



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA

CARRERA DE BIOFÍSICA

“ IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL EQUIPO DE RAYOS X ECOVIEW 9 DEL ÁREA DE IMAGENOLÓGÍA DEL HOSPITAL IESS DE RIOBAMBA SEGÚN LAS NORMAS ISO 9001”

TRABAJO DE TITULACIÓN:

Previo a la obtención del título de:

BIOFÍSICO

AUTOR: Miguel Alejandro Barreno Segovia

TUTOR: Javier Carrasco Biof.

Riobamba- Ecuador

2016

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL EQUIPO DE RAYOS X ECOVIEW 9 DEL ÁREA DE IMAGENOLOGÍA DEL HOSPITAL IESS DE RIOBAMBA SEGÚN LAS NORMAS ISO 9001, de responsabilidad del Sr. Miguel Alejandro Barreno Segovia, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Biof. Javier Carrasco

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACION**

Msc. Nadia González

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Yo, Miguel Alejandro Barreno Segovia, soy la persona responsable de las ideas, doctrinas y resultados expresados en este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

MIGUEL ALEJANDRO BARRENO SEGOVIA

DEDICATORIA

Este logro lo dedico a las personas que viven en mi corazón y son el motor de inspiración.

A mis padres Carlos y Susana, quienes me enseñaron la humildad, el trabajo constante y la perseverancia, gracias a ellos comprendí que nada bueno se obtiene fácil, y con la bendición de Dios todo es posible.

A mi hermana Gabriela, quien me enseñó que un amigo no necesariamente se lo encuentra fuera de casa.

A mis Hijos Carlitos y Joaquín, quienes encendieron la luz que le hacía falta a mi vida y me brindaron la oportunidad de vivir nuevamente para servir y amar de corazón.

A mi Esposa Valeria, quien me enseñó que la vida es un proceso de aprendizaje y que es más placentero si a tu lado está la persona que amas.

Este logro es suyo pues mi vida les pertenece. Los amo.

Miguel

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y poner en mi camino a aquellas personas que me impulsarían a elegir este sendero.

A mis padres, por apoyarme incondicionalmente y darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

A mi hermana, por estar todo momento conmigo dándome su cariño y amistad.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrir la puerta de la enseñanza teniendo a la excelencia por delante.

Al Hospital IESS de Riobamba por haberme permitido realizar este trabajo.

A la Dra. Jenny Orbe por la paciencia y confianza brindada durante todo este proceso.

Miguel

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE ABREVIATURAS	x
RESUMEN	xi
SUMMARY	xii
INTRODUCCIÓN	1
1. CAPITULO: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
1.1. Equipo de rayos x	5
1.2. Componentes del equipo de Rayos X	6
1.2.1. <i>Cabecal</i>	6
1.2.2. Brazo Articulado	7
1.2.3. Soporte	7
1.2.4. Buqui	7
1.2.5. Colimador	8
1.2.6. Reguladores de Voltaje	9
1.2.7. Ordenador	9
1.2.8. Comandos Selectores	9
1.2.9. Fantomas	10
1.3. Contador Geiger	10
1.3.1. Funcionamiento del Contador	10
1.3.2. Dosis Efectiva	11
1.3.3. Dosis Equivalente	11
1.4. Factores de Exposición	12
1.4.1. Pico de kilovoltaje	12
1.4.2. Miliamperaje	12
1.4.3. Tiempo de Exposición	12
1.4.4. Distancia Fuente-Objeto	13
1.5. Pruebas de Control de Calidad de equipos de Radiodiagnóstico	13
1.5.1. Indicadores globales de calidad en radiodiagnóstico	13
1.5.2. Pruebas de Aceptación	13
1.5.3. Pruebas de Constancia	14

1.5.4.	Pruebas de Estado	14
1.6.	Aspectos del Cuidado del Tubo de Rayos X	15
1.6.1.	Carga de Trabajo.....	15
1.6.2.	Vida útil del Tubo de Rayos X	15
1.7.	Protección Radiológica	16
1.8.	ICRP publicación 103 y IAEA colección de normas de seguridad N° GSR Part 3 (Interim) 2011.	17
1.9.	Normas ISO 9001.....	18
1.9.1.	Control, medición y seguimiento del equipo	19
1.9.2.	Medición análisis y mejora de los sistemas de control	19
1.10.	Seguridad Eléctrica	20
1.11.	Seguridad Mecánica	20
2.	CAPITULO: DISEÑO DE PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD Y ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD	21
2.1.	Diseño de pruebas de control de calidad.	21
2.2.	Protocolo de Control de Calidad del equipo Ecoview 9 del Hospital IESS de Riobamba 22	
2.2.1.	Inspección y Evaluación visual del Área	22
2.2.2.	Parámetros Geométricos.....	23
2.2.3.	Calidad del Haz	25
2.2.4.	Tiempo de Exposición.....	26
2.2.5.	Rendimiento.....	28
2.2.6.	Control Automático de Exposición (CAE).....	30
2.2.7.	Pruebas Complementarias	31
2.2.8.	Control de pantallas intensificadoras y chasis	32
	CAPÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	35
3.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	35
3.1.	Implementación del Protocolo de Control de Calidad.....	35
3.1.1.	Cronología de pruebas.....	35
3.1.2.	Pruebas implementadas al equipo Ecoview 9	36
	CONCLUSIONES.....	63
	RECOMENDACIONES.....	64
	BIBLIOGRAFÍA.....	65
	ANEXO A.....	67

ANEXO B.....	72
ANEXO C.....	74
ANEXO D	76
ANEXO E.....	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Tabla de Factores de Ponderación de algunos órganos del Cuerpo Humano	11
Tabla 1. 2 Tabla que expresa los límites de dosis anuales permitidos en un centro de Radiodiagnóstico.....	16
Tabla 3. 1 Recopilación de datos de la Prueba de Evaluación de Cableado	37
Tabla 3. 2 Recopilación de Datos de la prueba de Verificación de Partes Móviles	38
Tabla 3. 3 Recopilación de datos de la prueba Comprobación de Componentes del Cabezal....	39
Tabla 3. 4 Recopilación de datos de la prueba Inspección de la Camilla.....	41
Tabla 3. 5 Hermeticidad de los chasis A, B, C y D	45
Tabla 3. 6 Control de Mili Amperaje Segundo con fecha: 01/07/2015	47
Tabla 3. 7 Control de Mili Amperaje Segundo con fecha: 01/10/2015.....	47
Tabla 3. 8 Control de Mili Amperaje Segundo con fecha: 20/01/2016.....	47
Tabla 3. 9 Índice de Variación del estudio de Control de Mili Amperaje Segundo	48
Tabla 3. 10 Valores obtenidos en la realización de la prueba de Control de Kilo Voltaje con 3 disparos consecutivamente con fecha: 01/07/2015.....	53
Tabla 3. 11 Índice de Variación Obtenidos del estudio de Control de Kilo Voltaje con fecha: 01/07/2015	54
Tabla 3. 12 Valores obtenidos en la realización de la prueba de Control de Kilo Voltaje con 3 disparos consecutivamente con fecha: 01/10/2015.....	55
Tabla 3. 13 Índice de Variación Obtenidos del estudio de Control de Kilo Voltaje con fecha: 01/07/2015	55
Tabla 3. 14 Valores obtenidos en la realización de la prueba de Control de Kilo Voltaje con 3 disparos consecutivamente con fecha: 20/01/2016.....	56
Tabla 3. 15 Índice de Variación Obtenidos del estudio de Control de Kilo Voltaje con fecha: 20/01/2016	57
Tabla 3. 16 Registro de Coincidencia del campo lumínico con el haz Radiante.....	59
Tabla 3. 17 Valores obtenidos de la prueba de Radiación dispersa con fecha: 01/07/2015	61
Tabla 3. 18 Valores obtenidos de la prueba de Radiación dispersa con fecha: 20/01/2015	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Cabezal del Equipo Ecoview 9	6
Figura 1. 2 Buqui de Mesa del equipo Ecoview 9	8
Figura 1. 3 Cabezal y soporte del equipo Ecoview 9.....	8
Figura 1. 4 Consola y equipo cifrado de imagen del equipo Ecoview 9.....	9
Figura 1. 5 Funcionamiento del Contador Geiger Muller.....	10
Figura 2. 1 Método para la ejecución el indicador Foco-Película.....	24
Figura 2. 2 Prueba de medida del rendimiento y reproducibilidad	28
Figura 3. 1 Sistema de Clasificación de Pruebas	36
Figura 3. 2 Verificación de partes móviles del equipo Ilustrado en Diagrama de Pastel	38
Figura 3. 3 Comprobación de Componentes del Cabezal Ilustrado en Diagrama de Pastel.....	40
Figura 3. 4 Diagrama de la clasificación de los Chasis según su tamaño	42
Figura 3. 5 Diagrama de Chasis dados de baja y Chasis conservados	43
Figura 3. 6 Número de Chasis que cumplen y no cumplen con la prueba de Hermeticidad	45
Figura 3. 7 Variación de la prueba con mAs BAJO en Diagrama de pastel del 01/07/2015	48
Figura 3. 8 Variación de la prueba con mAs MEDIO en Diagrama de pastel	49
Figura 3. 9 Variación de la prueba con mAs ALTO en Diagrama de pastel.....	49
Figura 3. 10 Medición de escala, con kV: ALTO, MEDIO y BAJO, en fecha: 01/07/2015	53
Figura 3. 11 Medición de escala, con kV : ALTO, MEDIO y BAJO, en fecha :01/10/2015	54
Figura 3. 12 Medición de escala, con kV : ALTO, MEDIO y BAJO, en fecha :20/01/2016	56
Figura 3. 13 Índice de Variación Promedio en la prueba de medición de escala	58
Figura 3. 14 Forma en la que se realizó el estudio de la radiación Dispersa.....	60

INDICE DE ABREVIATURAS

IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
ICRP	Del Inglés (International Commission of Radio Protection). Comisión Internacional de Radio Protección
ISO	Del Inglés (International Organization for Standardization). Organización Internacional de Estandarización
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
kV	kilovoltios
IAEA	Del Inglés (International Atomic Energy Agency). Agencia Internacional de Energía Atómica
kVp	Pico de kilovoltaje
m A	miliamperaje
mAs	miliamperaje por segundo
mSv	miliSievert
CSS	Del Inglés (Clerical Support Staff). Personal Administrativo de Apoyo
NBS	National Bureau of Standards
kHu	Del Inglés (kilo Heat Units). Unidades de kilo Calor
kHz	kilo Hertz
kW	kilo Watts
PECCR	Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico
CAE	Control Automático de Exposiciones
CHR	Capa Hemirreductora
μGy	microGrays

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se elaboró para diseñar, elaborar e implementar un protocolo de control de calidad para el equipo de Rayos X, Ecoview 9, ya que en la actualidad no posee un sistema el cual le permita evaluar su estado y asegurar su correcto funcionamiento.

El siguiente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Hospital IESS de Riobamba en el área de Imagen y Rayos X en un periodo de investigación de 6 meses que tuvo inicio desde el primero de Julio del 2015 hasta el veinte de Enero del 2016, incorporando al área un medio para evaluar al equipo y continuar con el sistema de control, posterior a la implementación que se realizó en el tiempo de ejecución de esta investigación.

La evidencia final que entregó el sistema de control de calidad fue satisfactoria ya que los resultados casi en su totalidad no sobrepasaron los márgenes de error establecidos en el trabajo por lo que el equipo se encuentra en óptimas condiciones, recomendando a los encargados del área y autoridades del Hospital se ejecute el Protocolo de Control de Calidad en su totalidad y continúe con el proceso de control.

Palabras Clave:

< IMPLEMENTAR > < PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD > < HOPITAL IESS DE RIOBAMBA > <IMPLEMENTACION > <RADIACIÓN >

SUMMARY

This work degree was developed to design, develop and implement a protocol of quality control for the X-ray equipment, EcoView 9 as it currently does not have a system which allows them to evaluate their status and ensure proper operation.

The following work was carried out at the premises of the Hospital IESS Riobamba in the area of image and X-rays in a research period of 6 months that began from the first of July 2015 until twenty of January 2016, incorporating the area a means of evaluating the computer for the control system, post implementation held in the runtime of this investigation.

The final evidence that gave control system quality was satisfactory because the results almost entirely did not exceed the margins of error specified in the work so the team is in good condition, recommending area managers and authorities the Hospital Quality control Protocol entire run and continue the control process.

Key - words:

< IMPLEMENTAR > < PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD > < HOPITAL IESS DE RIOBAMBA > <IMPLEMENTACION > <RADIACION >

INTRODUCCIÓN

Los equipos de Radiodiagnóstico se han convertido en medios indispensables para la medicina es así que han llegado a ser dispositivos que requieren un manejo cuidadoso y un nivel de conocimiento acertado para realizar la correcta manipulación de la radiación proveniente del equipo. Los equipos de Rayos X no son una fuente de radiación continua, sino emiten radiación ionizante cuando el técnico los emplea, acabado el estudio la ionización cesa, para realizar estos procesos se manipula 3 valores técnicos: el kVp (PICO DE KILOVOLTAJE), mA (MILIAMPERAJE), mAs (MILIAMPERAJE SEGUNDO), Estos valores son los encargados de la dosis de radiación entregada al paciente y de ellos depende la vida útil del equipo de Rayos X.

El avance en este tipo de tecnología se ha desarrollado a pasos acaudalados ya que en la actualidad existen equipos de Rayos X con funciones diversas que complementan el diagnóstico de procederes nunca antes considerados, las técnicas siguen evolucionando cada día en los sistemas de toma de imágenes y convergentemente la protección radiológica a los pacientes. El principio y funcionamiento de los Rayos X ha sido tomado como base para desarrollar equipos más sofisticados, tal es el caso de la Tomografía Computarizada, el equipo mamógrafo entre otros, teniendo cada dispositivo un fin específico.

Los equipos que usan los Hospitales del Ecuador son sistemas de alta generación, como es el caso del Hospital IESS de Riobamba en el cual existe un equipo de Tomografía, un mamógrafo y tres equipos de Rayos X, uno de ellos es el equipo Ecoview 9, siendo un equipos costoso, y delicado en su manipulación, para el cual se vio necesario realizar un control para garantizar su buen funcionamiento, es de ahí que nace la necesidad de diseñar y elaborar pruebas de control de calidad que ayuden a verificar que el equipo se encuentra en condiciones apropiadas.

Todo dispositivo posee un período de vida útil, y llegado ese momento el equipo presenta desperfectos y no ofrece resultados acertados, y tomando en cuenta que el equipo interacciona de manera directa con pacientes es necesario que el técnico u operario conozca y aprenda a identificar fallas potenciales que podrían afectar al resultado. Cualquier tipo de daño o avería en el equipo se ve reflejado en las placas que se obtiene cuando se somete a un paciente a una exploración radiográfica. La vida útil de los equipos vienen especificadas por el fabricante es decir, puede darse en número de disparos, de estudios o incluso en años, dependiente mente de la casa comercial del dispositivo.

Antecedentes

El Hospital IESS de Riobamba, el cual está actualmente localizado al noreste de la ciudad, en el Barrio el Vergel y fue fundado el 11 de noviembre de 1969, tiene un área de 16.000 metros cuadrados y 6.000 metros cuadrados que cumplen con la función de parqueadero, espacios verdes y vías de acceso. (Baez Baez, y otros, 2007). Esta Institución viene brindando bienestar, acogida y servicio a los pacientes que llegan al mismo, ya que posee características tanto de Infraestructura como de tecnología para optimizar las labores desempeñadas por sus trabajadores.

Desde el momento en el que se obtuvo una imagen con Rayos X, hasta la obtención de la misma con equipos de avanzada tecnología, se han creado dispositivos excepcionales, que han ayudado a mejorar la relación entre la protección radiológica que se brinda al paciente y la calidad de la imagen obtenida en los estudios, para esto se han formulado varias propuestas que permitan establecer parámetros en los cuales se pueda llevar un control de equipos tanto de Radioterapia como de Radiodiagnóstico; A estos sistemas de control se les denomina: Protocolos de control de calidad, los cuales juegan un papel indispensable en la protección y cuidado de los equipos que operan con radiación.

El equipo de Rayos X Ecoview 9 fue adquirido en el año del 2013 siendo un equipo que recientemente se encuentra en uso del Hospital IESS de Riobamba, el cual no fue sometido a pruebas de aceptación técnicas registradas a la vez que no posee un protocolo de control de calidad el cual asegure su correcto funcionamiento. El equipo posee aproximadamente una carga de trabajo de 90 pacientes por día, siendo el equipo más usado en el área de Imagen y Rayos X a la vez que posee la posibilidad de sufrir daños por su constante manipulación.

Para el presente trabajo se han estudiado fuentes bibliográficas con fundamentos de protección radiológica como: una publicación de la Comisión Internacional de Radioprotección publicación 103 en el año de 2011 en la que se habla sobre la importancia en los principios de protección radiológica en el cual se dan recomendaciones que son útiles para relacionar calidad de imagen con protección al paciente. (Radiologica, 2007); A su vez que según Libros y artículos sobre control de calidad en equipos de Radiodiagnóstico tales como: Code of Practice; Pruebas de constancia de equipos de Rayos X de Radiodiagnóstico, que nos habla sobre tipos de pruebas que se hacen a varios equipos de Radiodiagnóstico. (Fröscher, 2006).

También se revisó el libro: Fundamentos de Física Medica: Radiodiagnóstico: Bases físicas equipos y control de calidad, el cual contiene todas las pruebas de control de calidad que se realizan en equipos de Radiodiagnóstico. (Brosed, 2012), Protocolo español de control de calidad en Radiodiagnóstico: el cual trata de las pruebas que se deben realizar en equipos de radiodiagnóstico en forma generalizada y experimental. De los cuales se extrajo sus mejores secciones para que este protocolo tenga óptimos resultados, conste de pruebas acertadas y tenga una presentación amigable, precisa y fácil de interpretar.

