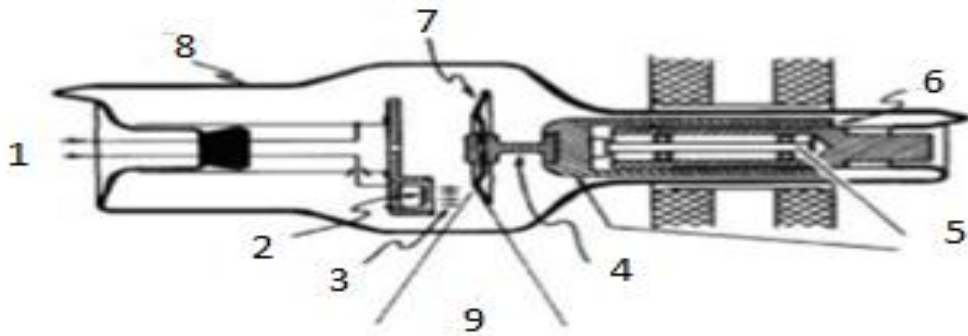


Figura 7-1: Componentes de tubo de rayos X. 1) Cátodo, es alimentado por una fuente; 2) Filamento incandescente se calienta y arranca electrones; 3) El haz de electrones; 4) Cuello de ánodo X; 5) Parte rotatoria del ánodo; 6) Ánodo; 7) Placa de tungsteno; 8) Ampolla del tubo de rayos X; 9) Rayos X.

Fuente: (García Cartaya, 2008, p. 38).

Al colisionar los electrones con el blanco se pueden producir 2 tipos rayos X; los rayos X de frenado, que se da cuando el electrón que fue lanzado llegue más cerca del núcleo de un átomo del blanco causando que la energía cinética del electrón disminuya y por ende cambiando su dirección; esta energía perdida vuelve en forma de fotón de rayos X. Los rayos X característicos se generan cuando el electrón que fue lanzado choca con un electrón de la capa intermedia o interna de un átomo del blanco; con suficiente energía para eliminar el electrón (Khan, 2010, p. 134).

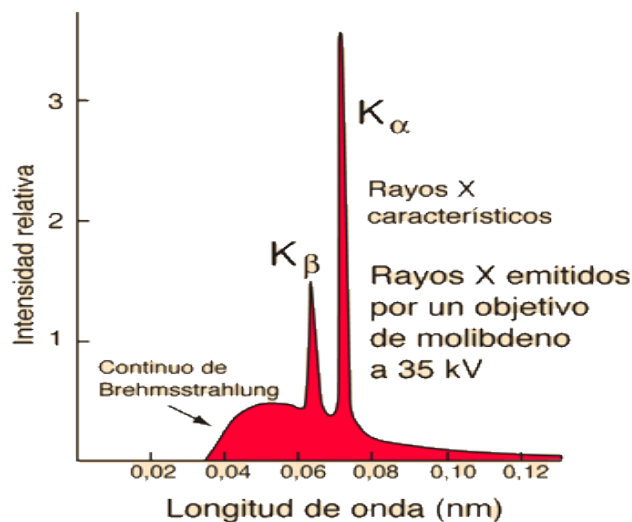


Figura 8-1: Espectro de tipos de rayos X.

Fuente: (Olmo & Nave, 2010).

El tubo de rayos X en tomografía, generalmente opera entre 80kV y 140 kV. Debido a estos altos voltajes usados, el ánodo debe tener una capacidad térmica entre 1 a 4 unidades de calor. Para

obtener imágenes con resolución espacial buena, los tubos de rayos X tienen con un punto focal pequeño (Bushong, 2013, p. 167).

- **Colimadores**

Los rayos X generados por el tomógrafo, antes que interaccionen con el paciente, deben pasar por un sistema de colimación con el fin de controlar el tamaño y forma del espectro de emisión de los RX. Los colimadores se encuentran cerca del tubo de rayos X, ayudando a fijar el grosor del corte y a reducir la dosis que recibe el paciente (Sacoto Regalado, 2013, p. 32). Para reducir la radiación dispersa, se usa un colimador que va debajo del paciente.

- **Detectores**

Son instrumentos que tienen la función, de recibir los rayos X que han pasado a través del paciente; los detectores pueden ser de gas de xenón, como también pueden ser detectores de cristal. Con el pasar del tiempo los equipos de tomografía han pasado de usar un único detector, a usar miles de ellos, dispuestos en el gantry. Donde cada uno de estos tienen un conducto único para la detección, que unidos generan una proyección, para que a su vez la información sea almacenada, para ser enviada al sistema de reconstrucción (Gonzales Vasquez, 2011, p. 43).

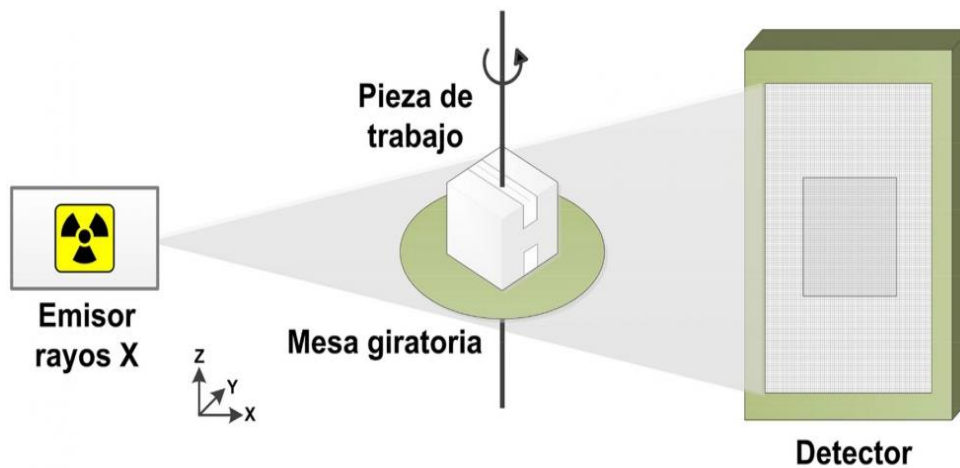


Figura 9-1: Detección de radiación que pasa a través de un objeto.

Fuente: (Jiménez, et al., 2017).

- **Colimación, pitch y movimiento de la camilla**

El pitch es el adelanto de la camilla en milímetros por cada rotación que da el tubo sobre la colimación (Tabares Valdez, 2006, p. 37). Si tenemos un pitch igual a 1, se tendrá un movimiento continuo al momento de realizar la exploración. Para que el pitch aumente a más de 1, se deberá aumentar la velocidad de la camilla o disminuir la colimación. Al aumentar el pitch, se disminuye la dosis de radiación del paciente, porque a su vez se disminuye el tiempo de exploración. Pero si se disminuye la colimación, la dosis de radiación sobre la zona del cuerpo a explorar disminuye.

$$\text{Pitch} = \frac{\text{Desplazamiento de mesa (mm) por rotación}}{\text{Grosor total de corte}} \quad (5)$$

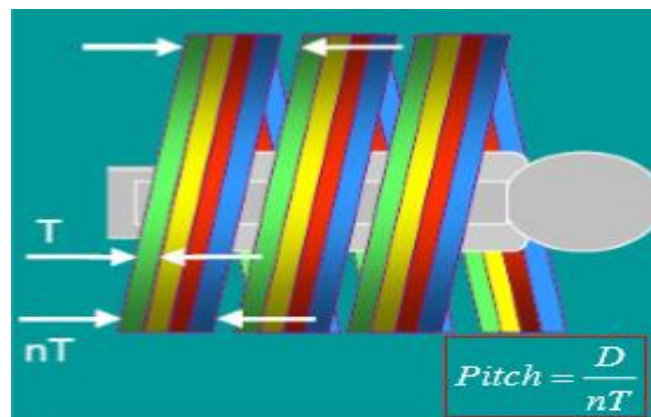


Figura 10-1: Desplazamiento de la mesa, respecto a la rotación del tubo.

Fuente: (Tabares Valdez, 2006, p. 38).

1.2.2 Sistema de procesamiento de datos y reconstrucción

1.2.2.1 Ordenador

Se encarga de ejecutar todas las instrucciones en el proceso de los datos, como también de la reconstrucción de imágenes, está formado por:

- El sistema de control: Su función es vigilar el funcionamiento preciso del tomógrafo.
- El sistema de reconstrucción: Se encarga de realizar todos los métodos de reconstrucción con todos los datos almacenados por los detectores.

- Sistema de almacenamiento: Su función es guardar toda la información que se obtiene al momento de realizar un estudio tomográfico, se encuentra formado por diversos discos duros.

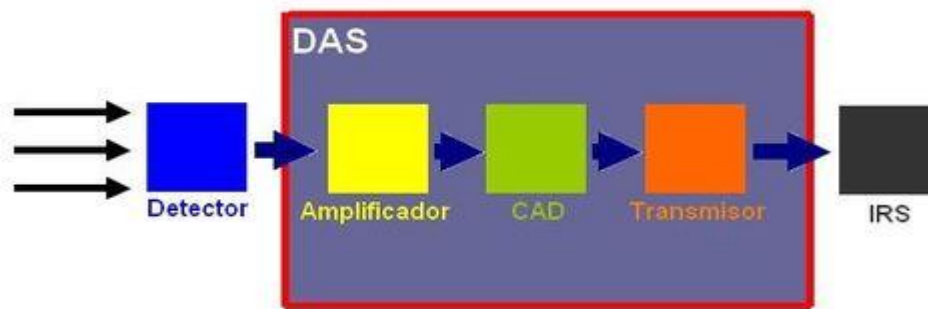


Figura 11-1: Algoritmo indicando proceso de adquisición de datos(DAS).

Fuente: (Bourgeois B, 2016).

En el proceso de adquisición de imágenes, primero se reciben los impulsos de luz que vienen de la matriz de detectores, para luego ser amplificados y tener una respuesta adecuada, posteriormente, el impulso se convierte en una señal analógica al pasar por el Convertidor Analógico Digital (CAD), para que finalmente se emita la información para su almacenamiento y post proceso (Patiño Chimbo, 2013, p. 24). El DAS también, puede usar o no ciertas secciones de la matriz de detectores dependiendo la zona que se vaya a estudiar, al espacio de detectores que se utilizan se le denomina como Campo de Escaneo (Ramirez Giraldo, et al., 2008, p. 23).

1.2.3 Sistema de visualización y archivo

Este sistema está formado por:

- Teclado: por medio de este instrumento se puede realizar y vigilar las técnicas para realizar tomografías.
- Monitor: Es donde se muestra las imágenes reconstruidas al final de realizar un estudio.
- Sistemas de almacenamiento externo: son dispositivos opcionales externos que se usan para convertir las imágenes almacenadas reconstruidas, en una señal digital.



Figura 12-1: Sala de operación en el área de tomografía.

Fuente: (Zapata, 2016)

1.3 Parámetros de adquisición en estudios de tomografía

Los estudios que se realizan en un tomógrafo, son más complejos que los estudios de rayos X, por lo que se debe seguir un conjunto de parámetros que permitan, realizar correctamente los exámenes.

1.3.1 Introducción de datos del paciente

Al recibir al paciente, el técnico encargado debe anotar los datos del paciente en la pestaña específica del monitor de la consola. Toda la información ingresada se imprimirá conjuntamente con las imágenes obtenidas.

1.3.2 Selección de protocolo de adquisición

El software del equipo despliega una pestaña, donde están ubicados todos los protocolos que se usan en el tomógrafo, cada uno de estos genera un acceso a las exploraciones que se puedan realizar en cada región (Mazas Zorzano & Mazas Artasona, 2011, p. 6).



Figura 13-1: Ventana donde se ingresa los datos del paciente y se selecciona el protocolo.

Fuente: (Mazas Zorzano & Mazas Artasona, 2011, p. 5)

1.3.3 Posicionamiento del paciente

Cuando entra el paciente a la sala de tomografía, se le ubica en la camilla; la ubicación del paciente sobre la misma dependerá del tipo de estudio que se va a realizar. De la misma forma, en la consola se debe marcar la posición del paciente para comenzar el estudio (García Cartaya, 2008, p. 34).

1.3.4 Realización del topograma

Para realizar un estudio de tomografía, primero se debe realizar una imagen simple de la región anatómica a estudiar y se le denomina topograma. Se lo realiza con el mismo equipo antes de iniciar el estudio, en este proceso el tubo de rayos X no se mueve (Lillo Droguett, 2011, p. 45).

1.4 Responsables del área de radiodiagnóstico

Se describe en orden jerárquico al personal que labora en el área de Imagenología.


- **Directora:** Se encarga de dotar de todo lo necesario, para el buen funcionamiento del tomógrafo, y así agilizar el trabajo de los tecnólogos médicos.
- **Jefe de área:** Verifica el buen funcionamiento del equipo tomografía, e informa las necesidades del personal a la directora.

- **Tecnólogos médicos:** Son los encargados de realizar los distintos estudios con el equipo de tomografía.
- **Médico radiólogo:** Se encargan de informar los distintos estudios tomográficos, que el médico encargado del paciente solicite.
- **Tesista:** Se encarga de elaborar el manual de procedimientos para el tomógrafo Toshiba Activion.

1.4.1 Características del tomógrafo de HPGDR

Descripción de las características del tomógrafo del HPGDR.

Tabla 2-1: Características del tomógrafo del HPGDR.

Área	Radiodiagnóstico	
Proceso	Estudios tomográficos	
Fecha	12 de diciembre de 2017	
Equipo de tomografía		
Marca	Toshiba	
Modelo	Activion 16	
Tensión Pico (kV)	140	
Corriente	500 mA	
Tubo de rayos X		
Marca	TSX	
Modelo	031A	

Fuente: HPGDR, 2017

1.5 Dosimetría

1.5.1 Magnitudes Dosimétricas

Las magnitudes usadas para cumplir con las normas sugeridas por la Autoridad Reguladora con fines de protección radiológica son:

- **Dosis Absorbida (D)**

Indica la cantidad de energía absorbida en una unidad de masa de un órgano o tejido, su unidad de medida gray (Gy).

$$D = \frac{d\varepsilon}{dm} \quad (6)$$

Dónde: $d\varepsilon$ Indica la cantidad energía impartida a la materia dentro de un volumen y dm la masa de materia existente en el elemento volumen.

- **Tasa de Dosis Absorbida (D')**

Nos indica la cantidad de dosis absorbida por unidad de tiempo, su unidad es [Gy/ s].

$$D' = \frac{d\varepsilon}{dm \times dt} \quad (7)$$

Dónde: dt es el tiempo de irradiación.

- **Dosis Equivalente (H_T)**

Es la suma total del producto entre la dosis absorbida ($D_{T,R}$) y el factor de ponderación W_R de la radiación.

$$H_T = \sum W_R D_{T,R} \quad (8)$$

Tabla 3-1: Tipos de radiación y su respectivo factor de ponderación.

Tipo e Intervalo de energía de radiación	Factor de ponderación de la radiación W_R
Fotones	1
Electrones y muones de todas las energías	1
Fotones y piones cargados	2
Partícula alfa, fragmentos de fisión de núcleos pesados	20
Neutrones	Una función continua de la energía del neutrón

Fuente: (ICRP, 2011, pp. 45-47).

- **Dosis Efectiva (E)**

Es la suma total del producto de la dosis equivalente en el tejido u órgano por un factor de ponderación de tejido correspondiente, la unidad de la dosis efectiva se denomina Sievert (Sv)

$$E = \sum W_T \sum W_R D_{T,R} \quad (9)$$

Donde: W_T , es el factor de ponderación de un tejido u órgano

1.5.2 Radioprotección

Son las pautas que se debe seguir para poder trabajar con radiación ionizante, cuyo objetivo es la regulación de dosis que se puede recibir para proteger la salud de las personas y el medio ambiente que lo rodea (Cortés, 2014, p. 46). Para ello se debe basar en 3 puntos importantes.

1.5.2.1 Justificación de la práctica

Ningún estudio que use radiación ionizante debe ser autorizado, si no se asegura que existirá beneficio para un individuo o por la sociedad y que supla el daño que pueda generar. Se encarga de evaluar el beneficio y detrimento colectivo asociado con la práctica y uso de radiaciones ionizantes (Caspé, s.f.).

1.5.2.2 Optimización de la protección radiológica

Todas las practicas que utilicen radiación ionizante; deberán contar con la exposición lo más bajo razonablemente. Para realizar algo se deberá tener en cuenta lo siguiente:

ALARA debe ser aplicado en todos los estudios tomográficos, con el fin de garantizar la protección radiológica, por ende, se debe cumplir con:

- Trabajar siempre con un dosímetro o con otro terminal similar. La función primordial de este equipo es medir la dosis con la que se trabaja, para guardar los registros de las mediciones que servirán para generar normas de control de seguridad radiológica.

- El personal que trabaja con radiaciones ionizantes debe trabajar con materiales de protección; en el caso que una persona deba entrar a la sala de tomografía al momento de realizar un estudio, no debe formar parte del personal de radiología (ICRP, 2011, p. 37).
- Para disminuir la dosis que recibe el paciente se debe realizar el control de calidad del equipo, para verificar si los parámetros que se usan están dentro de los rangos permitidos por la Autoridad Reguladora.
- Además, siempre se debe trabajar con 3 principios los cuales son disminuir el tiempo de irradiación, mantener la distancia adecuada y blindaje para asegurar la protección radiológica.

1.5.2.3 Limitación de dosis

La función de la Autoridad Reguladora, es indicar cuales son los límites de la dosis que puede recibir las personas que trabajan con radiaciones ionizantes, como también lo que debe recibir el público. Siendo los límites de dosis efectiva de 20mSv por año permitido para el personal que trabaja con radiación ionizante y los límites de dosis para la exposición del público una dosis efectiva de 1mSv en un año. (Roas, 2016, p.16) (ICRP, 2011, pp. 40-45).

