

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 7</b>

26.

<b>FECHA</b>	miércoles, 16 de mayo de 2018
--------------	-------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Sede Fusagasugá
------------------------	-----------------

<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Pasantía
--------------------------	----------

<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
-----------------	------------

<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
---	----------

<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Electrónica
---------------------------	------------------------

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Muñoz Soto	Katherine Alejandra	1069748330

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



**MACROPROCESO DE APOYO  
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO  
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

**CÓDIGO: AAAr113  
VERSIÓN: 3  
VIGENCIA: 2017-11-16  
PAGINA: 2 de 7**

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Roa Laguado	Ismael

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
EVALUACION DE TECNOLOGIA DE EQUIPOS DE RAYOS X DE LA CLINICA BELEN DE FUSAGASUGA.

<b>SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)</b>

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía</b>
Ingeniero Electrónico

<b>AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
16/05/2018	63

<b>DESCRITORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)</b>	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1.Equipo	Equipment
2.Evaluation	Evaluation
3.Tecnologia	Technology
4.Biomedica	Biomedicine
5.Mantenimiento	Maintenance
6.Rayos x	X-Ray

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 7</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El presente documento tiene como fin socializar las actividades que se desarrollaron en el marco de la pasantía Evaluación de Tecnología de Equipo de Rayos X de la Clínica Belén de Fusagasugá en el Departamento de Mantenimiento y Biomedicina de la Clínica Belén de Fusagasugá durante el 6 de marzo de 2017 al 5 de diciembre de 2017. Para el adecuado desarrollo de este trabajo se aplicaron los diferentes conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, como también se desarrollaron competencias laborales en el campo de la bioingeniería, esto se logró cumpliendo las siguientes actividades:

Ejecución de mantenimientos preventivos mediante rutinas de planificación y sus respectivos protocolos.

mantenimientos correctivos con el fin de restablecer el equipo al servicio.

Desarrollar y actualizar hojas de vida de los equipos de la Clínica Belén de Fusagasugá

Diseñar protocolos de mantenimientos preventivos.

Realizar evaluación de tecnología para equipo RAYOS X de la Clínica belén de Fusagasugá.

The purpose of this document is to socialize the activities that were developed in the framework of the internship Technology Evaluation of the X-Ray Equipment of the Clinic Belén de Fusagasugá in the Maintenance and Biomedicine Department of the Clinic Belén de Fusagasugá on March 6 from 2017 to December 5, 2017. For the proper development of this work, the different knowledge acquired in the course of the career was applied, as well as the labor competencies in the field of bioengineering were developed, this was achieved by fulfilling the following activities:

- Execution of preventive maintenance by planning routines and their respective protocols.
- Corrective maintenance in order to restore the equipment to service.
- Develop and update resumes of the equipment of the Belén de Fusagasugá Clinic
- Design preventive maintenance protocols.
- Perform technology assessment for the RAYOS X team at the Clinic Belen de Fusagasugá.



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 7</b>

### AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	x	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 5 de 7</b>

(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI** \_\_\_ **NO** x.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAa113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 7</b>

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.
- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"
- i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 7 de 7</b>

Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



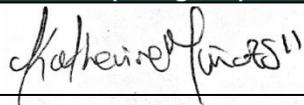
**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
<b>1. EVALUACION DE TECNOLOGIA DE EQUIPOS DE RAYOS X DE LA CLINICA BELEN DE FUSAGASUGA.PDF</b>	Texto, imagenes
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafo)</b>
Muñoz Soto Katherine Alejandra	

12.1.50

**EVALUACION DE TECNOLOGIA DE EQUIPOS DE RAYOS X DE LA CLINICA BELEN DE  
FUSAGASUGA.**

**KATHERINE ALEJANDRA MUÑOZ SOTO**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA ELECTRONICA  
FUSAGASUGA**

**2018**

**EVALUACION DE TECNOLOGIA DE EQUIPOS DE RAYOS X DE LA CLINICA BELEN DE  
FUSAGASUGA.**

**KATHERINE ALEJANDRA MUÑOZ SOTO**

**Trabajo de grado modalidad pasantía para otorgar el título de Ingeniero Electrónico**

**Director Interno:**

**Ismael Roa Laguado**

**Ingeniero Electrónico. Especialista en Bioingeniería**

**Director Externo:**

**Johanna Alexandra Gutiérrez**

**Ingeniera Biomédica**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**INGENIERIA ELECTRONICA**

**FUSAGASUGA**

**2018**

## Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	6
Abstract. ....	7
RESUMEN .....	9
CAPITULO 1 .....	11
PARÁMETROS GENERALES .....	11
1.1. INTRODUCCION.....	11
1.2. OBJETIVO GENERAL.....	13
1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	13
1.4. PROBLEMÁTICA .....	14
1.5. JUSTIFICACION .....	15
CAPITULO 2 .....	16
MARCO REFERENCIAL .....	16
2.1. LA EMPRESA .....	16
2.2. NORMATIVIDAD .....	18
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	19
CAPITULO 3 .....	24
PROCEDIMIENTO .....	24
3.1. METODOLOGIA.....	24
3.2. EVALUACION DE TECNOLOGIA: .....	24
3.3. ANALISIS ESTADISTICO.....	32
Imagen 9. Diagrama de estudio convencionales radiología 2016 <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Imagen 10. Diagrama de estudio convencionales radiología 2017.....	33
Imagen 11. Comparación del número de pacientes atendidos para la toma de Rayos X..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Imagen 12. Diagrama de consumo de energía en el año 2016 ... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Imagen 13. Diagrama de consumo de energía en el año 2017 ... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	

CAPITULO 4. ....	41
ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PASANTIA .....	41
4.1. ACTUALIZACION DE HOJAS DE VIDA.....	41
Generación hojas de vida a equipos médicos .....	41
Diagrama 1 Construcción de actualización de hojas de vida. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.1. Ejecución de Mantenimiento preventivo: .....	43
4.1.1. Aplicación a Mantenimiento Preventivo.....	45
Imagen 5. Cronograma de mantenimientos preventivos. Fuente: Autor .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Imagen 7. Monitor Signos Vitales Fuente: Autor .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.2. Ejecución de Mantenimiento correctivo .....	47
Diagrama 3. Ejecución de mantenimiento correctivo ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Imagen 8. Formato de Solicitud de servicio, Fuente: Clínica Belén ..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES .....	52
ANEXOS .....	56

## Índice De Tablas

Tabla 1.características equipo de rayos X EUREKA .....	26
Tabla 2. Característica de equipo de rayos X Shimadzu.....	28
Tabla 3. Cuadro comparativo de las características de los equipos evaluados en la Clínica Belén de Fusagasugá.....	31
Tabla 4. Pacientes atendidos en el año 2016 para los meses en los cuales se toman los datos para el respectivo análisis .....	32
Tabla 5. Pacientes atendidos en el año 2017 durante los meses para toma de datos..	33
Tabla 6. Consumo de kWh 2016 .....	35
Tabla 7. Consumo de kWh 2017.....	36
Tabla 8. Especificaciones equipo recomendado a partir de la evaluación tecnológica desarrollada. Fuente: Cotización TMS-330V-16.....	38

## DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico inicialmente a Dios quien me regalo la oportunidad de disfrutar de esta etapa con maravillosas personas, también a mis padres Orlando Muñoz y Gloria Soto y mi amado esposo Julián Bernal quienes son el pilar de mi formación por eso agradezco su cariño, comprensión y paciencia para el reflejo de duro esfuerzo durante estos cinco años de academia donde mis amigos Karen Melo y Alberto Gabalan aportaron no solo en mi formación académica sino también en mi crecimiento personal regalándole a cada día de mi formación una experiencia nueva en donde se ha pasado por difíciles situaciones pero no imposibles de afrontar, hoy se ve retribuido en este trabajo ese duro esfuerzo.

De igual manera agradezco a la Clínica Belén por abrir sus puertas para el aprendizaje de futuros profesionales y haberme permitido aportar mis conocimientos para el crecimiento de ellos como empresa y el fortalecimiento de un perfil profesional en mi hoja de vida.

De ante mano agradezco a la Ingeniera Johanna Gutiérrez quien fue mi tutor externo fortaleciendo mis conocimientos, permitiéndome afrontarme a problemas del diario común en el campo laboral y enseñando con su amplia experiencia a generar soluciones ante estos.

**Abstract.**

Electronics is used to different branches of our daily life, among which is found in medicine, where research and work was done among doctors, scientists and engineers, a great technological advance was achieved in benefit of human lives, generating this way the area called electro-medicine.

The purpose of this document is to socialize the activities that were developed in the framework of the internship Technology Evaluation of the X-Ray Equipment of the Clinic Belén de Fusagasugá in the Maintenance and Biomedicine Department of the Clinic Belén de Fusagasugá on March 6 from 2017 to December 5, 2017. For the proper development of this work, the different knowledge acquired in the course of the career was applied, as well as the labor competencies in the field of bioengineering were developed, this was achieved by fulfilling the following activities:

- Execution of preventive maintenance by planning routines and their respective protocols.
- Corrective maintenance in order to restore the equipment to service.
- Develop and update resumes of the equipment of the Belén de Fusagasugá Clinic
- Design preventive maintenance protocols.
- Perform technology assessment for the RAYOS X team at the Clinic Belen de Fusagasugá.

In the different areas of the institution such as the child:

- Imaging
- External consultation
- Emergency
- Intensive care unit
- Surgery's room
- Hospitalization
- Clinical laboratory

## RESUMEN

La electrónica es aplicada a diferentes ramas de nuestra vida cotidiana entre las cuales se encuentra la medicina donde a partir de la investigación y el trabajo mancomunado entre médicos, científicos e ingenieros se ha logrado hacer grandes adelantos tecnológicos en beneficio de vidas humanas generando de esta manera el campo de la electro-medicina.

El presente documento tiene como fin socializar las actividades que se desarrollaron en el marco de la pasantía Evaluación de Tecnología de Equipo de Rayos X de la Clínica Belén de Fusagasugá en el Departamento de Mantenimiento y Biomedicina de la Clínica Belén de Fusagasugá durante el 6 de marzo de 2017 al 5 de diciembre de 2017. Para el adecuado desarrollo de este trabajo se aplicaron los diferentes conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, como también se desarrollaron competencias laborales en el campo de la bioingeniería, esto se logró cumpliendo las siguientes actividades:

- Ejecución de mantenimientos preventivos mediante rutinas de planificación y sus respectivos protocolos.
- mantenimientos correctivos con el fin de restablecer el equipo al servicio.
- Desarrollar y actualizar hojas de vida de los equipos de la Clínica Belén de Fusagasugá
- Diseñar protocolos de mantenimientos preventivos.

- Realizar evaluación de tecnología para equipo RAYOS X de la Clínica belén de Fusagasugá.

En las diferentes áreas de la institución como lo son:

- Imagenología
- Consulta externa
- Urgencias
- Unidad de cuidados intensivos
- Salas de cirugía
- Hospitalización
- Laboratorio clínico

## **CAPITULO 1**

### **PARÁMETROS GENERALES**

#### **1.1. INTRODUCCION**

Uno de los factores más importantes dentro del desarrollo y crecimiento de la institución es la tecnología, debido a que la medicina y la ingeniería cada día se van fortaleciendo, buscando mejoras que permitan ofrecer un mejor diagnóstico en cada uno de las diferentes áreas a los que se enfrentan, además de esto el crecimiento tecnológico permite innovar y ser una empresa competitiva dentro del mercado, lo que trae beneficios tanto para la clínica como para los pacientes atendidos en esta. Para poder entrar en este mercado es considerable la evaluación de tecnología cuyo objetivo es promover el crecimiento y desarrollo de la empresa.