Justificación

El uso de equipos de Rayos X para la obtención de imágenes médicas de diagnóstico ha aportado avances importantes al área médica, en la actualidad el Ecuador ha adquirido varios equipos que aportan avances significativos al diagnóstico médico del País. El desarrollo del presente trabajo fue ejecutable por cuanto se realizó en el Hospital IESS de Riobamba, abarcando necesidades apremiantes dentro del ámbito Hospitalario. Fue realizable por cuanto se contó con la aprobación de las autoridades del Hospital.

El Hospital y más específicamente el área de Imagenología se ven beneficiados por este Trabajo de Titulación por cuanto tendrán la herramienta que les permita detectar a tiempo ciertas anomalías en el funcionamiento del equipo para prevenir posibles daños. El desarrollo del presente trabajo goza de pertinencia por cuanto los conceptos básicos requeridos para el desarrollo del trabajo fueron estudiados dentro de la malla curricular de la Escuela de Física y Matemática de la ESPOCH y está relacionado con asignaturas de cursadas en la carrera.

Brinda un servicio a la sociedad por cuanto al realizar este estudio se respaldó decisiones que conllevan al correcto manejo y uso del equipo siendo la base para que otros equipos puedan someterse a un control similar, aplicando las tolerancias establecidas por los diferentes organismos internacionales y el fabricante.

La elaboración e implementación de un Protocolo de Control de calidad minimiza daños al equipo que posiblemente pueden darse por diferentes causas es necesario no comprometer recursos valiosos de la institución. La aplicación de este trabajo permitió alargar la vida útil del equipo, evaluó los componentes del equipo, consiguió imágenes de alta calidad, medio ambiente sin contaminación por radiaciones ionizantes.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un protocolo de control de calidad para el equipo de Rayos X Ecoview 9 del área de Imagenología del Hospital IESS de Riobamba según las normas ISO 9001”

Objetivos Específicos

- Revisar bibliografía específica que permita contar con los elementos necesarios para elaborar un Protocolo de Control de Calidad para el equipo de Rayos X Ecoview 9 basado en normas ISO 9001.
- Elaborar y diseñar pruebas de control de calidad para el equipo Ecoview 9 del área de Imagenología del Hospital IESS de Riobamba.
- Diseñar y elaborar el Protocolo de Control de Calidad para el equipo Ecoview 9 del área de Imagenología del Hospital IESS de Riobamba.
- Implementar el protocolo de Control de Calidad para el equipo Ecoview 9 del área de Imagenología del Hospital IESS de Riobamba.

1. CAPITULO: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Este Capítulo trata los conceptos y fundamentos necesarios para el completo entendimiento del Trabajo de Titulación, ya que en el mismo detalla las partes y componentes con los que se realizaron las pruebas de control de calidad, normas usadas, factores dosimétricos del equipo, unidades y dispositivos que se usarán para la obtención de datos en los registros.

1.1. Equipo de rayos x

El 8 de noviembre de 1895; el físico alemán Wihelm Conrad Rontgen, realizó experimentos con el tubo de Crookes. Analizaba los rayos catódicos y cubrió el tubo con una funda de cartón negro, logro observar un resplandor amarillo-verdoso sobre un cartón con una solución de cristales de platino-cianuro de bario, en el que observó un oscurecimiento al apagar el tubo, al encenderlo de nuevo, el resplandor se producía nuevamente. (Lopez, 2002)

Al evidenciar los procesos físicos que ocurrieron en ese momento y bajo varios parámetros de medición conjuntamente con varias pruebas que el científico repetidamente replicó en distintos objetos que se encontraban en su laboratorio, decidió colocar la mano de su esposa en el sistema, revelando los huesos de su mano y en un dedo el anillo de matrimonio que él le había entregado, obteniendo en ese momento la primera radiografía en la historia, siendo para el mundo entero el descubridor de los , “rayos incógnita”, como el los nombró.

Tras el pasar de los años la humanidad ha evolucionado la técnica, tecnología y metodología del empleo de los Rayos X, explotando al máximo sus usos viéndose advertido los peligros que su uso conlleva, no solamente evidenciando el riesgo del mismo hacia los pacientes, sino hacia el medio ambiente. (Buzzi, 2012)

La técnica Radiográfica se realiza por: Exposición de radiación ionizante proveniente del tubo, que posteriormente la imagen de una estructura pasa a obtenerse en la película (J.Boutigny, 2007), la cual en la antigüedad debía ser procesada con compuestos químicos para poder hacer que la imagen sea visible; en la actualidad esos procesos casi no son usados ya que las imágenes son receptadas por el chasis y digitalizadas en un ordenador.

El avance en la tecnología nos permite en la actualidad obtenerlas en formato digital de manera directa sin el uso de los chasis.

1.2. Componentes del equipo de Rayos X

Un equipo de Rayos X está compuesto por los siguientes elementos:

1.2.1. *Cabecal*

Se puede decir que es la parte más importante del equipo, ya que en esta se produce los Rayos X, que van a dirigirse al paciente, esta parte se encuentra compuesta por: Tubo de Rayos X y Circuito de Alta Tensión. (Baños, 2003),

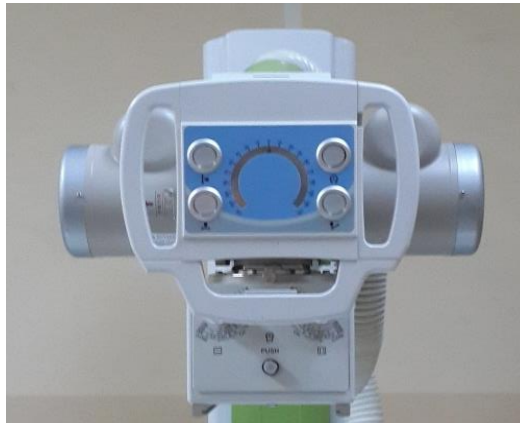


Figura 1. 1 Cabezal del Equipo Ecoview 9

Fuente: Foto del Equipo Ecoview 9 del Hospital IESS de Riobamba

1.2.1.1. *Tubo de Rayos*

Es la zona en la que los electrones arrancados de su estado de reposo por una elevada diferencia de potencial brindada por el cátodo. Son llevados a colisionar en un blanco situado en el ánodo. (Baños, 2003) , el tubo de Rayos X es es practicamente inaccesible ya que esta protegido por una estructura especial parecida a una coraza que lo mantiene aislado para asi evitar la exposicion a la radiación. (Cubas, 1970 págs. 21-24), las características específicas del equipo se muestra en el ANEXO D.

1.2.1.2. Circuito de Alta Tensión

La función del circuito de Alta Tensión es transformar los 220 Volts obtenidos de los tomacorrientes a 70 kV, por eso es llamado Transformador Amplificador (Rela, 2010 págs. 14-17), generando una gran diferencia de potencial, la cual arranca los electrones y los lleva a través del Tubo de Rayos X.

1.2.2. Brazo Articulado

Se refiere a la parte móvil del equipo de Rayos X, aquella que se encuentra conectada con el cabezal, cumpliendo la función de rotación y movilidad en disímiles orientaciones para obtener la capacidad de abarcar varias zonas y ángulos requeridos, brindando a la vez estabilidad e inmovilizando al cabezal para mantener al disparo fijo y minimizar errores en la toma de imágenes.

1.2.3. Soporte

Es aquella parte del equipo que mantiene unido al cabezal y brazo articulado a la Pared, techo o piso, del equipo sin correr el riesgo que esta caiga o sufra daños. Se puede apreciar de mejor manera los componentes del equipo de Rayos X en el ANEXO A.

1.2.4. Buqui

Existen dos tipos de Buqui, el de pared y el de camilla

Es aquella parte en la que se coloca al paciente y bajo el mismo se encuentran los receptores de imagen que reciben la información recolectada del paciente, si es un equipo digital envía la información al ordenador directamente, si es un equipo analógico a las placas radiográficas en el chasis.



Figura 1. 2 Buqui de Mesa del equipo Ecoview 9

Fuente: Foto del Equipo Ecoview 9 del Hospital IESS de Riobamba

1.2.5. Colimador

Es un sistema que impide la propagación de haces secundarios de Rayos X es decir proyecta simplemente rayos útiles y ayuda a que los haces no sean divergentes. (Mora, 2008 págs. 16-20)

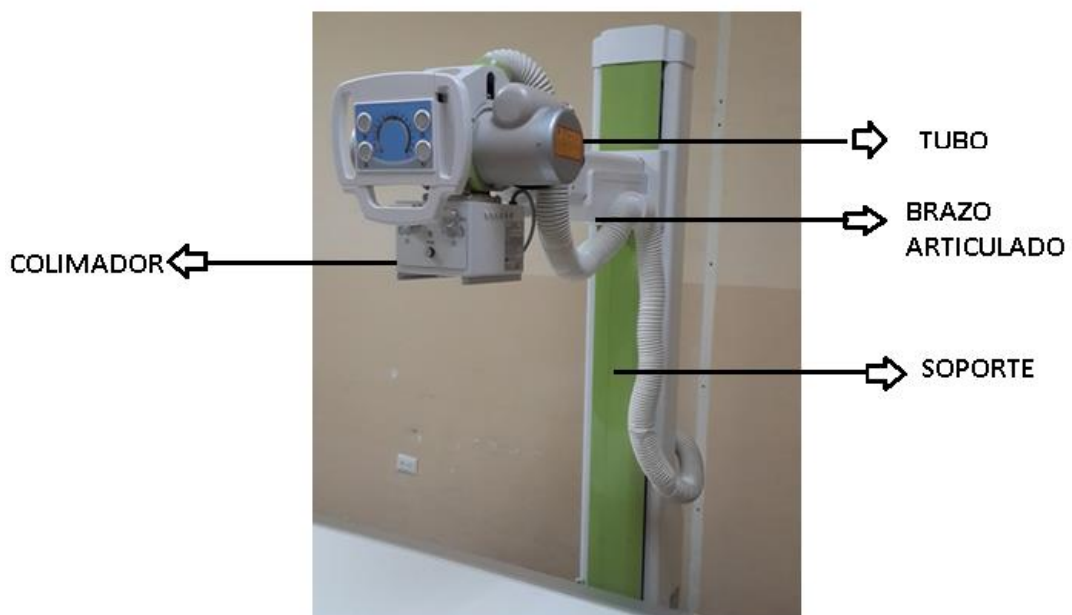


Figura 1. 3 Cabezal y soporte del equipo Ecoview 9

Fuente: Foto del Equipo Ecoview 9 del Hospital IESS de Riobamba

1.2.6. Reguladores de Voltaje

Es aquella parte del equipo que permite a la corriente que ingresa al dispositivo sea lo más constante posible, para poder lograr una estabilidad en el Voltaje. (Equipo de Rayos X y su funcionamiento, 2003)

1.2.7. Ordenador

En los equipos modernos o digitales, es aquella parte en donde se visualiza la información que se obtiene en la placa tomada con la posibilidad de modificar y mejorar la información obtenida.

1.2.8. Comandos Selectores

Es la parte en la que se pueden controlar los comandos de operación del equipo requeridos por los técnicos situados a cierta distancia del equipo en un lugar donde se proteja al encargado de realizar el estudio de imágenes, siendo los equipos digitales los más modernos.



Figura 1. 4 Consola y equipo cifrado de imagen del equipo Ecoview 9

Fuente: Foto del Equipo Ecoview 9 del Hospital IESS de Riobamba

1.2.9. *Fantomas*

Son aquellos objetos los cuales se usan para la realización de pruebas de evaluación del comportamiento, principalmente funcional del equipo.

Existen distintos tipos de fantomas entre ellos, el físico el cual es usado para evaluar de manera experimental directa al dispositivo, los cuales son elaborados de distintos materiales con distintas formas y rellenos de diferentes materiales tal como el agua, plomo, diferentes plásticos, aire y soluciones yodadas de diferente concentración. (Fundamentos de Imágenes Médicas, 2003)

1.3. Contador Geiger

El contador Geiger es un dispositivo sensible a la radiación ya que posee un sistema que permite captar la radiación ionizante y obtener lecturas análogas o digitales de medición.

1.3.1. *Funcionamiento del Contador*

Las partículas como electrones y positrones son detectados al ionizar al medio del detector que generalmente es un gas inerte son acelerados por un campo eléctrico el cual separa los electrones de los iones, generando que los electrones se dirijan al electrodo positivo y los iones al electrodo negativo, produciendo un pulso de corriente que es detectado y procesado por el sistema de conteo. (Krane, 1988 págs. 277-286)

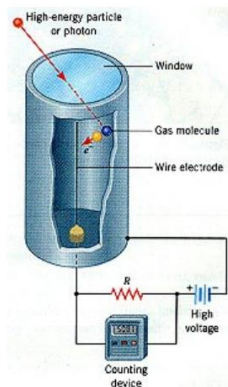


Figura 1. 5 Funcionamiento del Contador Geiger Muller
Fuente: (UCM, 1994) nuclear.fis.ucm.es/LABORATORIO/guiones

El contador Geiger expresa su medida dependientemente del modelo y casa comercial, en su mayoría es expresado en Sievert que receipta lecturas de dosis efectiva.

1.3.2. Dosis Efectiva

Es el resultado de la suma de las dosis equivalentes de un individuo multiplicado por el factor de ponderación para el tejido, y tiene como objetivo relacionar las diferentes dosis que fueron administradas a varios tejidos del cuerpo del individuo.

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

donde:

W_T = Factor de Ponderación

H_T = Dosis equivalente en el tejido T.

1.3.3. Dosis Equivalente

Es el resultado de la energía que es cedida desde una fuente de ionización hacia la masa de un órgano, corregida por un factor de ponderación que es el factor que expresa la radio sensibilidad, de efectos estocásticos, para los Rayos X es 1, y su unidad es el Julio por kilogramo ($J \cdot kg^{-1}$) y se le da el nombre de Sievert (Sv). (IAEA, 2013)

TEJIDO U ORGANNO	FACTORES DE PONDERACION	W_T
GONADAS	0,2	
MEDULA OSEA	0,12	
COLON	0,12	
PULMON	0,12	
ESTOMAGO	0,12	
VEJIGA	0,5	
MAMA	0,5	
HIGADO	0,5	
ESOFAGO	0,5	
TIROIDES	0,5	
PIEL	0,1	
SUPERFICIE DE LOS HUESOS	0,1	
RESTO DEL ORGANISMO	0,5	

Tabla 1. 1 Tabla de Factores de Ponderación de algunos órganos del Cuerpo Humano
Fuente: (Training Pediatric Radiology, 1994)

1.4. Factores de Exposición

Son los parámetros que controla el técnico en el equipo para poder generar imágenes de alta calidad creadas con Rayos X, estos factores son el kVp, el mA, tiempo de exposición (o carga de disparo) y la distancia del tubo al paciente.

1.4.1. Pico de kilovoltaje

Se trata del componente primordial en la calidad del haz que saldrá del tubo de Rayos X; es decir, aquel factor que determina la penetración que sufre del haz primario al paciente, ya que al incrementar el kVp aumenta la energía del haz de Rayos X emitido, siendo este el principal controlador del contraste en la imagen; pero al emitir haces más energéticos también incrementa la posibilidad de que los haces interactúen con el paciente con un Efecto Compton y generen radiación dispersa disminuyendo el contraste que posee la imagen adquirida. (Bontrager, 2006 págs. 34-36)

1.4.2. Miliamperaje

Debemos relacionar en primer lugar al Ampere como unidad de corriente eléctrica siendo un amperio igual a un Coulomb (unidad de Carga electrostática) por cada Segundo, siendo así el responsable de la cantidad de Rayos X producidos.

1.4.3. Tiempo de Exposición

El tiempo de exposición es el tiempo que el paciente es sometido al haz de Rayos X, teniendo como objetivo lograr que este sea el menor para poder evitar el movimiento involuntario del paciente y minimizar que la imagen sea incorrecta, o que el paciente se sobreexponga a las radiaciones. Generalmente los equipos actuales no muestran el miliamperaje y el tiempo de exposición de manera separada sino los muestran unidos, es decir mAs que es el miliamperaje multiplicado por el tiempo de exposición conocida como corriente instantáneo y representa la carga total aplicada al disparo.

1.4.4. Distancia Fuente-Objeto

Es la distancia que permite realizar el estudio radiográfico y el enfoque a la zona requerida desde el tubo de Rayos X hasta el paciente. (Bushong, 2010)

1.5. Pruebas de Control de Calidad de equipos de Radiodiagnóstico

Las radiaciones ionizantes son un medio de obtener imágenes a través de estructuras, tejidos y superficies, por lo que han sido usadas a lo largo de la historia como un instrumento práctico y aplicable a varios fines como la ingeniería, la geología, la medicina etc.

En la medicina se lo emplea para la obtención de imágenes y para el tratamiento de enfermedades siendo dos de los campos más sobresalientes el de Radiodiagnóstico y Radioterapia.

En esta sección se especificara los sistemas de radiodiagnóstico.

1.5.1. Indicadores globales de calidad en radiodiagnóstico

Existen tres indicadores que determinan la aptitud con la que se labora en un departamento de radiodiagnóstico:

- La dosis impartida al paciente.
- La calidad de la imagen obtenida.
- La tasa de rechazo de películas.