1.6 Indicadores de dosis normalizada en tomografía computarizada

- CTDI (Índice de Dosis en Tomografía Computada): Indica el valor de la dosis promedio absorbida, mientras termina una rotación completa del tubo de rayos X (Sánchez Coras , 2016, p. 26).
- CTDI100 (Índice de Dosis en Tomografía Computada en 100mm): Indica la dosis absorbida a una distancia de 100 mm; para medirlo se usan varias cámaras de ionización de 100mm de longitud ubicados dentro de un fantoma (García Cartaya, 2008, p. 54).
- CTDIvol (Índice de Dosis en Tomografía Computada en volumen): Considera la radiación en los tres ejes de exploración en un tamaño estandarizado (Montenegro Córdova & Toalón Idrovo, 2015, p. 32).
- DLP (Producto Dosis Longitud): Muestra la dosis de radiación emitida por el tomógrafo, se la puede calcular mediante el producto entre el CTDIvol y la distancia de exploración (Ramos N & Villareal U, 2013, p. 15).

1.6.1 Niveles de dosis referenciales de tomografía

A continuación, se muestra los niveles de dosis referenciales según la Comunidad Europea:

Tabla 4-1: Niveles de dosis referenciales de tomografía adultos

Zona del cuerpo	DLP (mGy.cm)	Dosis Efectiva (mSv)
Cráneo	1050	2
Cuello	400	3
Tórax	650	8
Abdomen	780	10

Fuente: (Montenegro Córdova & Toalón Idrovo, 2015, p. 22)

Niveles de dosis DLP de referencia en niños según la Comunidad Europea:

Tabla 5-1: Niveles de producto dosis longitud DLP en TC de cráneo, tórax y abdomen en niños.

	Cráneo	Tórax	Abdomen
Grupo de edad	Comunidad Europea	Comunidad Europea	Comunidad Europea
0 a 1 años	300	200	330
1 a 5 años	600	400	360
5 a 10 años	750	600	800
10 a 15 años	1050	650	780

Fuente: (Montenegro Córdova & Toalón Idrovo, 2015, p. 23)

Factores de conversión

Tabla 6-1: Factores de conversión de DLP a la dosis efectiva en niños y adultos.

Zona del cuerpo	Factor de conversión K (mSv x mGy ⁻¹ x cm ⁻¹)					
	Recién nacido	1 año	5 años	10 años	15 años	Adulto
Cráneo	0.0051	0.0046	0.0035	0.0026	0.0023	0.0021
Cuello	0.014	0.013	0.0097	0.0074	0.0065	0.0059
Tórax	0.025	0.022	0.020	0.018	0.015	0.014
Abdomen	0.029	0.025	0.021	0.020	0.016	0-015

Fuente: (Montenegro Córdova & Toalón Idrovo, 2015, p. 24)

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo, al ser de carácter experimental, tiene la finalidad de brindar una guía sencilla para una correcta realización de los exámenes en tomografía en las zonas de cráneo, tórax y abdomen. A continuación, se mencionan algunos procedimientos y normas que servirán para cumplir y garantizar la correcta elaboración del manual de procedimiento para obtener las imágenes en el Tomógrafo Toshiba Activion.

El manual de procedimiento se encuentra formado por los siguientes procedimientos: operación, mantenimiento y protección radiológica. En operación se incluirá el protocolo para atención de pacientes internos como externos, además, técnicas de adquisición de imágenes que se usan en el tomógrafo. Mientras en mantenimiento y protección radiológica se incluirán las pruebas de control de calidad y pruebas dosimétricas para determinar el buen funcionamiento del equipo.

2.1 Área y tiempo de estudio

En el periodo de 4 meses se procedió a recolectar datos de pacientes como también de los registros del tomógrafo y realizar pruebas de control de calidad para el Tomógrafo Toshiba Activion en el área de Imagenología del Hospital Provincial General Docente Riobamba.

2.2 Criterio de exclusión

Se evitaron todas las tomografías con más de una región en el mismo paciente, tomografías contrastadas y angiografías (Montenegro Córdova & Toalón Idrovo, 2015, p. 28).

2.3 Alcance

El manual de procedimiento para obtener las imágenes en zonas de cráneo, tórax y abdomen, se usará específicamente para el Tomógrafo Toshiba Activion en el Hospital General Provincial Docente de Riobamba.

2.4 Mediciones de control de calidad

Para implementar las pruebas de control de calidad, previamente se revisó distintos protocolos de control de calidad y manuales de procedimientos, como también distintas normas elaboradas por distintas organizaciones como: El Protocolo Español de Control de Calidad en radiodiagnóstico, los procedimientos para el control de calidad en radiodiagnóstico propuesto por la Sociedad Valenciana de Protección Radiológica (Radiofísica, 2002) y el Protocolo de Control de Calidad para el Tomógrafo Toshiba Activion TSX-031A elaborado por Biof. Nátaly Chávez.

Se registra la información de las tomografías de cráneo, cuello y abdomen dentro del periodo que se estableció. Para el control de calidad se considera: la revisión de los parámetros mecánicos y eléctricos del equipo, con ello valorar cómo funciona el equipo, también se controla la radiación existente en el área que es producida por los equipos, esto mediante pruebas dosimétricas que evalúan el nivel de protección radiológica que existe en el departamento de Imagenología del Hospital. Todas las pruebas deben cumplir todas las condiciones impuestas por la Autoridad Reguladora (SCAN).

2.4.1 Pruebas mecánicas

2.4.1.1 Inspección física de la instalación

La inspección física que se realiza cada día es muy importante en la sala de tomografía, debido a que permite identificar visualmente cual es el estado de los distintos sistemas del tomógrafo, la consola, puertas etc. Además de verificar si hay objetos ajenos al área, que pueden causar retrasos en la realización de los exámenes tomográficos. En este caso se verifica el cableado eléctrico, la consola del operador y la sala de tomografía al inicio de la jornada, durante los meses de evaluación.

Tabla 1-2: Inspección física de la instalación.

Objetivo	Verificar que todos los componentes funcionen correctamente, y a su vez identificar si hay la presencia de objetos que no deban estar en la sala de tomografía.
Material básico	Vista.
Personal	Operador.
Periodicidad	Diaria.
Tolerancia	Mala, buena, regular .
Archivo	Los valores obtenidos se archivarán, utilizando la hoja de datos indicada en el formulario correspondiente.

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: (Chavez Oleas , 2011, pp. 82-112).

Tabla 2-2: Desplazamiento de camilla del tomógrafo.

Objetivo	Comprobar el movimiento de la camilla bajo peso del paciente para evitar errores de posicionamiento.
Material básico	Regla para medir el movimiento de la camilla.
Personal	Experto o técnico.
Periodicidad	Anual y tras cualquier modificación de técnicas.
Tolerancia	La diferencia entre el desplazamiento nominal y el real no debe ser mayor de 2 mm.
Archivo	Los valores obtenidos se archivarán, utilizando la hoja de datos indicada en el formulario correspondiente.

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: (Chavez Oleas , 2011, pp. 82-112).

Procedimiento

Esta prueba se la realiza, colocando un peso aproximado de 70 kilos sobre la camilla del tomógrafo (Sánchez Navarrete, 2012, p. 17) , luego se realiza un movimiento mínimo de 30 cm, para que finalmente se mueva al punto inicial, y se verifica si hay una variación en el desplazamiento de la camilla.

2.4.1.2 Láser de posicionamiento

El sistema de láser ayuda al posicionamiento del paciente, para obtener imágenes de la zona de estudio sin ningún problema, permite ahorrar tiempo al momento de realizar el estudio tomográfico, un buen posicionamiento del paciente evita realizar exámenes equivocados.

Tabla 3-2: Control del láser de posicionamiento.

Objetivo	Verificar la alineación de las luces axiales y el haz de radiación para corroborar si la alineación del paciente se encuentra en la posición correcta (SEFM-SEPR, 2011, p. 162).
Material básico	Sobre de placas o fantoma, aguja, y regla.
Personal	Experto y técnico.
Periodicidad	Anual y tras cualquier modificación de técnicas.
Tolerancia	La diferencia entre el desplazamiento nominal y el real no debe ser mayor de 2 mm.
Archivo	Los valores obtenidos se archivarán, utilizando la hoja de datos indicada en el formulario correspondiente.

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: (Chavez Oleas , 2011, pp. 82-112).

Procedimiento

Todos los tomógrafos tienen un sistema luminoso interno que indica la posición del haz de radiación, se coloca la placa o el fantoma sobre la camilla, para encender las luces láser sobre la placa, y marcamos el punto. Luego lo perforamos con un alfiler y realizamos un pequeño estudio de un corte pequeño. Luego comprobamos si existe alguna variación entre la posición inicial marcada y la final luego de haber realizado el estudio (SEFM-SEPR, 2011, p. 161).

2.4.1.3 Control de exposición (kV)

El control de exposición, es importante al momento de realizar el control de calidad del tomógrafo, debido a que este influye directamente en la entrega de dosis al paciente.

Tabla 4-2 Prueba de control de exposición.

Objetivo	Comparar si la cantidad de kV ingresada por consola es la misma que mide el kilovoltímetro.
Material básico	Medidor de voltaje.
Personal	Experto u operador.
Periodicidad	Semestral.
Tolerancia	<4% de error (Sánchez Navarrete, 2012, p. 20).
Archivo	Los valores obtenidos se archivarán, utilizando la hoja de datos indicada en el formulario correspondiente.

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: (Chavez Oleas , 2011, pp. 82-112).

Procedimiento

Se usa para medir de forma no invasiva la tensión del tubo de rayos X (Sánchez Navarrete, 2012, p. 21). Primero se debe ubicar el kilovoltímetro aproximadamente 60 cm del gantry, luego ajustamos el colimador a un tamaño de 2mm, y seleccionar un protocolo, donde se va cambiando el voltaje y se mantiene el valor de intensidad de corriente constante. (Andisco, et al., 2010, p. 398).

2.4.1.4 Temperatura y Humedad

La verificación de la temperatura y humedad dentro de la sala de tomografía ayuda a alargar el tiempo de vida de todos los componentes del equipo.

Tabla 5-2: Prueba de temperatura y humedad.

Objetivo	Verificar el correcto funcionamiento del equipo de refrigeración y evaluar la humedad relativa presente en la sala de tomografía.
Material básico	Medidor de temperatura y humedad
Personal	Experto u operador
Periodicidad	Mensual
Tolerancia	La temperatura no debe ser mayor a 20°C y la humedad debe mantenerse menor a 70 % de humedad relativa. (Simon, 2016).
Archivo	Los valores obtenidos se archivarán, utilizando la hoja de datos indicada en el formulario correspondiente.

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: (Chavez Oleas , 2011, pp. 82-112).

Procedimiento

Al inicio del día, luego de iniciar con las pruebas, cuando no se esté realizando ningún estudio, se procede a medir la temperatura dentro de la sala de tomografía, y se anota su valor. Generalmente el mismo equipo mide temperatura y humedad a la vez, pero si se necesita otro equipo, para medir humedad, se realiza el mismo procedimiento.

2.4.2 Protección radiológica

2.4.2.1 Radiación de fuga

Esta prueba permite evaluar y medir la radiación de fuga en el cabezal, la radiación generada en el tubo de rayos X que es nociva tanto para la calidad de la imagen como para dosimetría del paciente y personal ocupacionalmente expuesto (Moreno Triviño, 2016, p. 36).

Tabla 6-2: Prueba de radiación de fuga

Objetivo	Medir la radiación de fuga presente en sala de control y sala al momento de realizar una intervención
Material básico	Detector o cámara ionización
Personal	Experto y operador
Periodicidad	Mensual
Tolerancia	No mayor a 1mSv/h (Moreno Triviño, 2016, p. 50)
Archivo	Los valores obtenidos se archivarán, utilizando la hoja de datos indicada en el formulario correspondiente.

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: (Chavez Oleas, 2011, pp. 82-112).

Procedimiento

Primero poner el detector en las paredes del gantry, al momento de realizar una intervención. La radiación de fuga se medirá de acuerdo a la distancia de la fuente-detector. En este caso se deberá usar un estudio de abdomen con el kilovoltaje más alto y el espesor de corte más amplio (Sánchez Navarrete, 2012, p. 35), donde se anota el valor más alto medido por el detector. Al finalizar de realizar las mediciones, en la pantalla del computador del operador se muestra el tiempo que se demoró el estudio. Con este valor se puede calcular la dosis absorbida en las paredes del tubo de rayos X.

Al medir la radiación de fuga con el detector, mide la tasa de dosis (uSv/h); para facilitar el cálculo se puede transformar al mSv/h.

$$D' = uSv/h \times \left(\frac{1 mSv}{1000uSv}\right) = mSv/h \quad (10)$$

Con los valores transformados ya se puede calcular la dosis absorbida en el intervalo de tiempo.

$$D = D' \times t \quad (11)$$

Donde:

- D es la dosis absorbida.
- D' es el valor de la radiación de fuga (tasa de dosis).
- t es el tiempo que duró la exploración.

2.4.2.2 Levantamiento Radiométrico

Se evalúa y mide la radiación de fuga en distintos lugares cercanos a la sala de tomografía, para evaluar los niveles de exposición de personal ocupacionalmente expuesto (POE) y el público.

Tabla 7-2: Prueba de dosis equivalente ambiental (mSv/año).

Objetivo	Medir la radiación de fuga presente en sala de control y sala al momento de realizar una intervención.
Material básico	Detector o cámara ionización.
Personal	Experto y operador.
Periodicidad	Mensual.
Tolerancia	No mayor a 20 mSv/año POE y no mayor a 1mSv/año público (ICRP, 2013, p. 43).
Archivo	Los valores obtenidos se archivarán, utilizando la hoja de datos indicada en el formulario correspondiente.

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: (Chavez Oleas , 2011, pp. 82-112).

Procedimiento

De la misma forma que en la medición de radiación de fuga, se usará una técnica que entregue mayor dosis, y luego realizamos varias mediciones en distintos lugares de la sala de tomografía, repitiendo la misma técnica (Chavez Oleas , 2011, p. 105). A partir de la carga de trabajo se podrá calcular cual es la dosis que recibe el POE y el público. Para calcular la dosis que recibe el público, debido a que no pasa todo el tiempo en el área de Imagenología, se debe asignar un valor de ocupación (Sánchez Navarrete, 2012, p. 35).

En cada punto medido se escoge el valor más alto medido por el detector, luego transformamos las unidades de los valores obtenidos con la ecuación (10). Para finalmente calcular la dosis absorbida al año aplicamos la ecuación (11), pero en este caso se debe considerar que un operador en el área de imagenología del HPGDR trabaja 8 horas diarias, por 5 día a la semana, 4 semanas al mes durante 11 meses.

$$D = uSv/h \times \left(\frac{8h}{1día}\right) \times \left(\frac{5días}{1semana}\right) \times \left(\frac{4semanas}{1mes}\right) \times 11 meses \quad (12)$$

2.4.2.3 Dosis medida por el tomógrafo Toshiba Activion

La dosis que recibe el paciente al momento de realizarse un estudio tomográfico, se puede calcular a partir del índice de dosis de tomografía computarizada (CTDI) y el producto dosis longitud (DLP) (Andisco, et al., 2010, pp. 399-400)

Tabla 8-2: Dosis efectiva medida por el tomógrafo usando DLP.

Objetivo	Medir la dosis efectiva que recibe el paciente al momento de realizarse un estudio de cráneo, tórax y abdomen.
Material básico	Vista
Personal	Experto y operador
Periodicidad	Semestral
Tolerancia	Cráneo: 2 mSv; tórax: 8mSv y abdomen: 10mSv (Radiological Society of North America, 2017)
Archivo	Los valores obtenidos se archivarán, utilizando la hoja de datos indicada en el formulario correspondiente.

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: (Chavez Oleas , 2011, pp. 82-112).

Para la recolección de los datos, se observó y anotó los distintos parámetros que se marcan en el equipo al finalizar un examen tomográfico. Se anotaron 5 valores para cada uno de los exámenes de tomografía de cráneo, tórax y abdomen, dentro de periodo establecido. Para posteriormente multiplicarlos con el factor K establecido por el ICRP, para obtener la dosis efectiva por al paciente en cada examen de cada grupo medido. Los valores se compararán con los límites recomendados por la Unión Europea como también por el informe 121 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica para pacientes pediátricos (ICRP, 2013, pp. 41-42).

$$E = DLP \times K \quad (13)$$

Dónde: E es la dosis efectiva.

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Procedimiento de operación en sala de tomografía del HPGDR

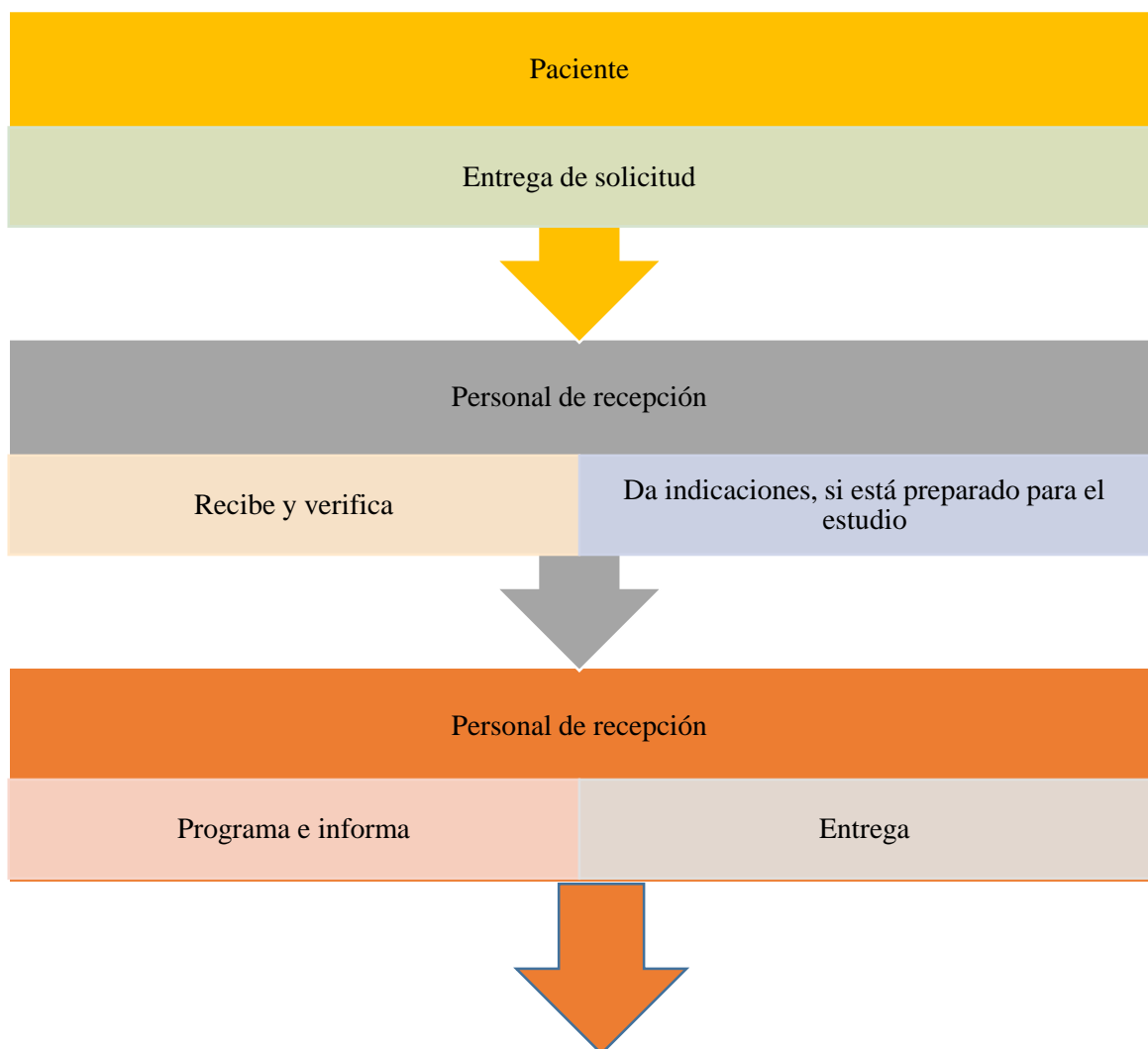
3.1.1 Protocolo de atención a pacientes

La finalidad es generar lineamientos en los procesos para realizar estudios de tomografía computarizada, facilitando al médico tratante el diagnóstico, para tomar una decisión terapéutica adecuada.