Este trabajo desea presentar la importancia del desarrollo de la evolución de tecnología en el crecimiento de la empresa, en este caso de la clínica Belén de Fusagasugá.

Para esto se evaluarán dos equipos de Rayos X, el primer equipo es un equipo análogo denominado EUREKA y el segundo equipo es un equipo el cual solo es una renovación de tecnología llamado Shimadzu.

Otro de los puntos importantes en la actualización y mejora tecnológica es la economía ya que al ser más eficientes los equipos permiten que se reduzcan los costos y se aumenta el flujo de trabajo lo que se ve representado en la facturación.

Es importante destacar que la tecnología debe ser administrada por un equipo de trabajo que cuente con el conocimiento preciso para realizar la evaluación tecnológica y garantizar que las nuevas adquisiciones tecnológicas cumplan con los requisitos exigidos por la clínica y que además de esto se ajusten al flujo de trabajo que demande esta. Este aspecto también se va tratar en el siguiente trabajo identificando los factores y los motivos por los cuales se realiza la Evaluación de tecnología del nuevo equipo de Rayos X.

En el capítulo 1 se da una preámbulo del entorno en el cual se desarrolló la pasantía, la normatividad y conceptos básicos para el desarrollo de las actividades, el capítulo 2 presenta la metodología empleada para desarrollar la evaluación tecnológica de los equipos de rayos X en la clínica, y finalmente el capítulo 3 presenta la descripción y resultados de actividades desarrolladas en el marco de la pasantía.

## **1.2. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un proceso de estudio, evaluación y diagnóstico de los equipos de rayos X en la Clínica Belén, para optimizar ganancias y costos operativos en el departamento de imágenes diagnósticas de la institución.

## **1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- a) Conceptuar cada una de las partes que componen un equipo de rayos X.
- b) Evaluar los parámetros de funcionamiento de los equipos del área de imagenología de la Clínica Belén.
- c) Analizar la rentabilidad que genera el nuevo equipo con respecto al anterior, para optimizar tiempos de respuesta
- d) Recomendar nuevo equipo de rayos X para eliminar cuellos de botella en la atención de pacientes

#### 1.4. PROBLEMÁTICA

Una de las áreas con más cambios significativos en el campo medicinal es la imagenología diagnóstica, lo que nos lleva a concluir que los avances tecnológicos en los equipos utilizados en esta son imprescindibles, haciendo que la biomedicina surja debido a la evolución de la ingeniería electrónica. Actualmente encontramos distintos equipos de radiodiagnóstico utilizados dentro de los hospitales y que son pieza clave en la ayuda diagnóstica para diversas partes del cuerpo.

Aunque estos equipos han sido diseñados para un trabajo pesado también es cierto que con los años se ven los desgastes por su uso continuo, un ejemplo de esto es el equipo de rayos x EUREKA con el que contaba la Clínica Belén. Este equipo EUREKA empezó a presentar fallas en su funcionamiento debido a que se había convertido en un equipo obsoleto, muestra de esto es que tras veinte años de estar funcionando nunca se le hizo remplazo del tubo de rayos x, también cabe mencionar que solamente recibió mantenimientos preventivos durante el primer año de trabajo. Teniendo presente que se había convertido en un equipo obsoleto cuando empezó a presentar fallas se hacía cada vez más difícil su reparación pues los repuestos ya no se conseguían con facilidad y en muchas ocasiones las reparaciones se tenían que hacer de forma no convencional o con repuestos no originales. Esto causó un efecto negativo tanto en el servicio de rayos x como en la imagen de la atención de la clínica belén pues se generaban retrasos en la atención a los pacientes y en algunas ocasiones la cancelación de agendas de citas, lo que también reflejaba pérdidas económicas para la clínica belén debido a que se dejaban de facturar los servicios de rayos x.

## 1.5. JUSTIFICACION

La clínica Belén de Fusagasugá ha venido creciendo en sus diferentes áreas y esto lo podemos medir en la cantidad de pacientes que son atendidos ya que con el tiempo va incrementándose el número de personas que acuden a esta IPS. Para poder responder a esta necesidad e incremento de pacientes y sus distintas necesidades es necesaria la adquisición de nuevas tecnologías.

Es por esto que la evaluación tecnológica es tan importante pues nos permite conceptualizar las partes que componen los equipos de rayos x y así reconocer la capacidad de los mismos con el fin de dar una mejor solución. Luego de conocer los componentes de un equipo de rayos x la evaluación tecnológica nos lleva a evaluar su funcionamiento y determinar si son capaces responder al flujo de trabajo que se presenta en la clínica belén, esto nos llevara a tener un diagnostico general el estado funcional del equipo de rayos X, y lo más importante es que permite la toma de decisiones y en este caso comprar tanto el nivel de trabajo del equipo como las ganancias que se generaban con su funcionamiento pues no solamente se evalúa el funcionamiento el equipo sino las gastos que este implicaba como su mantenimiento.

## CAPITULO 2

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1. LA EMPRESA

INFORMACION GENERAL DONDE SE DESARROLLO LA PASANTIA	
Nombre de la empresa	Clínica Belén de Fusagasugá
Logotipo	
Reseña	<p>La clínica Belén es una empresa privada que ofrece servicios de salud de III nivel de complejidad para la población de Fusagasugá y sus alrededores. La clínica tiene un modelo de atención de servicios integrales que van desde los programas de PYP (promoción y prevención) hasta el alto nivel de complejidad, esto permite una alta capacidad de resolución de las necesidades de atención en salud , sin que los pacientes tengan que acudir a otras instituciones o incurrir en desplazamientos fuera del municipio de Fusagasugá.</p> <p>La clínica cuenta con un amplio portafolio de servicios ofrecidos a la comunidad, entre los</p>

	<p>cuales se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitalización</li> <li>• Urgencias</li> <li>• Consulta externa</li> <li>• Unidad de cuidados intensivos</li> <li>• Cirugía</li> <li>• Laboratorio clínico</li> <li>• Apoyo terapéutico</li> <li>• Imágenes diagnosticas</li> </ul>
Política de calidad	<p>Prestar servicios de salud enfocados en satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios y sus familias, a través de procesos seguros y eficientes, basados en la racionalidad técnico científica, optimizando los recursos, logrando la oportunidad, integridad y continuidad en la atención, a través de la mejora continua</p>
Ubicación	Fusagasugá – Cundinamarca
Sector económico	Salud

## 2.2. NORMATIVIDAD

La clínica Belén de Fusagasugá debe seguir una serie de lineamientos y normas para la instalación, manipulación y adquisición de equipos Electro-médicos como lo es el INVIMA y NTC- IEC 60601-1-2 del 2001, como parte del compromiso que se adquiere como institución prestadora de servicios de salud. Buscando de esta manera el continuo mejoramiento de calidad, seguridad y rentabilidad

Como anteriormente se nombró la norma IEC 60601 tiene como objetivo garantizar la seguridad del paciente, el operador y el entorno así como también seguridad básica y funcionamiento de los sistemas electro-médicos tratando en específico a los equipos de rayos X.

A continuación se nombran una de las normas más importantes:

- IEC 60336, Equipos electro médicos. Tubo de rayos X equipado para diagnóstico médico, características del foco electrónico.
- IEC 60601-1:2005, Equipos electro médicos. Parte 1: Requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial.

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Dispositivos médicos:** Se denomina dispositivo biomédico a todo aparato operacional y funcional que reúne sistemas electrónicos, hidráulicos, eléctricos, neumáticos, destinados a ser usados en seres humanos ya sea con fines de diagnóstico, terapia o apoyo (SOCIAL, Diciembre 26 2005).
- **Clasificación de equipos biomédicos:** la clasificación de los equipos médicos se realiza mediante el fabricante quien es el encargado de realizar un estudio de los riesgos potenciales para el uso, teniendo en cuenta aspectos como grado de invasión, efectos secundarios de este en el cuerpo humano y duración del equipo según artículo 5 del decreto 4725 del 2005 (SOCIAL, Diciembre 26 2005).

En Colombia la entidad encargada de realizar la clasificación de los equipos es el INVIMA los cuales se clasifican de la siguiente manera:

**Clase I:** Son aquellos dispositivos médicos de bajo riesgo, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión.

**Clase IIa:** Son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.

**Clase IIb:** Son los dispositivos médicos de riesgo alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.

**Clase III:** Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión.

- ***Mantenimiento a equipos médicos:*** Los equipos médicos son dispositivos que afectan potencialmente la vida humana por ende sus altos costo en calibración y mantenimiento de estos, por lo tanto es importante y necesario contar con un cronograma de mantenimiento bien planificado que garantice la vida humana, siendo confiable y seguro tanto para quien lo manipula como para quien hace uso de este, ya que este se utiliza como herramienta de diagnóstico, de apoyo, de tratamiento entre otras funciones como la prolongación o mantenimiento de la vida; una de las estrategias de mantenimiento es el preventivo y el correctivo, en los cuales se inspecciona parámetros de funcionamiento garantizando de esta manera el adecuado funcionamiento del dispositivo (organization, 2011).
- ***Evaluación de Tecnología:*** Se hace referencia a cualquier dispositivo que ingrese a una institución, cuando se realiza la evaluación tecnológica se hace referencia a un análisis comparativo de características tecnológicas, costos y servicios ofrecidos por el proveedor (mantenimientos, soporte técnico y control remoto).

Después de realizar el análisis se hace las recomendaciones para hacer la adquisición y/o renovación tecnológica, este cambio o renovación de tecnología se hace siempre pensando en el bien social, en donde en 1972 en los estados unidos se hace referencia a organizar un comité para la actualización de las tecnologías de dicha institución (Ronney B. Panerai, 1990).

- **Equipo de rayos x:** El Físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen en 1895 descubre los Rayos X, a partir de la experimentación que se hacía a los tubos de Crookes buscado la manera de evitar la fluorescencia violeta que emitían estos tubos, es ahí cuando él retrata los rayos que salen de aquel tubo y es donde encuentra las placas fotográficas reveladas. Después se hace la primera prueba en el cuerpo humano en este caso con la mano de su esposa logrando obtener los huesos de la mano de ella y un anillo es ahí donde recibe el nombre de rayos X ya que sabían que eran rayos pero no de que clase (Donoso, 2003).

Los rayos X se producen a partir de una aceleración de electrones desde el cátodo del tubo pasando por un material llamado tungsteno cuya materia produce calor desprendiendo de esta manera los electrones que son direccionados al ánodo donde estos chocan con un metal de alta pureza como el cromo o cobre entre otros, produciendo fotones desplazados por la ventana de vidrio que se encuentra en este, los cuales atraviesan el cuerpo humano. Es ahí donde depende de las técnicas de radiología usar parámetros según el grosor del cuerpo; es importante recordar que los rayos son una radiación ionizante ya que al interactuar con la materia produce la

ionización de los átomos, causando alteraciones biológicas en células viva. (Baños A. M., 2002)

Es importante tener en cuenta que la radiación electromagnética se sujeta a su longitud de onda la cual va desde 10 nm hasta 0,001nm, recordando que a menor longitud mayor es su energía y su acción de penetración.