En estos parámetros se ven reflejados tanto el estado del equipo, protocolos seguidos en la toma de imágenes a los pacientes y la técnica usada. (Brosed, 2012 págs. 176-177)

1.5.2. Pruebas de Aceptación

Son aquellas pruebas que realiza el instalador detallando sus especificaciones de compra, (Brosed, 2012 pág. 167) cuando el proveedor entrega el equipo al responsable de la recepción del mismo, ya que se ejecutan comprobando sus componentes y evaluando que su funcionamiento sea el que especifica el contrato de adquisición y contemple las exigencias legales vigentes en el país, siendo el resultado de estas pruebas la base de futuros controles. (Baños, 2003)

Para que las pruebas de aceptación sean las acertadas lo mínimo que se debe exigir es el cumplimiento de las pruebas expresadas en los documentos de compra del equipo y que el equipo cumpla con las tolerancias que especifica las exigencias nacionales o internacionales. (Brosed, 2012 pág. 167)

1.5.3. Pruebas de Constancia

Son aquellas que se basan en medir y comparar el estado en el que se encuentra el equipo transcurrido un período de tiempo de haber realizado las pruebas de aceptación que son la base del sistema de comparación y evaluar los parámetros más significativos de su funcionamiento. Las pruebas de constancia deben ser fáciles de ejecutar analizar e interpretar.

Si en las pruebas de constancia una vez finalizado el proceso de control se observan anomalías respecto a controles anteriores es decir que sobrepasen las tolerancias establecidas, se aconseja:

- Realizar una repetición a la prueba de constancia en la que se perciba la irregularidad
- Informar a las autoridades pertinentes y al responsable de la garantía de calidad.

En caso que la irregularidad se haya dado de forma ocasional, se deberá incrementar la frecuencia con las que se realizan las pruebas de constancia.

Si el problema se produce de forma continua o se percibe que el equipo se muestra de forma irregular se realizara una prueba de estado y se proveerá mantenimiento al mismo.

Si la irregularidad continua, el responsable deberá, suspender el uso del equipo para evitar daños al mismo y una sobre dosis al paciente. (Brosed, 2012 págs. 175-176)

1.5.4. Pruebas de Estado

Son aquellas que se realizan generalmente midiendo parámetros técnicos para poder establecer un “estado de referencia” con el cual poder comparar el funcionamiento del equipo y detectar desperfectos técnicos al momento dado, y deben realizarse con personal calificado que conozca el equipo de manera funcional y sus componentes electrónicos.

Las pruebas de estado son necesarias cuando el equipo se haya reemplazado un componente, modificado y calibrado, o cuando se detecta una irregularidad en el equipo cuando se realiza pruebas de control tras ejecutar prueba de constancia. (Baños, 2003)

1.6. Aspectos del Cuidado del Tubo de Rayos X

1.6.1. Carga de Trabajo

La Carga de Trabajo nos Indica la fracción de uso de la fuente y generalmente suele darse en mA min por semana, lo que significa que se obtiene de la diferencia de la carga eléctrica sobre unidad de tiempo.

La carga de trabajo varía cuando es suministrada un máximo de kVp, y gracias al cálculo de la carga de trabajo se podría estimar una dosis a priori entregada a los pacientes. (IAEA, 2009)

La carga de trabajo se calcula de la siguiente manera:

$$W = \frac{I \times t_i}{t} \left(\frac{mA \times min}{sem} \right) \text{ (Nuclear, 1990)}$$

donde:

W = Representa a la carga de trabajo

t_i = Tiempo de Emisión de radiación en e intervalo t (t = una semana)

I = Intensidad de la Corriente en mA

1.6.2. Vida útil del Tubo de Rayos X

Uno de los factores que puede determinar la vida útil de un equipo de Rayos X es el tubo del mismo ya que en el interior del tubo se produce el fenómeno de producción de Rayos X. Todos los componentes que forman el tubo de Rayos X han sido sometidos a estudios previos para que trabajen de la manera más precisa, como es el caso del filamento que desde 1913 no ha sufrido modificaciones y en este caso la parte fundamental, el ánodo giratorio frente al ánodo fijo, factor que ha determinado significativamente el aumento de la vida útil que presenta el tubo de Rayos X, siendo el calor generado en el mismo un factor importante en su tiempo de durabilidad. (Baños, 2003)

1.7. Protección Radiológica

El objeto principal de la Protección Radiológica es asegurar un nivel apropiado de protección al hombre y al medio ambiente sin limitar de forma indebida las prácticas beneficiosas de la exposición a las radiaciones ionizantes. Este objetivo no sólo se puede conseguir mediante la aplicación de conceptos científico sino también garantizando la prevención de efectos biológicos deterministas (manteniendo las dosis por debajo de un umbral determinado) y la aplicando todas las medidas razonables para reducir la aparición de efectos biológicos estocásticos (probabilísticos) a niveles aceptables.

Los controles de calidad que se realiza a un equipo se complementan con el Programa de Garantía de Calidad (PGC) ya que aquellos son los parámetros que el radiofísico hospitalario tiene la pertinencia de elaborar ya que van a la par del control de parámetros técnicos de los equipos, y evalúan la calidad de imagen junto con la tasa de dosis de radiación impartida al paciente. (Brosed, 2012 pág. 169)

PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO	TRABAJADORES	20 mSv / Año(consecutivos)
		Con un máximo de 2 mSv/mes
	PRACTICANTES	6 mSv/ Año
PERSONAL ALTERNO	PUBLICO	1 mSv/ Año

Tabla 1. 2 Tabla que expresa los límites de dosis anuales permitidos en un centro de Radiodiagnóstico.

Fuente: ICRP Publicación 60.

Para conseguir estos objetivos, se deben aplicar los principios del Sistema de Protección Radiológica propuestos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP):

- Los diferentes tipos de actividades que implican una exposición a las radiaciones ionizantes deben estar previamente justificados por las ventajas que proporcionen, frente al detrimento que puedan causar.
- Las dosis individuales, el número de personas expuestas y la probabilidad de que se produzcan exposiciones potenciales, deberán mantenerse en el valor más bajo que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales.
- La suma de dosis recibidas y comprometidas no debe superar los límites de dosis establecidos en la legislación vigente, para los trabajadores expuestos, las personas en formación, los estudiantes y los miembros del público.

Esta limitación no se aplica a ninguna de las siguientes exposiciones:

- La exposición de personas durante su propio diagnóstico o tratamiento médico.
- La exposición voluntaria de personas, para ayudar a pacientes en diagnóstico o tratamiento médico.
- La exposición de voluntarios que participen en programas de investigación médica y biomédica. (Protection against ionizing radiation from external sources used in medicine, 1982)

1.8. ICRP publicación 103 y IAEA colección de normas de seguridad N° GSR Part 3 (Interim) 2011.

La ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica) nos habla acerca de las Recomendaciones dadas en el 2007. Estas recomendaciones revisadas para un Sistema de Protección Radiológica sustituyen formalmente las Recomendaciones previas de la Comisión de 1990; y actualizan, consolidan y desarrollan las guías adicionales promulgadas desde 1990 sobre el control de la exposición procedente de fuentes de radiación. De este modo, las recomendaciones actuales ponen al día los factores de ponderación de la radiación y de tejido en las magnitudes dosis equivalente y dosis efectiva y actualizan el detrimento producido por la radiación, en base a la última información disponible sobre la Biología y la Física de la exposición a radiación ionizante.

Dichas normas trabajan bajo los tres principios fundamentales de protección radiológica: Justificación de la práctica, optimización de la protección radiológica y la limitación de dosis. Dichas normas citan claramente las recomendaciones dando un enfoque de Protección Radiológica y dirigido exclusivamente a situaciones de exposición y mantienen los límites de dosis establecidos por la Comisión para dosis efectivas y dosis equivalentes en situaciones de exposición controlada.

Nos hablan también de restricciones de dosis para situaciones de exposición planificada y riesgos individuales para situaciones de exposición de emergencia. (Radiologica, 2007)

Las normas de seguridad del OIEA tienen como base el Estatuto de éste, que es aquel que autoriza por medio de una consulta al OIEA a establecer o adoptar, en colaboración con las Naciones Unidas y entre otros, normas de seguridad radiológica para proteger al paciente y el medio ambiente contra los efectos de la radiación ionizante.

El 21 de abril de 2011, la ICRP recomendó una reducción del límite de dosis tomando como tal a la dosis equivalente, viendo la susceptibilidad que tenían los tejidos humanos a la radiación ionizante, aplicable al cristalino. En mayo de 2011, la CSS (Clerical Support Staff) concluyó el incorporar el límite de dosis revisado aplicable al cristalino en el apéndice III de las NBS revisadas, previa consulta con los Estados Miembros. El Presidente de la CSS aprobó el 12 de julio de 2011 el apéndice III el cual Habla y estipula los Principios fundamentales de seguridad, los requisitos para la protección de las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación. (ATÓMICA, 2011)

1.9. Normas ISO 9001

Para aplicar las normas ISO 9001 a la investigación se proyectaron los parámetros descritos en el mismo moldeando los conceptos a los requerimientos de este trabajo de titulación.

Las normas ISO (International Organization for Standardization) 9001 son dictadas por una federación mundial que agrupa a representantes de cada uno de los organismos nacionales de estandarización y nos habla de los sistemas de gestión de la calidad (SGC) las cuales se consideran como referencia a nivel mundial para garantizar la calidad de un producto, ya que son aplicables a cualquier organización y su objetivo primordial es enfocarse en los procesos y modos en los cuales el producto complace al usuario proporcionando certeza sobre varios ámbitos de la institución tales como la infraestructura, procedimientos, procesos y recursos necesarios para

controlar y evaluar su rendimiento teniendo como objetivo la excelencia del producto y satisfacción del usuario. (LRQA, 2014).

1.9.1. Control, medición y seguimiento del equipo

El proceso de control de calidad debe garantizar que se realizó la medición y seguimiento procedentes al equipo de Radiodiagnostico para garantizar que su funcionamiento es el adecuado, siendo necesario que la autoridad o encargado del área certifique, que son controles coherentes y abarcan las necesidades requeridas para el equipo.

Para que los resultados sean válidos el equipo debe:

- Calibrarse o verificarse y si es posible ambos, realizando mediciones que puedan ser comparables antes de la utilización del equipo es decir que cumpla atraviase un proceso de control inicial según normas nacionales o internacionales, y si no existen estas mediciones registrar los estudios de control para ser usados como base en estudios futuros.
- Si se encuentra algún problema o desperfecto en el equipo tomar la medida pertinente para calibración, reemplazo o reajuste según sea necesario.
- Evaluar los sistemas de ajustes y asegurar que el ajuste no empeore el estado del equipo e invalide el resultado de medición.
- Ejecutar un sistema de protección contra daños que se puedan generar en la manipulación del equipo.

Cuando se lleve a cabo este sistema de control, se debe mantener el proceso de registro y cuando se detecte algún fallo o irregularidad se tomara acciones apropiadas sobre el equipo y se deberá mantener en el registro todo acontecimiento y la solución aplicada.

La capacidad del software debe satisfacer los requerimientos del equipo y debe abastecer la carga de trabajo que genera el mismo.

1.9.2. Medición análisis y mejora de los sistemas de control

Los encargados del área deben implementar procesos de seguimiento y de mejora para:

- Demostrar la conformidad con el equipo y asegurar que mantiene un correcto funcionamiento

- Asegurar que el sistema de control de calidad es el indicado en el equipo y ofrece buenos resultados
- Agregar mejoras continuamente a la eficiencia del sistema de control

1.10. Seguridad Eléctrica

Para que el equipo se encuentre en un entorno apropiado es necesario conocer los riesgos que estos poseen y así testificar la integridad física del equipo. Para esto se ha previsto la instalación con un sistema eléctricamente aislado para el operador y el paciente a través del uso de cables aislados y asegurados mecánicamente tanto las cubiertas como los paneles de acceso.

Para esto el fabricante específicamente advierte:

- No retire cualquier panel, por cualquier razón.
- No exponga, de ninguna manera, cables o su toma de apareamiento.

1.11. Seguridad Mecánica

Las advertencias que hace el fabricante para evitar daños mecánicos son las siguientes:

- Mantenga los dedos, manos y cualquier otro objeto fuera de las piezas móviles.
- Mantener siempre una buena colocación de la posición del paciente, de forma correcta hacia el equipo.
- Mantener siempre el área a posicionar al paciente libre de otros equipos para evitar la colisión y daños potenciales.
- A menos que se indique específicamente, no opere el equipo con cualquier tipo de cubiertas. (EcoRay Manual, 2000)

2. CAPITULO: DISEÑO DE PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD Y ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD

En este capítulo se presenta el diseño de las pruebas de control de calidad, y la elaboración del protocolo de control de calidad lo cual se muestra en el Anexo E, teniendo en cuenta las Normas ISO 9001.

2.1. Diseño de pruebas de control de calidad.

Las pruebas de aceptación del equipo de Rayos X Ecoview 9 no fueron mostradas en el tiempo de realización del Trabajo de Titulación, pero se tomó en cuenta el último control de calidad realizado por una empresa particular el 25 de Junio del 2015 como pruebas iniciales, documento que se muestra en el ANEXO C.

Se diseñaron las pruebas recopilando información que se hallaba en manuales y protocolos de control de calidad descritos anteriormente y se incorporaron parámetros cuya descripción muestra con claridad los detalles de cada prueba, los que a continuación se muestran:

- **Concepto:** Explica el significado de la prueba y que función cumple en el protocolo.
- **Frecuencia:** Es el periodo de tiempo con el que se recomienda debe realizarse las pruebas.
- **Calificación:** Indica el grado de importancia de cada prueba.
- **Tolerancia:** Muestra la grado de aceptabilidad de las pruebas en el equipo.
- **El método:** Especifica la forma de ejecutar las pruebas.

2.2. Protocolo de Control de Calidad del equipo Ecoview 9 del Hospital IESS de Riobamba

2.2.1. Inspección y Evaluación visual del Área

2.2.1.1. Evaluación de Cableado

Concepto: El proceso nos permite visualizar y determinar alguna irregularidad que pueda poseer el sistema de cableado, para poder localizar algún posible percance que pueda ocasionar mal funcionamiento al equipo.

Frecuencia: Diaria.

Calificación: Necesario

Tolerancia: Estimada por el evaluador

Método: Se realizara un recorrido e inspeccionará el cableado del generador de alto voltaje, consola y cables del cabezal.

2.2.1.2. Verificación de Partes móviles del Equipo de Rayos X

Concepto: Este proceso nos permite evaluar físicamente las partes móviles que posee el equipo de Rayos X, para prevenir cualquier irregularidad en el mismo

Frecuencia: Diaria

Calificación: Necesario

Tolerancia: Estimada por el evaluador

Método: Se manipulará las partes móviles del equipo inspeccionando el cabezal, brazo del equipo de Rayos X tomando en cuenta todas las posibles formas de desplazamiento del mismo.

2.2.1.3. Comprobación de Componentes del Cabezal

Concepto: Este proceso nos permite observar y evaluar los componentes del cabezal como son el foco que nos brinda el haz lumínico y los colimadores que posee el equipo de Rayos X.

Frecuencia: Diaria

Calificación: Necesario

Tolerancia: Estimada por el evaluador

Método: Se encenderá el foco que habilita el haz lumínico y manipulara los colimadores del equipo de Rayos X expandiendo y disminuyendo la zona por irradiar para comprobar que ambos elementos estén en óptimas condiciones.

2.2.1.4. Inspección física de la camilla

Concepto: Esta prueba nos permite observar y evaluar el funcionamiento de la camilla en la que se coloca al paciente para realizar el disparo del haz de Rayos X.

Frecuencia: Diaria.

Calificación: Necesario

Tolerancia: Estimada por el evaluador

Método: Se evaluará la camilla observando y probando su desplazamiento a través del sistema móvil de la misma, y comprobar sus sensores de posición. Para medir su exactitud se colocara la camilla en la posición centrada y obtendrá una imagen en su isocentro.

2.2.2. Parámetros Geométricos

Este tipo de pruebas nos permiten determinar la exactitud que existe entre el receptor de imagen, los colimadores y la perpendicularidad del tubo respecto al paciente. Son necesarias para poder asegurar que la imagen obtenida no tenga ningún grado de distorsión o mal interpretarla por la perspectiva.

2.2.2.1. Indicador de la distancia foco-película

Concepto: Esta prueba se la elabora colocando una cinta métrica en la salida del colimador y usándose para que el técnico pueda medir la distancia que existe entre el foco y el Bucki de mesa y comprobar su exactitud.

Frecuencia: Semestral

Calificación: Necesario

Tolerancia: La diferencia entre el valor indicado y el medido debe ser inferior al 4%.

Método: Se obtiene la imagen de un objeto cuya área sea medida con anticipación y medir la ampliación que esta demuestra y así relacionarla con la distancia del foco a la película (Figura 2.1). Que es la suma de las distancias, que vamos a denominarlas: $d + d_1 + d_2$ donde d_1 se obtendrá midiendo Φ , Φ_1 y Φ_2 lo conocemos.

Para realizar la prueba se requiere una lámina de plomo con un orificio circular en el cual se conozca el diámetro, la cual se sitúa en la base del cabezal donde se sitúa el colimador, Se colocará un chasis sobre la mesa del equipo y en justo bajo el mismo el detector del equipo. Se efectúa una exposición con valores dosimétricos de: 50 kVp, 100 mA, 0,1 mAs. A partir de los tamaños de las imágenes obtenidas en el chasis, el detector y la distancia medida entre la lámina de plomo con la mesa radiológica, se pueden determinar las distancias foco-salida de colimador y foco-película.

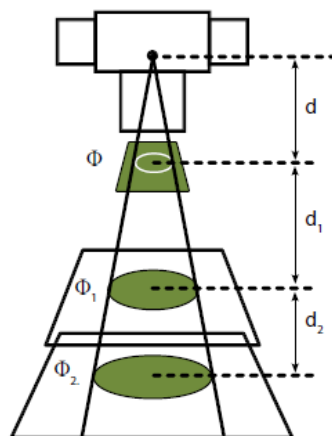


Figura 2. 1 Método para la ejecución el indicador Foco-Película

Fuente: (Brosed, 2012 pág. 182)

2.2.2.2. Coincidencia del campo lumínico con campo radiante

Concepto: Esta prueba determina que el campo lumínico que es proyectado por los colimadores del tubo de Rayos X coincida con la zona que es irradiada, evitando así que regiones del paciente que no tienen interés en el diagnóstico, no sean expuestas de manera innecesaria.