Consulta externa e interna.

- El médico tratante, deberá encargarse de enviar el pedido para la realización de un examen tomográfico, brindando información que justifique la ejecución del mismo.
- El médico radiólogo o el tecnólogo radiólogo podrá cancelar los pedidos, si lo considera que no cumple con todos los parámetros necesarios para la evaluación, o si existe riesgo de sobre irradiación al paciente.
- Los turnos para la realización de los estudios tomográficos, serán entregados de acuerdo a la programación elaborada por el departamento de radiodiagnóstico.
- Todo estudio tomográfico se realizará sin realizar pago alguno por parte de los pacientes.
- El técnico radiólogo será el encargado de realizar los estudios tomográficos, aconsejado por un médico radiólogo, mismo que realizará los informes de los exámenes realizados.
- Todos los estudios tomográficos deberán ser registrados por el técnico radiólogo que realizó el procedimiento.
- La entrega de resultados se lo realizará luego de 3 días de la exploración tomográfica.

- Dependiendo de la complejidad del estudio y si se trata de un paciente pediátrico o estado crítico, se integrará al equipo de trabajo un anestesiólogo (Hospital Civil Fray Antonio alcalde, 2006, p. 17).
- Si el estudio necesita la administración de contraste endovenoso, el paciente deberá llevar el consentimiento informado, autorizando la realización del mismo.
- Para la realización de un examen tomográfico, el paciente deberá llevar los resultados de creatinina.
- Algún procedimiento que no pueda realizarse por carecer de tecnología adecuada, será derivado a trabajo social donde se informará de gabinetes donde pudiera realizarse (Hospital Civil Fray Antonio alcalde, 2006, p. 17).



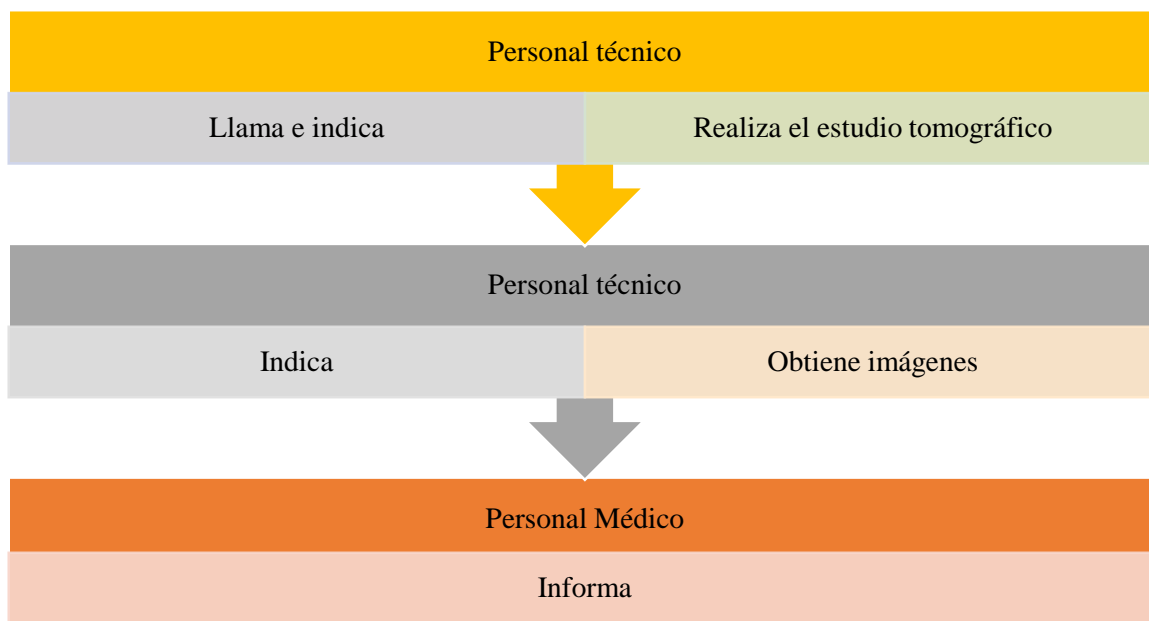



Gráfico 1-3 : Proceso para realizar un estudio de tomografía en el departamento de Imagenología del HPGDR.

Fuente: Jefferson Bonilla, 2017.

3.2 Técnicas de adquisición

Las técnicas de adquisición forman parte del procedimiento de operación, por lo que a continuación se detallan algunas técnicas para la obtención de imágenes en tomografía.


Tabla 1-3: TC de cráneo

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito supino, la cabeza se coloca en el soporte para cráneo, los brazos hacia abajo y a los lados del cuerpo, centrando el láser interno en la en la parte más alta de la cabeza.
Técnica	
Topograma	Lateral
Rango de adquisición	Base de cráneo hasta lóbulos parietales
Grosor de corte	3mm
Incremento	3-4 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225

kV	120
FOV	21-24
Tiempo	2 a 3 segundos


Realizado por: Jefferson Bonilla

Tabla 2-3: TC Tórax

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito supino, con los brazos sobre la cabeza para disminuir artefactos en la región torácica.
Técnica	
Topograma	Lateral
Rango de adquisición	Base de cráneo hasta lóbulos parietales
Grosor de corte	3mm
Incremento	3-4 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	21-24
Tiempo	0,7 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Tabla 3-3: TC de abdomen

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito supino con los brazos pegados al cuerpo, tratando de no moverse.
Técnica	
Topograma	AP y lateral
Rango de adquisición	Base pulmonar hasta sínfisis púbica
Grosor de corte	20mm
Incremento	3-4 mm

Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	21-24
Tiempo	0,8 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla,2017.

3.3 Estadística pacientes

La recolección de datos se la realizó de la siguiente forma:

- Julio 2017

Tabla 4-3: Distribución de exámenes de tomografía en el mes de julio 2017.

Tipo de Exámenes	Numero de exámenes
Exámenes de tomografía de cráneo	238
Exámenes de tomografía de tórax	38
Exámenes de tomografía de abdomen	29
Otros	133
Total	438

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

Fuente: HPGDR,2017.

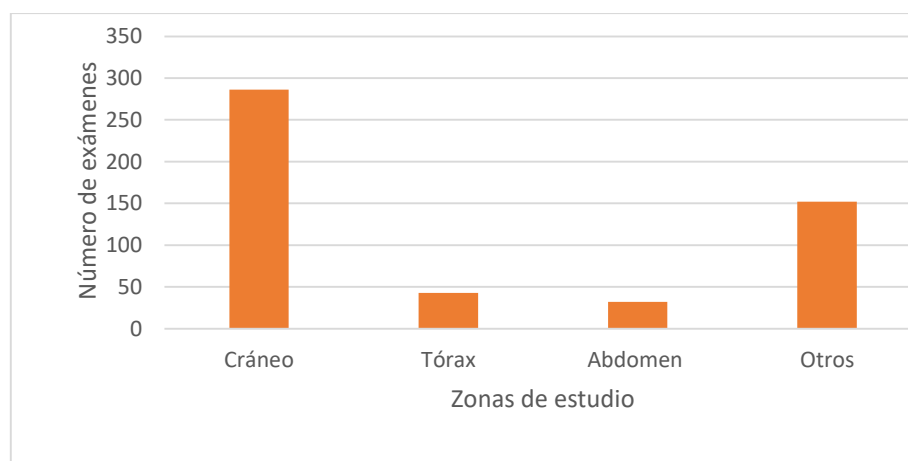


Gráfico 2-3: Distribución de estudios de tomografía en el mes de julio del 2017.

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

En julio se realizaron 238 estudios de cráneo, 38 estudios de tórax ,29 estudios de abdomen y 133 estudios de las otras zonas de estudio, exámenes contrastados y angiografías.

- Septiembre 2017

Tabla 5-3: Distribución de exámenes de tomografía en el mes de septiembre 2017.

Tipo de Exámenes	Numero de exámenes
Exámenes de tomografía de cráneo	224
Exámenes de tomografía de tórax	39
Exámenes de tomografía de abdomen	28
Otros	125
Total	416

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

Fuente: HPGDR,2017.

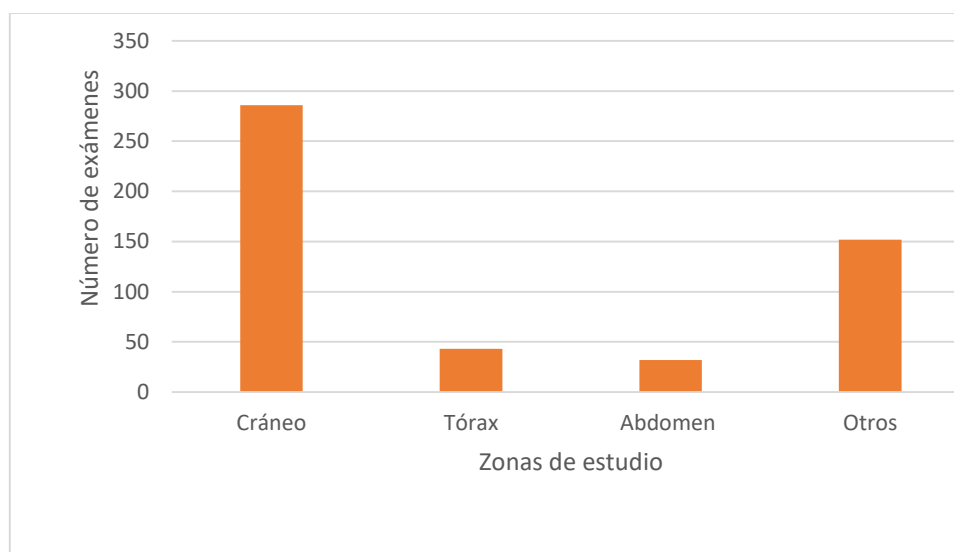


Gráfico 3-3: Distribución de estudios de tomografía en el mes de septiembre de 2017.

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

En septiembre se realizaron 224 estudios de cráneo, 39 estudios de tórax ,28 estudios de abdomen y 125 estudios de las otras zonas de estudio, exámenes contrastados y angiografías.

- Noviembre 2017

Tabla 6-3: Distribución de exámenes de tomografía en el mes de noviembre 2017.

Tipo de Exámenes	Numero de exámenes
Exámenes de tomografía de cráneo	292
Exámenes de tomografía de tórax	37
Exámenes de tomografía de abdomen	26
Otros	147
Total	502

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: HPGDR, 2017.

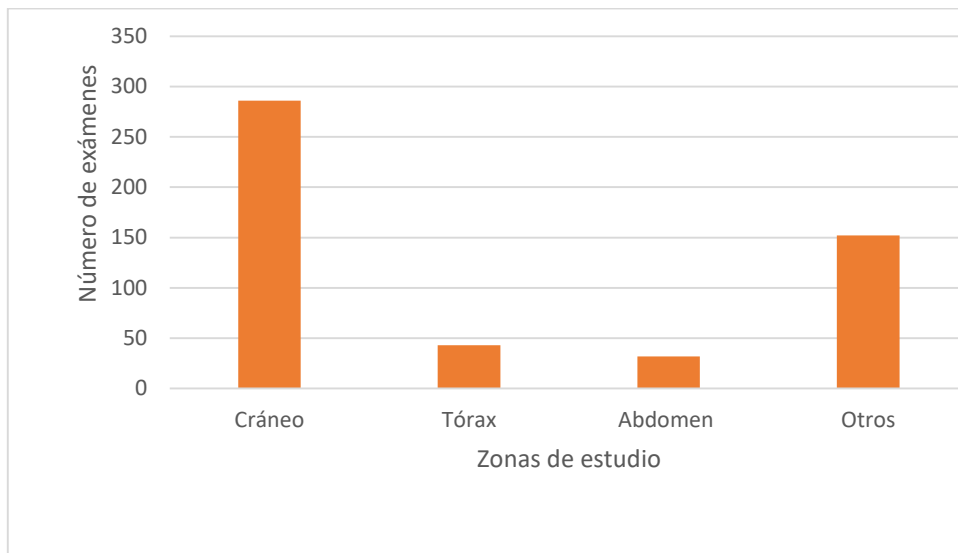


Gráfico 4-3: Distribución de estudios de tomografía en el mes de noviembre de 2017.

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

En noviembre se realizaron 292 estudios de cráneo, 37 estudios de tórax, 26 estudios de abdomen y 147 estudios de las otras zonas de estudio, exámenes contrastados y angiografías.

- Diciembre 2017.

Tabla 7-3: Distribución de exámenes de tomografía en el mes de diciembre 2017.

Tipo de Exámenes	Numero de exámenes
Exámenes de tomografía de cráneo en el mes	286
Exámenes de tomografía de tórax en el mes	43
Exámenes de tomografía de abdomen en el mes	32
Otros	152
Total	513

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

Fuente: HPGDR,2017.

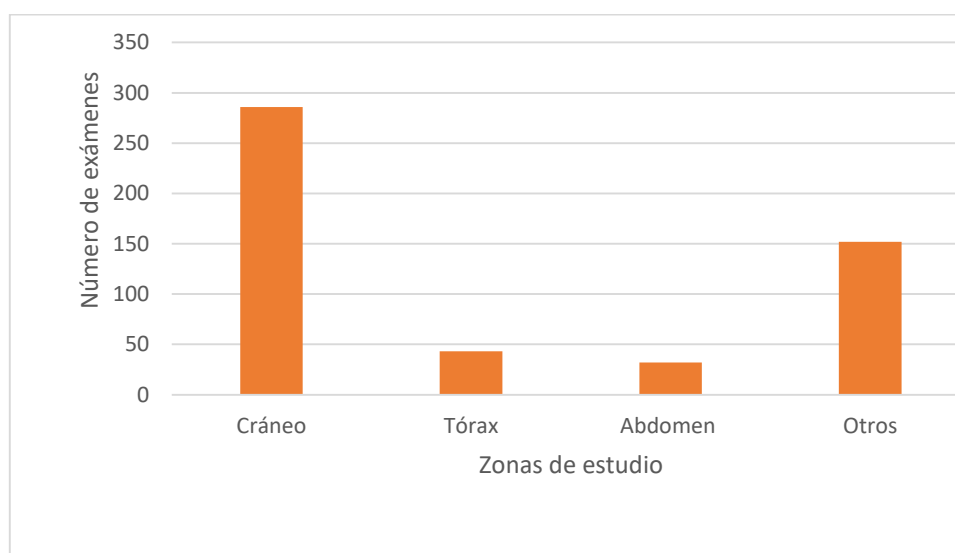


Gráfico 5-3: Distribución de estudios de tomografía en el mes de diciembre de 2017.

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

En diciembre se realizaron 2286 estudios de cráneo, 43 estudios de tórax ,32 estudios de abdomen y 52 estudios de las otras zonas de estudio, exámenes contrastados y angiografías.

Durante la adquisición de información, se observó que la tomografía de cráneo es el estudio que se realiza con más frecuencia que los otros estudios en el HPGDR, a continuación, se muestra la totalidad de estudios de cráneo, tórax y abdomen durante los 4 meses análisis.

Tabla 8-3: Exámenes de tomografía en zonas de cráneo, tórax y abdomen durante los meses de julio, septiembre, noviembre y diciembre de 2017.

Exámenes de tomografía de cráneo en los 4 meses	1023
Exámenes de tomografía de tórax en los 4 meses	153
Exámenes de tomografía de abdomen en los 4 meses	110
Total	1286

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

Fuente: HPGDR,2017.

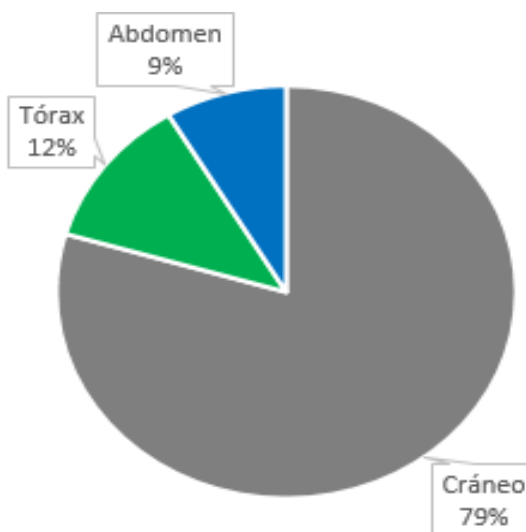


Gráfico 6-3: Distribución de los 1286 estudios tomográficos correspondientes a las zonas de cráneo, tórax y abdomen en los meses de julio, octubre, noviembre y diciembre del 2017.