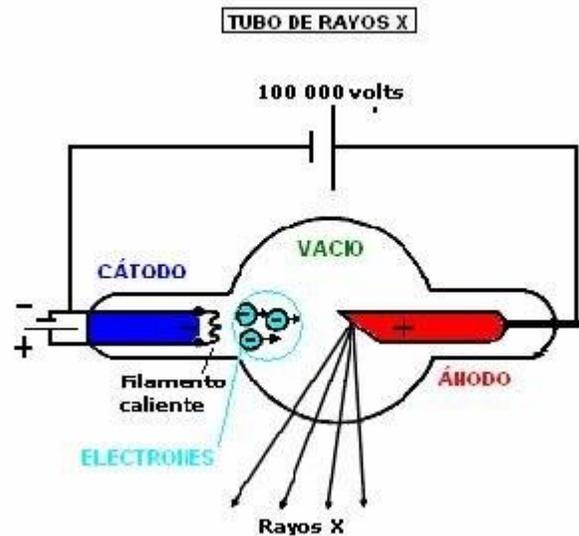


Figura 1, Estructura de un tubo de Rayos X. Fuente: <https://sites.google.com/site/ivanovic85/capitulo1>

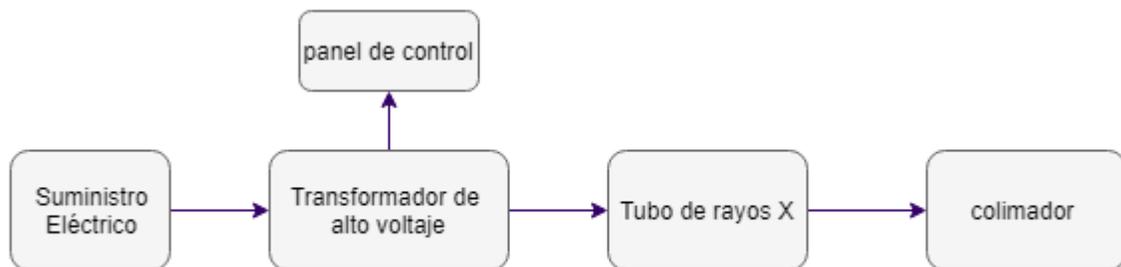
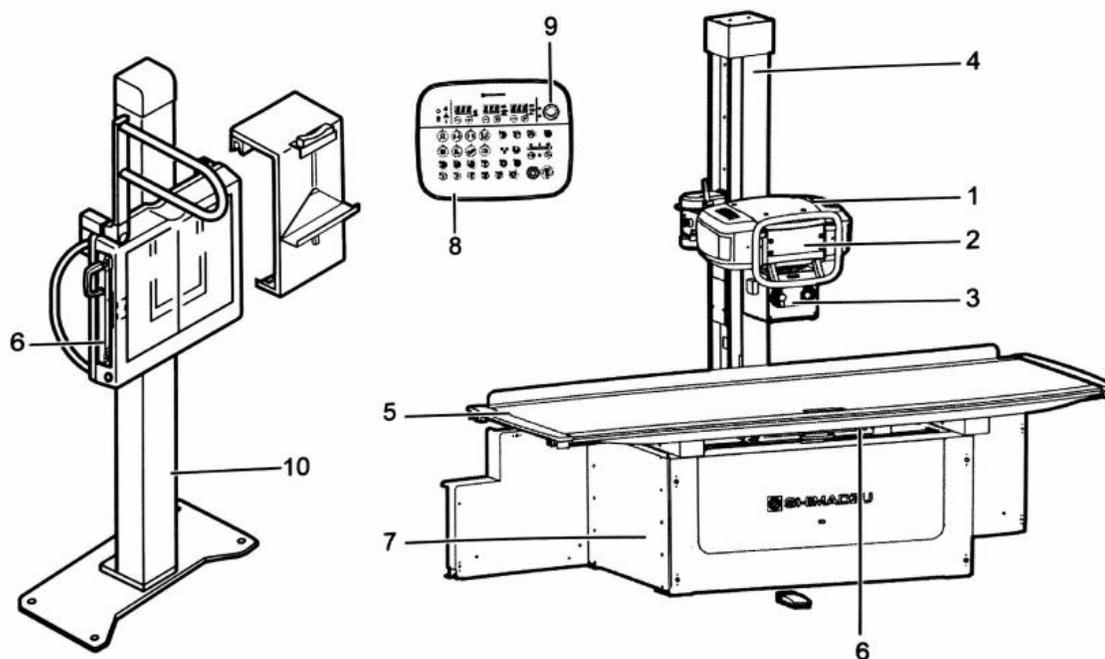


Figura 2, Esquema de composición de un equipo de Rayos X.

La figura 2 muestra brevemente el esquema de composición de un equipo de Rayos X.



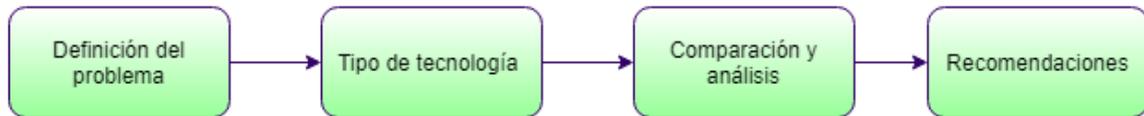
**Figura 3, Componentes de un equipo de rayos X Fuente: manual de servicio shidmazu**

Componentes equipo rayos X	
1	Ensamblaje tubo de rayos X
2	Panel de control del tubo rayos X
3	Colimador rayos X
4	Estar de vertical del tubo de rayos X
5	Mesa radiológica bucky bandeja de cassette)
6	Bucky mural (bandeja de cassette)
7	Generador de alto voltaje
8	Panel de control , generador de alto voltaje
9	Botón de encendido
10	Estar vertical de bucky mural

## CAPITULO 3

### PROCEDIMIENTO

#### 3.1. METODOLOGIA



*Figura 4. Metodología que se implementó. Fuente: Autor.*

**3.2. EVALUACION DE TECNOLOGIA:** Para iniciar el proceso de evaluación de tecnología es necesario describir un poco de que se compone un equipo de Rayos X, este equipo está estructurado por:

1. Un cabezal: Contiene el tubo de rayos x, y los circuitos de alta y baja tensión, siendo la parte fundamental del equipo ya que es aquí donde se generan los rayos.
2. Brazo articulado: Es la parte mecánica la cual sirve para movilizar el tubo o enfocar en la zona a diagnosticar.
3. Bucky mural: Parte metálica ubicada de forma vertical para toma de exámenes específicos, esta se compone de una base la cual va pegada a la pared con una rejilla de plomo para frenar el paso de los rayos, también tiene un tablero en donde

se ubica al paciente y finalmente tiene un porta chasis en donde se ubica el chasis el cual se digitaliza para obtener la imagen.

4. Bucky de mesa: Se usa para mantener al paciente en la posición que requiere para a toma de la imagen diagnostica y se compone de las mismas tres estructuras del Bucky mural.
5. Panel de Control: Se encarga como bien su nombre lo dice de controlar el equipo. Es aquí donde podemos encender/apagar, modificar técnicas en caso de ser digital y en los análogos se modificar kilovoltios (kv), miliamperios (mA) y milisegundo (mS), según el estudio a tomar y desde allí se genera el disparo de los rayos X.
6. Generador de energía. Se encarga de adaptar la energía de la red a la energía que requiere el equipo es decir para arrancar el filamento y acelerar los electrones, este generador se compone de dos transformadores una para tensión alta y otro para tensión baja en donde la alta su función es transformar los 110V que entran a 70kv que necesita el equipo para generar un alto diferencial de potencia; y la tensión baja es la encargada de producir la incandescencia del filamento. Estos componentes son los mismos para cualquier equipo de Rayos X (Francisca, 2003).

El proceso de evaluación de tecnología se realiza a partir de la comparación de dos equipos de la clínica Belén de Fusagasugá, el primer equipo ingresa a la institución en el año 1992 con las características mostradas en la tabla 1:

<b>Características equipo de rayos X (1)</b>	
MARCA	EUREKA
MODELO	EMERALD 125
SERIE	A 052460
MAX VOLT	125KV
MAX MILIAMPERAJE	360mA

**Tabla 1.características equipo de rayos X EUREKA**

Después de 8 Años de servicio el equipo empieza a mostrar signos de desgaste, tal como se encuentra en la hoja de vida del equipo descubriendo deficiencia en la ejecución de mantenimientos preventivos, se evidencia tres mantenimientos preventivos los cuales se realizaron durante el periodo de garantía por la compra del equipo. Como se mencionó anteriormente la importancia de ejecutar un mantenimiento preventivo con regularidad no solo garantiza la prolongación y buen funcionamiento del equipo sino también en este caso una exacta ayuda diagnóstica para el paciente.

En el año 2000 se encuentra el primer mantenimiento correctivo en donde se cita tal cual como aparece en el reporte que se encuentra en hoja de .

*“se reparó equipo de RX por problema de trancón en su desplazamiento horizontal y vertical. Se reparó sistema de frenos, cambio de balineras. Se pasó riel inferior a la parte superior, se ajusta haz de luz del RX. Se ajustaron cables de alta”.* (Tomado de reporte de mantenimiento ejecutado en el año 2000)

Descubriendo al principio solo signos de desgaste mecánico, no siendo el primero ni el último correctivo aplicado al equipo pero tampoco siendo el motivo por el cual se conceptuara para la baja, en el año 2010 se emite reporte de mantenimiento preventivo en donde se corrigen problemas del transformador. Desde el año 2014 en adelante se empieza a evidenciar problemas más específicos en donde por reporte técnico se sugiere el cambio total de la tarjeta del colimador el cual no es posible realizar y se realiza una reparación ya que la empresa fabricante del equipo ya no existe por ende ya no se encuentra ningún tipo de repuesto original del equipo y basándose solo en reparaciones o adaptaciones, haciendo del equipo menos eficiente en toma de imágenes diagnósticas ya que este dejaba de trabajar por varios días provocando pérdidas económicas a la institución y deficiencia en el servicio no prestado.

De igual manera se le suma costos por las continuas reparaciones a sus tarjetas, hasta el punto que en el año 2016 el equipo sufrió un corto en su tarjeta principal llegando a la fuente de alimentación y provocando una pérdida total del dispositivo emitiendo concepto técnico para su respectiva baja.

El segundo equipo para realizar la comparación ingresa a la institución en el año 2017 después de que EUREKA presenta daño total en el sistema eléctrico y electrónico. A continuación la tabla 2 muestra especificaciones técnicas del equipo

<b>Características equipo de rayos X (2)</b>	
MARCA	SHIMADZU
MODELO	RAD SPEED FIT 32
SERIE	MP41EDAS0017 TUBO:E73239X140KHU
MAX VOLT	125 KV
MAX MILIAMPERAJE	500 mA
CARGA DE TRABAJO	100 ESTUDIOS/ SEMANA

**Tabla 2. Característica de equipo de rayos X Shimadzu**

Estos datos fueron tomados según resolución 086 de 2017 para licencia de funcionamiento de Rayos X. Como anteriormente se mencionó, este es el segundo equipo para desarrollar la evaluación tecnológica, el cual ingresa a la institución en diciembre del 2016 cumpliendo con los mantenimientos programados desde la oficina de Equipo Médico permitiendo el correcto funcionamiento del equipo. Dentro de las muchas ventajas de este equipo tenemos un panel de control digital el cual cuenta con unos parámetros predeterminados según peso, estatura y contextura del paciente así como también si es hombre, mujer o niño y de esta manera el equipo hará la descarga del disparo. Contrario a este equipo, el equipo anterior contaba con un panel netamente analógico en donde el técnico o tecnólogo encargado de la manipulación del equipo debía de calcular la cantidad de voltaje, amperaje y tiempo por disparo según los datos anteriormente mencionados por persona, sin embargo el equipo Shimadzu permite al operador manipular el panel para un examen avanzado a petición del especialista.