Frecuencia: Semestral

Calificación: Fundamental

Tolerancia: Puede aceptarse una variación menor de $\pm 2\%$ en cada borde del campo y con un equivalente de todos los bordes, inferior al 3%.

Método: Se colocara una placa en el bucki de mesa la cual se encontrara a un metro del foco y la cual tenga un objeto en la mitad marcada con sus respectivos ejes de referencia, luego se procede a dispar y revisará si el campo de luz coincide con los ejes del objeto, usando la siguiente técnica: 50 kV, 5 mAs.

2.2.3. Calidad del Haz

2.2.3.1. Filtración: Capa Hemirreductora (CHR)

Concepto: También llamada calidad espectral que es la capacidad que es propia de la radiación para penetrar los materiales. Para caracterizar la calidad de la radiación usamos la capa Hemirreductora (CHR), expresada en mm de aluminio. Representa el espesor de aluminio necesario para reducir a la mitad el kerma en aire medido en un punto, dependiente de la tensión aplicada al tubo y su filtración.

Frecuencia: Semestral

Calificación: Fundamental

Tolerancia: La filtración debe ser superior a 2,5 mm Al para tensiones superiores a 70 kV. A 70 kV una CHR superior a 2,5 mm Al garantiza el cumplimiento de la tolerancia indicada para la filtración. Suele medirse a 80 kV y se recomienda que su valor a esa tensión sea igual o mayor que 3 mm Al.

Método:

Para realizar esta prueba la medida y las condiciones que debe tener la capa hemirreductora son:

- a) El material de atenuación empleado será aluminio de alta pureza (> 99,5%).
- b) La medida debe realizarse en condiciones de haz fino; esto es, el detector debe alejarse del material de atenuación para evitar la radiación dispersa.
- c) El detector empleado debe ser equivalente al aire para que así la interacción de la energía sea independiente.

Se selecciona una tensión de 80 kVp, 0,1mAs, y se realizan disparos interponiendo filtros de aluminio de espesores desde 0 a 4 mm Al.

2.2.3.2. Medición de la escala

Concepto: En este estudio se obtiene los valores emitidos por la consola del equipo sean aproximadamente similares a los que realmente obtenemos en el disparo.

Frecuencia: Trimestral

Calificación: Esencial

Tolerancia: Tolerancia permitida es de $\pm 10\%$ del potencial, o de la unidad medida.

Método: Esta prueba se realiza con un equipo Kilovoltímetro que mide la tensión eléctrica realizándose 3 disparos, uno con unidades de kilovoltaje: bajo, medio y alto, dirigidos hacia el Bucki de mesa a un metro de distancia en dirección del haz principal donde se encuentra el equipo kilovoltímetro listo para capturar las medias.

2.2.4. Tiempo de Exposición

2.2.4.1. Exactitud y reproducibilidad del tiempo de exposición

Concepto: Su influencia promueve a la calidad de la imagen y a la densidad óptica obtenida y prevenir problemas de la imagen como la borrosidad cinética.

Frecuencia: Trimestral

Calificación: Esencial

Tolerancia: La prueba debe tener una diferencia $< \pm 10\%$ para valores que superen a 20 ms, y para tiempos inferiores lo especifique el manual del fabricante

Método: La tensión e intensidad no deben variar manteniéndolos a 80 kV y 100 mA, posteriormente disparan varios disparos, variando el tiempo de exposición desde 20 ms hasta 2 segundos.

2.2.4.2. Exactitud y reproducibilidad de la tensión

Concepto: Se mide la diferencia que pueda existir entre realizar varios disparos con el mismo factor de kilovoltaje consecutivos para poder asegurar que el pico de kilovoltaje no varía entre cada disparo y es regular. Para medir la tensión del tubo de Rayos X se usa Kilovoltímetro o multímetro ya que relacionan la dureza del haz con el pico de tensión. Es importante evitar el efecto talón que se produce por el mal posicionamiento del Kilovoltímetro en medición al eje ánodo-cátodo. Además la lectura de la tensión puede verse afectada por la forma de onda de kilovoltaje.

Frecuencia: Semestral

Calificación: Fundamental

Tolerancia: La reproducibilidad del kVp deberá ser inferior al 5%.y se lo relacionara por la variación en cada medición reflejada por el coeficiente de variación (CV) de las 5 mediciones

Método: Con el Kilovoltímetro o multímetro situado a una distancia del foco desde 50 a100 cm, realizando disparos variando la tensión desde 50 kVp hasta el máximo valor del generador, en intervalos de 10 kVp, dejando fijo los otros valores dosimétricos entre $I = 100 \text{ mA}$ y $t = 0,1 \text{ s}$.

2.2.5. Rendimiento

2.2.5.1. Medida del rendimiento y su reproducibilidad

Concepto: El rendimiento es el kerma en aire alojado en el espacio que se encuentra el equipo, y aquel que no fue producida una retrodispersión, para comparar los índices de variación entre disparo

Frecuencia: Semestral

Calificación: Fundamental

Tolerancia: Este valor debe ser inferior al 10%.

Método: La prueba se realiza con un dosímetro, en aire que se puede observar en la Figura 2.2, Con la técnica fija en 80 kV, 100 mA, 0,1 s, se realizan 5 disparos. Hallando el valor medio de los valores obtenidos (en $\mu\text{Gy/mAs}$) y calculando su desviación típica obtendremos la reproducibilidad del rendimiento, expresada como coeficiente de variación.

Los valores dados por el equipo de medida deberán corregirse según las desviaciones de la tensión y el tiempo. El valor del rendimiento a 80 kVp debe estar comprendido entre 30 y 65 $\mu\text{Gy/mAs}$ a 1 metro según el PECCR. (Protocolo Español de Control de Calidad de Radiodiagnostico)

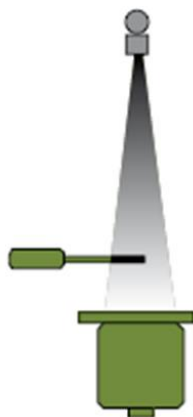


Figura 2. 2 Prueba de medida del rendimiento y reproducibilidad

Fuente: (Brosed, 2012 pág. 188)

2.2.5.2. Medida de la linealidad del rendimiento con la intensidad

Concepto: Es el valor de la dosis de Kerma en el aire sin retro dispersión por unidad de carga.

Frecuencia: Semestral

Calificación: Esencial

Tolerancia: El coeficiente de linealidad debe ser inferior a 0,1.

Método: Manteniendo fijos 80 kVp y 0,1 segundos, se realizan una serie de disparos variando el valor de la intensidad en todo el rango permitido por el generador, con cada foco. El valor del kerma en aire obtenido (μGy) debería depender linealmente de la intensidad (mA) fijada, o lo que es lo mismo, el cociente $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ por lo que se evaluar el coeficiente de linealidad del rendimiento entre dos valores de mA de la siguiente manera:

$$\text{Coef lin} = \frac{R_n - R_{n-1}}{R_n + R_{n-1}}$$

donde:

R_n = Primer Valor medido

R_{n-1} = Ultimo Valor medido

n = Numero de Mediciones Totales

2.2.5.3. Ajuste Control Automático de Exposición en la posición central del selector. Reproducibilidad

Concepto: La prueba evalúa las dosis impartidas a los pacientes ya que gracias al amplio rango dinámico de estos detectores, es difícil el rechazo de una placa por sobreexposición o infra exposición, ya que el software de procesado de las imágenes ajusta los valores de gris a niveles preestablecidos para las diferentes regiones anatómicas, enmascarando un posible exceso de dosis.

Frecuencia: Semestral

Calificación: Fundamental

Tolerancia: El coeficiente de variación de las dosis obtenidas en los cuatro disparos será inferior al 10%, y lo mismo se aplicará a los valores de carga obtenidos.

Método: Se coloca un espesor de 20 cm de PMMA (Polimetilmetacrilato) y se selecciona una tensión de 80 kV realizando 4 disparos.

2.2.6. Control Automático de Exposición (CAE)

2.2.6.1. Homogeneidad de Control Automático de Exposición (CAE) entre las cámaras

Concepto: La prueba evalúa la combinación fosforo - lector CR (Computed Radiography) del equipo

Frecuencia: Semestral

Calificación: Complementario

Tolerancia: Las combinaciones no deben variar más de $\pm 20\%$

Método: Estas pruebas se las realiza con un exposímetro, disparando haces a 80 kVp seleccionando las tres cámaras a la vez, sólo la central, y sólo con las dos laterales. Las tres cámaras deberán estar ajustadas de modo que la dosis en el receptor de imagen, estimada a través del índice de exposición. (SEFM-SEPR, 2002 pág. 42)

2.2.6.2. Compensación de Control Automático de Exposición (CAE) para diferentes tensiones

Concepto: La prueba es garantiza que el sistema de imagen tomado el momento de la exposición se encuentra en función de la energía y no varíe por incremento o disminución de la misma

Frecuencia: Semestral

Calificación: Fundamental

Tolerancia: El índice de exposición, no superara $\pm 20\%$ del valor resultado de la posición central del CAE.

Método: Se reduce el objeto de estudio a 14 cm de espesor se selecciona la cámara central y se realizan 4 exposiciones con distintos kVp los cuales están comprendidos en el rango.

2.2.6.3. Compensación de Control Automático de Exposición (CAE) para diferentes espesores

Concepto: La prueba refleja la eficiencia que muestra la cámara central, tras mantener los valores dosimétricos y variar el espesor del maniquí o el sistema de medición.

Frecuencia: Semestral

Calificación: Fundamental

Tolerancia: La prueba no debe diferir en más de $\pm 20\%$ respecto del valor que refleja la prueba cuando se varía la posición central del CAE.

Método: Trabajando con la cámara central y el valor en la consola de 80 kVp, se procede a variar el espesor del maniquí u objeto de medición entre 8 y 20 cm. La dosis en el receptor de imagen se estimada a través del índice de exposición. (Brosed, 2012)

2.2.7. Pruebas Complementarias

2.2.7.1. Radiación de Fuga

Concepto: Esta prueba nos permite detectar y medir la radiación de fuga que emite el cabezal del equipo.

Frecuencia: Trimestral

Calificación: Complementaria

Tolerancia: Tenemos como máximo valores $< 1 \text{ mSv / h}$.

Método: Se coloca 1 m un del foco un detector Geiger Muller, y se dispara la máxima carga que pueda soportar el tubo, y promediando sobre un área que no exceda los 100 cm^2 (SEFM-SEPR, 2002 pág. 37)

2.2.7.2. Radiación Dispersa

Concepto: Es un tipo de radiación secundaria la cual escapa del cabezal del tubo de Rayos X y es un término esencial dentro de los parámetros de protección radiológica.

Frecuencia: Trimestral

Calificación: Complementaria

Tolerancia: Su rango debe ser inferior a 1 mSv/h a 1 m de distancia, correspondientes al 5% de la radiación en el área.

Método: Se sostiene un detector Geiger Muller en dos sitios, el primero bajo el haz primario y el otro a 1 metro de distancia del haz primario, el cual estará radiando a un fantoma. Si la variación entre las medidas es menor a la tolerancia permitida el equipo posee índices aceptables de Radiación Dispersa. (Baños, 2003)

2.2.8. Control de pantallas intensificadoras y chasis

Estas pruebas nos ayudan a llevar un control sobre los chasis en la sala de Rayos X, constatar su funcionalidad y evaluar el estado en el que se encuentran a través de la observación e inspección de las unidades de manera física. En el Hospital IESS de Riobamba no se usan con frecuencia, ya que el equipo posee detectores digitales en el buqui de pared y mesa. Estos chasis son usados en pacientes que se encuentran en estado de emergencia los cuales no pueden ser manipulados o movidos de su estado de reposo de manera sencilla y se requiere tomar la imagen de manera remota, se los puede observar de mejor manera en el ANEXO A.

2.2.8.1. Comprobación física de los Chasis

Concepto: Estas pruebas nos permiten observar de manera directa si existe algún desperfecto, artefacto o estructura alojada en la placa, que esté afectando con la imagen al momento de revelarla y que pueda existir un diagnóstico erróneo

Frecuencia: Diaria

Calificación: Necesario

Tolerancia: Se permite desperfectos en los chasis tales como raspones mínimos.

Método: Se procede a observar detenidamente la placa, y se obtiene una radiografía con un objeto metálico en el centro, posterior a su revelado se observa si la placa posee estructuras no usuales.

Se retira la película del chasis para poder observar si se encuentra estructural y físicamente apta.

2.2.8.2. Hermeticidad de los chasis

Concepto: Esta prueba sustenta a la capacidad de hermeticidad del chasis, nos asegura que la película está en condiciones óptimas para evitar que se produzcan fenómenos como velado o el desprendimiento de la película en el momento de la manipulación de la placa.

Frecuencia: Semestral

Calificación: Necesario

Tolerancia: No se permite que la placa posea ningún tipo de velado.

Método: Realizar un etiquetado en todas las placas que se usen en el área y se procederá a obtener una imagen radiográfica con un objeto metálico en el centro para posteriormente evaluar el grado de hermeticidad al observar si existe algún tipo de velado en la imagen obtenida.

Sujetar con fuerza el chasis y sacudir de manera ligera de adelante hacia atrás durante 3 segundos en 3 repeticiones y observar alguna anomalía en el mismo.

2.2.8.3. Homogeneidad de la imagen

Concepto: Es la característica que presenta la placa para brindar una imagen homogénea es decir que no posean diferencias visibles de densidad en todas las zonas de la misma. Si la imagen que brinda una placa tiene dicha diferencia visible, significa que debe haber algún tipo de contacto entre la película y el chasis.

Frecuencia: Trimestral

Calificación: Necesario

Tolerancia: Esta anomalía se permite solamente si no se ve afectada la nitidez de la imagen y no produce ruido alguno.

Método: Realizar un etiquetado en todas las placas que se usen en el área y se procederá a obtener una imagen radiográfica con un objeto metálico en el centro para posteriormente evaluar el grado de Homogeneidad de la misma y evaluar si es o no aceptable las imágenes que brinda.

CAPÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El capítulo tiene como objetivo la implementación del Protocolo, los resultados de las pruebas de control de calidad y el análisis de las mismas.

3.1. Implementación del Protocolo de Control de Calidad

Se realizó un análisis acerca de los recursos disponibles para la implementación de las pruebas de control de calidad descritas en el capítulo anterior, mostrándose aquellas que fueron factibles de realizarse.

3.1.1. Cronología de pruebas

Las pruebas implementadas se organizaron cronológicamente para que puedan ser ejecutadas de manera ordenada y cumplan la secuencia deseada.

El siguiente esquema muestra la periodicidad en las que se clasificaron las pruebas para la elaboración del protocolo:

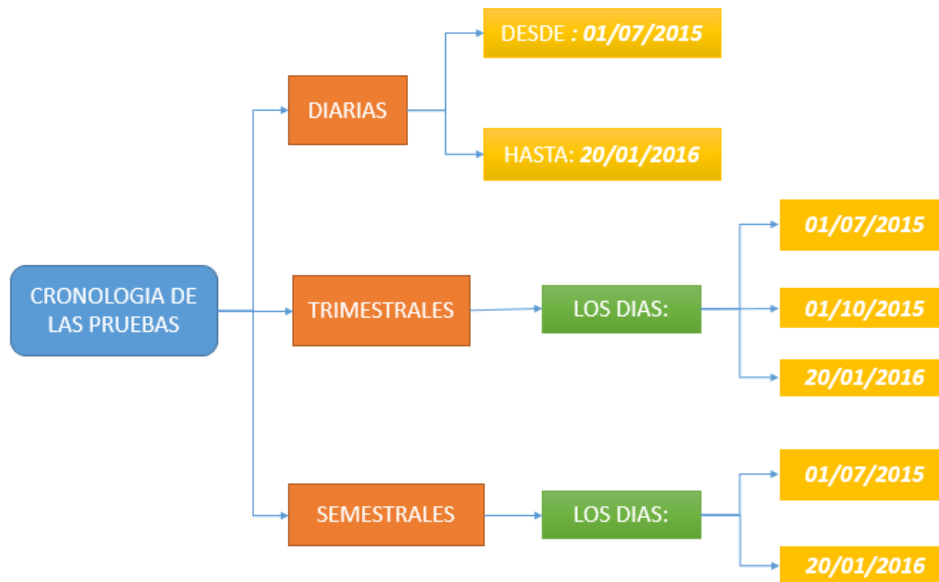


Figura 3. 1 Sistema de Clasificación de Pruebas
Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

3.1.2. Pruebas implementadas al equipo Ecoview 9

Esta sección describe las pruebas que se pudieron implementar, el método usado y la forma en la que se desarrollaron. El sistema para evaluar los datos obtenidos consta de tres secciones: Buenas, regulares y malas encajando los resultados en el criterio que tenga mayor porcentaje de incidencia.

3.1.2.1. Pruebas Diarias

Evaluación de Cableado

Concepto: El proceso permitió visualizar y se descartó irregularidades del sistema de cableado.

Frecuencia: Diaria.

Calificación: Necesario

Tolerancia: Estimada por el evaluador

Método: Se recorrió e inspeccionó el cableado del generador de alto voltaje, consola y cables del cabezal.

Estado	Cantidad de Pruebas	Porcentaje %
Malo	0	0
Regular	0	0
Bueno	135	100%

Tabla 3. 1 Recopilación de datos de la Prueba de Evaluación de Cableado

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Análisis:

Durante 6 meses, se realizaron 135 pruebas para la evaluación de cableado, en las que en su totalidad el sistema e instalación de cableado estuvo de manera correcta y no se encontró ningún problema potencial. La tabla de consolidación de datos fue elaborada pensando en tres posibles opciones, Buena, Regular y Mala.