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

Se evaluaron 3 tipos de exámenes tomográficos, mostrando que el estudio de cráneo es el que tiene mayor frecuencia con un 79%, el examen de tórax presentó una frecuencia de 12% y abdomen tuvo un 9% del total de exámenes realizados en los meses de julio, septiembre, noviembre y diciembre del 2017.

El número total de estudios evaluados, en las zonas de cráneo, tórax y abdomen durante los 4 meses fue de 1286, siendo una cantidad considerable, por la que se necesita realizar un estudio de control de calidad y protección radiológica.

3.4 Pruebas de control de calidad

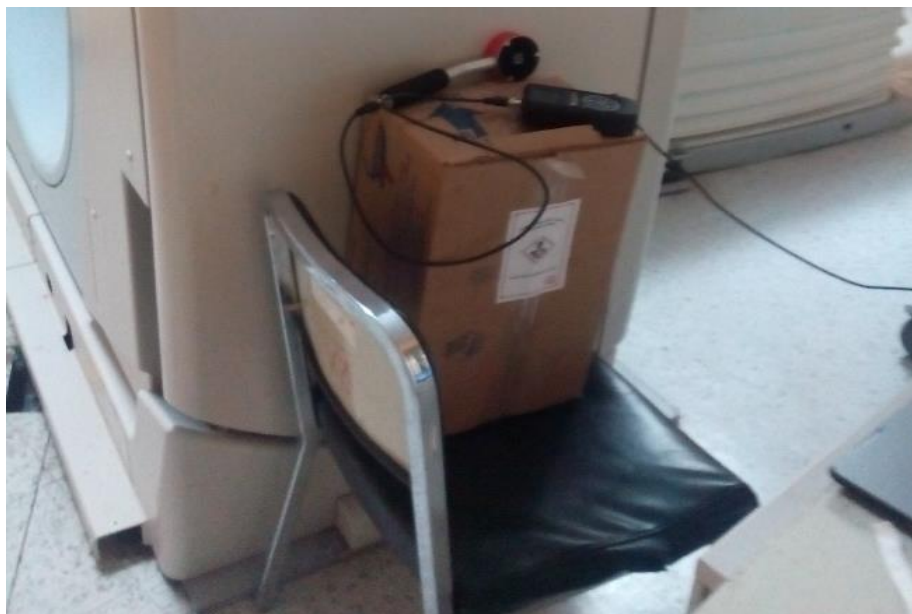
Inspección física de la sala de tomografía

La instalación de la unidad de radiodiagnóstico, fue evaluada 5 días a la semana, durante 4 meses, la principal a evaluar fue el estado de consola, la verificación de objetos que no pertenezcan a la sala de tomografía y además la verificación del deterioro de puertas y cables eléctricos.

Tabla 9-3: Inspección Física de tomografía computarizada.

Nombre de Prueba	Estado			Observación
	Bueno	Regular	Malo	
Estado de consola	X			Funciona correctamente
Comprobación física		X		Se olvidaron una caja de cartón con frascos de contraste vacío.
Verificación puerta y cables		X		Está dañada la chapa de la puerta del vestidor

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017



Fotografía 1-3: Caja con frascos de medios de contraste vacíos.

Fuente: Jefferson Bonilla, 2017.

Inspección de movimiento de camilla

Se verificó que la camilla, no tiene ninguna falla en su movimiento. El proceso se realizó 5 días a la semana, durante 4 meses. El proceso consiste en mover 30 cm a la camilla con el primer paciente del día, luego presionamos el botón del gantry, para que la camilla vuelva a su posición inicial.

Tabla 10-3: Verificación movimiento de la camilla.

Evaluación	Frecuencia
Buen estado	10
Mal estado	0

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

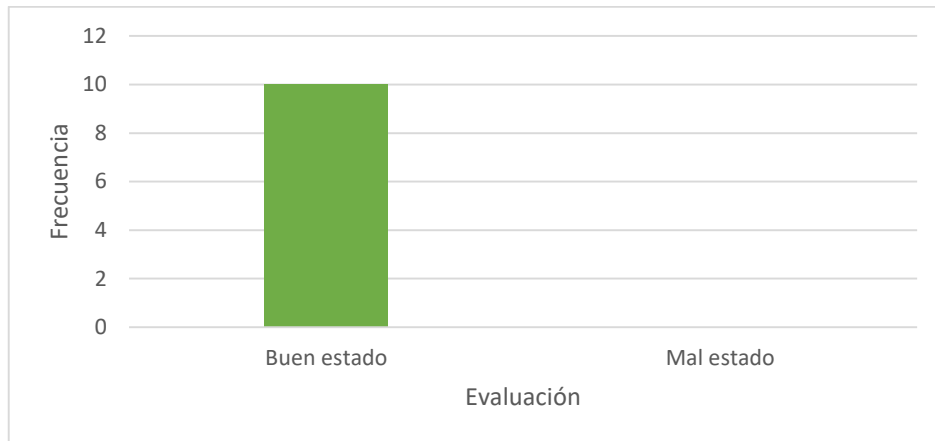


Gráfico 7-3: Evaluación de movimiento de camilla.

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

En las 10 pruebas realizadas, la camilla no presentó ningún desperfecto al momento de moverla.

Láser de posicionamiento

Sirve para verificar si coincide el haz de radiación con el sistema interno de láser del tomógrafo. Se procede a ubicar una lámina o un fantoma en la camilla, luego movemos la camilla hasta que la lámina esté en el punto de convergencia del sistema de láser del equipo, con un alfiler pinchamos la lámina, siguiendo el láser que pasa en forma longitudinal y realizamos un estudio con un grosor de corte muy pequeño. Al final vemos si la franja de irradiación, está muy lejos de los agujeros realizados en la lámina o no, midiéndolo con una regla. La medición se la realizó 2 veces, en julio y diciembre de 2017.

Tabla 11-3: Verificación de láser de posicionamiento.

Evaluación	Frecuencia
Menor 2mm de separación	2
Mayor 2mm de separación	0

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

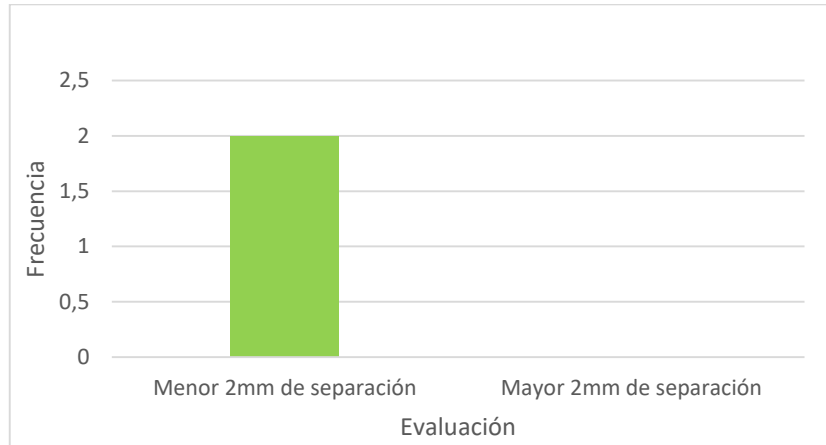


Gráfico 8-3: Separación del haz de radiación y el sistema de láser del equipo.

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

En las 2 mediciones que se realizaron no existe una separación mayor de 2mm entre el haz de radiación y el sistema interno de láser del tomógrafo Toshiba Activion, por lo que cumple el equipo lo recomendado por la norma (TOSHIBA, 2007, p. 23).



Fotografía 2-3: Movimiento de camilla, hasta alcanzar el punto de convergencia de los láseres.

Fuente: Jefferson Bonilla,2017.

Medición de control de exposición

Esta prueba se realizó para comprobar si no existe cambio en los valores de consola, con respecto a los medidos por el equipo, para esto se mantiene constante el valor del mili amperaje (225mAs). Para iniciar con la prueba, se ubicó el kilovoltímetro aproximadamente a 60 cm del tubo de rayos X, luego seleccionamos el valor del voltaje que va a ser utilizado en la prueba (120 Kv, 135 Kv y 140 Kv), para finalmente tomar 3 medidas con cada valor del kilovoltaje. Las mediciones se las realizó en el mes de noviembre.

Tabla 12-3: Medición de Kilovoltaje.

	kV	kV	kV
Valores de consola	120	135	140
Corriente (mA)	225	225	225
Medición 1	119,1	133,5	137,6
Medición 2	118,4	134,2	138,3
Medición 3	117,9	132,9	138,6
Media	118,5	133,5	138,2
Error (%)	1,3	1,1	1,3
Precisión	0,6	0,92	0,72

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

El error permitido para que sea válida la prueba no debe ser mayor a 4% y dado que las mediciones tienen un error máximo de 1,3 %, se confirma que la tensión con la que trabaja el tubo de rayos X es la óptima, alargando la vida útil del tubo y cumpliendo con lo recomendado por la Autoridad Reguladora. De la misma forma la precisión recomendada (Sánchez Navarrete, 2012, p. 25) al tomar las medidas, no debe ser mayor al 2%, pero como el valor máximo medido fue de 0,92%, por lo que también se encuentra bajo la norma establecida.

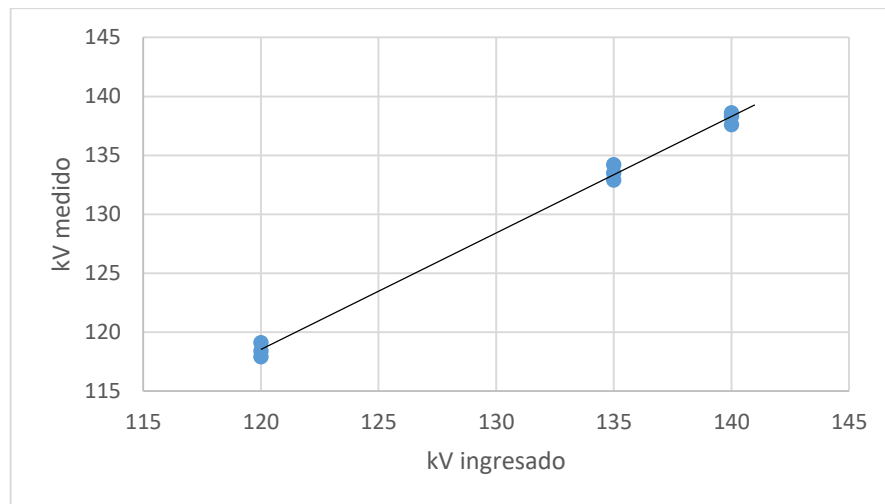


Gráfico 9-3: Linealidad entre el kilovoltaje ingresado y el kilovoltaje medido.

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

En el gráfico 9-3, comprobamos que los datos por consola, no cambian cuando se realiza cualquier estudio de tomografía, garantizando que el valor del kilovoltaje no cambia. Por ende, la dosis absorbida por el paciente no variará con cualquier estudio que sea realizado.



Fotografía 3-3: Kilovoltímetro modelo 820.

Fuente: Jefferson Bonilla, 2017.

Medición de humedad y temperatura

Esta medición se realizó para comprobar si los niveles de temperatura y humedad se encontraban dentro de los niveles normales, para que el tomógrafo funcione correctamente, se realizaron 5 pruebas en el mes de julio y 5 en septiembre. Las mediciones se las realizaron al medio día, debido a que es la hora donde la temperatura es más alta en la ciudad (Chavez Oleas, 2011, p. 51), y como también, toda la mañana se ha ido realizando estudios de tomografía, la temperatura del tubo

de rayos X se eleva; siendo la hora indicada para realizar las mediciones. Al equipo se le ubicó en el cabezal de la camilla del tomógrafo, justo debajo del tubo, las mediciones se las anotaron en el registro respectivo.

Tabla 13-3: Medición de humedad y temperatura en sala de tomografía.

Mediciones	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Medición 1	14,07	50,91
Medición 2	13,06	51,02
Medición 3	14,56	54,34
medición 4	15,01	53,2
Medición 5	14,07	50,6
Medición 6	14,03	50,7
Medición 7	13,67	49,8
Medición 8	13,89	54,7
Medición 9	14,54	53,8
Medición 10	14,98	51,4
Promedio	14,18	52,04

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

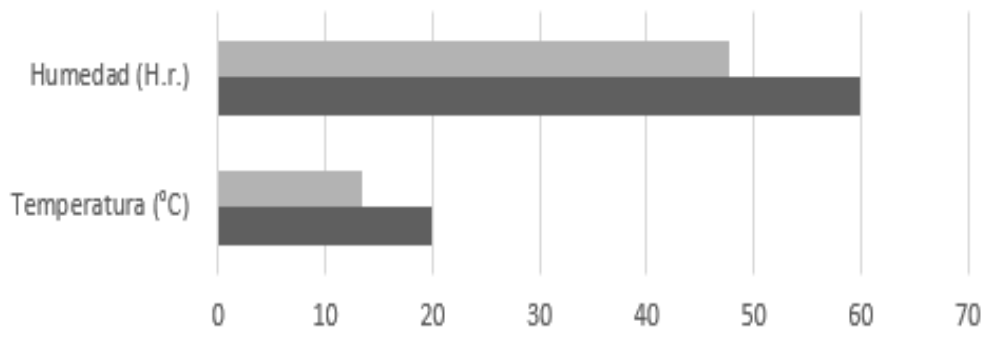


Gráfico 10-3 Humedad vs Temperatura.

Elaborado por: Jefferson Bonilla,2017.

De las 10 mediciones realizadas, se encontró que el valor de la humedad relativa (HR) dentro de la sala de tomografía fue 52,04% y su límite recomendado es de 70 %, de la misma forma la temperatura medida fue de 14,18°C, mientras que su límite recomendado es de 20°C. Por lo tanto, la sala de tomografía está dentro de los límites establecidos, cumpliendo con lo establecido por la Autoridad Reguladora.



Fotografía 4-3: Medición de humedad y temperatura en la sala de tomografía.

Fuente: Jefferson Bonilla, 2017.

3.5 Protección Radiológica

Valores de dosis producto longitud (DLP) medido por el tomógrafo.

Al finalizar un estudio tomográfico, en la pantalla de la sala de control, se genera un recuadro donde se indica diferentes datos que se realizaron en el estudio, y uno de ellos es el factor dosis producto longitud (DLP) medido por el equipo. Se tomaron 5 medidas de DLP de cada estudio tomográfico por grupos de edad, luego se sacó la media de cada estudio.

Los valores DLP de referencia, que son utilizados para comparar con los valores obtenidos en los distintos estudios, se encuentra detallada en el capítulo 1, sección de medidas de referencia en tomografía (Montenegro Córdova & Toalón Idrovo, 2015, p. 22).

Tabla 14-3: DLP para cada caso de estudio de tomografía.

Grupo de edad	Región	DLP media (mGy.cm)
<1 año	Cráneo	420,4
	Abdomen	356,3
	Tórax	456,1
Entre 1 y 4 años	Cráneo	504,2
	Tórax	430,7
	Abdomen	535,3
Entre 5 y 9 años	Cráneo	688,2
	Tórax	452,4
	Abdomen	553,7
Entre 10 y 15 años	Cráneo	889,2
	Tórax	640,6
	Abdomen	641,03
>15 años	Cráneo	1310,5
	Tórax	846,5
	Abdomen	653,2

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: HPGDR, 2017.

El valor de DLP de pacientes mayores de 15 años en la zona de cráneo es de 1310,5 mGy.cm, mientras que el valor DLP según la Unión Europea es de 1050 mGy.cm (ICRP, 2013, p. 41). En estudios tomográficos de tórax se obtuvo el valor de 846,5 mGy.cm, mientras que su valor límite es de 650 mGy.cm (Andisco, et al., 2010, p. 117), con lo cual se determina que el nivel de dosis es mayor al límite permisible en los 2 estudios. El valor obtenido en los estudios de abdomen es de 653,2 mGy.cm, mientras que su límite es de 780 mGy.cm, determinando que su valor se encuentra dentro del límite indicado.

En pacientes con edad entre 10-15 años, para los estudios de cráneo es 889,2 mGy.cm, tórax 640,6 mGy.cm y abdomen 641,03 mGy.cm, mientras que sus límites recomendados (ICRP, 2013, p. 41) son 1050 mGy.cm, 650 mGy.cm, y 780 mGy.cm respectivamente, comprobando que los niveles obtenidos están dentro de lo recomendado por la Unión Europea. En los pacientes con edad entre 5 -10 años, para los estudios de cráneo es 688,2 mGy.cm, tórax 452,4 mGy.cm y abdomen 553,7 mGy.cm, mientras que sus límites recomendados son 750 mGy.cm (ICRP, 2013, p. 41), 600 mGy.cm, y 800 mGy.cm respectivamente, de la misma forma los valores de DLP no superan los niveles establecidos.

En los pacientes entre 1-5 años, para los estudios de cráneo es 504,2 mGy.cm, de tórax es 430,7 mGy.cm y de abdomen es 535,3 mGy.cm, mientras que sus límites recomendados son 600 mGy.cm, 400 mGy.cm, y 360 mGy.cm respectivamente, los valores de DLP de cráneo no superan el límite recomendado, pero en tórax y abdomen superan el nivel de dosis recomendado por la Unión Europea. En los pacientes menores a 1 año para los estudios de cráneo es 420,4 mGy.cm, tórax 456,1 mGy.cm y abdomen 356,3 mGy.cm, mientras que sus límites recomendados son 300 mGy.cm (Montenegro Córdova & Toalón Idrovo, 2015, p. 23), 200 mGy.cm, y 330 mGy.cm respectivamente, los valores DLP encontrados superan el límite permitido, por lo que se debería considerar cambiar los protocolos usados, a pesar de que la poca cantidad de pacientes de esa edad que se realizan los estudios.

Medición de dosis efectiva

Para encontrar la dosis efectiva en cada estudio de tomografía, se debe multiplicar el valor DLP (mGy.cm), por un factor K ($mSv \cdot mGy^{-1} \cdot cm^{-1}$) que se encuentra en el primer capítulo, sección 6-1, donde se indica los niveles referenciales dosimétricos.