En la tabla 3 se muestra en un cuadro comparativo de las características de ambos equipos:

<b>Cuadro comparativo de los equipos de rayos X</b>		
<b>ESPECIFICACION</b>	<b>EQUIPO 1</b>	<b>EQUIPO 2</b>
MARCA	EUREKA	SHIMADZU
MODELO	EMERALD 125	RAD ESPEED FIT 32
SERIE	A 052460	MP41EDASC0017TUBO:E7239X140 KH
MAX VOLTAJE	125 KV	125KV
MAX AMPERA	360mA	500mA
CARGA DE TRABAJO	NO ESPECIFICADO	100 ESTUDIOS / SEMANA
BUCKY MURAL		
<p>El cambio del Bucky mural mejoro notablemente la calidad de la imagen ya que este cuenta con mayor cantidad de rejillas o filtros los cuales solo permite el paso de Rayos X necesarios para la técnica requerida. Este cambio afecta directamente el espacio físico ya que para la instalación del nuevo equipo de Rayos X fue necesario plomar las paredes puesto que antes se encontraba una lámina de plomo detrás de la madera tal</p>		

como se evidencia en la imagen.

BUCKY MESA



El cambio de Bucky de mesa es de aspecto físico como se mencionó anteriormente en las rejillas de Bucky mural.

COLIMADOR



Esta es una de la parte más importante del equipo, dado que aquí encontramos el tubo de Rayos X el colimador, recalando que el tubo de este equipo cumplió más de 20 años de uso sin hacer ningún cambio en este.

El nuevo equipo ingresado a la clínica Belén requiere hacer cambio después de 1080 disparos lo que equivale más o menos 2 años, según flujo de pacientes.

<p>PANEL DDE CONTROL</p>		
<p>En este aspecto se evidencia el cambio de tecnología analógica a digital en donde el equipo EUREKA requería un cálculo de parámetros por parte del tecnólogo en imágenes diagnosticas como lo son contextura del paciente para garantizar una óptima imagen, Shimadzu cuenta con un panel digital el cual cuenta con unas técnicas preestablecidas ya según el estudio contextura del paciente si es hombre , mujer o niño entre otras de igual manera deja realizar técnicas avanzadas haciendo manipulación del control de amperaje, voltaje y tiempo.</p>		

**Tabla 3. Cuadro comparativo de las características de los equipos evaluados en la Clínica Belén de Fusagasugá.**

### 3.3. ANALISIS ESTADISTICO

Se desarrolla un análisis a partir de una estadística generada por el servicio de radiología, a lo largo de los años 2016 y 2017 en donde se aprovechó el número de pacientes atendidos durante cuatro meses ejecutando una serie de diagramas para el análisis de atención de pacientes y de costos operativos en el área de radiología.

ESTUDIOS DE RADIOLOGIA CONVENCIONAL 2016- EQUIPO EUREKA				
MES	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PACIENTES	2226	2269	2138	1596

Tabla 4. Pacientes atendidos en el año 2016 para los meses en los cuales se toman los datos para el respectivo análisis

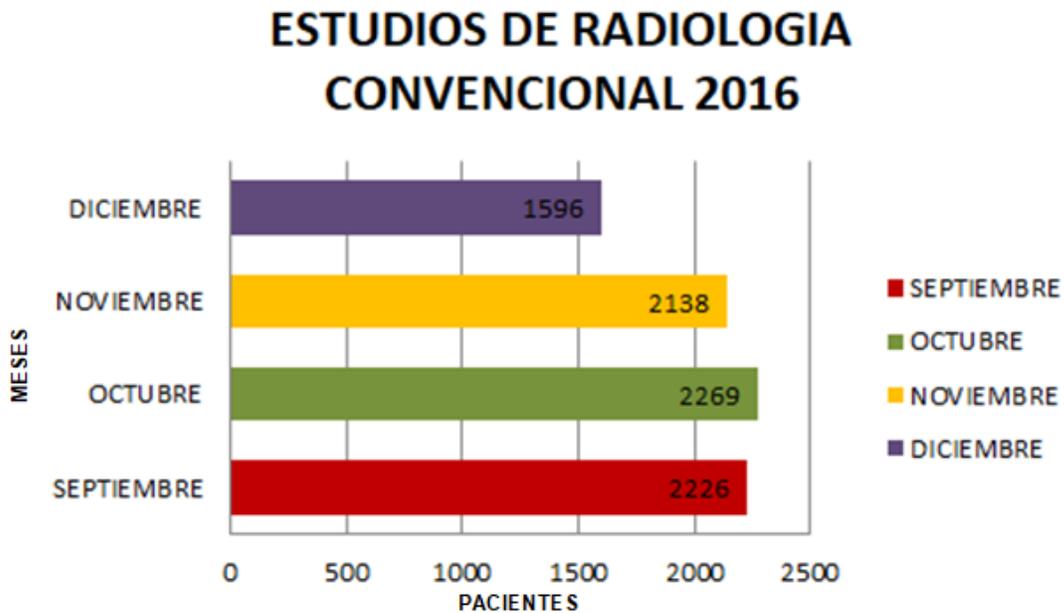


Figura 5, Diagrama de estudio convencionales radiología 2016

ESTUDIOS DE RADIOLOGIA CONVENCIONAL 2017- EQUIPO SHIDMAZU				
MES	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PACIENTES	2879	2594	2626	2278

Tabla 5. Pacientes atendidos en el año 2017 durante los meses para toma de datos.

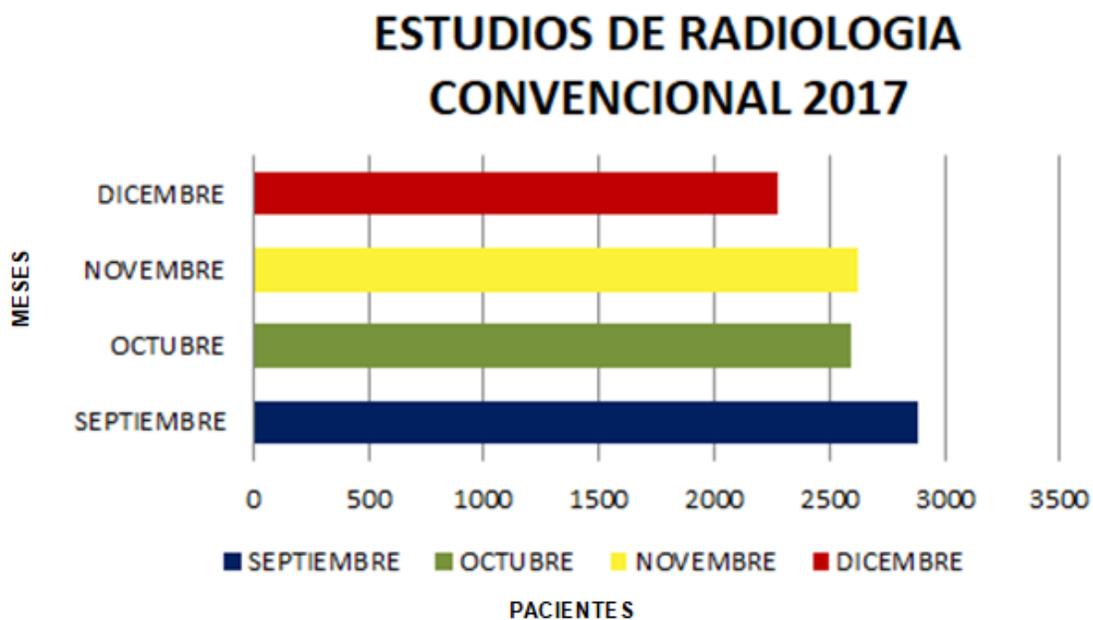
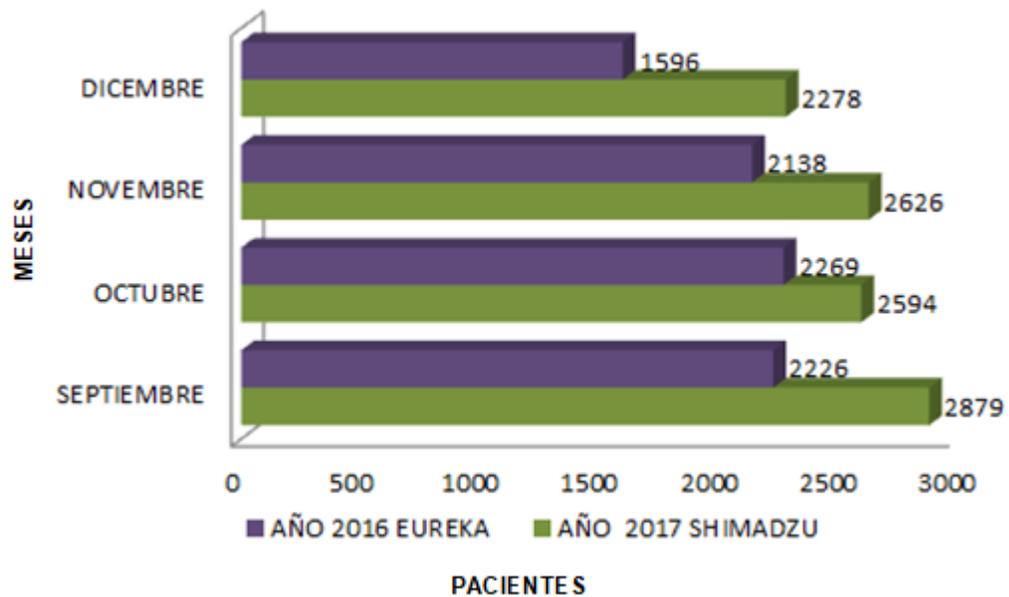


Figura 6, Diagrama de estudio convencionales radiología 2017



*Figura 7, Comparación del número de pacientes atendidos para la toma de Rayos X*

Mediante el uso de las estadísticas mostradas anteriormente en la figura 7 donde se puede observar que la diferencia de un equipo al otro en atención de usuarios es en promedio 600 pacientes lo que indica el aumento en el rango de estos 4 meses un 21% lo cual indica que el cambio del equipo mejoró el servicio en cuanto al número de pacientes atendidos y como consecuencia se mejoraron los ingresos a la clínica por mayor facturación de usuarios en este servicio.

CONSUMO DE ENERGIA kWh 2016				
MES	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
KW/H	10440	11960	12080	9600

Tabla 6. Consumo de kWh 2016

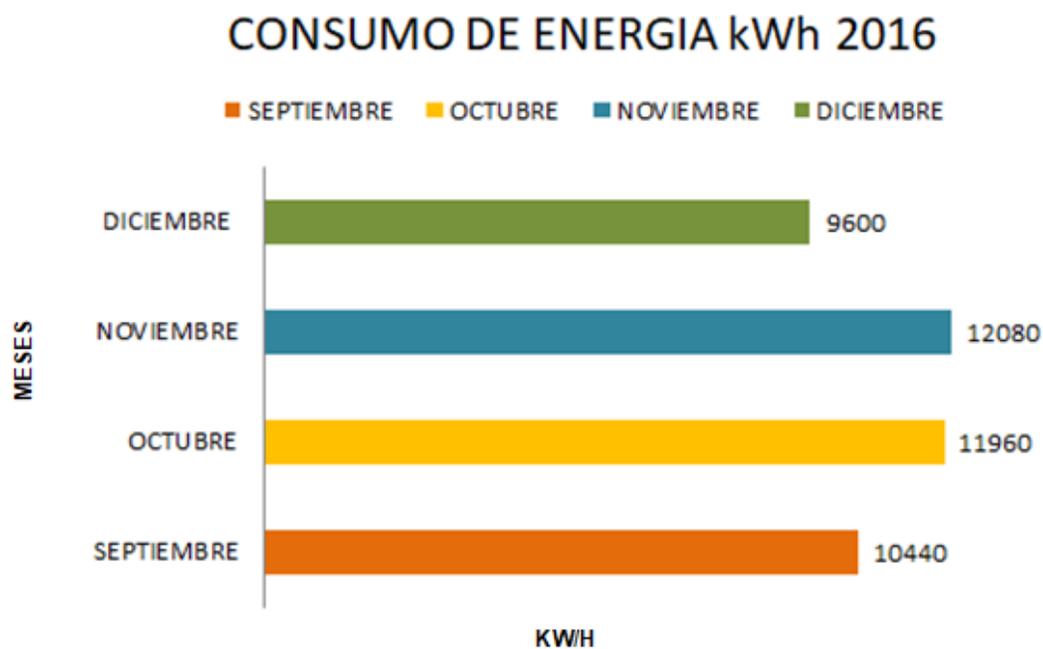


Figura 8, Diagrama de consumo de energía en el año 2016

CONSUMO DE ENERGIA kWh 2017				
MESES	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
KW/H	5800	6720	6260	6826

Tabla 7. Consumo de kWh 2017.