Verificación de Partes móviles del Equipo de Rayos X

Concepto: Este proceso evaluó físicamente las partes móviles del equipo de Rayos X.

Frecuencia: Diaria

Calificación: Necesario

Tolerancia: Estimada por el evaluador

Método: Se manipuló las partes móviles del equipo e inspeccionó el cabezal y brazo articulado tomando en cuenta todas las posibles formas de desplazamiento del mismo.

Estado	Cantidad de Pruebas	Porcentaje %
Malo	0	0,00
Regular	8	5,93%
Bueno	127	94,07%

Tabla 3. 2 Recopilación de Datos de la prueba de Verificación de Partes Móviles

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

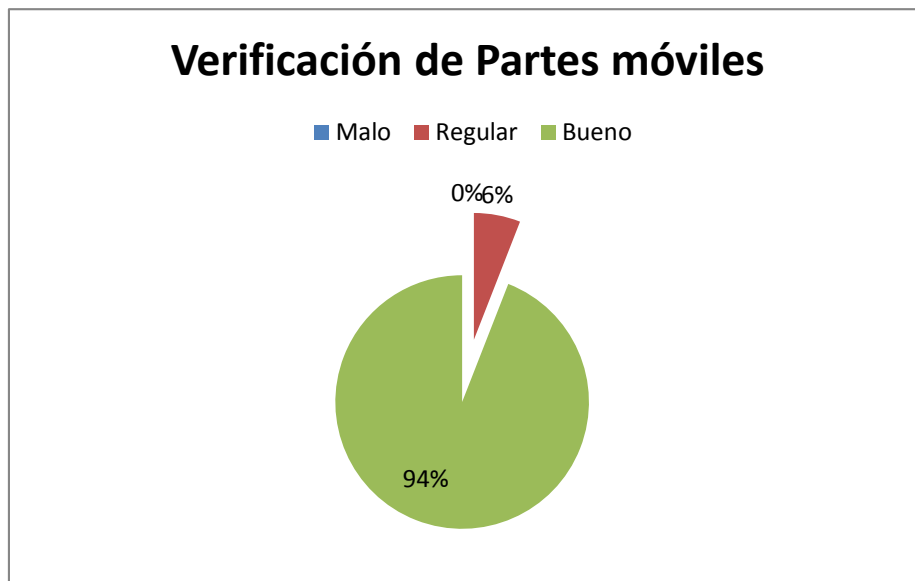


Figura 3. 2 Verificación de partes móviles del equipo Ilustrado en Diagrama de Pastel

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Análisis:

La prueba mostro que el 94% del tiempo en el que se implementó el protocolo no tuvo ningún tipo de desperfecto excepto, que el 04 de Diciembre del 2015 el cabezal tubo un fallo en el freno general, es decir el sistema que movía al cabezal en todas las direcciones sufrió una avería la cual fue reparada el 13 del mismo mes. No se considera a esta falla un problema grave.

Comprobación de Componentes del Cabezal

Concepto: Este proceso permitió observar y evaluar los componentes del cabezal como son el foco que nos brinda el haz lumínico y los colimadores que posee el equipo de Rayos X.

Frecuencia: Diaria

Calificación: Necesario

Tolerancia: Estimada por el evaluador

Método: Se activó el sistema que habilita el haz lumínico y manipuló los colimadores del equipo expandiendo y disminuyendo la zona por irradiar para comprobar que ambos elementos estén en óptimas condiciones.

Estado	Cantidad de Pruebas	Porcentaje %
Malo	0	0,00
Regular	62	45,93%
Bueno	73	54,07%

Tabla 3. 3 Recopilación de datos de la prueba Comprobación de Componentes del Cabezal

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

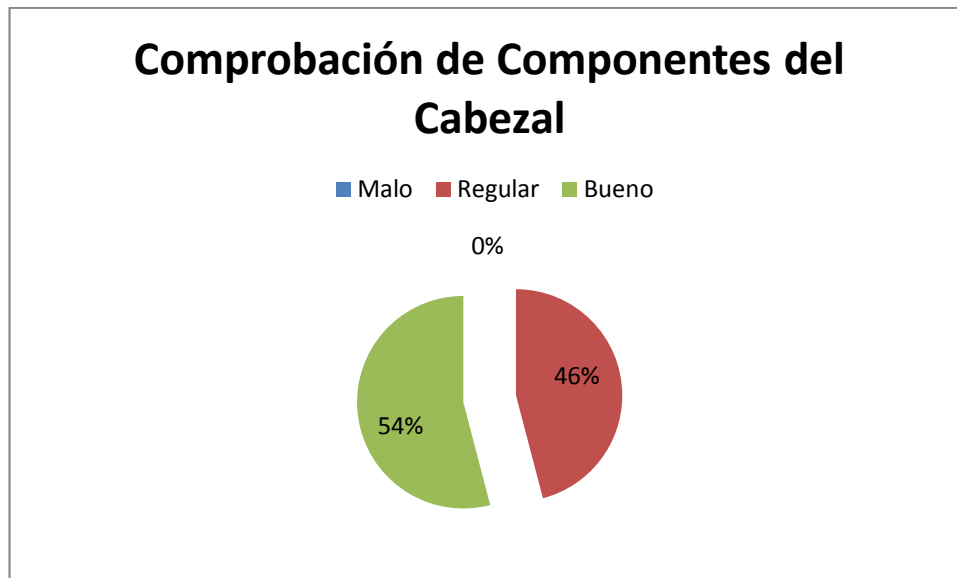


Figura 3. 3 Comprobación de Componentes del Cabezal Ilustrado en Diagrama de Pastel

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Análisis:

Los resultados de las pruebas mostraron que el trimestre en su mayoría el equipo sufrió una irregularidad no grave. El 20 de Octubre del 2015 el foco que provee el haz lumínico del cabezal sufrió un daño y fue reemplazado provocando así una no homogeneidad del mismo, la cual se evidencia en el campo de luz radiante. Hasta la fecha el problema no es solucionado.

Inspección física de la camilla

Concepto: Esta prueba nos permitió observar y evaluar el funcionamiento de la camilla.

Frecuencia: Diaria

Calificación: Necesario

Tolerancia: Estimada por el evaluador

Método: Se evaluó la camilla observando y probando su desplazamiento a través del sistema móvil de la misma, y comprobó sus sensores de posición. Para medir su exactitud se colocó la camilla en posición centrada y obtuvo una imagen en su iso-centro.

Estado	Cantidad de Pruebas	Porcentaje %
Malo	0	0,00
Regular	135	100 %
Bueno	0	0,00

Tabla 3. 4 Recopilación de datos de la prueba Inspección de la Camilla

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Análisis:

Esta prueba evidenció que el 100% del tiempo que llevó realizar este control de calidad, la camilla mostró un comportamiento regular, ya que el sensor que indica que el buqui de mesa estuvo en la mitad de su isocentro, no emite un sonido certero produciendo que el centrado del mismo no sea acertado.

Comprobación física de los Chasis

Las pruebas efectuadas a los chasis fueron evaluadas como: BUENAS, REGULARES O MALAS, siendo calificados de esta forma tras inspeccionar el estado físico exterior del mismo y el estado en el que se encuentra la película.

Concepto: Estas pruebas nos permitieron observar de manera directa si existe algún desperfecto, artefacto o estructura alojada en la placa, que esté afectando con la imagen al momento de revelarla y que pueda existir un diagnóstico erróneo

Frecuencia: Diaria

Calificación: Necesario

Tolerancia: Se permite desperfectos en los chasis tales como raspones mínimos.

Método: Se observó detenidamente la placa, y obtuvo una radiografía con un objeto metálico en el centro, posterior a su revelado se observó si la placa poseía estructuras no usuales.

Para observar si se encuentra estructural y físicamente apta, se retiró la película del chasis.

Para la realización de la prueba se etiquetó todos los chasis clasificándolos por tamaño de la siguiente manera:

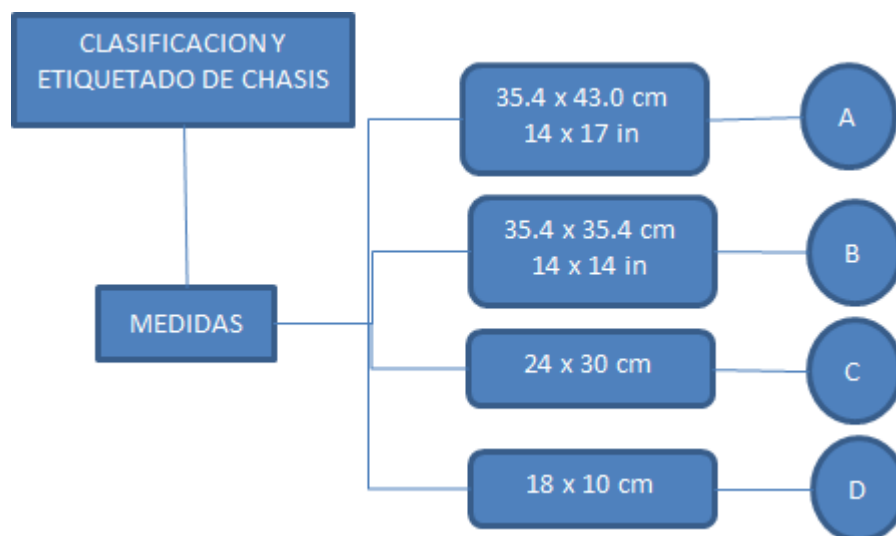


Figura 3. 4 Diagrama de la clasificación de los Chasis según su tamaño

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Análisis:

Los Chasis con etiquetado “A”, corresponden a los que tienen una dimensión de 35.4 x 43.0 cm o 14 x 17 pulgadas. Existen 7 chasis de este tipo identificados con números del 1 al 7.

Al obtener una placa de cada chasis determinó que los chasis A3 y A5 se encuentran en mal estado.

Los chasis con etiquetado “B” corresponden a la medida de 35.4 x 35.4 cm o 14 x 14 in, de los cuales tras haber evaluado todas las unidades, se concluye que los chasis B2 se encuentra en mal estado y B4 en estado Regular por lo que puede continuar realizando estudios.

Las pruebas realizadas a los chasis “C” cuyas medidas son 24 x 30 cm, dieron como resultado que de los cuatro chasis uno se encuentra en condiciones regulares pero apto para seguir realizando estudios de Rayos X.

Los chasis con etiquetado “D” cuyas medidas son 18 x 10 cm, fueron satisfactorios ya que 2 de los 4 chasis se encuentran en condiciones regulares, pero se encuentran aptos para su trabajo.

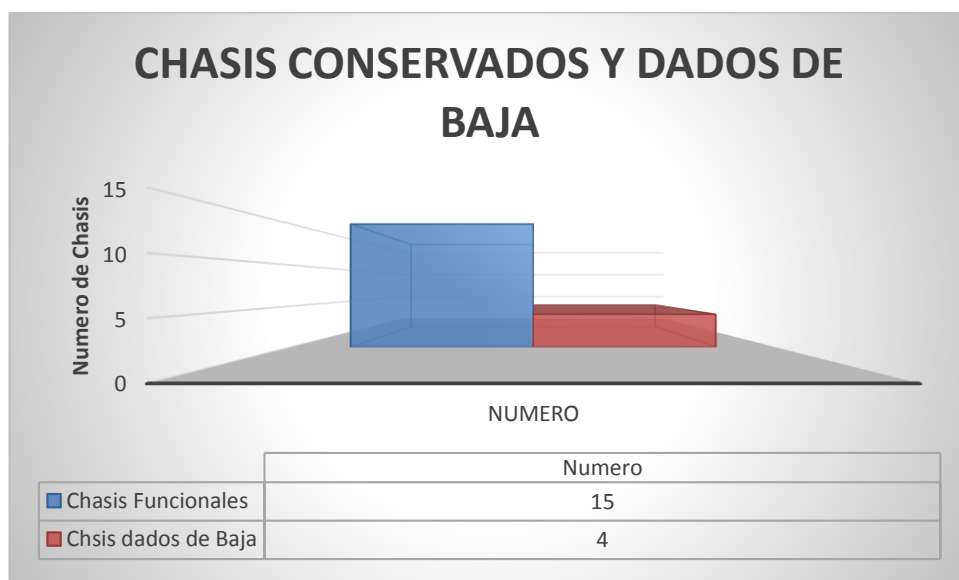


Figura 3. 5 Diagrama de Chasis dados de baja y Chasis conservados

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Conclusión:

De un total de 19 Chasis, 4 de ellos fueron dados de baja ya que no cumplían con parámetros necesarios para realizar estudio de Rayos X.

3.1.2.2. Pruebas Trimestrales

Hermeticidad de los chasis

Concepto: Esta prueba evaluó la capacidad de hermeticidad del chasis, y mostró que la película está en condiciones óptimas para evitar que se produzcan fenómenos como velado o el desprendimiento de la película en el momento de la manipulación de la placa.

Frecuencia: Trimestral.

Calificación: Necesario

Tolerancia: No se permite que la placa posea ningún tipo de velado.

Método: Esta prueba se realizó a todos los chasis tomando en cuenta su etiquetado y se los evaluó trimestralmente, como lo especifica el protocolo, y fueron registrados colocando una "x" en la casilla de la fecha correspondiente si es o no hermético. Si la prueba revela que el chasis no es hermético la prueba finaliza.

Se realizó un etiquetado en todas las placas que se usen en el área y se procedió a obtener una imagen radiográfica con un objeto metálico en el centro y posteriormente se evaluó el grado de hermeticidad al observar si existe algún tipo de velado en la imagen obtenida.

Se sujetó con fuerza el chasis y sacudió de manera ligera de adelante hacia atrás durante 3 segundos en 3 repeticiones y observó alguna anomalía en cada unidad.

HERMETICIDAD DE CHASIS	
<i>CHASIS HERMETICOS</i>	<i>CHASIS NO HERMETICOS</i>
A2, A4, A6, A7	A1, A3, A5
B1, B3	B2
C1,C2,C3,C4	
D1,D2,D3,D4	

Tabla 3. 5 Hermeticidad de los chasis A, B, C y D

Fuente: Miguel Barreno

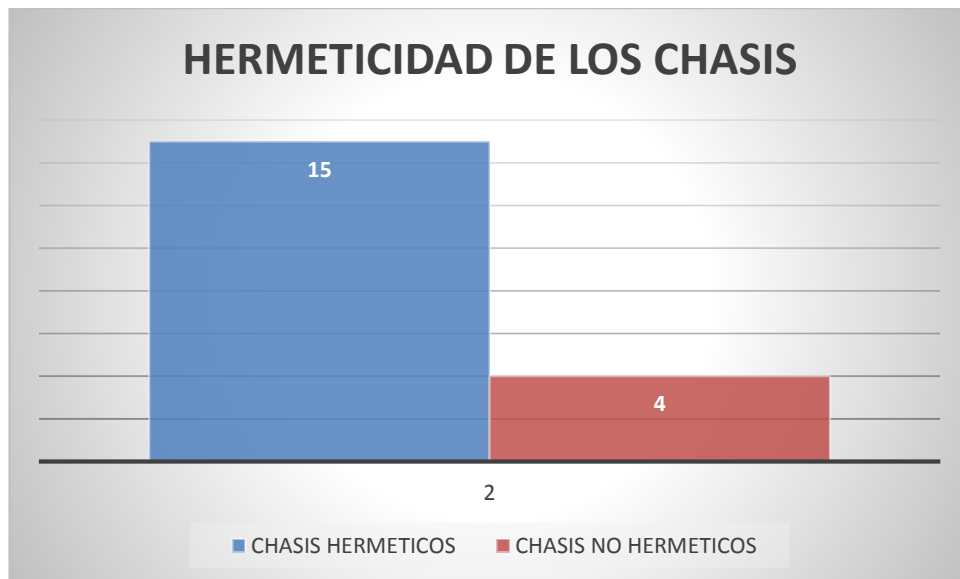


Figura 3. 6 Número de Chasis que cumplen y no cumplen con la prueba de Hermeticidad

Fuente: Miguel Barreno

Análisis:

- Los chasis de etiquetado “A” dieron positivo en hermeticidad en: A2, A4, A6, A7 y A1, A3, A5 no cumplieron el control.
- Los chasis de etiquetado “B” dieron positivo en hermeticidad en: B1, B3 y B4 no cumplieron con el control.
- Los chasis de etiqueta “C”, aprobaron la prueba de hermeticidad en su totalidad.
- Los chasis de etiqueta “D”, aprobaron la prueba de hermeticidad en su totalidad.

Conclusión:

Los Chasis que no demostraron tener la característica de hermeticidad fueron separados y guardados, tales como los chasis A1, A3, A5 y B2.

Exactitud del tiempo de exposición

Concepto: Esta prueba evidenció que la variación del tiempo emitida en un disparo de Rayos X que expresada de la consola no es superior al rango permisible.

Frecuencia: Trimestral

Calificación: Fundamental

Tolerancia: Rangos menores a $\pm 10\%$ de las medidas obtenidas

Método: Se realizó 3 disparos usando valores de mAs: ALTO, MEDIO Y BAJO, dirigidos hacia el bucki de pared o mesa, los cuales serán registrados a través del contador Geiger Muller.