Tabla 15-3: Medidas de radiación acumulada en exámenes tomográficos.

Grupo de edad	Región	Dosis (mSv)
<1 año	Cráneo	2,14
	Abdomen	7,33
	Tórax	9,34
Entre 1 y 5 años	Cráneo	2,31
	Tórax	7,57
	abdomen	9,50
Entre 5 y 10 años	Cráneo	2,32
	Tórax	6,34
	abdomen	7,07
Entre 10 y 15 años	cráneo	2,56
	Tórax	10,42
	abdomen	10,25
>15 años	cráneo	2,84
	Tórax	10,45
	Abdomen	9,79

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Fuente: HPGDR,2017.

Para los pacientes mayores a 15 años, la dosis efectiva medida en cráneo, fue de 2,84 mSv, mientras que el límite recomendado por la Unión Europea y el Colegio Americano de Radiología es de 2 mSv, (Comisión Europea, 2000, p. 20) (Radiological Society of North America, 2017, p. 1), dándonos un resultado mayor al límite recomendado. La dosis efectiva en estudios de tórax fue de 10,45 mSv, mientras que el nivel recomendado por la Unión Europea es 8mSv, y el Colegio Americano de Radiología recomienda 7 mSv por lo tanto, los valores obtenidos superan el límite establecido. La dosis efectiva en estudios de abdomen fue de 9,79 mSv, mientras que el límite recomendado por la Unión Europea y el Colegio Americano de Radiología es de 10 mSv, en este caso la dosis efectiva medida esta dentro del límite recomendado por los organismos internacionales.

Para los pacientes entre 10-15 años, la dosis efectiva medida en cráneo fue de 2,56 mSv, dado que los límites son los mismos que ya se mencionaron, se sabe que la dosis es mayor al límite establecido, pero es menor a la de los pacientes mayores de 15 años. En los estudios de tórax el valor fue de 10,42 mSv por ende nuevamente el valor obtenido supera al valor recomendado. En los estudios de abdomen el valor fue de 10,25 mSv, encontrándose dentro de los límites permisibles. En el caso de los pacientes entre 5-10 años, la dosis efectiva en estudios de cráneo fue de 2,32 mSv, nuevamente el valor es mayor a lo establecido. En estudios de tórax, el valor fue de 6,34 mSv, valor que se encuentre dentro del rango permitido, en los estudios de abdomen el valor fue de 7,07 mSv está dentro de lo recomendado. Para los pacientes entre 1-5 años, los valores de la dosis efectiva en los estudios de cráneo, tórax y abdomen fueron de 2,31 mSv, 7,57 mSv y 9,50 mSv respectivamente.

En los exámenes de tórax y abdomen los valores se encuentran dentro de los límites permitidos, a diferencia del valor del estudio de cráneo que sí supera el valor recomendado. De la misma manera para los pacientes menores a 1 año la dosis efectiva en los estudios de cráneo, tórax y abdomen fueron de 2,14 mSv, 7,33 mSv y 9,34 mSv respectivamente. En este caso, los valores obtenidos si se encuentran dentro de lo que recomiendan las organizaciones (Comisión Europea, 2000, p. 23) (Radiological Society of North America, 2017, p. 1). La dosis efectiva en estudios de cráneo en todos los grupos analizados, superan los valores que indican las organizaciones, pero como los datos de referencia pueden cambiar de acuerdo a las características del paciente, al tamaño del campo de estudio, a la tensión del tubo de rayos X, etc (Andisco, et al., 2010, p. 398), se le puede considerar que los valores estan dentro de los rangos normales de tratamiento, sin embargo se debería realizar la medición de la dosis efectiva con el uso de fantasmas para verificar los datos obtenidos.

En base a las consideraciones, Montenegro y Toalón proponen una dosis efectiva para estudios de tórax de 12 mSv (Montenegro Córdova & Toalón Idrovo, 2015, p. 24) por lo que los valores de dosis efectiva de todos los estudios de tórax si están dentro los límites recomendados. Todos los valores

encontrados, son valores de referencia, ya que el tomógrafo no mide la dosis que recibe el paaciente, si no mide la dosis en el tubo de rayos X, además el valor de la dosis efectiva, puede depender de distintos factores como: el kilovoltaje, el mili amperaje, el pitch, el ancho del campo de visión, el tiempo de exposición. Por lo que dependiendo del tipo de estudio, estos parámetros pueden aumentar o disminuir (ICRP, 2011, p. 34).

Sin embargo, para tratar de disminuir la dosis que marca en tomógrafo especialmente en casos pediátricos, se deberá trabajar con un kilovoltaje mínimo, también se debe reducir el tamaño de campo de manera que solo cubra la zona al estudiar. Todos los parámetros que cambien, deberán constar en un manual de procedimientos que contengan técnicas de adquisición optimizadas.

Medición de la radiación de fuga

Se midió la radiación de fuga generada por el tubo de rayos X, las mediciones e las realizó al inicio de cada mes. Primero se utilizó el protocolo para abdomen debido que es el que entrega mayor dosis al paciente, además se trabajó con el valor más grande de la tensión. Luego se procedió a poner el detector pegado a la pared del tomógrafo y después de dejarlo fijo, se disparó.



Fotografía5-3: Medición de radiación de fuga pared tomógrafo.

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Tabla 16-3: Medición radiación de fuga.

Mes	Derecha (mSv/h)	Izquierda (mSv/h)
Julio	0,488	0,799
Septiembre	0,396	0,658
Noviembre	0,420	0,653
Diciembre	0,389	0,713

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

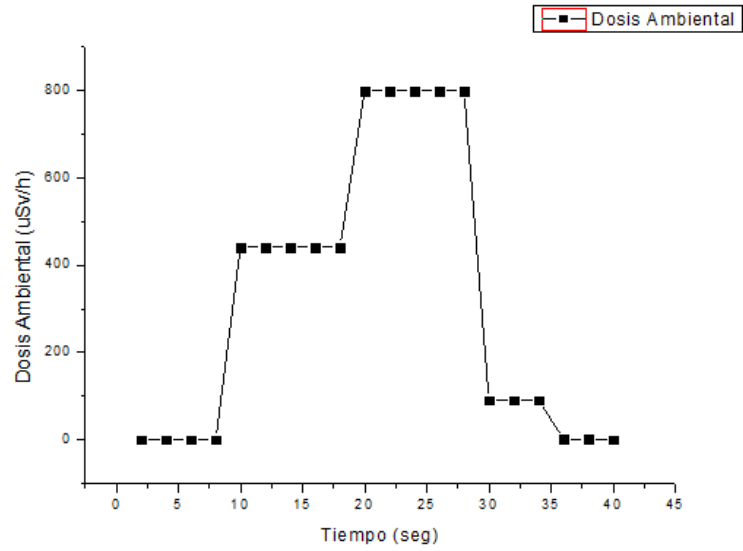


Gráfico 11-3: Radiación de fuga de pared izquierda del tomógrafo.

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

La medición hecha con el detector ranger muestra un registro de datos medidos en el intervalo de tiempo que duró la exploración, a partir de los datos obtenidos se procedió a realizar la gráfica en el programa origin, donde el punto más representativo muestra la radiación de fuga.

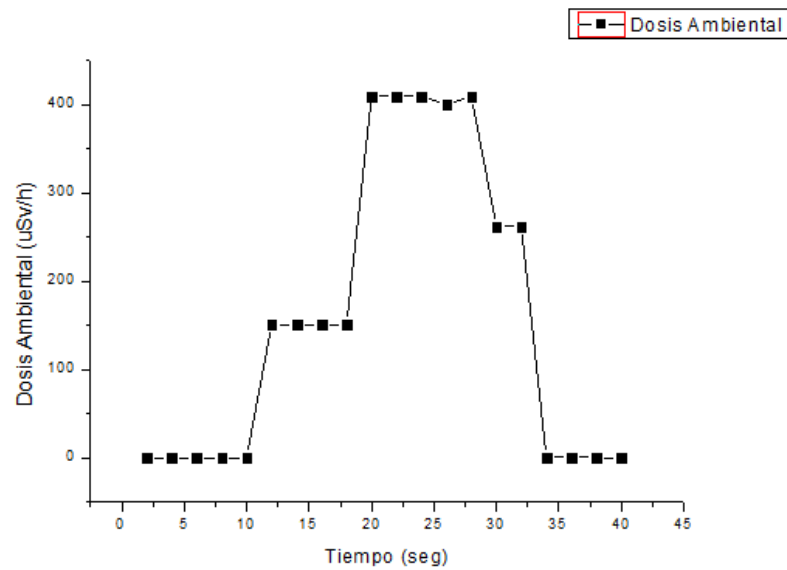


Gráfico 12-3: Radiación de fuga de pared derecha del tomógrafo.

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Donde:

$$799 \text{ uSv/h} \times \left(\frac{1 \text{ mSv}}{1000 \text{ uSv}}\right) = 0.799 \text{ mSv/h}$$

$$488 \text{ uSv/h} \times \left(\frac{1 \text{ mSv}}{1000 \text{ uSv}}\right) = 0.488 \text{ mSv/h}$$

En todos los casos, las mediciones se encuentran dentro del rango de tolerancia establecida (1mSv/h), por lo que el equipo no sobrepasa los niveles establecidos (Moreno Triviño, 2016, p. 43). De la misma forma, el tomógrafo muestra el tiempo de irradiación promedio al realizar el estudio es de 21.75 segundos. Por lo que la dosis de radiación aplicamos la ecuación (11), donde se multiplica la tasa de dosis medida anteriormente por el tiempo total de irradiación.

$$D = 0,488 \text{ uSv/h} \times \left(\frac{21,75 \text{ s}}{3600 \text{ s}}\right) h = 0.003 \text{ mSv}$$

Tabla 17-3: Dosis de fuga en paredes de tomógrafo.

Mes	Derecha (mSv)	Izquierda (mSv)
Julio	0,003	0,0048
Septiembre	0,0023	0,0039
Noviembre	0,0025	0,0039
Diciembre	0,0023	0,0043

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

La dosis medida por cada disparo en cada pared del tomógrafo es muy baja, pero si el paciente se realiza varios estudios tomográficos, con el transcurso del tiempo el paciente puede sufrir algún tipo de alteración en su salud. Se realiza un promedio de 30 tomografías al día, por lo que la dosis acumulada de fuga cada día es de:

Tabla 18-3: Dosis absorbida, cuando se realizan 30 tomografías al día

Mes	Derecha (mSv)	Izquierda (mSv)
Julio	0,09	0,02
Septiembre	0,07	0,12
Noviembre	0,08	0,2
Diciembre	0,07	0,13

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Levantamiento radiométrico en distintos lugares de la sala de tomografía

Esta prueba se la utilizó para medir la radiación ambiental de la sala de tomografía. Se usó la misma técnica que se empleó para medir la radiación de fuga en las paredes del tomógrafo, de igual manera se realizaron las medidas en los meses de julio, septiembre, noviembre y diciembre del 2017. La medición se la realizó en la ventana del operador, puerta de sala de control, vestidor, puerta de entrada de paciente, puerta adicional al vestidor, pasillo del paciente, sala de Fluoroscopia y sala de Ecografía. Nota: en el capítulo 2 se detalla en forma más completa, el proceso de medición.

Tabla 19-3 Valores de radiación ambiental en la ventana operador.

Mes	Tasa de dosis Ventana Operador (mSv/h)
Julio	0,0012
Septiembre	0,0016
Noviembre	0,0010
Diciembre	0,0012



Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Los valores obtenidos en los diferentes meses, no superan el límite (1 mSv/h), por lo que el equipo trabaja bajo los niveles permitidos por la Autoridad Reguladora. Si queremos saber cuál será la dosis recibida al final del día de trabajo, al mes y al año se realizó el siguiente cálculo:

Para saber la dosis recibida por ventana al finalizar el día de trabajo, se multiplicó la tasa de dosis obtenida por las horas de trabajo.

$$D = 0,0012 \text{ mSv/h} \times 8\text{h} = 0.01 \text{ mSv}$$

Para saber cuál es la dosis efectiva en el mes, se multiplicó la tasa de dosis por el número de horas del día de trabajo, para luego multiplicar nuevamente por los 20 días de trabajo cada mes.

$$D = 0,488 \text{ uSv/h} \times \left(\frac{8\text{h}}{1\text{día}}\right) \times \left(\frac{5\text{días}}{1\text{semana}}\right) \times (4 \text{ semana}) = 0.19 \text{ mSv}$$

Para saber cuál es la dosis recibida al año se multiplicó el valor de la dosis al mes por los 11 meses que se trabaja al año en el área de Imagenología.

$$D = 2,11 \text{ mSv}$$

Tabla 20-3: Dosis absorbida en la ventana de operador.


Mes	Día (mSv)	Mes (mSv)	Año (mSv)
Julio	0,01	0,19	2,11
Septiembre	0,13	0,26	2,81
Noviembre	0,008	0,16	1,76
Diciembre	0,01	0,19	2,11

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

La dosis más alta acumulada fue de 2,81 mSv en el mes de septiembre de 2017, mientras que el límite recomendado por la Autoridad Reguladora para personal que realiza los estudios de tomografía es de 20 mSv al año, por lo que la dosis al pasar en el año es mucho menor, garantizando que se cumplen con las normas y procedimientos respectivos.

Tabla 21-3: Valores de radiación ambiental en la puerta sala de control.

Mes	Puerta Sala de Control (mSv/h)
Julio	0,0017
Septiembre	0,0015
Noviembre	0,0013
Diciembre	0,0015

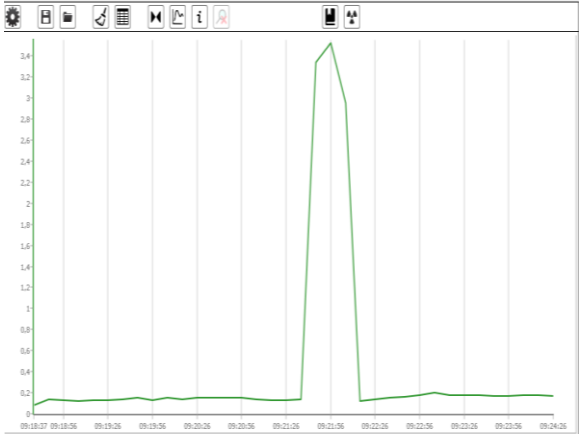


Elaborado por: Jefferson Bonilla 2017.

La tasa de dosis medida en los 4 meses de estudio, tuvo un valor máximo de 0,0017 mSv/h, por lo que todas las mediciones en este sitio están por debajo del límite recomendado (1mSv/h) por la Autoridad Reguladora (Moreno Triviño, 2016, p. 43), pero se observa que las mediciones aumentan poco, debido a que el cabezal del tomógrafo se encuentra casi paralelo a la puerta del operador, pero aun así la tasa de dosis medida es muy pequeña, por lo que cumple con lo recomendado.

Tabla 22-3: Dosis absorbida en la puerta de la sala de control.

Mes	Día (mSv)	Mes (mSv)	Año (mSv)
Julio	0,013	0,26	2,86
Septiembre	0,01	0,24	2,64
Noviembre	0,01	0,21	2,28
Diciembre	0,01	0,24	2,64




Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

La dosis acumulada por año, en cualquiera de las mediciones en los 4 meses de evaluación fue menor a los 3mSv al año, por ende, no superan el límite (20 mSv/ año) (ICRP, 2013, p. 47), además la presencia de un solo pico en el grafico muestra que no hay fuga a través de la puerta del

operador. Garantizando la protección radiológica del operador al momento de realizar un estudio tomográfico.

Tabla 23-3: Valores de radiación ambiental en el vestidor.

Mes	Vestidor (mSv/h)
Julio	0,260
Septiembre	0,189
Noviembre	0,213
Diciembre	0,232

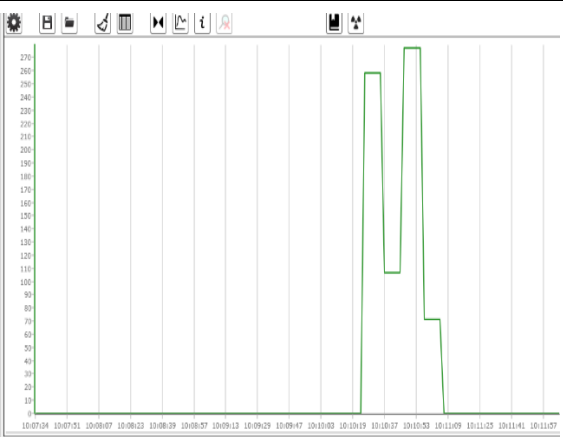


Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

En estos datos se observó que los niveles de radiación aumentan con un valor máximo medido en el mes de julio de 0,26 mSv/h, a pesar de que el vestidor también tiene una puerta blindada. Valor que supera a las mediciones en la puerta del operador, como también a los de la ventana del operador. Esto se debe a que la chapa de la puerta está dañada y no cierra bien quedando entreabierta al momento de realizar los estudios de tomografía.

Tabla 24-3: Dosis absorbida en el vestidor de la sala de tomografía.

Mes	Día (mSv)	Mes (mSv)	Año (mSv)
Julio	2,08	41,6	457,6
Septiembre	1,51	30,24	332,26
Noviembre	1,70	34,08	374,88
Diciembre	1,86	37,12	408,32




Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Como la puerta del vestidor queda entreabierta; la dosis medida fue de 2 mSv al año y el valor que debe recibir el público al año no debe ser mayor a 1 mSv al año, por lo que se recomienda

reparar la chapa de la puerta, además el vestidor tiene otra puerta que sale al pasillo directamente y algunos pacientes salen por esa puerta, y en ocasiones no la cierran bien, provocando el aumento de la radiación de en el pasillo donde pasan los pacientes. Ninguna persona deberá estar en el vestidor mientras se realiza un estudio tomográfico. Los datos servirán para cuantificar cuanto se irradia algún familiar, cuando deba quedarse dentro de la sala de tomografía. Los picos de la gráfica indica un desperfecto en el blindaje de la puerta, pero en este caso se debe a la chapa de la puerta.