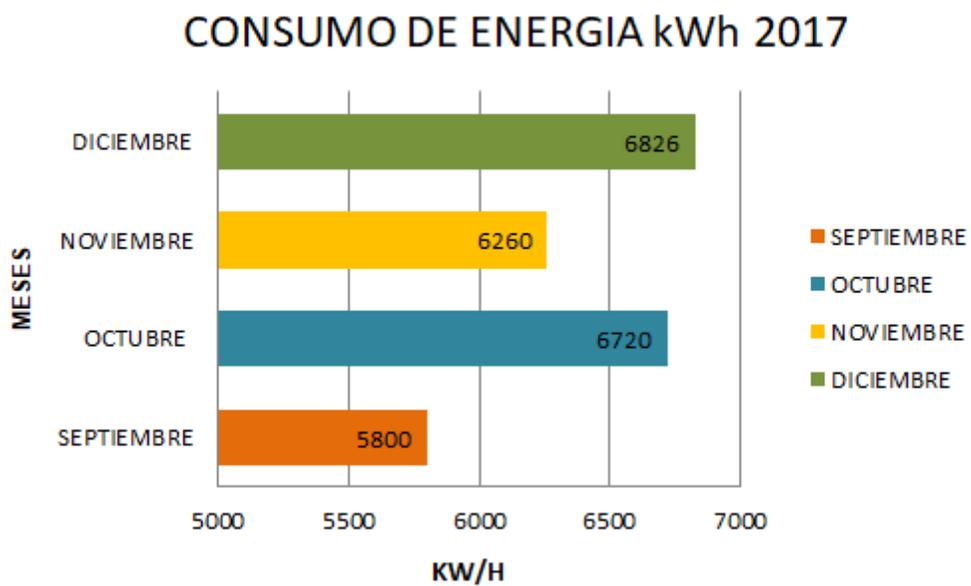


Figura 9, Diagrama de consumo de energía en el año 2017

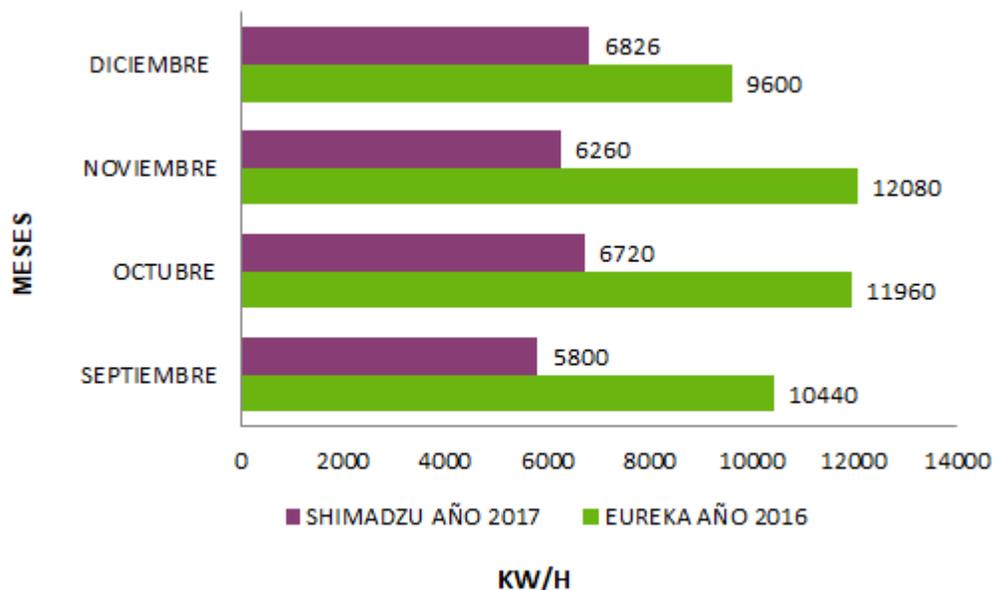


Figura 10, Comparación de los dos equipos de Rayos X respecto a costos de operación.

La figura 10 se observa la comparación que se hace en cuanto al consumo de energía entre el equipo EUREKA y SHIMADZU. Se evidencia notablemente que el equipo EUREKA consume en promedio 4618.5 kWh más que lo que consume el actual equipo Shimadzu evidenciando un ahorro de 42% de los de costo de operación que ha obtenido la clínica con la adquisición del nuevo equipo hablándolo en términos de pesos se ha obtenido un ahorro en promedio de 5.000.000 de pesos colombianos.

### 3.4. RECOMENDACIONES LUEGO DE ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA

<b>Especificaciones técnicas equipo de rayos X recomendado</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>REFERENCIA</b>
Generador radiológico de alta frecuencia de 500mA, 150kV, 32k, visualización de parámetros de forma digital	Kxo-32s/w2
Tubo de rayos X de ánodo giratorio de doble foco 0,6mm/1.2mm a 150 kV	DRX-1084B
Cables de alta tensión (15mts)	HC-150DCR
Columna piso-techo con desplazamiento longitudinal de 250cms y lateral 40 cm	DS-TA-5
Colimador manual	BLR-1000
Mesa Bucky: tablero flotante con desplazamiento longitudinal de 90 cms y lateral de +- con rejilla oscilante compatible con todos los tamaños	FBT-10
Detector de radiología digital y portátil de panel plano (sistema hibrido)	TFD-2010
<p><b>Sistema de procesamiento digital:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El procesamiento de la imagen y el funcionamiento del equipo se realiza en el mismo monitor.</li> <li>• Amplio rango dinámico y el procesamiento automático de la escala de grises, permiten que la imagen obtenida tenga una calidad estable.</li> <li>• El almacenamiento de DICOM permite la transferencia de la imagen a un servidor externo.</li> <li>• Discos magnéticos de 120gb x 2 en espejo lo que significa que puede guardar 5000 imágenes sin ser comprimidas</li> <li>• Tiempo del ciclo por imagen tomada es de 12 segundos</li> <li>• Hasta mil técnicas preestablecidas</li> </ul>	

Tabla 8. Especificaciones equipo recomendado a partir de la evaluación tecnológica desarrollada. Fuente: Cotización TMS-330V-16

En la tabla 8 mostrada anteriormente se muestran las especificaciones del equipo de rayos X que se recomienda para la adquisición de este, en pos de la ampliación que se desea desarrollar en la Clínica Belén de Fusagasugá, en donde encontramos un equipo híbrido, lo que indica que este cuenta con un procesador digital el cual toma la imagen y la procesa en alrededor de 12 segundos, siendo esta la primer ventaja con respecto a los otros equipos ya que la toma de la imagen tarda cerca de 6 segundos pero la digitalización de la imagen tarda 1 minuto con 25 segundos lo cual retrasa la toma del examen por paciente; además este equipo cuenta con porta chasis en juntos Bucky en caso de que el sistema de procesamiento de imágenes sufra algún tipo de daño lo que indica que el equipo no dejaría de funcionar entrando a operar de modo convencional, a menos que sufra una falla que no sea solucionable rápidamente.

Otra ventaja que conlleva este equipo es la mayor facturación de estudios por día ya que este equipo pasa de tomar un estudio que tarda en promedio 1 minuto con 31 segundos a 12 segundos ahorrando en tiempo un 87% con respecto al equipo convencional.

Lo anterior demuestra que la adquisición de este equipo es efectiva desde el punto de vista de la visión de calidad que la clínica ofrece ya que las imágenes proyectadas serian tomadas en tiempo real en donde el técnico no solo realiza técnicas básicas para el disparo del rayo sino también puede visualizar la imagen y la calidad de esta, también mejoraría el tiempo de toma por radiografía lo que conlleva a un incremento de pacientes atendidos por día, además la versatilidad que nos ofrece en caso de algún tipo de daño en sistema de procesamiento de imagen sin sufrir pérdidas económicas

por el no uso del equipo sin hablar que el equipo tiene características como un generador de alta frecuencia lo cual nos garantiza uniformidad durante la exposición, estabilidad ante fluctuaciones de la red de entrada, un menor tamaño en el diseño eléctrico y su respectivo gabinete , otra ventaja de estos equipos es la calibración ya que estos son más estables y esta dura en tiempos más prolongados.

## CAPITULO 4.

### ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PASANTIA

#### 4.1. ACTUALIZACION DE HOJAS DE VIDA

**Generación hojas de vida a equipos médicos:** Documento en el cual se encuentran los datos básicos de cada uno de los equipos que se encuentran dentro de la institución, este documento contiene datos como nombre, marca, modelo, serie, placa, fecha de elaboración, registro INVIMA, clasificación del equipo, riesgo, accesorios entre otros, en la clínica belén fue necesario hacer un cambio de versión de esta ficha.

La figura 11 hace una breve descripción o formulación para el desarrollo de las hojas de vida que se llevó a cabo durante las practicas realizadas en la clínica belén de Fusagasugá, para cada uno de los equipos de los diferentes servicios de la institución. Se hace cambio de versión de la hoja de vida ya que por decirlo igualmente este es el primer contacto que tenemos con los equipos médicos por ende es necesario que esta sea fácil de entender para el técnico e ingeniero que manipulen el dispositivo, además como también que tenga un orden argumentativo mostrando especificaciones claras del equipo y sus respectivos accesorios para así de esta manera poder planear un correcto mantenimiento preventivo y en caso tal de ser necesario un mantenimiento correctivo saber series especificaciones como voltaje, corriente o tipo de fusibles que se usan en el dispositivo.