01/07/2015	EXACTITUD DEL TIEMPO DE EXPOSICION			OBTENIDOS
	<i>METODO</i>	kVp	m A	mAs
BAJO	40	100	0,1	P11) 0,317
MEDIO	40	100	150	P21) 1,086
ALTO	40	100	300	P31) 2,865

Tabla 3. 6 Exactitud del tiempo de exposición con fecha: 01/07/2015

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

01/10/2015	EXACTITUD DEL TIEMPO DE EXPOSICION			OBTENIDOS
	<i>METODO</i>	kVp	m A	mAs
BAJO	40	100	0,1	P1) 0,317
MEDIO	40	100	150	P2) 1,05
ALTO	40	100	300	P3) 2,876

Tabla 3.7 Exactitud del tiempo de exposición con fecha: 01/10/2015

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

20/01/2016	EXACTITUD DEL TIEMPO DE EXPOSICION			OBTENIDOS
	<i>METODO</i>	kVp	m A	mAs
BAJO	40	100	0,1	P1) 0,326
MEDIO	40	100	150	P2) 1,12
ALTO	40	100	300	P3) 3,026

Tabla 3. 7 Exactitud del tiempo de exposición con fecha: 20/01/2016

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Índice de Variación

01/07/2015	01/10/2015	20/01/2016	INDICE DE VARIACION			
mSv/h	mSv/h	mSv/h	VARIACION			MEDIA mSv/h
0,317	0,317	0,326	I1) 0	I1) 0,009	I1) 0,009	I1) 0,01
1,004	1,050	1,120	I2) 0,046	I2) 0,07	I2) 0,007	I2) 0,04
2,865	2,876	3,026	I3) 0,011	I3) 0,15	I3) 0,15	I3) 0,1

Tabla 3. 8 Índice de Variación del estudio de Exactitud del tiempo de exposición

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Obtención de Resultados:

Prueba del 01/07/2015

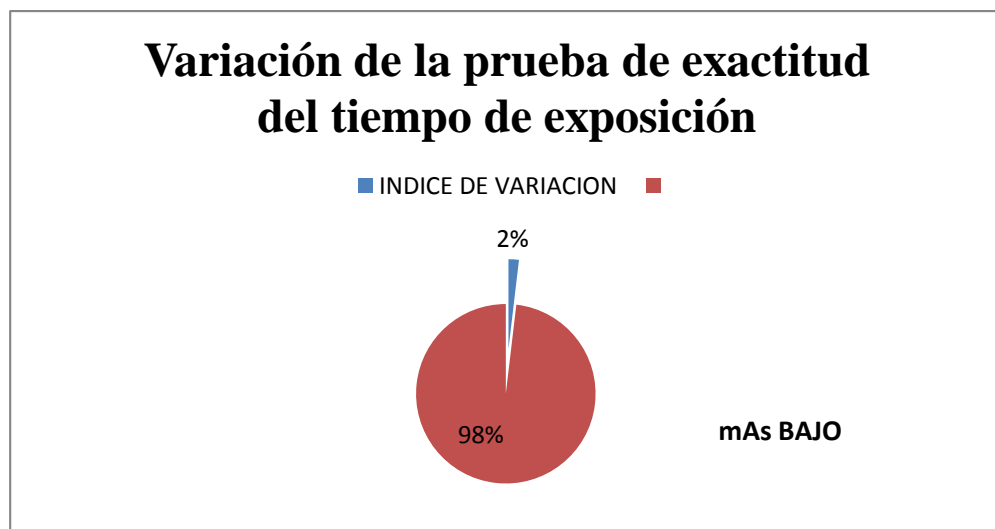


Figura 3. 7 Variación de la prueba con mAs BAJO en Diagrama de pastel del *01/07/2015*

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Prueba del 01/10/2015

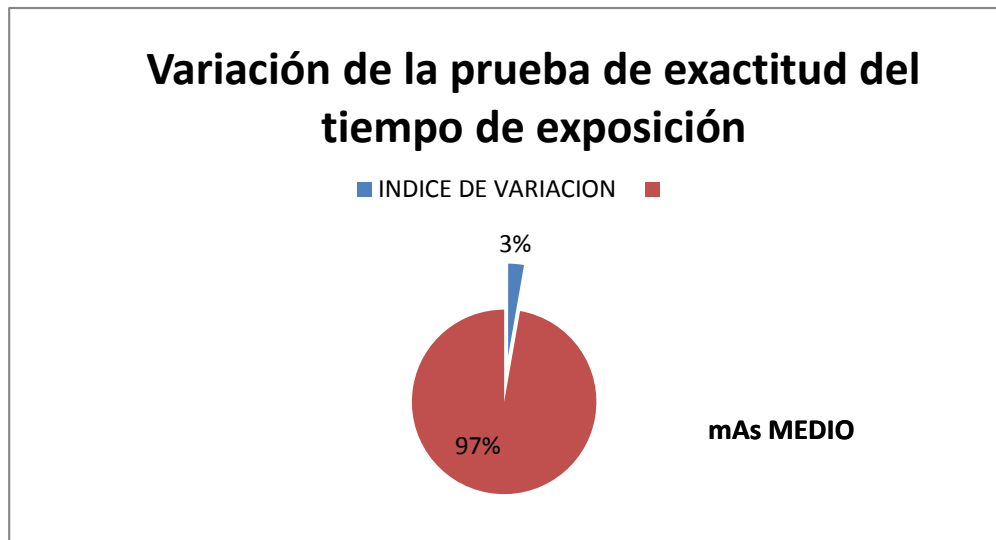


Figura 3. 8 Variación de la prueba con mAs MEDIO en Diagrama de pastel

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Prueba del 20/01/2016

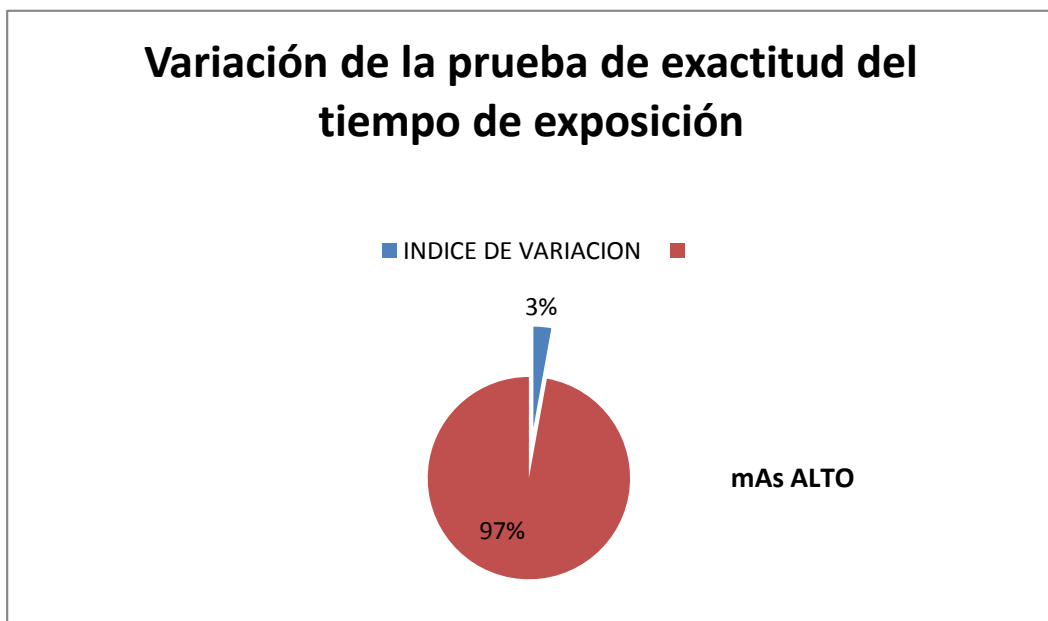


Figura 3. 9 Variación de la prueba con mAs ALTO en Diagrama de pastel

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Análisis:

La prueba se realizó trimestralmente como expresa el protocolo, sin alterar los valores del kVp y m A.

Para obtener el índice de variación se realizó el siguiente cálculo.

$$P_{P1} = \frac{(P_{11}+P_{12} + P_{13})}{3}$$

$$P_{P2} = \frac{(P_{21}+P_{22} + P_{23})}{3}$$

$$P_{P3} = \frac{(P_{31}+P_{32} + P_{33})}{3}$$

$$|P_{11} - P_{12}| = I_{11}$$

$$|P_{11} - P_{13}| = I_{12}$$

$$|P_{13} - P_{12}| = I_{13}$$

$$|P_{21} - P_{22}| = I_{21}$$

$$|P_{21} - P_{23}| = I_{22}$$

$$|P_{23} - P_{22}| = I_{23}$$

$$|P_{31} - P_{32}| = I_{31}$$

$$|P_{31} - P_{33}| = I_{32}$$

$$|P_{33} - P_{32}| = I_{33}$$

$$I_{T1} = \frac{(I_{11}+I_{12} + I_{13})}{3}$$

$$I_{T2} = \frac{(I_{21}+I_{22} + I_{23})}{3}$$

$$I_{T3} = \frac{(I_{31} + I_{32} + I_{33})}{3}$$

$$IV_1 = \frac{(I_{T1} * 100)}{P_{P1}}$$

$$IV_2 = \frac{(I_{T2} * 100)}{P_{P2}}$$

$$IV_3 = \frac{(I_{T3} * 100)}{P_{P3}}$$

donde:

P_{P1} = Promedio de la prueba 1 (mAs Bajo)

P_{P2} = Promedio de la prueba 2 (mAs Medio)

P_{P3} = Promedio de la prueba 3 (mAs Alto)

P_{11}, P_{12}, P_{13} = Pruebas con miliamperaje Bajo correspondientemente de los tres estudios.

P_{21}, P_{22}, P_{23} = Pruebas con miliamperaje Medio correspondientemente de los tres estudios.

P_{31}, P_{32}, P_{33} = Pruebas con miliamperaje Alto correspondientemente de los tres estudios.

I_{11} = Diferencia entre P_{11} y P_{12} ,

I_{12} = Diferencia entre P_{11} y P_{13} ,

I_{13} = Diferencia entre P_{13} y P_{12} ,

I_{21} = Diferencia entre P_{21} y P_{22} ,

I_{22} = Diferencia entre P_{21} y P_{23} ,

I_{23} = Diferencia entre P_{23} y P_{22} ,

I_{31} = Diferencia entre P_{31} y P_{32} ,

I_{32} = Diferencia entre P_{31} y P_{33} ,

I_{33} = Diferencia entre P_{33} y P_{32} ,

I_{T1} = Promedio de las pruebas con mAs Bajo

I_{T2} = Promedio de las pruebas con mAs Medio

I_{T3} = Promedio de las pruebas con mAs Alto

IV_1 = Porcentaje del Índice de Variación de la prueba que se realizó con mAs Bajo

IV_2 = Porcentaje del Índice de Variación de la prueba que se realizó con mAs Medio

IV_3 = Porcentaje del Índice de Variación de la prueba que se realizó con mAs Alto

Conclusión:

Tras ejecutar el control observamos que el índice de variación no es mayor al 3% en las pruebas de Alto, Medio y Bajo mAs, por lo que se encuentran en el rango permisible de variación.

Medición de escala

Concepto: Esta prueba se realizó para comprobar que los valores emitidos por la consola del equipo en 3 diferentes tasas de dosis de kVp no varíen en función de la tolerancia permisible.

Frecuencia: Trimestral

Calificación: Indispensable

Tolerancia: Tolerancia permitida es de $\pm 10\%$ del potencial, o de la unidad medida.

Método: Se realizó 3 disparos, uno con unidades de kilovoltaje: bajo, medio y alto, dirigidos hacia el Bucki de pared en donde estará ubicado en dirección del haz principal un contador Geiger Muller la cual proporcionó la dosis equivalente del haz de Rayos X, su medida los Sv.

Prueba efectuada el 01/07/2015

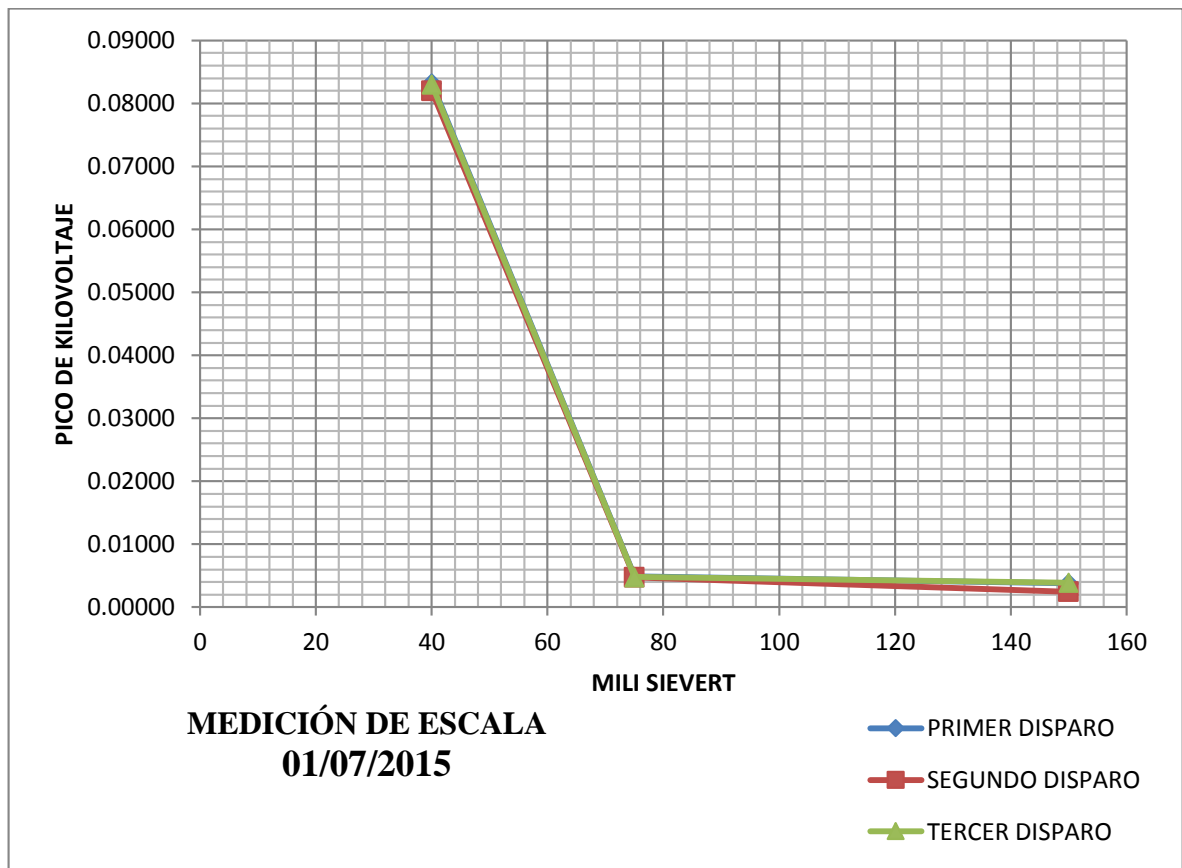


Figura 3. 10 Medición de escala, con kV: ALTO, MEDIO y BAJO, en fecha: 01/07/2015

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

01/07/2015	FACTORES DEL EQUIPO			VALORES OBTENIDOS		
MAGNITUD	kVp	m A	mAs	mSv/h		
BAJO	40	250	2	P1) 0.08600	P2) 0.08200	P 3) 0.08300
MEDIO	75	250	2	P1) 0.00480	P2) 0.00470	P 3) 0.00480
ALTO	150	250	2	P1) 0.00100	P2) 0.00300	P3) 0.00700

Tabla 3. 9 Valores obtenidos en la realización de la prueba de medición de escala con 3 disparos consecutivos con fecha: 01/07/2015

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

INDICE DE VARIACION				MEDIA
BAJO	I1) 1.5	I2) 0.3	I3) 1.2	1.0
MEDIO	I1) 2.2	I2) 1.9	I3) 0.4	1.5
ALTO	I1) 4.5	I2) 4.0	I3) 36.2	24.9

Tabla 3. 10 Índice de Variación Obtenidos del estudio de medición de escala con fecha:
01/07/2015

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Prueba efectuada 01/10/2015

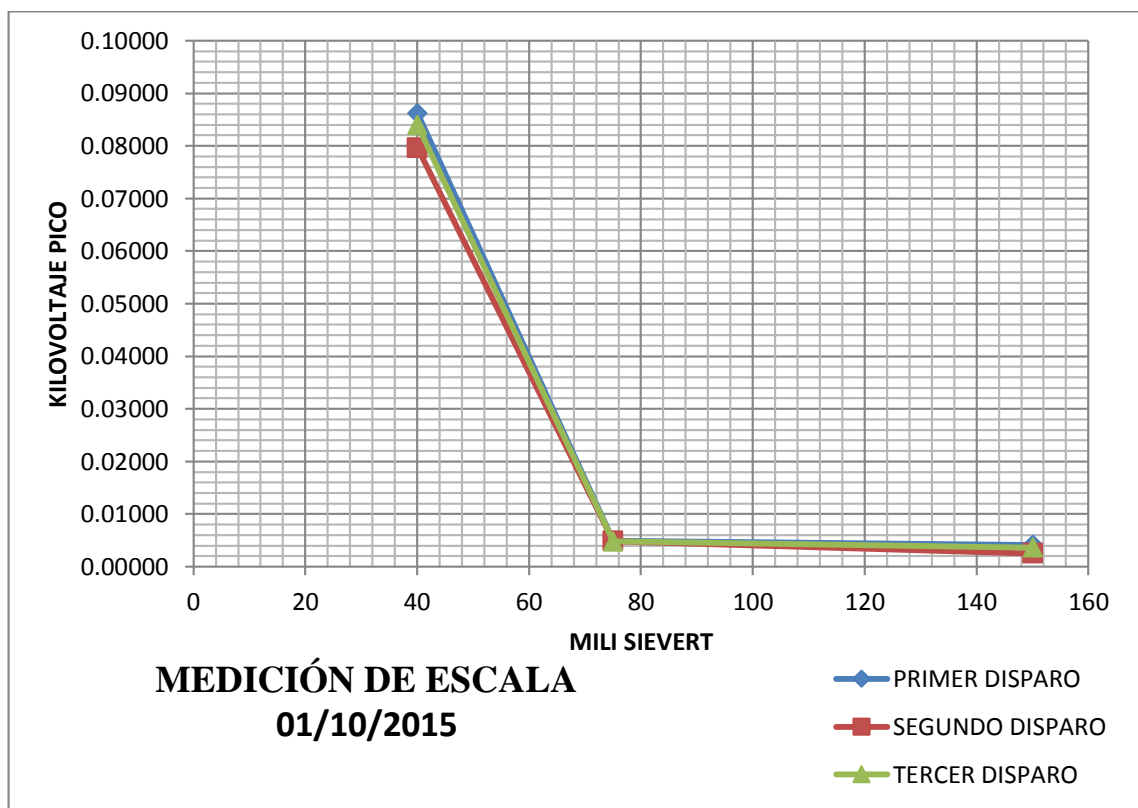


Figura 3. 11 Medición de escala, con kV : ALTO, MEDIO y BAJO, en fecha :01/10/2015