Tabla 25-3: Valores de radiación ambiental en el pasillo.

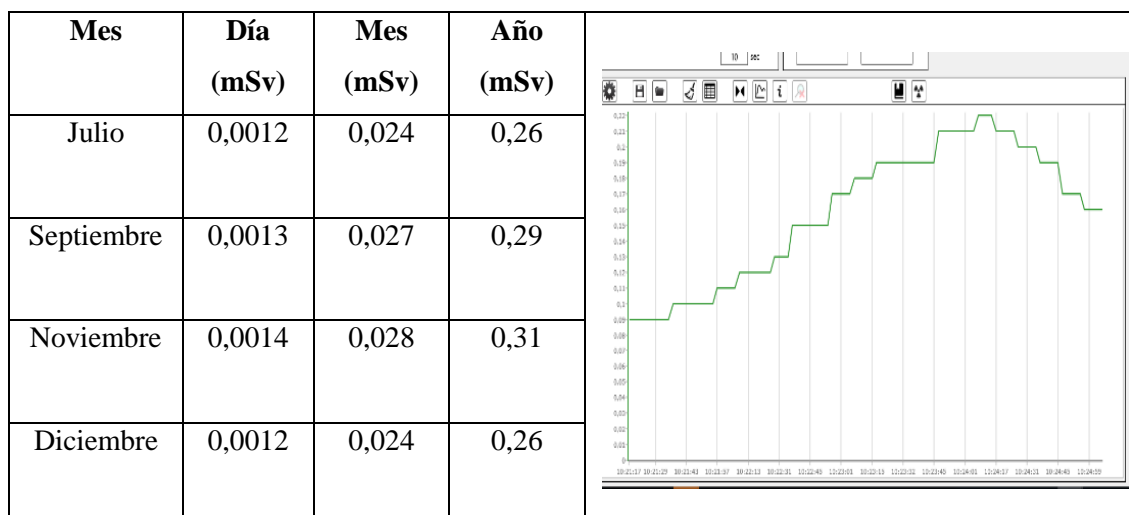
Mes	Pasillo (mSv/h)
Julio	0,00015
Septiembre	0,00018
Noviembre	0,00017
Diciembre	0,00015



Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

El valor de radiación ambiental máxima en los 4 meses de evaluación fue de 0,00018 mSv/h en septiembre, mientras que el valor que deber recibir el público no debe ser mayor a 1mSv/h (Moreno Triviño, 2016, p. 43), por lo cual los valores medidos no se acercan al límite recomendado por la Autoridad Reguladora. De igual forma el personal que lleva a los pacientes hospitalizados hacia la sala de Imagenología, también son considerados como público y no superan el valor recomendado.

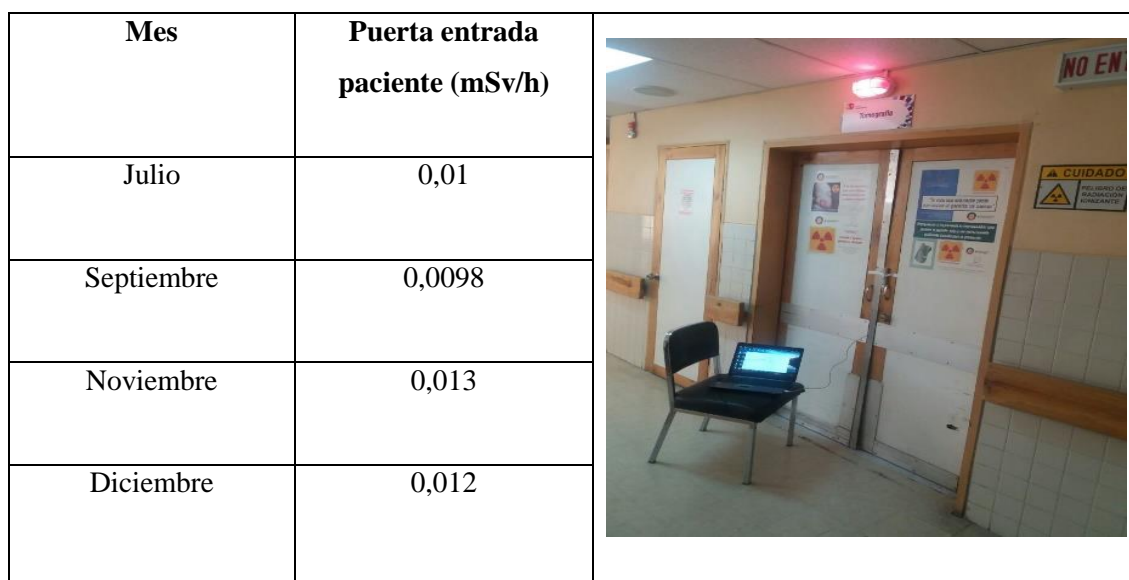
Tabla 26-3: Dosis absorbida en el pasillo.



Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Como se midió la tasa de dosis en el pasillo, se procedió a calcular la dosis recibida en un año por el público, la dosis más alta medida fue en noviembre con 0,31 mSv, pero este valor no supera el límite 1mSv al año recomendado por la Autoridad Reguladora. Pero en la gráfica se obtuvo distintos picos, se podría deber a que el detector se le puso sobre la baldosa de la pared, los materiales que componen a la baldosa pueden causar la presencia de los picos.

Tabla 27-3: Valores de radiación ambiental en la puerta de entrada del paciente.



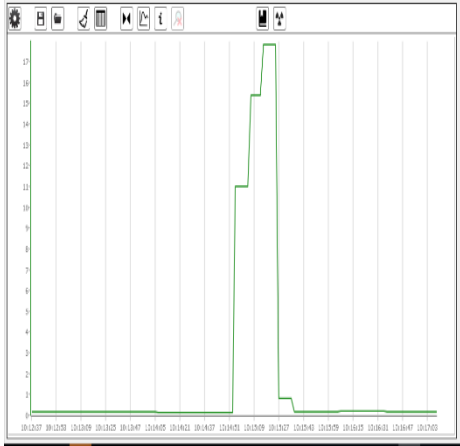
Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

El valor de radiación medido en el mes de noviembre en la puerta de entrada del paciente fue de 0,013mSv/h, mientras que el límite es 1mSv/h, por lo que los valores medidos están bajo la norma. En la puerta del operador que fue de 0,0017 mSv/h, aproximadamente 10 veces menor a la medición en la puerta de ingreso de los pacientes. Se puede deber porque la puerta, se encuentra

un poco deteriorada por el constante uso y también por la radiación de fuga que sale por la puerta de alado (vestidor).

Tabla 28-3 Dosis absorbida en la puerta de ingreso de los pacientes.

Mes	Día(mSv)	Mes(mSv)	Año(mSv)
Julio	0,08	0,6	17,6
Septiembre	0,078	1,56	17,25
Noviembre	0,104	2,08	22,88
Diciembre	0,096	1,92	21,12

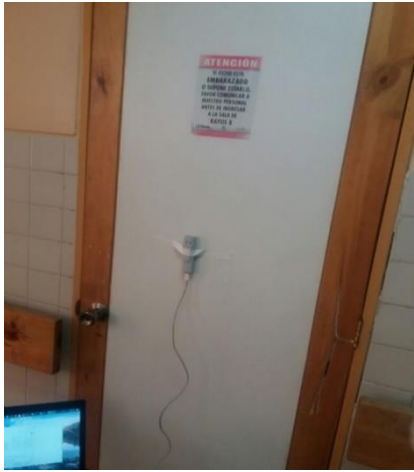


Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

La dosis acumulada, en cualquiera de las 4 mediciones se encuentra sobre el nivel recomendado (1mSv/año), por lo que el público y el personal que no trabaje con radiaciones ionizantes, se debe alejar de la puerta cuando el foco de aviso se encuentre prendido. El personal que lleva a los pacientes hospitalizados a realizarse los exámenes respectivos en la sala de imagenología, luego de dejar al paciente, deben ubicarse en el pasillo continuó a la sala, hasta que termine el estudio para evitar cualquier exposición innecesaria.

Tabla 29-3: Valores de radiación ambiental en la puerta de vestidor en el pasillo.

Mes	Puerta adicional vestidor (mSv/h)
Julio	0,0089
Septiembre	0,00782
Noviembre	0,00694
Diciembre	0,00785



Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

El valor máximo obtenido fue de 0,0089 mSv/h en julio, pero no superan la norma. Estos valores se acercan a los medidos en la puerta de ingreso de los pacientes y se debe a que la puerta blindada del vestidor no se puede cerrar bien.

Tabla 30-3: Dosis absorbida en la puerta de vestidor del pasillo.

Mes	Día (mSv)	Mes (mSv)	Año (mSv)
Julio	0,071	1,42	15,66
Septiembre	0,062	1,25	13,76
Noviembre	0,055	1,11	12,21
Diciembre	0,062	1,25	13,76

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Debido a que la dosis acumulada también es grande, el público y el personal que no trabaja con radiación ionizante no deberá estar alado de esta puerta, al momento de realizar un estudio, por lo que también la puerta debe ser señalizada para evitar percances a futuro.

Tabla 31-3: Valores de radiación ambiental en la sala de fluoroscopia.

Mes	Fluoroscopia (mSv/h)
Julio	0,00017
Septiembre	0,00014
Noviembre	0,000098
Diciembre	0.00012

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

La sala de fluoroscopia, se encuentra ubicada alado de la sala de tomografía, y como las medidas que se obtuvieron solo mostraron el fondo natural (0.00007 mSv/h), por lo que sus valores no superan el límite recomendado por la Autoridad Reguladora.

Tabla 32-3: Dosis absorbida en la sala de fluoroscopia.

Mes	Día (mSv)	Mes (mSv)	Año (mSv)
Julio	0,0014	0,027	0,29
Septiembre	0,0011	0,022	0,24
Noviembre	0,0008	0,015	0,17
Diciembre	0,00096	0,192	0,21

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

La dosis acumulada más grande en la sala de fluoroscopia fue de 0,29 mSv al año, mientras que el valor límite es de 1mSv/hora (Moreno Triviño, 2016, p. 41); por lo que su valor se encuentra bajo la norma, pero en el grafico presenta una gran cantidad de picos, y podría deberse a que el detector fue colocado en la pared con baldosa y los componentes de ésta, provoca la aparición de estos picos.

Tabla 33-3: Valores de radiación ambiental en la sala de ecografía

Mes	Ecografía (mSv/h)
Julio	0,00012
Septiembre	0,000087
Noviembre	0,000079
Diciembre	0,000097

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

De la misma forma la sala de ecografía está al otro lado de la sala de tomografía, pero también los datos obtenidos, muestran el fondo natural. En Riobamba, el fondo natural es de 0,00007 mSv/h; por lo que el blindaje de la pared impide presencia de radiación de fuga en esta sala.

Tabla 34-3 Dosis absorbida en la sala de ecografía.

Mes	Día (mSv)	Mes (mSv)	Año (mSv)
Julio	0,01	0,19	2,11
Septiembre	0,13	0,26	2,81
Noviembre	0,008	0,16	1,76
Diciembre	0,01	0,19	2,11

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Los valores obtenidos, se encuentran bajo la norma, por lo que no hay peligro de sobreirradiación del personal que labora en esta área. El personal que no trabaja con radiaciones ionizantes no pasan todo el tiempo en la sala de Imagenología del HPGDR, se debe asignar un factor que indica la permanencia de estas personas en este lugar.

Tabla 35-3: Factor de ocupación.

Ocupación	Zona	Factor de Ocupación
Total	Consultorio, sala de comando	1
Parcial	Sala de espera, vestidor	1/4
Eventual	Circulación externa	1/16
Poca circulación	Sala de espera familiares, jardín	1/32

Fuente: (Sánchez Navarrete, 2012, p. 36)

El POE del área de Imagenología se le considerará, que trabaja con un factor de ocupación de 1 por lo que sus valores de dosis recibida no cambiarán, pero al personal que no trabaja con radiación (camilleros), tendrá un factor de 0,25 en vista que se quedan cerca de la puerta de ingreso a la sala de tomografía.

Tabla 36-3: Dosis absorbida por los trabajadores que no trabajan con radiación ionizante (camilleros).

Mes	Año(mSv)
Julio	0,065
Septiembre	0,07
Noviembre	0,07
Diciembre	0,065

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

Los valores obtenidos son aún más bajos de lo que se midió, por lo que todo el personal del área de Imagenología se encuentran bajo los parámetros recomendados de la Autoridad Reguladora (Salas Monteros, 2016, p. 57). Sin embargo, algunos camilleros, se ubican muy cerca de la puerta de tomografía, por lo que recibirán más dosis de radiación por lo que se aconseja que se alejen de la puerta durante la duración del estudio.

Dosimetría medida por los detectores TLD del personal que trabaja en el área de imagenología del HPGDR.

El control de medición de radiación recibido por el POE, se lo realiza cada dos meses en la institución. El valor permitido por la Autoridad Reguladora (SCAN) es de 20 mSv al año.

Tabla 37-3: Reporte de dosis equivalente desde el mes de julio hasta octubre de 2017.

Operador	Dosis (mSv) Julio-Agosto	Dosis (mSv) Septiembre- Octubre	Total Dosis (mSv)
1	0,99	1,39	2,38
2	1,24	1,70	2,94
3	1,06	1,36	2,42
4	1,30	1,76	3,06
5	1,11	1,57	2,68
6	1,24	1,60	2,84
7	0,85	1,28	2,13
8	1,25	1,58	2,83
9	1,28	1,72	3
10	1,08	1,34	2,42

11	1,01	1,43	2,44
12	1,02	1,31	2,33
13	1,01	1,35	2,36
14	1,10	1,44	2,54
15	1,31	1,74	3,05
16	1,54	1,81	3,35
17	1,15	1,38	2,53
18	1,17	1,70	2,87

Fuente: (Renovable, 2017) (Salas Monteros, 2016, p. 62)

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

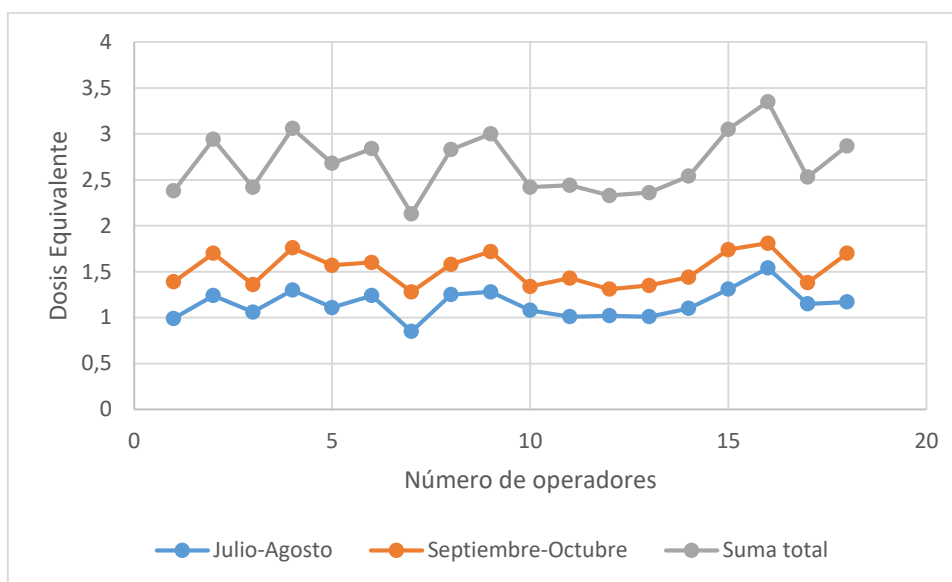


Grafico 13-3: Dispersión de dosis equivalente del personal que trabaja en el área de Imagenología del HPGDR, desde el mes de Julio hasta Octubre de 2017.

Elaborado por: Jefferson Bonilla, 2017.

En los meses de septiembre- octubre, el operador 15 tuvo una dosis de 1, 81 mSv siendo la mayor en los 4 meses de estudio. Mientras que en los meses de julio- agosto, el trabajador 7 recibió la dosis más baja, que es de 0,85 mSv. Además, la dosis máxima acumulada fue de 3,35 mSv por el trabajador 16 y la dosis mínima acumulada en los 4 meses fue por el trabajador 1, esto se debe a que laboraba en la recepción, debido a problemas de salud. Pero como los valores encontrados están por debajo del límite recomendado, se cumple con todos los requisitos para trabajar con radiaciones ionizantes.

CONCLUSIONES

- Se realizó un manual de procedimiento para tomografía en las zonas de cráneo, tórax y abdomen, donde se muestran las instrucciones de operación, control de calidad y protección radiológica necesarios para el buen funcionamiento del equipo.
- La implementación de las pruebas de control de calidad del equipo de tomografía, mostraron que el tomógrafo Toshiba Activion, trabaja bajo los parámetros recomendados por la Autoridad Reguladora, sin embargo, no todas las pruebas se pudieron realizar debido a que la empresa encargada de realizar el mantenimiento del equipo tiene las claves de ingreso del tomógrafo y no tiene contrato actual con la Institución.
- Se elaboró un protocolo de operación, donde se explica el proceso para realizar un estudio de tomografía, de la misma forma se hicieron diferentes técnicas para cada una de las zonas de estudio, tratando de utilizar los parámetros más bajos, disminuyendo la dosis recibida por los pacientes y el personal que labora en el área.
- El nivel de radiación de fuga en la puerta de ingreso de los pacientes es de 0,013 mSv/h, en la puerta del vestidor que sale al pasillo es de 0,0089 mSv/h, mientras que el valor de la puerta del operador que fue de 0,0013 mSv/h. A pesar de tener mayor cantidad de radiación, no superan el límite recomendado; pero el personal y el público deben alejarse de esa zona al momento de realizar el estudio tomográfico.
- La dosis absorbida por el personal que trabaja en el área de Imagenología del Hospital Provincial de Riobamba, se encuentra dentro de los límites establecidos establecido por la Autoridad Reguladora SCAN, sin embargo, la dosis efectiva de los estudios en Cráneo, en todos los grupos de edad analizados, superan los 2mSv de referencia. Sin embargo, no es un dato establecido, ya que la dosis efectiva puede variar, de acuerdo a los parámetros de adquisición como: kilovoltaje, mili amperaje, tiempo exposición etc., pero es motivo para que se realice mediciones de dosis efectiva con los fantomas, y de esta manera poder verificar los datos obtenidos.