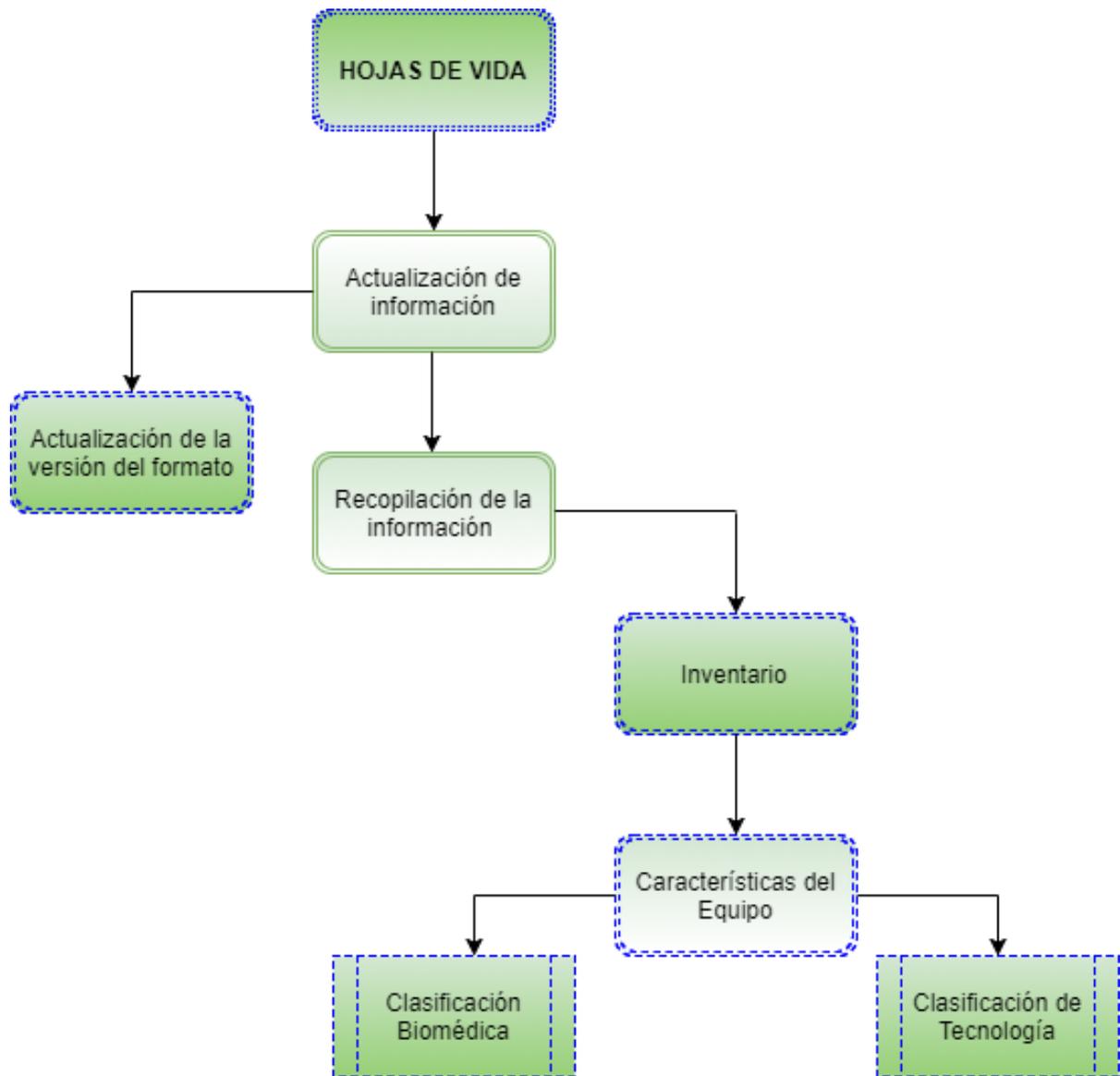
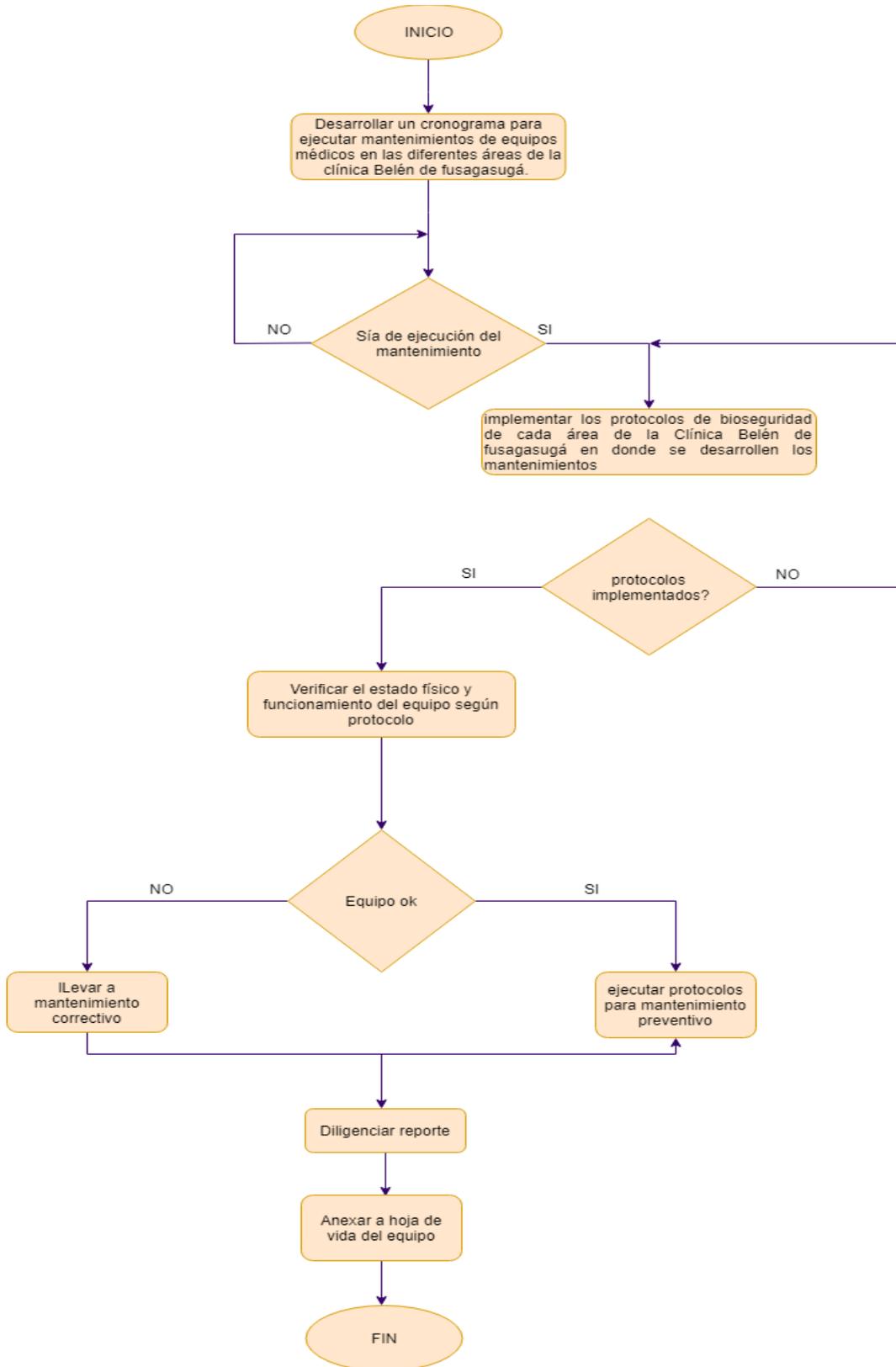


Figura 11, Construcción de actualización de hojas de vida.

**4.1. Ejecución de Mantenimiento preventivo:** Cuando hablamos de un mantenimiento preventivo a un equipo médico estamos en pocas palabras hablando de la vida del paciente y la calidad que se está presentando en cada uno de los servicios que se encuentran dentro de la Clínica Belén, ya que este se utiliza como herramienta de diagnóstico, de apoyo, de tratamiento entre otras funciones como la prolongación o mantenimiento de la vida; por ende como primera actividad fue necesario realizar un cronograma de actividad para el desarrollo de este en cada uno de los equipos existentes tomando como base el cronograma existente dentro de la institución respetando de esta manera los protocolos existentes, teniendo en cuenta que los mantenimientos preventivos terminan siendo un diagnóstico para la implementación de los mantenimientos correctivos; la figura 12 contiene el correcto desarrollo para la ejecución del mantenimiento preventivo.



**Figura 12, Ejecución de mantenimiento preventivo**

#### **4.1.1. Aplicación a Mantenimiento Preventivo**

En este espacio se analizara el proceso de un mantenimiento preventivo de un equipo médico, Monitor de Signos Vitales el cual consiste en el seguimiento de un protocolo el cual fue construido desde el punto de vista ingenieril, el cual se desarrolla con el propósito de mantener la vida útil del dispositivo este mantenimiento prolonga no solo la vida útil del equipo sino también del paciente por ende es necesario para que no presente falla el dispositivo o tal vez obtengamos una mala lectura de un parámetro para el paciente, a continuación se muestra en la figura 13 el protocolo que se sigue para dicho mantenimiento, de igual manera para la realización del mantenimiento es necesario haber programado con anterioridad la periodicidad, con la que se llevara a cabo los mantenimientos el cual debe estar en la respectiva hoja de vida, de igual manera es necesario notificar de ante mano al servicio la fecha en la cual se ejecutara los mantenimientos, y a la hora de ingresar al servicio es importante ejecutar los formalidades que se tengan para el ingreso.

PROGRAMACION DE MANTENIMIENTOS					
<b>ODONTOLOGIA</b>				<b>FISIOTERAPIA</b>	
febrero	12/02/2016	3/02/2017	febrero	9/02/2016	14/02/2017
mayo	9/05/2016	11/05/2017	mayo	17/05/2016	25/05/2016
agosto	11/08/2016	16/08/2017	agosto	10/08/2016	12/08/2017
noviembre	24/11/2016	20/11/2017	noviembre	23/11/2016	21/11/2017
<b>CONSULTA EXTERNA</b>			<b>CONSULTA EXTERNA CANEY</b>		
febrero	12/02/2016	3/02/2017	febrero	2/02/2016	7/02/2017
mayo	9/05/2016	10/05/2016	mayo	13/05/2016	16/05/2017
agosto	11/08/2016	12/08/2017	agosto	19/08/2016	21/08/2017
noviembre	12/10/2016	15/10/2017	noviembre	9/11/2016	15/11/2017
<b>SALAS QX</b>			<b>URGENCIAS</b>		
enero	20/01/2016	18/01/2017	Marzo	15/03/2016	7/03/2017
abril	13/04/2016	14/04/2017	junio	8/06/2016	6/06/2017
julio	6/07/2016	8/07/2017	sept	5/09/2016	5/09/2017
octubre	12/10/2016	20/10/2017	dici	1/12/2016	4/12/2017

Figura 13, Cronograma de mantenimientos preventivos. Fuente: Autor

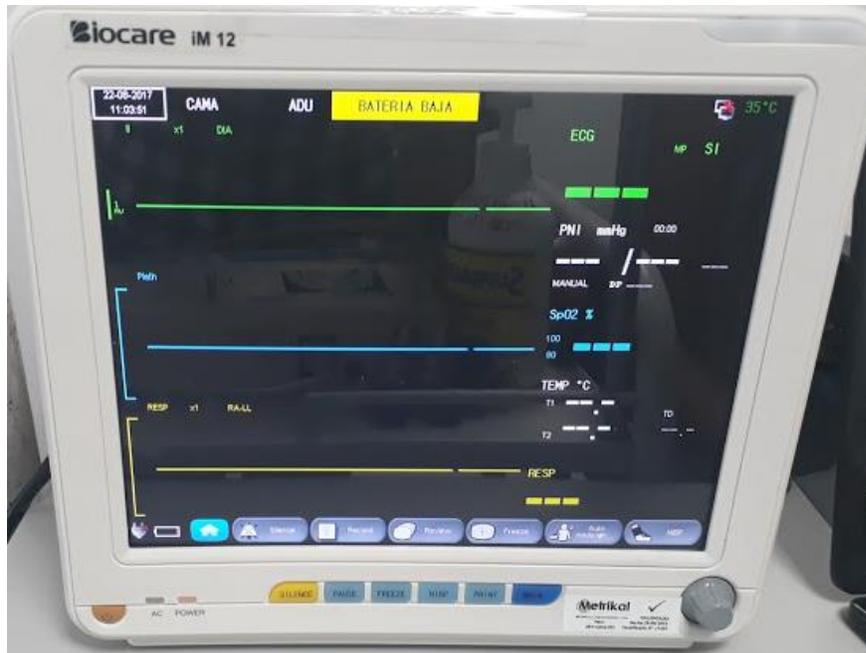


Figura 14 . Monitor Signos Vitales Fuente: Autor

**4.2. Ejecución de Mantenimiento correctivo:** El mantenimiento correctivo como su nombre lo dice es cuando el equipo está presentando algún tipo de fallo que no proporcione una calidad óptima para prestar un servicio adecuado en el área que se encuentre instalado; la figura 15 muestra el desarrollo para la ejecución de un mantenimiento correctivo.