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

01/10/2015	FACTORES DEL EQUIPO			VALORES OBTENIDOS		
MAGNITUD	kVp	m A	mAs	mSv/h		
BAJO	40	250	2	P1) 0.08622	P2) 0.07961	P3) 0.08400
MEDIO	75	250	2	P1) 0.00490	P2) 0.00485	P3) 0.00480
ALTO	150	250	2	P1) 0.00412	P2) 0.00250	P3) 0.00361

Tabla 3. 11 Valores obtenidos en la realización de la prueba de medición de escala con 3 disparos consecutivamente con fecha: 01/10/2015

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

INDICE DE VARIACION				MEDIA
BAJO	I1) 3.3	I2) 3.8	I3) 0.4	2.5
MEDIO	I1) 1.0	I2) 2.1	I3) 1.0	1.4
ALTO	I1) 34.5	I2) 18.9	I3) 25.2	26.2

Tabla 3. 12 Índice de Variación Obtenidos del estudio medición de escala con fecha: 01/07/2015

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Prueba Efectuada 20/01/2016

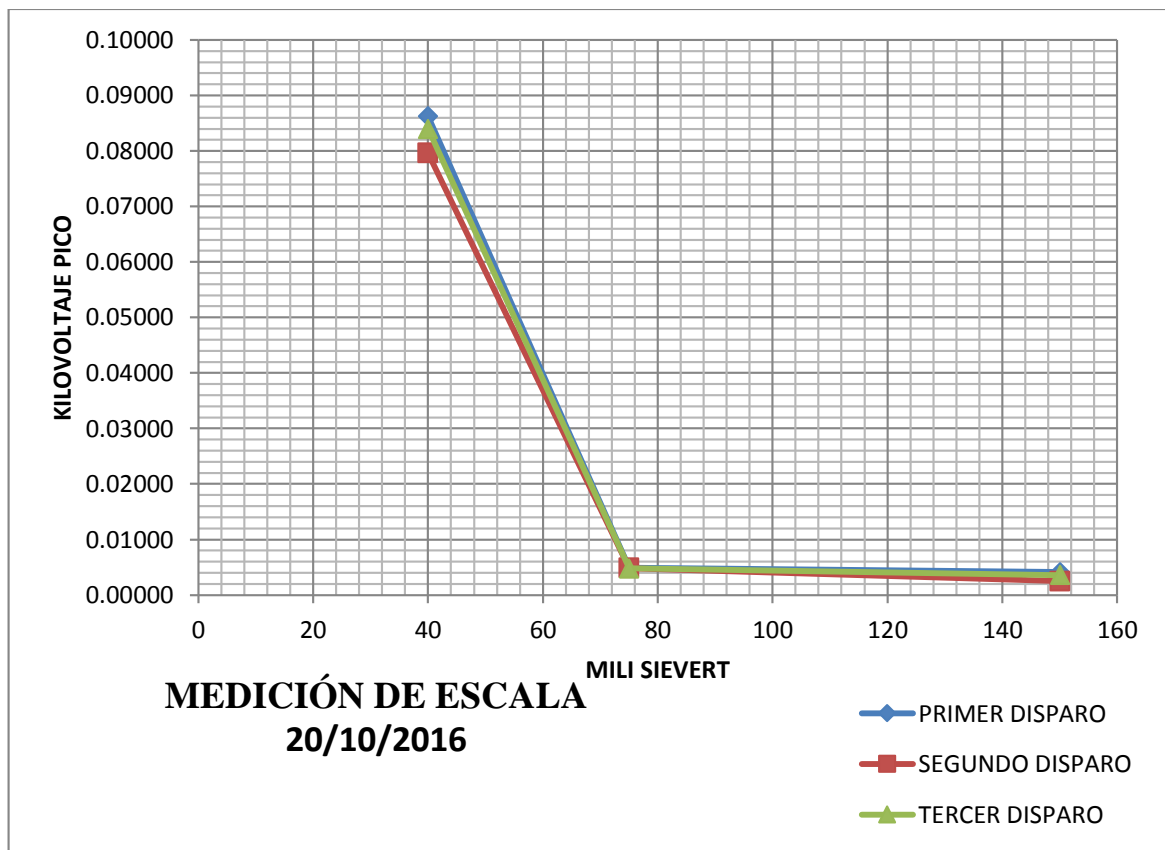


Figura 3. 12 Medición de escala, con kV: ALTO, MEDIO y BAJO, en fecha: 20/01/2016

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Recolección de Datos:

20/01/2016	FACTORES DEL EQUIPO			VALORES OBTENIDOS		
MAGNITUD	kVp	m A	mAs	mSv/h		
				P1)	P2)	P3)
BAJO	40	250	2	0.08400	0.08280	0.08570
MEDIO	75	250	2	0.00480	0.00480	0.00480
ALTO	150	250	2	0.00360	0.00100	0.00720

Tabla 3. 13 Valores obtenidos en la realización de la prueba de medición de escala con 3 disparos consecutivamente con fecha: 20/01/2016

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

INDICE DE VARIACION				MEDIA
BAJO	I1) 1.4	I2) 2.1	I3) 3.4	IT1) 2.3
MEDIO	I1) 0.0	I2) 0.0	I3) 0.0	IT2) 0.0
ALTO	I1) 12.9	I2) 0.7	I3) 35.7	IT1) 29.8

Tabla 3. 14 Índice de Variación Obtenidos del estudio de medición de escala con fecha:
20/01/2016

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Análisis:

Al tomarse 3 medidas con kVp: ALTO, MEDIO y BAJO de manera consecutiva y al registrarse las mismas se halló los índices de variación de cada estudio para obtener el Promedio de los mismos y así encontró la variación total de la prueba, siguiendo la siguiente formula:

$$|P_1 - P_2| = I_1$$

$$|P_1 - P_3| = I_2$$

$$|P_2 - P_3| = I_3$$

$$I_T = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3}$$

donde:

P_1 = Primer disparo del estudio

P_2 = Segundo disparo estudio

P_3 = Tercer disparo del estudio

I_1, I_2, I_3 = Diferencia entre disparos

I_T = Índice total de variación de la prueba

I_{T1} = Índice total de variación de la primera prueba

I_{T2} = Índice total de variación de la segundo prueba

I_{T3} = Índice total de variación de la tercera prueba

Una vez obtenidos los índices de variación entre las pruebas podemos compararlas a través de la siguiente figura:

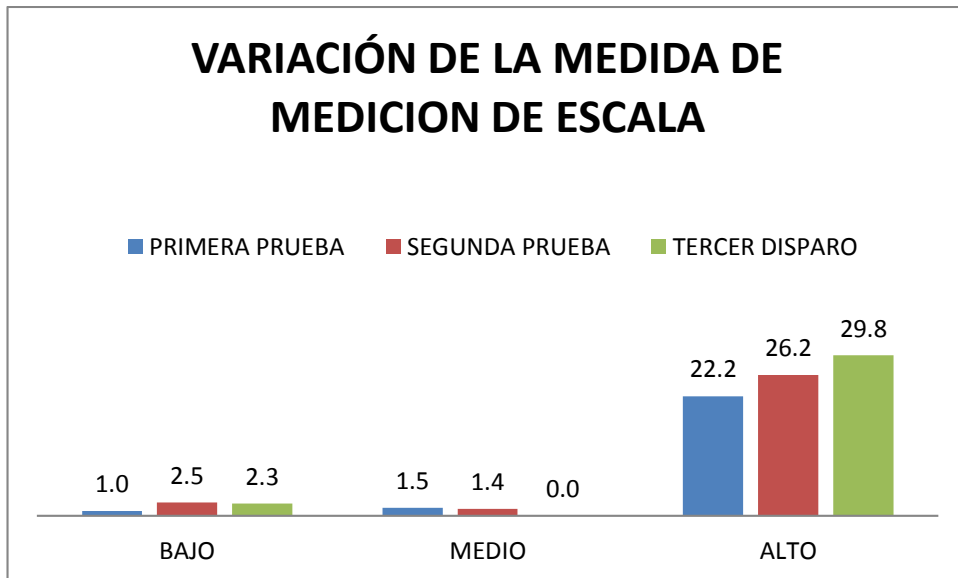


Figura 3. 13 Índice de Variación Promedio en la prueba de medición de escala

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

La figura expresa la diferencia entre pruebas trimestrales de las medidas del pico de kilovoltaje

Con el kVp BAJO, incrementa la medición entre la primera y segunda prueba, demostrando que en 3 meses existe un incremento en un 1.93% del índice de variación.

Con el kVp MEDIO, mantiene un índice mínimo ya que el índice de variación es de 0.96%

Con el kVp ALTO, se observa que el índice de variación incrementa progresivamente con un índice de variación de 4.8%

Conclusión:

Al realizar el estudio de medición de escala con kilovotaje Alto, Medio y Bajo se concluye que la escala se encuentra dentro de los parámetros permisibles por lo que el equipo se halla en óptimas condiciones.

3.1.2.3. Pruebas Semestrales

Coincidencia del campo lumínico con campo radiante

Concepto: Esta prueba se usó para comprobar que el haz lumínico que es proyectado por los colimadores del tubo de Rayos X coincide con la zona que es irradiada.

Frecuencia: Semestral

Calificación: Fundamental

Tolerancia: Puede aceptarse una variación menor de $\pm 2\%$ en cada borde del campo y con un equivalente de todos los bordes, inferior al 3%.

Método: Se colocó una placa en el bucki de mesa con un objeto en la mitad y disparó un haz de radiación, se realizó mediciones.

COINCIDENCIA DEL CAMPO LUMINICO CON EL HAZ RADIANTE			
20/12/2016	DISPARO1	DISPARO 2	DISPARO 3
COINCIDENCIA			X
NO COINCIDENCIA	X	X	

Tabla 3. 15 Registro de Coincidencia del campo lumínico con el haz Radiante

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Análisis:

La prueba efectuada para comparar la coincidencia del haz lumínico con el haz radiante se realizó en 3 repeticiones por cuestiones de centrado.

Las dos primeras pruebas revelaron que el haz de radiación no coincidía con el campo lumínico, pero este fenómeno no fue un desperfecto del equipo sino, un error de paralaje, en el tercer intento se logró centrar el detector con el haz lumínico.

Radiación Dispersa

Concepto: Es un tipo de radiación secundaria la cual escapa del cabezal del tubo de Rayos X y es un término esencial dentro de los parámetros de protección radiológica.

Frecuencia: Semestral

Calificación: Fundamental

Tolerancia: Su rango debe ser inferior a 1 mSv/h a 1 m de distancia correspondientes al 5% de radiación en el área.

Método: Se sostuvo un detector Geiger Muller bajo el haz principal y a 1 metro de distancia del haz primario, el cual radió a un fantoma, se comprobó los datos obtenidos.

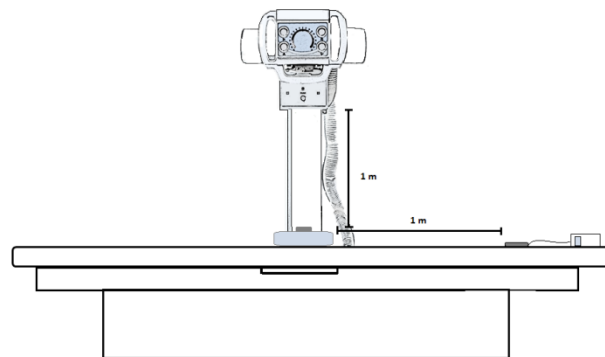


Figura 3. 14 Forma en la que se realizó el estudio de la radiación Dispersa.

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

01/07/2015		RADIACIÓN DISPERSA		
VALORES OFRECIDOS POR EL EQUIPO			Bajo el Haz	A un metro del Haz
kVp	m A	mAs	mSv/hr	mSv/hr
40	250	2	P1) 0,0876	V1) 0,0018

Tabla 3. 16 Valores obtenidos de la prueba de Radiación dispersa con fecha: 01/07/2015

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

20/01/2016		RADIACIÓN DISPERSA		
VALORES OFRECIDOS POR EL EQUIPO			Bajo el Haz	A un metro del Haz
kVp	m A	mAs	mSv/hr	mSv/hr
40	250	2	0.0913	0.0023

Tabla 3. 17 Valores obtenidos de la prueba de Radiación dispersa con fecha: 2070172015

Fuente: Elaborado por Miguel Barreno

Análisis:

Esta prueba se realizó al someter un fantoma a un haz de radiación, el cual está situado en dirección del haz primario y a un metro de distancia del detector Geiger Muller

Para obtener el valor de radiación dispersa fue necesario realizar la diferencia de la lectura recibida directamente del haz primario y la lectura tomada a un metro de distancia para obtener el porcentaje de radiación dispersa de la siguiente manera:

$$P_{T1} = \frac{|P_1 - V_1| * 100}{P_1}$$

$$P_{T2} = \frac{|P_2 - V_2| * 100}{P_2}$$

dónde:

P_1, P_2 = Datos tomados debajo del haz primario de radiación

V_1, V_2 = Datos tomados a un metro de distancia del fantoma

P_{T1} = Porcentaje de variación de dosis efectiva de la prueba 1

P_{T2} = Porcentaje de variación de dosis efectiva de la prueba 2

Conclusiones:

Al realizar los cálculos pertinentes se obtuvo los siguientes resultados:

$$P_{T1} = 2.05\%$$

$$P_{T2} = 2.52\%$$

Indicándonos que el porcentaje de variación en las pruebas es inferior al límite permisible por lo que el equipo no presenta radiación dispersa que afecte a los pacientes.

CONCLUSIONES

- Se revisó bibliografía que permitió contar con elementos necesarios para elaborar el Protocolo de Control de Calidad del equipo de Rayos X Ecoview 9 basado en normas ISO 9001, información obtenida de fuentes de alta credibilidad y que impulsaron a que el trabajo sea completo.
- Se elaboraron y diseñaron pruebas de control de calidad que aportaron al proceso un sistema de evaluación las que tienen que ver con: Inspección y evaluación del área, parámetros geométricos, calidad del haz, tiempo de exposición, rendimiento, control automático de exposición, pruebas complementarias y control de pantallas intensificadoras y chasis.
- Se diseñó y elaboró el Protocolo de control de calidad para el equipo Ecoview 9 del área de Imagenología del Hospital IESS de Riobamba con todos los parámetros necesarios que se requieren para que el equipo refleje que se encuentra en óptimas condiciones.
- Los resultados obtenidos en la implementación del protocolo de control de calidad indicaron que el equipo cumple los rangos de tolerancia establecidos y se encuentra en óptimas condiciones para el uso clínico. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:
 - La totalidad de las pruebas de evaluación de cableado, coincidencia del campo lumínico con el haz radiante, verificación de partes móviles del equipo y comprobación de componentes del cabezal fueron evaluadas de buenas. Sin embargo las pruebas correspondientes a la inspección física de la camilla fueron evaluadas de regulares.
 - Los resultados de las pruebas correspondientes a calidad del haz mostraron que los índices de variación en la medición de escala con kilovotaje bajo fue de 1.93%, del medio 0.96% y del alto de 4.8% que comparado con el rango de tolerancia del 10%, se encuentran dentro de los niveles permisibles.
 - Las pruebas correspondientes a la exactitud del tiempo de exposición dieron un índice de variación del 3%, que comparado con el 10% como nivel de tolerancia, se encuentra dentro de los niveles permisibles.
 - Las pruebas realizadas en la medición de la radiación dispersa dieron como resultado un índice de variación de dosis del 3 %, que comparado con los niveles permisibles del 5%, se encuentra dentro de los niveles permisibles.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda al Hospital IEES de Riobamba implementar el protocolo en su totalidad para prevenir daños innecesarios en el equipo estudiado.
- Se recomienda la dirección de la Unidad de servicios auxiliares y de diagnóstico del IEES una capacitación continua de los aspectos desarrollados en el protocolo de control de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

ATÓMICA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA. 2011. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y SEGURIDAD DE LAS FUENTES DE RADIACIÓN: NORMAS BÁSICAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD . [aut. libro] Yukiya Amano. VIENA : Editorial de la OIEA, 2011, págs. 5-8.

Baez Baez, Irma Patricia y Vinueza Cadena, Monica Soledad. 2007. Previo a la obtencion del titulo de Ingenieria Comercial. "ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACION Y MEJORAMIENTO CONTINUO DE LA CALIDAD DE ATENCION DE CONSULTA EXTERNA DEL HOSPITAL DEL IESS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA". [En línea] 2007.
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1284/1/T-ESPE-025229.pdf>.

Baños, Miguel Alcaraz. 2003. Doctor. *Bases Fisicas y Biologicas del Radiodiagnostico Medico*. Murcia : Texto y Cuaderno de Practicas, 2003, págs. 66-67.