RECOMENDACIONES

- Pedir a la empresa encargada de realizar el control de calidad; las claves para realizar nuevos protocolos que deberían ser usados en los estudios de tomografía para pediátricos, como también para realizar angiografías.
- Poner una luz de aviso en la zona de la consola, lo cual indique, que está bien cerrado la puerta de ingreso de los pacientes.
- Señalizar la puerta del vestidor que sale al pasillo, para prevenir que el público se ubique ahí, al momento de realizar un estudio tomográfico, como también arreglar la cerradura de la puerta del vestidor dentro de la sala de tomografía.
- Adquirir equipo dosimétrico complementario, para llevar un seguimiento adecuado de la seguridad de pacientes y trabajadores de la institución.
- Realizar una base de datos con la medición frecuente de la dosis de radiación respectiva de cada protocolo usado en los estudios de tomografía.
- Realizar un control de calidad completo en el equipo de tomografía, para verificar que la dosis de cada estudio se encuentre en los niveles establecidos por la Autoridad Reguladora.
- Capacitar al personal acerca de trabajar con ALARA en los distintos estudios de tomografía, como también acerca de los peligros de la radiación ionizante en la salud de los pacientes y de los trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

AGUINAGA, H. F. et al. "Tomografía axial computarizada y resonancia magnética para la elaboración de un atlas de anatomía segmentaria a partir de criosecciones axiales". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* [en línea], 2006 (Colombia), 19(4). pp. 451-459. [Consulta:13 noviembre 2017]. Disponible en: <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/view/324104/20781287>

ANDISCO, D. et al." Optimización interdisciplinaria de protocolos en tomografía computada a partir de la modificación del mA y del control de ruido en la imagen ". *Revista Argentina de radiología* [en línea], 2010 (Argentina), 74(4), pp. 397-402. [Consulta:23 diciembre 2017].Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rar/v74n4/v74n4a09.pdf>

ANDISCO, D. et al." Dosimetría en radiología". *Revista Argentina de Radiología* [en línea], 2014, (Argentina), 78(2). pp. 114-117. [Consulta:23 diciembre 2017].Disponible en: http://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/septiembre14/argentina/arg_esp_a.pdf

BOURGEOIS B, E. *Introducción a TC*. [En línea] .2016. [Consulta: 23 enero 2018].Disponible en:https://www.goconqr.com/p/5871271-introduccion-a-tc--01--slide_sets

BUSHONG, S., 2013. *Manual de Radiología para Tecnicos* [En línea]. Barcelona- España: @ElsieverEspaña,2013. [Consulta:23 diciembre 2017].Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Manual_de_radiolog%C3%ADa_para_t%C3%A9cnicos.html?hl=es&id=8HrmdU3v2REC&redir_esc=y

CABRERA VALVERDE, G., 1991. *Control de calidad y protección radiológica para ingenieros en mantenimiento* [En línea]. Guatemala: Programa SIMSS. [Consulta:29 diciembre 2017].Disponible en: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s16582s/s16582s.pdf>

CALZADO, A. & GELEIJNS, J. "Tomografía computarizada. Evolución, principios técnicos y aplicaciones" *Rev.Fis.Med* [en línea],2010,(España) , 11(3). pp. 163-180. [Consulta:17 octubre 2017].Disponible en: <https://revistadefisicamedica.sefm.es/index.php/rfm/article/view/115/115>

CHAVEZ OLEAS , N. A. Elaboración de un protocolo de control de calidad para el tomógrafo computarizado TOSHIBA ACTIVION TSX-031A del área de imagenología del Hospital Provincial General Docente Riobamba [en línea](tesis).(Pregrado).Escuela Superior Politécnica

de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Física y Matemática. Riobamba-Ecuador.2011.pp 82-122.

COMISIÓN EUROPEA. *Guía de indicaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen.* Luxemburgo: © Comunidades Europeas,2000. [Consulta:23 febrero 2018].Disponible en: <http://webs.ucm.es/info/fismed/pr118.pdf>

CORBO PEREIRA, D. N. "Tomografía Axial Computada"*XIII Seminario de Ingeniería biomédica.* [en línea],2004,(Uruguay),pp1-6. [Consulta:13 octubre 2017].Disponible en: <http://www.nib.fmed.edu.uy/Corbo.pdf>

CUBILLO CHAVARRÍA, K. [En línea].2012, Medidas de seguridad en estudios con TAC-THC. [Consulta: 17 de marzo 2018]. Disponible en: <http://g2scmtr1.blogspot.com/?view=classic>

GALIMANY, J. & BLANCA, I. "Verifique sus conocimientos sobre tomografía computarizada". *Nursing* [en línea],2010,(España), 28(7), pp. 60-66. [Consulta:19 diciembre 2017].Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-nursing-20-pdf-S0212538210704374-S300>

GARCÍA CARTAYA, P. *Principios técnicos de la tomografía axial computarizada*[en línea]. La Habana- Cuba: Ciencias Médicas. Primera ed., 2008.[Consulta:27 diciembre 2017].Disponible en: http://www.academia.edu/14474199/Principios_t%C3%A9cnicos_de_la_tomograf%C3%ADa_axial_computarizada

GEIDO, D. Tomografía computada [en línea]. *Tomografía computada.* Facultades de Medicina e Ingeniería, 2013. [Consulta:16 enero 2018].Disponible en: <http://docplayer.es/28120302-Tomografia-computada-nib-facultades-de-medicina-e-ingenieria-ing-daniel-geido.html>

GIRARD, G. Protocolo de control de calidad y comisionamiento de fantoma para imagenes de tomografía computada.Universidad de Buenos Aires, facultad de Ciencias Exactas y Naturales[En línea](tesis).(Maestría). Buenos Aires-Argentina.2016. pp 11-22.

Gonzales Vasquez, J. Manual Practico de Tomografía. [En línea]. Madrid-España: Sociedad Española de Graduados en Radiología, 2011. [Consulta: 16 julio 2017].Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=XXnveLt_whAC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=Manual+Practico+de+Tomograf%C3%ADa&source=bl&ots=qNWeBjX5CH&sig=uB9MoDzrrcs5A7V4t_3

V3S7vbsc&hl=es-

419&sa=X&ved=0ahUKEwin1svl77jZAhUR11MKHUdBCn0Q6AEITTAD#v=onepage&q=Manual%20Practico%20de%20Tomograf%C3%ADa&f=false

HIGUERO CHÁVEZ, N. M. *Manual de procedimientos del servicio de imagenología.* [En línea]. Puebla- México: Instituto de seguridad y servicios sociales de los trabajadores al servicio de los poderes del Estado de Puebla, 2013. [Consulta: 13 Enero 2018]. Disponible en: http://transparencia.puebla.gob.mx/docs/adjuntos/804_1505320175_19bd53fc398b6799239a11048c0fa264.pdf

HOSPITAL CIVIL FRAY ANTONIO ALCALDE. *Manual de procedimientos en servicio de radiología e imagen.* [En línea]. Guadalajara, 2006. [Consulta: 15 Enero 2018]. Disponible en: http://www.hcg.udg.mx/LIBS/bajArchivos.php?id=4E_14.pdf.

IAEA. *Quality Assurance Programme for Computed Tomography: Diagnostic and Therapy Applications* [En línea]. Viena- Austria: IAEA Library Catalogue, 2012. [Consulta: 15 junio 2017]. Disponible en: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1557_web.pdf

ICRP. *Protección radiológica en medicina* [En línea]. Buenos Aires- Argentina: © Sociedad Argentina de Radioprotección, 2011. [Consulta: 15 junio 2017]. Disponible en: http://www.icrp.org/docs/P113_Spanish.pdf

ICRP 121. "Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology" *ELSIEVER*, [En línea], 2013, 42(2), pp. 1-63. [Consulta: 22 diciembre 2017]. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1016/j.icrp.2012.10.001>

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ISMAEL COSÍO VILLEGAS. *Manual de Procedimiento Técnico para la Realización de Estudios Tomográficos* [En línea]. Mexico: Cebd, 2012. [Consulta: 2 noviembre 2017]. Disponible en: http://www.iner.salud.gob.mx/descargas/normatecainterna/MPdirmedica/MP_SERVMEDICINA_NUCLEAR_15102010.pdf

JIMÉNEZ, R. et al. *Comparación de las diferentes normas para el cálculo de incertidumbre de medición en tomografía computarizada* [En línea]. Zaragoza, 2017. [Consulta: 18 enero 2018]. Disponible en: <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/204179-Comparacion-diferentes-normas-calculo-incertidumbre-medicion-Tomografia->

Computarizada.html

KHAN, F. M. *The Physics of Radiation Therap* [En línea].Minnesota-USA: Lippincott Williams & Wilkins,2010. [Consulta: 12 mayo 2017].Disponible en: <https://ucrfisicamedica.files.wordpress.com/2010/10/phys-of-radiation-therapy-3-edicion-khan.pdf>

LARA CAMILO, A. *Dosis en tomografía simple y contrastada* [En línea](tesis).(pregrado) *Instituto Politécnico Nacional México* [En línea]. Ciudad de México D.F.- México.2014. pp.34-39. [Consulta: 24 noviembre 2017].Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/15446>

LILLO DROGUETT, A. M. *Manual deprocedimientos específicos de exámenes de tomografía computada multidetector* [En línea]. Santiago de Chile, Hospital Metropolitano de Santiago,2011. [Consulta: 12 mayo 2017]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/164950786/Manual-de-procedimientos-tomografia>

MANZANO GONZÁLES, M. Manual de procedimientos de enfermería del Hospital General Universitario de Murcia. [En línea].Murcia- España.,2000. [Consulta: 12 mayo 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=0Na3QY6aFywC&pg=PA47&lpg=PA47&dq=manual+de+procedimientos+para+tomografia&source=bl&ots=x6WFW5IvVP&sig=X8QTN2mv3vna-GHr2CJSjlr2nfk&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiXl4KrsvDZAhVQNd8KHepODfo4ChDoAQg3MAM#v=onepage&q=manual%20de%20procedimientos%20para%20tomografia&f=false>

MARTÍNEZ LARA, D. A. & MOLINA RODRÍGUEZ, J."Estudio comparativo: Manejo de Protocolos de Toografía Computarizada en Cefalea Pediátrica". *Programa de Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Fundación Universitaria del Área Andina* [En línea],2013,(Colombia) Volumen 1, pp. 6-11. [Consulta: 12 enero 2018]. Disponible en: <http://revia.areandina.edu.co/ojs/index.php/Mm/article/view/111>

MAZAS ZORZANO, V. & MAZAS ARTASONA, L. *Manejo de la consola de un escáner de tomografía computarizada: Fundamentos de tomografía coputarizada.* Zaragoza: [En línea].Zaragoza- España: © 2009 , 2011. [Consulta: 12 octubre 2017]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/rubenmujica2/manualdeusariodetomografiacomputarizadausersmanualtoshibaaquilion64multisliceetscanner>

MONTENEGRO CÓRDOVA, A. C. & TOALÓN IDROVO, H. P. *Dosis efectiva de radiación utilizada en estudios de cráneo, cuello, torác y abdomen con un tomógrafo multicorte de 64 canales en el Hospital "José Carrasco Arteaga" Cuenca, septiembre del 2014- febrero 2015* [En línea] (tesis).(pregrado), Universidad de Ciencias Médicas, Escuela de Tecnología Médica. Cuenca- Ecuador.2015. pp 22-23; 30-31 y 35-41 [Consulta: 23 diciembre 2017]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21562/1/Tesis.pdf>

MONTOYA MENDOZA, N. & CABRERA MC, F. 2015. "Objetivos para un Programa de Protección Radiológica para el Paciente en servicios de tomografía computada en México". *Anales de Radiología México* [En línea],2015,(México) 14(1), pp. 99-107. [Consulta: 31 diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/anaradmex/arm-2015/arm151h.pdf>

MORENO TRIVIÑO, D. G. Implementación de un Protocolo de Control de Calidad para el equipo de Rayos X DIGITAL SIEMENS MULTIX SWING del Departamento de Imagenología del Hospital de Oncología de la Unidad Oncológica SOLCA [En línea] (tesis).(Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Física y Matemática. Riobamba- Ecuador.2016.pp 28-29 y 41-50. [Consulta: 21 enero 2017]. Disponible en:<http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/6186/1/86T00036.PDF>

MUÑOZ MARDONES, M. [En línea] .2014, Anatomía y patología de oído. [Consulta: 21 enero 2017]. Disponible en: <http://espe202-14.blogspot.com/2014/04/anatomia-y-patologia-de-oido.html>

OLMO, M. & NAVE, R. *HyperPhysics- Física Cuántica* [En línea].2010,Rayos X característicos. [Consulta: 13 Enero 2018]. Disponible en: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/quantum/xrayc.html>

PATIÑO CHIMBO, F. A., 2013. *Principio de funcionamiento de la tomografía axial computarizada.* [En línea] (tesis).(Pregrado) Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería Electrónica .Cuenca- Ecuador. pp 4-13 y 20-25. [Consulta: 21 Enero 2018]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3288/1/10062.pdf>

PUERTA SALES A, GARCÍA MEDINA V. Protocolos de tomografía computarizada del Servicio de Radiología del Hospital General Universitario Reina Sofía de Murcia.[En línea] PTCRHGURS2015. Murcia: Área de Salud VII Murcia Este; 2015. Disponible en: http://www.murciasalud.es/publicaciones.php?op=mostrar_publicacion&id=2324&idsec=88

SOCIEDAD VALENCIANA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y RADIOFÍSICA.

Manual de Procedimientos de Control de Calidad en Radiodiagnóstico [En línea]. Valencia-España: Generalitat Valenciana, 2002. [Consulta: 21 septiembre 2017]. Disponible en: <http://publicaciones.san.gva.es/publicaciones/documentos/V.2439-2002.pdf>

RADIOLOGICAL SOCIETY OF NORTH AMERICA, I. *RadiologyInfo.org* [En línea].

Dosis de radiación en exámenes de rayos X y TAC. [Consulta: 5 Febrero 2018]. Disponible en: <https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=safety-xray>

RAMIREZ GIRALDO, J. C., et al. "Tomografía Computarizada Para Rayos X Fundamentos Y

Actualidad" *Revista de Ingeniería Biomédica* [En línea],2008,(Colombia) 2(4), pp. 15-23. [Consulta: 5 Febrero 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v2n4/v2n4a08.pdf>

RAMOS N, O. & VILLAREAL U, M., 2013. "Disminución de la dosis de radiación en el

radiodiagnóstico". *Revista chilena de radiología* [En línea],2013,(Chile) 19(1).pp.5-11 Consulta: 5 Febrero 2018]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchradiol/v19n1/art03.pdf>

MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE. *Reporte de dosis*

equivalente personal Hp(10) del HPGDR,2017 ,Quito.

SACOTO REGALADO, S. P. *Estudio de las técnicas de reconstrucción Tomográfica.* [En

línea] (tesis).(Pregrado) Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería Electrónica .Cuenca- Ecuador.2013. pp 4-15. [Consulta: 21 noviembre 2017]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2188/1/09650.pdf>

SAIZ AYALA, A. Aportaciones de la tomografía axial computarizada en la patología orbitaria.

[En línea] (tesis).(Doctorado) Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Medicina, Departamento de Cirugía. Madrid- España. pp. 11-18.[Consulta: 12 noviembre 2017]. Disponible en: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/0/D0009001.pdf>

SALAS MONTEROS, J. M. Nivel de exposición a radiaciones ionizantes en la prevalencia de

rayos X y de sus áreas adyacentes, del IESS Hospital General Ambato [En línea] (tesis).(Maestría) Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Ambato- Ecuador.2016. pp.49-65.[Consulta: 12 noviembre 2017]. Disponible en: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24871/1/Tesis_t1213mshi.pdf

SÁNCHEZ CORAS , C. Dosis de radiación efectiva en pacientes sometidos a tomografía computarizada de cráneo atendidos en el servicio de radiología de la clínica Vesalio. Enero a agosto del 2016 [En línea] (tesis). (Pregrado), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela de Tecnología Médica. Lima- Perú. 2016. pp. 17-19 y 25-28. [Consulta: 12 noviembre 2017]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/cybertesis/6293/Sanchez_cc.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SÁNCHEZ NAVARRETE, J. A. Implementación de un programa de garantía de calidad en equipos de tomografía. Experiencia en Venezuela. [En línea] (tesis). (Maestría) Universidad de Venezuela, Facultad de Ciencias, Postgrado en Física Médica. Caracas- Venezuela. 2012. pp. 21-67 [Consulta: 27 noviembre 2017]. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/3584/1/T026800002768-0-trabajodegrado9Jacksson.Sanchez-000.pdf>

SARMIENTO ORELLANA, et al. Diseñar un manual de procedimientos en tomografía computarizada en exámenes contrastados, para el servicio de imagenología del Hospital José Carrasco Arteaga [En línea] (tesis). (pregrado), Universidad de Ciencias Médicas, Escuela de Tecnología Médica. Cuenca- Ecuador. 2015. pp 23-25; 31-39. [Consulta: 23 noviembre 2017]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22525/1/2%20Tesis.pdf>

SEFM-SEPR y SERAM. *Protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico*, [En línea]. Madrid-España: *Revisión 2011, 2011*. [Consulta: 4 noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.latinsafe.org/espanol/wp-content/themes/latinsafe/educacion/guias-clinicas/protocolo-espanol-de-calidad-en-radiodiagnostico.pdf>

SIMON, E. *Ceimsa*. [En línea] . Temperatura y humedad óptimo para su equipo de tomografía. 2016 [Consulta: 27 noviembre 2017]. Disponible en: <https://www.ceimsa.net/single-post/2016/09/08/Temperatura-y-humedad-optimo-para-su-equipo-de-tomograf%C3%ADa>

Tabares Valdez, M. J., 2006. *Tomografía multidetector-16 de cráneo en niños: Estimación de dosis a órganos críticos por DTL*. México: s.n.