Donde en primera instancia el coordinador del servicio en el que se encuentra el equipo que tiene algún tipo de falla, presenta una solicitud de servicio de mantenimiento que es el formato ilustrado en la figura 16, en el momento en que la solicitud este en el departamento de mantenimiento, se va realizar el diagnostico hasta el área donde este el equipo, dependiendo el grado de gravedad del daño se toma la decisión de si es o no retirado del servicio, para ser llevado a mantenimiento hasta que se encuentre en un correcto funcionamiento.

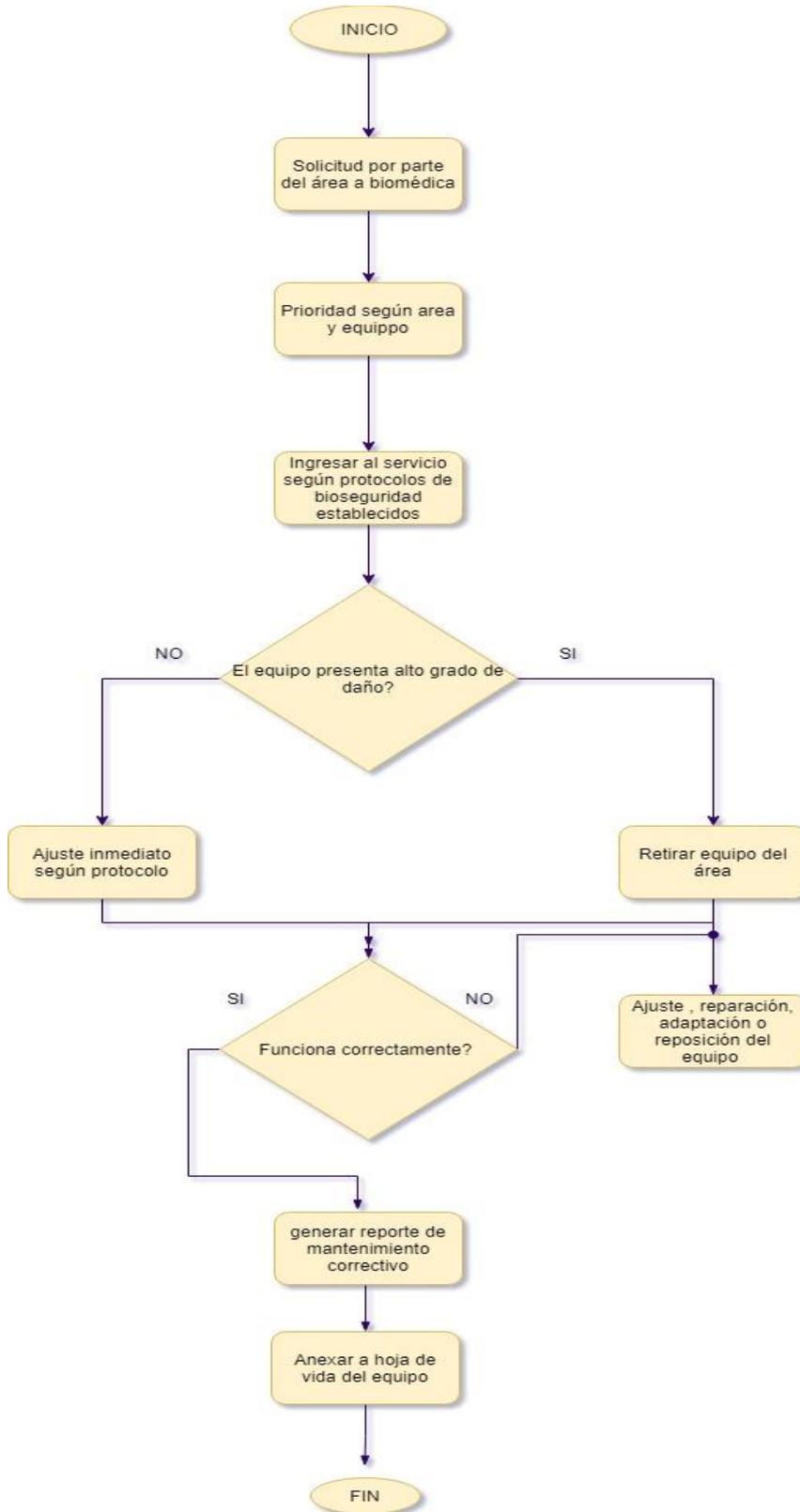


Figura 15, Ejecución de mantenimiento correctivo



## CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la pasantía se ejecutaron varias fases para evaluar, diagnosticar y finalmente realizar recomendaciones en pro del mejoramiento de la clínica Belén de Fusagasugá, realizando análisis estadísticos donde se logró determinar la mejora que se obtuvo con la compra del equipo shimadzu atendiendo un 21 % más de pacientes con respecto al anterior, así como también un ahorro del 42 % en costos operativos, optimizando de esta manera la prestación del servicio de imágenes diagnósticas de la institución.

Con el estudio realizado se determinaron las especificaciones técnicas para la adquisición de un nuevo equipo de rayos X, ya que la clínica proyecta realizar una ampliación de los servicios prestados, entre estos el área de imágenes diagnósticas. A partir de esta evaluación se puede coordinar con el comité encargado de compra y bajo las recomendaciones mostradas durante este informe que muestra las especificaciones que se necesitan para la compra entre las cuales se encuentra adquirir un equipo híbrido el cual cuenta con un procesador de imágenes incorporado pero también tiene la opción de usar un digitalizador externo en caso de que se llegue a detectar un problema con el procesador de imágenes logrando así que este equipo no quede fuera de servicio.

Se logró aumentar el flujo de usuarios atendidos en el servicio de imagenología, así como el ahorro de energía en el costo de operación del equipo, de esta forma se mejoraron los ingresos de la Clínica por parte de esta área, como lo indica el análisis comparativo a lo largo del trabajo.

Durante la pasantía realizada en la Clínica Belén se realizaron trabajos de planeación, ejecución de manteniendo en el área de biomédica de la clínica Belén de Fusagasugá, mostrando la importancia de generar un plan de mantenimiento coordinando no solo las áreas en las cuales se ejecutaran si no las actividades a desarrollar así como la prioridad de cada mantenimiento, garantizando de esta manera el correcto funcionamiento de los equipos y proporcionalmente a esto la calidad de servicio que se presta para la atención de pacientes

## RECOMENDACIONES

Se recomienda adquirir un sistema digitalizador más avanzado para reducir el tiempo de toma de estudio por paciente en un 50%, aumentando el número de usuarios atendidos así como los ingresos que este servicio genere.

También se sugiere realizar una plataforma en la cual se pueda recibir y contestar de manera formal a las solicitudes de los diferentes servicios, así como también la generación de la ejecución de los reportes de manera digital optimizando el servicio de biomédica.

Finalmente se sugiere tener en cuenta la evaluación de tecnología que se realizó al servicio de radiología a la hora de hacer la adquisición de los equipos de Rayos X en cuanto a costos vs estudios diagnósticos efectuados en el área de imagenología para evitar futuros costos a la institución que tal vez no se tenían contemplados.

## BIBLIOGRAFIA

- INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS.* (03 de 05 de 2009). Obtenido de <http://www.eselavirginia.gov.co/archivos/apoyo/Instructivoparaelmantenimientodeequiposbiomedicos.pdf>
- ARIZA, A. (2009). *INTRODUCCION A LA INGENIERIA BIOMEDICA(CAPITULO 10'ingenieria clinica')*. BUCARAMANGA: UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.
- Baños, A. M. (2 de 3 de 2002). *ELEMENTOS BÁSICOS EN LOS EQUIPOS Y HACES DE RAYOS X.* Recuperado el 10 de 2017
- Baños, M. A. (s.f.). *ELEMENTOS BÁSICOS EN LOS EQUIPOS Y HACES DE RAYOS X.* . Recuperado el 10 de 2017
- Castaño, J. M. (06 de 2009). *Scielo.* Obtenido de revista de ingenieria biomedica: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-97622009000100005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-97622009000100005)
- CLINICA BELEN DE FUSAGASUGA.* (s.f.). Obtenido de <http://www.clinicabelen.com.co/servicios>
- Commission, I. E. (2017). Recuperado el 2017 de 8 de 6, de <http://www.iec.ch/about/?ref=menu#top>
- CUASTUMAL, H. E. (2014). *REALIZACION DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS, CORRECTIVOS E IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTOS PREDICTIVOS...* PASTO.
- Donoso, F. (2003). Recuperado el 10 de 2017, de <http://www.fcs.uner.edu.ar/libros/archivos/ebooks/Otros/EquipoRx.pdf>
- e-sanitas. (s.f.). Obtenido de [http://www.e-sanitas.edu.co/Cursos/radiologia\\_tecnologos/Modulo%203/principios.html](http://www.e-sanitas.edu.co/Cursos/radiologia_tecnologos/Modulo%203/principios.html)
- EXPLORABLE.COM. (2008). *EXPLORABLE.* Obtenido de <https://explorable.com/es/proposito-de-la-investigacion>
- Francisca, D. (2003). *Equipo de Rayos X y su Funcionamiento.* Chile: del cardo.
- FUSAGASUGA, C. B. (s.f.). *imagenes diagosticas.* Obtenido de <http://www.clinicabelen.com.co/imagenes-diagnosticas>
- FUSAGASUGA, C. B. (s.f.). *politica d calidad.* Obtenido de <http://www.clinicabelen.com.co/poltica-de-calidad>
- Glanfranco Passariello, F. M. (1995). *IMAGENES MEDICAS (Adquisicion, analisis, procesamiento e interpretacion).* Equinoccio.

- invima. (22 de 05 de 2012). Recuperado el 2017 de 10 de 10, de  
[http://www.invima.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2377&Itemid=1900](http://www.invima.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=2377&Itemid=1900)
- ISOTools. (s.f.). (NORMAS ISO) Recuperado el 26 de 08 de 2017, de <https://www.isotools.org/normas/>
- LEONARDO CUBILLOS, p. d. (s.f.). *EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD: APLICACIONES Y RECOMENDACIONES EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD SOCIAL EN SALUD COLOMBIANO*. Obtenido de programa de apoyo a la reforma de salud :  
<https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/Evaluaci%C3%B3n%20de%20Tecnologias%20en%20Salud.pdf>
- minsalud. (s.f.). *GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE SALUD (ETS) EN INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD (IPS)*. Obtenido de  
[https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/Guia\\_evaluacion\\_de\\_tecnologias\\_en\\_salud.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/Guia_evaluacion_de_tecnologias_en_salud.pdf)
- MIRALBA CARVAJAR, M. V. (OCTUBRE 10 2009). *PLAN PROSPECTIVO EN INNOVACION DE TECNOLOGIA Y SERVICIOS EN GAMAGRAFIA EN EL CENTRO DE IMAGENES DE OCCIDENTE EN POPAYAN*. UNAD.
- oms. (s.f.). OMS. Obtenido de  
[http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3418%3A2010-medical-devices-regulation&catid=5868%3Amedical-devices&Itemid=41722&lang=es](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=3418%3A2010-medical-devices-regulation&catid=5868%3Amedical-devices&Itemid=41722&lang=es)
- organization, w. h. (2011). *MEDICAL EQUIPAMENT MAINTENANCE PROGRAMME OVERVIEW*. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.
- pablo, h. s. (s.f.). *INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS EDICOS*. Obtenido de  
<http://www.eselavirginia.gov.co/archivos/apoyo/Instructivoparaelmantenimientodeequiposbio medicos.pdf>
- roberto c. redondo melchor, f. r. (2012). *Conceptos de gradiente y de derivada*. universidad de salamanca.
- Ronney B. Panerai, J. P. (1990). Evaluacion de Tecnologias en Salud.
- roserp, h. h. (2009). *implementacion de mantenimientos...* san juan de pasto: universidad de nariño.
- salud, m. d. (s.f.). Recuperado el 26 de 08 de 2017, de  
[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%202535%20de%202013.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%202535%20de%202013.pdf)
- SOCIAL, M. D. (Diciembre 26 2005). *DECRETO NUMERO 4725 DE 2005*.
- Swokowski, E. W. (1989). *Calculo Con Geometria Analitica*. Mexico: Grupo Editorial Iberoamerica.