Bontrager, Kenneth L. 2006. *Proyecciones radiologicas con correlaciones anatomicas*. España : Elsevier Mosbi, 2006.

Brosed, Antonio. 2012. *FUNDAMENTOS DE FISICA MEDICA*. Madrid : ADI Servicios Editoriales, 2012.

Bushong, Stewart C. 2010. *Tecnica Radiografica para el sistema Pantalla - Pelicula*. [aut. libro] Stewart Carlyle Bushong. *Manual de radiología para técnicos*. Elsevier España, : Elsevier Mosby, 2010, págs. 250 -252.

Buzzi, Alfredo. 2012. El descubrimiento de los Rayos X. *Capitulo de Historia y Humanidades*. Buenos Aires : Sociedad Argentina de Radiologia, 2012.

Cubas, Cesar Diez. 1970. *Radiologia oral para Dentistas e Higienistas de la sanidad publica*. Cantabria : Vision Net, 1970.

EcoRay. SS-2000, Floor Mounted Tube Stand Operational & Service Manual. SS-2000, Floor Mounted Tube Stand Operational & Service Manual.

Equipo de Rayos X y su funcionamiento. Donoso, Francisca. 2003. 2003, Biblioteca Virtual Universal, págs. 2-3.

euroresidentes. 2005. Avances en nanotecnología. [En línea] 24 de Mayo de 2005.
<http://avances-nanotecnologia.euroresidentes.com/2005/05/rayos-x-con-nanotubos-de-carbon.html>.

Fröscher, Olga. 2006. *Pruebas de constancia para equipos de Radiodiagnóstico*. Freiburg : Lörracher Strasse 7, 2006.

Fundamentos de Imágenes Médicas. Graffigna, Juan Pablo. 2003. 1, 02 de 2003, Imágenes en Medicina-UNSJ, Vol. 1, págs. 8,12-14.

IAEA. 2009. Material de entrenamiento del OIEA sobre Protección Radiológica en radiodiagnóstico y en radiología intervencionista. *Blindaje y diseño de instalaciones para Rayos X*. 12 de 03 de 2009.

—. **2013.** Protección Radiológica de los Pacientes. [En línea] 2013. [Citado el: 2016 de 01 de 17.] https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/InformationFor/HealthProfessionals/1_Radiology/QuantitiesUnits.htm.

J.Boutigny, R. Annequin y. 2007. *Curso de Ciencias Físicas*. Barcelona : Reverté S.A, 2007.

Krane, K. S. 1988. *Introductory Nuclear Physics*. John Wiley : s.n., 1988.

Lopez, A. 2002. Rayos X. *Enciclopedia Interactiva Estudiantil siglo XXI*. España : Editorial Grafilés, 2002, págs. 365-372.

LRQA, Lloyds Register. 2014. Lloyd's Register Quality Assurance Limited. [En línea] 12 de 05 de 2014. [Citado el: 09 de 10 de 2015.] <http://www.lrqa.es/certificaciones/iso-9001-normalidad/>.

Mora, Hector. 2008. *Manual de Radioscopia*. Madrid : Editorual Club Universitario, 2008.

Protection against ionizing radiation from external sources used in medicine. CIPR. 1982. 1982, CIPR, págs. 7-12.

Radiologica, Sociedad Española de Protección. 2007. ICRP publicación 103. [aut. libro] APCNEAN. Madrid : Senda Editorial S.A, 2007, págs. 4,36-38.

Rela, Agustin. 2010. *Electricidad y Electronica*. Buenos Aires : Instituto Nacional de Educacion Tecnologica, 2010.

Ruiz, Alvaro. 2012. Repositorio ESPOCH. [En línea] 20 de 07 de 2012. [Citado el: 6 de 10 de 2015.] <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2006>.

SEFM-SEPR. 2002. *Protocolo Español de Control de Calida en Radiodiagnostico*. Madrid : Edi Complet, 2002.

Training Pediatric Radiology. IAEA. 1994. Buenos Aires : Atoms for Peace, 1994.

UCM. 1994. *CARACTERIZACION DE UN CONTADOR GEIGER*. Madrid : Fisica Nuclear y de Particulas y Estructura Nuclear, 1994.

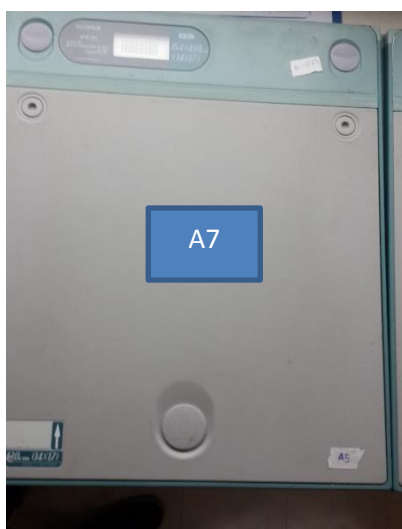
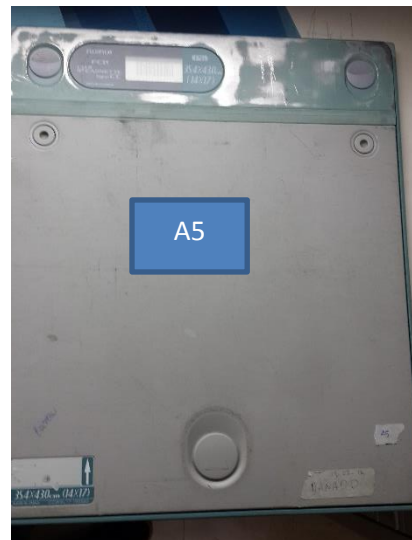
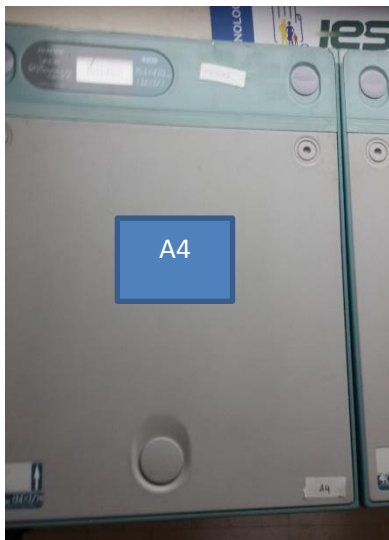
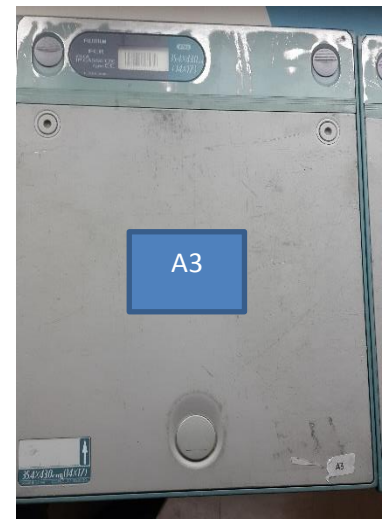
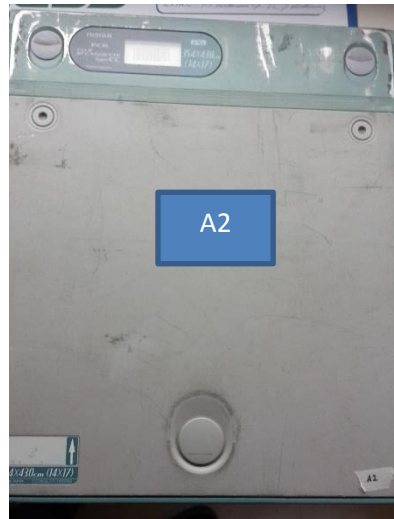
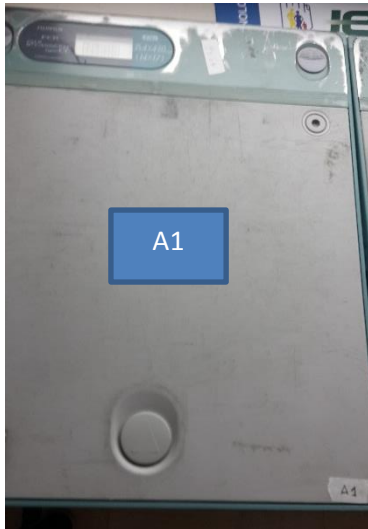
ANEXO A

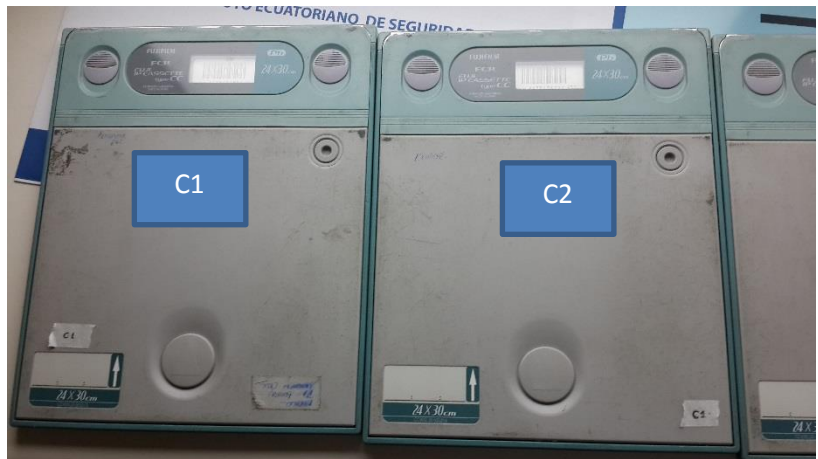
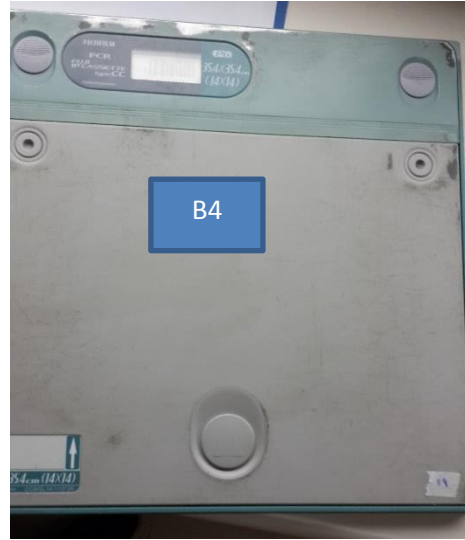
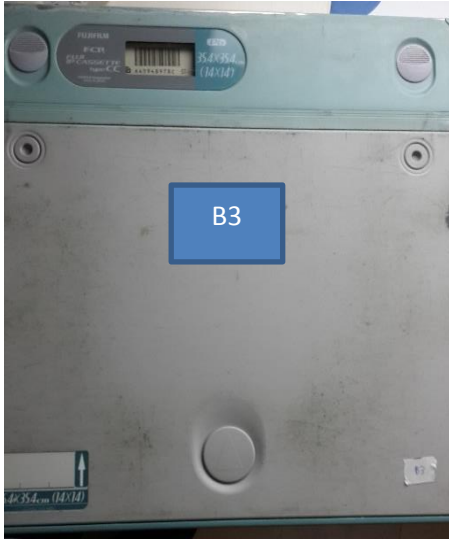
REGISTRO FOTOGRAFICO

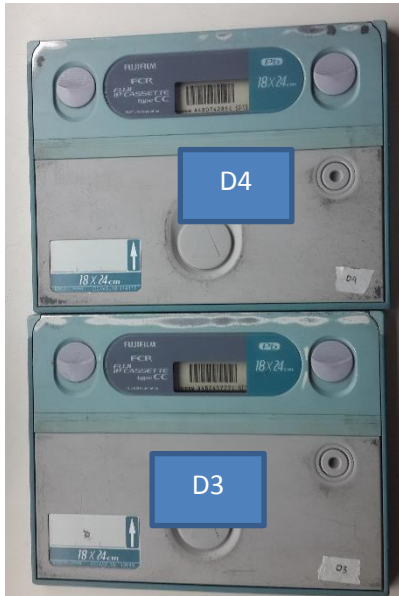
Fotografías de los componentes del equipo de Rayos X, Ecoview 9



Etiquetado de los Chasis







**OFICIO DE VALIDACIÓN DE
LA IMPLEMENTACIÓN DEL
PROTOCOLO DE CONTROL DE
CALIDAD**



CERTIFICACION N° 245111201-0013

A quien le interese y para los trámites legales pertinentes, la Doctora Paola Manya Monar:

CERTIFICA:

QUE: el estudiante, BARRENO SEGOVIA MIGUEL ALEJANDRO, de 26 años de edad, con cedula de ciudadanía 0603972233, previa autorización y presentación de documentos pertinentes, implementó el PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD DEL EQUIPO DE RAYOS X DIGITAL ECOVIEW 9 PLUS, en el periodo del 1ro de Julio al 20 de Enero del 2016.


Riobamba, 24 de febrero del 2016

Atentamente

HOSPITAL DEL IESS RIOBAMBA

DRA. PAOLA MANYA MONAR
MEDICO GENERAL
0604268557

DRA. PAOLA MANYA MONAR
DIRECTORA TECNICA DE SERVICIONAUXILIARES DE DIAGNOSTICO
HOSPITAL IESS RIOBAMBA

Elaborado Por:	Dra. Paola Manya	
Revisado y Aprobado Por:	Dra. Paola Manya	
Fecha:	24 de febrero del 2016	

ANEXO C

**CONTROL DE CALIDAD
REALIZADA AL EQUIPO DE
RAYOS X ECOVIEW 9**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
(INFORME TÉCNICO)

No.: CC-2015-24495

Institución / Hospital:

HOSPITAL IESS RIOBAMBA

Localidad: RIOBAMBA

Tipo de Equipo:	RAYOS X FIJO	Ubicación:	IMAGENOLÓGIA
Marca:	ECORAY	TUBO RX	Marca: TOSHIBA
Modelo:	ECOVIEW 9 PLUS		Modelo: E7252X
Serie:	ECO-EV-1402001		Serie: 14D892
Año de Fabricación:			

Tipo de Mantenimiento:

PREVENTIVO / CORRECTIVO / VERIFICACION DE PARAMETROS.

Parámetro Seleccionado	Start Time	PARAMETRO VERIFICADO: kVp		FOCO FINO	
		Duration Digitizer	kVp Multi	% ERROR	Calculado
KV		s	kV		
50	25/06/15	0,102	48,56	2,88	
70	25/06/15	0,103	68,65	1,93	
100	25/06/15	0,102	97,9	2,11	
ERROR PROMEDIO				2,31	

RADIACION DE FUGA

Medida a un metro de:

Izquierda del Tubo:	0,2	mR/h
Derecha del Tubo:	0,2	mR/h
Frente del Tubo:	0,2	mR/h

NIVELES DE RADIACION

Comando / Operador:	N.A	mR/h
Sala de Espera:	N.A	mR/h
Oficina / Informes:	N.A	mR/h

Parámetro Seleccionado	Start Time	PARAMETRO VERIFICADO: kVp		FOCO GRUESO	
		Duration Digitizer	kVp Multi	% ERROR	Calculado
KV		s	kV		
50	25/06/15	0,102	48,65	2,70	
70	25/06/15	0,102	69,03	1,39	
100	25/06/15	0,102	99,0	0,97	
ERROR PROMEDIO				1,69	

Parámetro Seleccionado	Start Time	PARAMETRO VERIFICADO: mA		FOCO FINO	
		Duration Digitizer	mA Multi	% ERROR	Calculado
mA		s	mA		
50	25/06/15	0,102	51,34	2,68	
100	25/06/15	0,102	101,2	1,23	
150	25/06/15	0,102	152,01	1,34	
ERROR PROMEDIO				1,75	

Parámetro Seleccionado	Start Time	PARAMETRO VERIFICADO: mA		FOCO GRUESO	
		Duration Digitizer	mA Multi	% ERROR	Calculado
mA		s	mA		
200	25/06/15	0,102	202,3	1,16	
250	25/06/15	0,103	253,0	1,22	
ERROR PROMEDIO				1,19	

Parámetro Seleccionado	Start Time	PARAMETRO VERIFICADO: tiempo de exposición.		% ERROR	
		kVp Multi	Duration Digitizer	Calculado	
s		kV	s		
0,100	25/06/15	71,6	0,102	2,00	
0,200	25/06/15	71,6	0,203	1,50	
0,300	25/06/15	71,9	0,304	1,33	
ERROR PROMEDIO				1,61	

HOSPITAL DEL IESS RIOBAMBA
 Dra Paola Manya M.
 IESS - BIRESA - BSA TERCERA

Copia Certificada

Realizado por:

Fecha:

x

Ing Luis Cárdenas

25/06/2015

**CARACTERISTICAS DEL
EQUIPO DE RAYOS X
ECOVIEW 9**

Características del Equipo Ecoview 9

- Detector de sistema simple
- Sistema de Pedestal con detector de pie
- Cuenta con un sistema de detección de camilla 17*17 silicona amorfa
- Cuenta con un sistema de Detección de Pared
 - ✓ Ancho y Largo del detector de pared (mm): 750, 480
- Tubo 1.2mm, spot focal. 300 Khu
- Generador Inversor de alta frecuencia 40kW
 - ✓ Rango de kVp: 40 ~ 150kVp $\pm 5\%$
 - ✓ Rango de mA: 10 ~ 630mA $\pm 5\%$
 - ✓ Frecuencia de Salida: 40 kHz
 - ✓ Potencia Máxima: 50 kW
 - ✓ Voltaje de Línea: Trifásico de 380V $\pm 10\%$, 60Hz
- Generador de Alto Voltaje
 - ✓ Clasificación: 150kV, a 100ms
- Colimador manual
- Software avanzado de imagen y adquisición de datos

**PROTOCOLO DE CONTROL DE
CALIDAD PARA EL EQUIPO
ECOVIEW 9**