TOSHIBA. *Manual de utilización del escaner Toshiba Activion TSX-031A*: ©TOSHIBA MEDICAL SYSTEMS CORPORATION, 2007. pp. 50-68, 103-125 y 187-198

VACA BASTIDAS, E. I. *Guía técnica de instalación, ajuste, y puesta en marcha de un equipo de tomografía axial computarizada.* [En línea] (tesis).(Pregrado) Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Quito. Ecuador.2002. pp.17-54 [Consulta: 2 noviembre 2017]. Disponible en:<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11647>

ZAPATA, A. *Instrumentación y equipos en diagnóstico por imágenes.* [En línea]. Tomografía Computarizada Helicoidal Multicorte,2016. [Consulta: 2 febrero 2018]. Disponible en: <http://adri07nr.blogspot.com/2016/11/tomografia-computarizada-helicoidal.html>

ANEXOS

Anexos A. Manual de procedimientos para la obtención de imágenes en las zonas de cráneo, tórax y abdomen.

Objetivo

Unificar criterios y optimizar protocolos para estudios de tomografía sin contraste en zonas de cráneo, tórax y abdomen para evitar deterioro en la salud de los trabajadores y los pacientes.

Alcance

Personal del área de imagenología del HPGDR.

1. Procedimiento pre exploratorio

En esta sección se describe la preparación del paciente y del equipo antes de realizar el estudio respectivo.

1.1 Preparación de la camilla del tomógrafo

Objetivo: Mantener la Camilla del tomógrafo, libre de objetos que eviten la ubicación del paciente, y verificar si es correcto el movimiento de la misma.

Personal: Técnico.

Procedimiento: Limpiar la colchoneta de la camilla.

Mover la camilla/mesa del tomógrafo hacia fuera.

Colocar una angulación de 0° al gantry (Radiofísica, 2002, p. 45)

Bajar o subir la camilla para que se acueste el paciente.

Restricción: La camilla puede soportar un peso máximo de 205 kg (TOSHIBA, 2007, p. 62).

1.2 Posicionamiento del paciente

Objetivo: Garantizar que la zona del cuerpo del paciente a inspeccionar, se encuentre ubicado correctamente.

Personal: Técnico.

Procedimiento: Colocar al paciente en la camilla del tomógrafo de acuerdo al estudio que se vaya a realizar.

Mover la camilla hasta que la zona de estudio se encuentre debajo del tubo de rayos X.

Verificar que no cuelguen sábanas (Gonzales Vasquez, 2011, p. 73)

Retirar objetos metálicos del paciente.

Cambiar la angulación del gantry si es necesario para el estudio.

Restricción: Si se sobrepasa el ángulo de inclinación del gantry permitido, con respecto a la altura de la mesa; el estudio no podrá realizarse (Higuero Chávez, 2013, p. 24).

El manual de procedimiento permite estandarizar los protocolos usados en tomografía para las zonas de cráneo, tórax y abdomen.

1.3 Ingreso de datos de paciente

Objetivo: Colocar los datos del paciente en el software del tomógrafo.

Personal: Técnico.

Procedimiento: Revisar los datos en la hoja de pedido que entrega el paciente.

Ingresar los datos.

Restricción: En el caso de no distinguir algún dato, comprobarlo con el paciente.

1.4 Selección de un protocolo de exploración

Objetivo: Aplicar el protocolo adecuado a la zona de estudio con los parámetros de adquisición adecuados.

Personal: Técnico.

Procedimiento: Luego de ingresar todos los datos del paciente, se activa una ventana con distintas zonas del cuerpo protocolos.

Seleccionar la zona de estudio y el protocolo correcto.

Aceptar la aplicación del protocolo

Modificar los parámetros de adquisición, de acuerdo a la condición del paciente

(Lillo Droguett, 2011, p. 13)

Restricción: Si no se ingresan todos los datos, no se habilita la ventana de los protocolos.

2. Preparación previa para estudios de tomografía

Objetivo: Garantizar que la zona de estudio cumple con las condiciones adecuadas, para la realización del estudio (Villegas, 2012, p. 74).

- TC de cráneo: Sin preparación.
- TC de cerebro: Sin preparación.
- TC de oídos: Sin reparación.
- TC de senos paranasales: Sin reparación.
- TC de órbitas: En ayunas.
- TC de cuello: En ayunas.
- TC de tórax: En ayunas.
- TC de abdomen: En ayunas.
- TC pulmonar: En ayunas
- Tc abdomen- pelvis: sin preparación

Pedidos adicionales

- Valores de creatinina
- Consentimiento informado

3. Protocolos estandarizados de adquisición para las zonas de cráneo, tórax y abdomen.

3.1 TC de cráneo

Objetivo: Visualizar las partes que componen al cráneo, para evaluar traumas, hemorragias, demencia, entre otros (Montenegro Córdova & Toalón Idrovo, 2015, p. 37).

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 20 minutos (Manzano Gonzáles, 2000, p. 47).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo Computarizado
- Soporte de cabeza
- Sábana
- Historia clínica

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.


Calmar al paciente.

Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56).

Acostar al paciente sobre la camilla.

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 1. TC de cráneo

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito supino, alinear con láser central, colocando los brazos a los lados del cuerpo. Alinear desde la base del cráneo hasta los lóbulos parietales (Higuero Chávez, 2013, p. 38).
Técnica	
Topograma	Lateral
Grosor de corte	3mm

Incremento	3 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	21-24
Tiempo de corte	2 a 3 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017

3.2 TC de cerebro

Objetivo: Sirve para ver si el cerebro tiene sangrado, hinchazón, displasia, etc. (Lillo Droguett, 2011).

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 20 minutos (Manzano González, 2000, p. 47).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo computarizado
- Soporte de cabeza
- Sábana
- Historia clínica
- Opcional, usos de contraste
- Medio de contraste: 100ml.
- Jeringa de 50ml.
- Gasas

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.


Calmar al paciente.

Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56).

Acostar al paciente sobre la camilla.

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 2. TC de cerebro

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito supino, alinear con láser central, colocando los brazos a los lados del cuerpo. Colocar las soluciones en la porta suero si es el caso. Conectar el inyector automático al paciente.
Técnica	
Topograma	Lateral
Grosor de corte	3mm
Incremento	3 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	10-25
Tiempo de corte	2 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla,2017.

3.3 TC de senos paranasales

Objetivo: Visualizar las cavidades en los senos nasales, paranasales y que podría verificar si no se encuentran tapados. Es muy usada para diagnóstico de sinusitis (Radiological Society of North America, 2017).

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 20 minutos (Manzano Gonzáles, 2000, p. 47).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo computarizado
- Soporte de cabeza
- Sábana
- Historia clínica

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.


Calmar al paciente.

Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56)

Acostar al paciente sobre la camilla.

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 3. Senos paranasales

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito prono con cojín pequeño bajo la nuca y brazos hacia los lados del cuerpo. Alinear desde parte inferior del cuello, hasta el conducto externo del oído (Manzano Gonzáles, 2000, p. 48)
Técnica	
Topograma	Lateral
Grosor de corte	3mm
Incremento	3 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	21-24
Tiempo	2 a 3 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017

3.4 Tc de oído simple

Objetivo: Identificar las estructuras óseas y aéreas que componen el oído (radiología, 2017).

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 30 minutos (Manzano Gonzáles, 2000, p. 47).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo Computarizado

- Soporte de barbilla
- Sábana
- Historia clínica

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.


Calmar al paciente.

Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56).

Acostar al paciente sobre la camilla.

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 4. TC de oído simple

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito prono, con un cojín pequeño bajo la nuca, y con los brazos estirados pegados al cuerpo. Alinear desde la línea orbital perpendicular a la mesa y brazos hacia los lados del cuerpo. Alinear desde parte inferior del cuello, hasta el conducto externo del oído (Manzano Gonzáles, 2000, p. 49).
Técnica	
Topograma	Central
Grosor de corte	0.6 mm
Incremento	0.6 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	20
Tiempo	4 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017

3.5 Tc de orbitas

Objetivo: Visualizar los ojos, músculos oculares y nervios ópticos y diagnosticar si hay alguna enfermedad que ataca a los mismos (radiología, 2017).

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 20 minutos (Manzano González, 2000, p. 55).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo Computarizado
- Sábana
- Historia clínica
- Opcional, usos de contraste
- Sistema de gotero
- Medio de contraste: 100ml.
- Jeringa de 50ml.
- Gasas

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.

Calmar al paciente.


Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56).

Acostar al paciente sobre la camilla.

Injectar el medio de contraste

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 5. TC de órbitas

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito supino con los brazos estirados al cuerpo. Alinear desde el maxilar superior, hasta 2 cm por encima del conducto externo del oído (Manzano González, 2000, p. 56).
Técnica	
Topograma	Lateral

Grosor de corte	1mm
Incremento	0.5 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	20
Tiempo	4 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla,2017

3.6 TC de peñascos

Objetivo: Identificar las estructuras del oído interno y externo; para verificar que patología está afectando a esa zona (Muñoz Mardones, 2014).

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 20 minutos (Manzano Gonzáles, 2000, p. 55).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo Computarizado
- Soporte de barbilla
- Sábana
- Historia clínica

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.


Calmar al paciente.

Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56)

Acostar al paciente sobre la camilla.

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 6. TC de peñascos

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito prono, con un cojín pequeño bajo la nuca, y con los brazos estirados pegados al cuerpo. Alinear desde la línea orbital perpendicular a la mesa y brazos hacia los lados del cuerpo. Alinear desde parte inferior del cuello, hasta el conducto externo del oído (Manzano Gonzáles, 2000, p. 49)
Técnica	
Topograma	Lateral
Grosor de Corte	0.8 mm
Incremento	0.4 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	20
Tiempo	4 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017

3.7 Tc de cuello

Objetivo: Identificar las estructuras del oído interno y externo; para verificar que patología está afectando a esa zona (Muñoz Mardones, 2014).

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 20 minutos (Manzano Gonzáles, 2000, p. 55).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo Computarizado
- Sábana

- Historia clínica

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.


Calmar al paciente.

Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56)..

Acostar al paciente sobre la camilla.

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 7. TC de cuello

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito supino, con los brazos estirados al cuerpo. Alinear desde escotadura esternal hasta borde superior orbitario (Lillo Droguett, 2011, p. 9).
Técnica	
Topograma	Lateral
Grosor de corte	1.5 mm
Incremento	1.5 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	20
Tiempo	4 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017

3.8 TC tórax

Objetivo: Identificar algún problema en las estructuras presentes en la zona torácica, para diagnosticar distintas patologías como dolor de pecho, falta de aliento, nódulos en el pulmón, etc.

(Radiological Society of North America, 2017).

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 25 minutos (Manzano González, 2000, p. 55).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo computarizado
- Soporte de barbilla
- Sábana
- Historia clínica

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.


Calmar al paciente.

Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56).

Acostar al paciente sobre la camilla.

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 8.TC de tórax

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Acostado boca arriba, con los brazos sobre la cabeza para disminuir artefactos en la región torácica. Alineación desde el ápice pulmonar hasta bajo el seno costo-frénico lateral (Puerta Sales & García Medina, 2015, p. 24).
Técnica	
Topograma	Lateral
Grosor de corte	3mm
Incremento	3-4 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	21-24
Tiempo	0,7 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017

3.9 TC de abdomen

Objetivo: Identificar las distintas estructuras que se encuentran del abdomen, para diagnosticar enfermedades del intestino o infecciones como pancreatitis, entre otros (Radiological Society of North America, 2017).

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 30 minutos (Manzano Gonzáles, 2000, p. 55).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo computarizado
- Soporte de barbilla
- Sábana
- Historia clínica

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.


Calmar al paciente.

Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56).

Acostar al paciente sobre la camilla.

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 9. TC de abdomen

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito supino, con los brazos levantados encima de la cabeza. Alineación desde la base pulmonar hasta sínfisis púbica
Técnica	
Topograma	AP y lateral
Grosor de corte	20mm
Incremento	3-4 mm

Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	21-24
Tiempo	0,8 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017

3.10 TC pulmonar

Objetivo: Descubrir enfermedades pulmonares en pacientes, que no muestren patología con una radiografía de tórax, como también para detectar cáncer (Macaluso, 2013).

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 30 minutos (Manzano González, 2000, p. 55).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo Computarizado
- Soporte de barbilla
- Sábana
- Historia clínica

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.


Calmar al paciente.

Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56).

Acostar al paciente sobre la camilla.

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 10. TC pulmonar

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito supino, con los brazos levantados encima de la cabeza. Alineación desde la base superior del pulmón hasta el seno costofrénico lateral (Puerta Sales & García Medina, 2015, p. 25).
Técnica	
Topograma	Antero- posterior
Grosor de Corte	1 mm
Incremento	10 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	135
FOV	21-24
Tiempo	0,8 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017

3.11 TC abdomen-pelvis

Objetivo: Encontrar lesiones abdominales, enfermedades inflamatorias como colitis, detectar cáncer de vejiga, etc. (Radiological Society of North America, 2017)

Personal: Técnico.

Receptor: Paciente.

Tiempo de ejecución: 30 minutos (Manzano Gonzáles, 2000, p. 55).

Materiales

- Hoja de pedido del estudio
- Tomógrafo Computarizado
- Soporte de barbilla
- Sábana
- Historia clínica

Procedimiento: Recibir al paciente en la sala de tomografía.

Explicar el procedimiento que se va a realizar brevemente.


Calmar al paciente.

Garantizar la privacidad del paciente (Higuero Chávez, 2013, p. 56).

Acostar al paciente sobre la camilla.

Aplicar el protocolo correspondiente.

Tabla 11. TC abdomen-pelvis

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion
Posición	Decúbito supino, con los brazos levantados encima de la cabeza. Alineación desde la cúpula diafragmática hasta el final de los riñones (Puerta Sales & García Medina, 2015, p. 25).
Técnica	
Topograma	Antero- posterior
Grosor de corte	8 mm
Incremento	10 mm
Filtro de adquisición	Filtro predeterminado
mAs	225
kV	120
FOV	35-40
Tiempo	0,8 segundos

Realizado por: Jefferson Bonilla, 2017

Anexo B Detectores usados en las mediciones en las pruebas de protección radiológica
Geiger Müller Ranger



Detector de radiación, RADEX ONE.



Anexo C. Kilovoltímetro, kVp/mAs meter model 820.




Anexos D. Detector de temperatura y humedad Higrómetro PCE-555



Anexos E: Fantomas de cráneo y abdomen usados en el control de calidad del equipo



Anexos F: Hojas de registro de control de calidad y protección radiológica

		Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion	
Registro de control de calidad			
Pruebas diarias			
Datos Informativos	Fecha:		Informe N°.-
	Responsable:		Firma de responsabilidad
Inspección física de la instalación			
Estado		Observaciones	
Malo	Bueno		
Láser de posicionamiento			
Estado		Observaciones	
Malo	Bueno		
Movimiento de camilla			
Estado		Observaciones	
Malo	Bueno		



Hospital Provincial General Docente Riobamba
Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion

Registro de control de calidad

Pruebas mensuales

Datos Informativos	Fecha:	Informe N°.-
	Responsable:	Firma de responsabilidad

Radiación de fuga

Tasa de dosis medida (mSv/h)	Observaciones

Levantamiento radiométrico

Tasa de dosis medida ventana operador (mSv/h)	Observaciones

Tasa de dosis medida puerta de operador (mSv/h)	Observaciones

Tasa de dosis medida vestidor (mSv/h)	Observaciones

Tasa de dosis medida puerta vestidor (mSv/h)	Observaciones


Tasa de dosis medida puerta paciente (mSv/h)	Observaciones

Tasa de dosis medida pasillo (mSv/h)	Observaciones

Tasa de dosis medida fluoroscopia (mSv/h)	Observaciones

Tasa de dosis medida ecografía (mSv/h)	Observaciones

Temperatura y humedad			
Prueba	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Observaciones
1			
2			
3			
Promedio			

	Hospital Provincial General Docente Riobamba Control de calidad de tomógrafo Toshiba Activion	
	Registro de control de calidad	
Pruebas semestrales		
Datos Informativos	Fecha:	Informe N°.-
	Responsable:	Firma de responsabilidad
Dosis efectiva el tomógrafo Toshiba Activion		
DLP(Producto dosis longitud) cráneo		
DLP (mGy.cm) entre 1-5 años	Observaciones	
DLP (mGy.cm) entre 5-10 años	Observaciones	
DLP (mGy.cm) entre 10-15 años	Observaciones	
DLP (mGy.cm) >15 años	Observaciones	
DLP (mGy.cm) < 1 año	Observaciones	
Dosis efectiva cráneo		

D (mSv) < 1 año	Observaciones
D (mSv) entre 1-5 años	Observaciones
D (mSv) entre 5-10 años	Observaciones
D (mSv) entre 10-15 años	Observaciones
D (mSv) > 15 años	Observaciones
DLP(Producto dosis longitud) tórax	
DLP (mGy.cm) entre 1-5 años	Observaciones
DLP (mGy.cm) entre 5-10 años	Observaciones
DLP (mGy.cm) entre 10-15 años	Observaciones
DLP (mGy.cm) >15 años	Observaciones
DLP (mGy.cm) < 1 año	Observaciones
Dosis efectiva tórax	
D (mSv) < 1 año	Observaciones
D (mSv) entre 1-5 años	Observaciones
D (mSv) entre 5-10 años	Observaciones
D (mSv) entre 10-15 años	Observaciones
D (mSv) > 15 años	Observaciones

DLP(Producto dosis longitud) abdomen			
DLP (mGy.cm) entre 1-5 años		Observaciones	
DLP (mGy.cm) entre 5-10 años		Observaciones	
DLP (mGy.cm) entre 10-15 años		Observaciones	
DLP (mGy.cm) >15 años		Observaciones	
DLP (mGy.cm) < 1 año		Observaciones	
Dosis medida abdomen			
D (mSv) < 1 año		Observaciones	
D (mSv) entre 1-5 años		Observaciones	
D (mSv) entre 5-10 años		Observaciones	
D (mSv) entre 10-15 años		Observaciones	
D (mSv) > 15 años		Observaciones	
Control de exposición			
Prueba	Kilovoltaje (kV)	Error	Observaciones
1			
2			
3			
Promedio			

Anexos G:Diagrama de levantamiento radiométrico