Xu, L. (2012). *MERCADO DE EQUIPAMIENTO MÉDICO DE DIAGNÓSTICO E IMAGENOLÓGÍA DEL SECTOR SALUD PÚBLICO EN CHILE*. santiago de chile : UNIVERSIDAD DE CHILE.

## ANEXOS

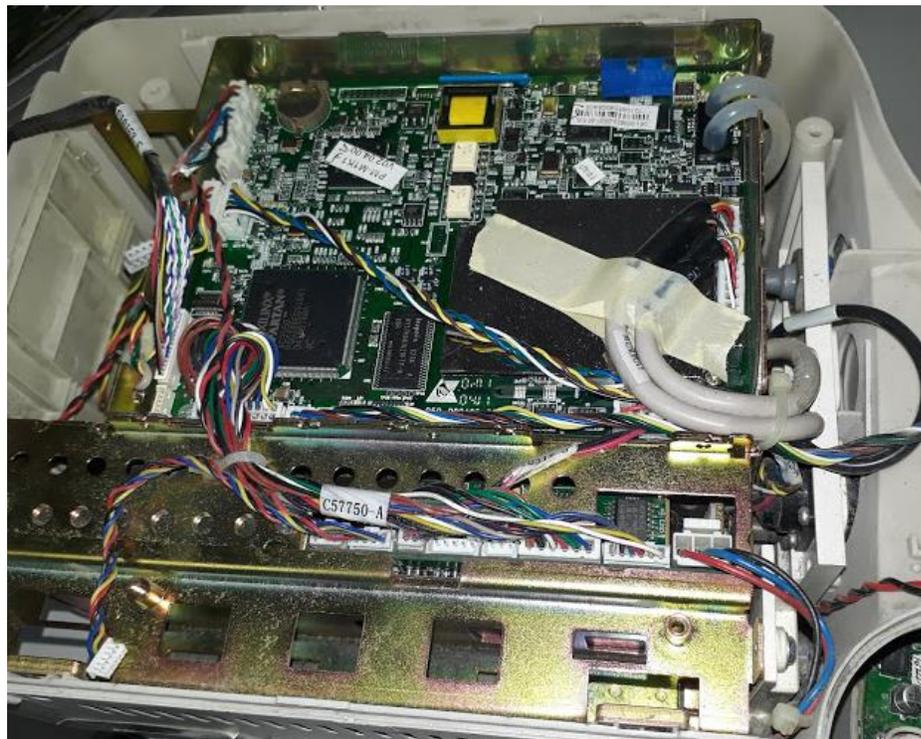
### MANTENIMIENTO CORRECTIVO EQUIPO RAYOS X



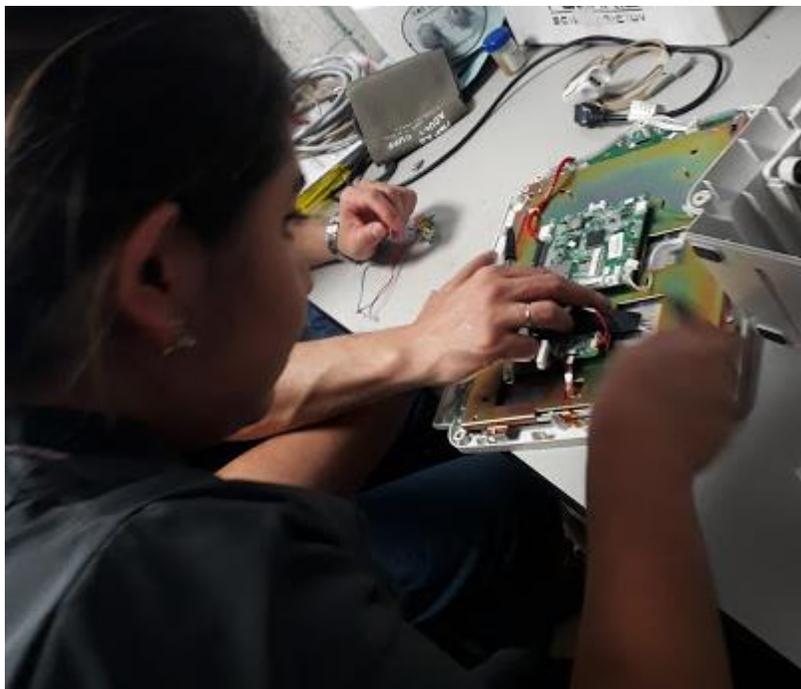
*Ilustración 1, Alineación de la ventana del colimador con el Bucky mural.*



*Ilustración 2, limpieza de cables de alta tensión en el generador a causa de arcos formados en el equipo.*

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

*Ilustración 3. Tarjeta multiparamétrico monitor signos vitales*



**Ilustración 4. Tarjeta principal de monitor multiparamétrico junto con pantalla LCD**



***Ilustración 5. Monitor con más de 3 años sin mantenimientos preventivo***



**Ilustración 6. Capacitación de mantenimientos preventivos a equipos de salas de cirugía**



**Ilustración 7. Capacitación de desfibrilación.**

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO

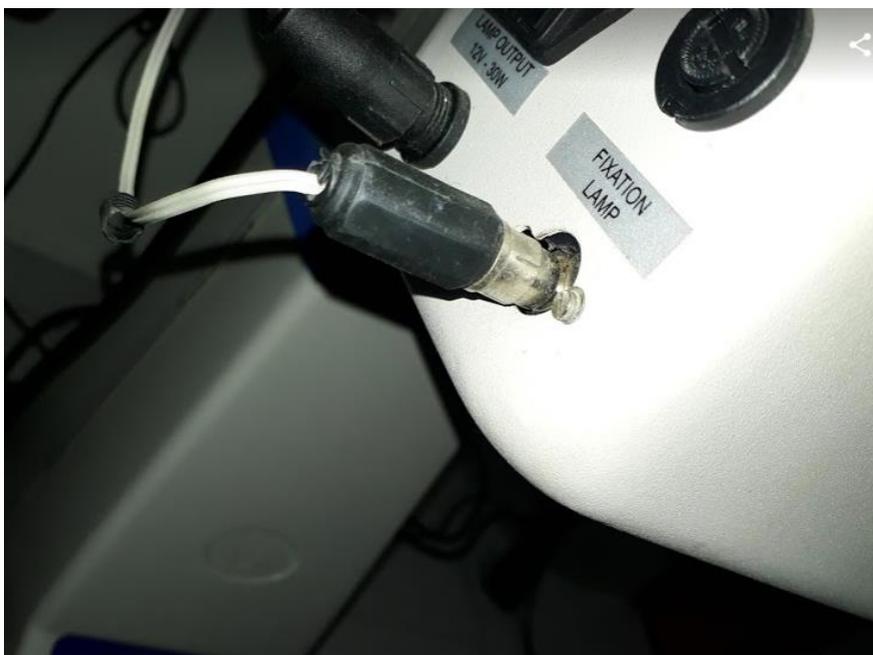
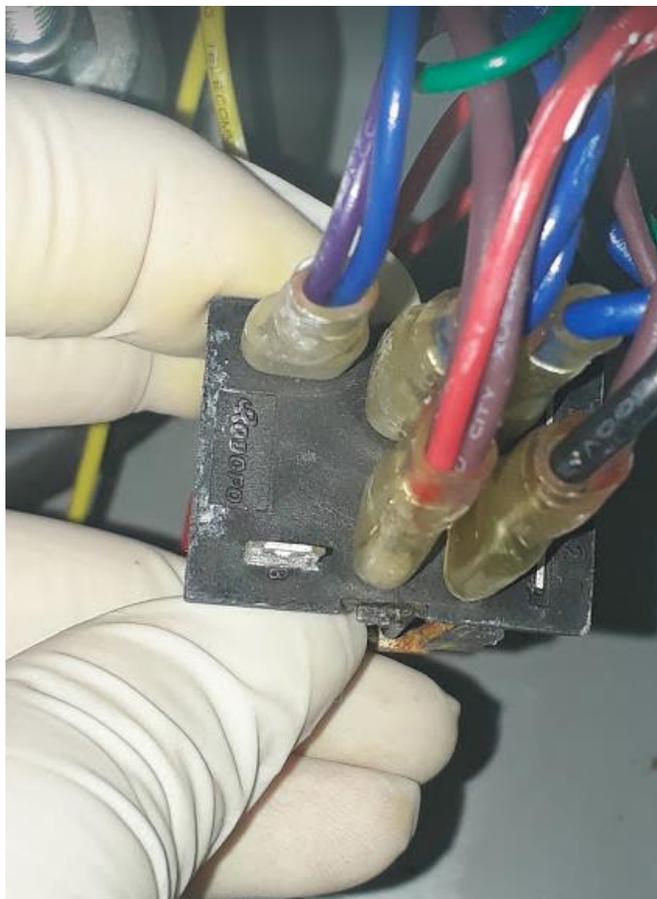


Ilustración 8. Mantenimiento correctivo a lámpara de hendidura



Ilustración 9. Correctivo lámpara hendidura



**Ilustración 10. Cambio de relevo a succionador**

A continuación se muestra una tabla con la cantidad de hojas de vida realizadas así como también de la ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos.

<b>TOTAL DE EJECUCION DE MANTENIMIENTOS Y REALIZACION DE HOJAS DE VIDA DURANTE EL TIEMPO DE PASANTIA</b>			
<b>SERVICIO</b>	<b>HOJAS DE VIDA</b>	<b>MTO PREVENTIVO</b>	<b>MTO CORRECTIVO</b>
CONSULTA EXT CANEY	55	55	7
UCI	98	60	38
FISIOTERAPIA	59	42	39
HOSPITALIZACION 4TO	12	9	5
HOSPITALIZACION 5TO	14	8	3
HOSPITALIZACION 6TO	20	16	13
HOSPITALIZACION ADULTOS	15	14	0
HOSPITALIZACION PEDIATRIA	31	29	28
SALAS DE CIRUGIA	50	83	28
URGENCIAS	42	55	30
OBSERVACION ADULTOS	9	14	14
OBSERVACION PEDIATRIA	8	17	15
CONSULTA EXT PIEDRA GRANDE	130	119	15

LABORATORIO	25	47	9
UNIDAD TRANSFUSIONAL	11	12	0
ODONTOLOGIA	24	57	0
<b>TOTAL</b>	<b>578</b>	<b>637</b>	<b>244</b>