



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS
MÉDICOS EN EL ÁREA DE SERVICIOS DEL CENTRO MÉDICO
MARÍA BELÉN S.R.L. – CAJAMARCA**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bachiller: Janela Lizbeth Aliaga Cojal

Bachiller: Jorge Daniel Lobato Quispe

Asesor:

Mg. Ing. Wilson Alcides Gonzales Abanto

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

mi vida A Dios, por haberme llenado de bendición y buena salud a lo largo de y por darme esa fortaleza para poder culminar esta etapa de mi vida, logrando mis objetivos y poder levantarme en los momentos difíciles.

A mis padres María Cojal Marchena y Nemecio Aliaga Villanueva, por todo el amor, apoyo, el esfuerzo que dedicaron para guiarme por el buen camino y enseñarme las cosas más importantes de la vida para ser una persona de bien.

A mi hermana Fiorela Aliaga Cojal, por estar siempre conmigo apoyándome en los momentos difíciles y ser mi inspiración para lograr mis objetivos.

Janela Lizbeth, Aliaga Cojal

A Dios, por cada detalle y momento durante la realización de esta tesis, gracias a él por ser la base de mi moral, por cada día en el que me permitió despertar no solo con vida, sino que también me permitió continuar con salud, fuerzas y empeño.

A mis padres Agripina Quispe Alvarado, Arcenio Solano Lobato Cruzado y a mi hermano Deisy Yobana Lobato Quispe, por ser los pilares de mi vida con su apoyo incondicional que permitió que cada experiencia que he pasado fueran momentos de aprendizaje, que me ayudaron a crecer como persona y como profesional.

Jorge Daniel, Lobato Quispe

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que nos apoyaron en todo el transcurso de desarrollo de esta Investigación. A la plana docente que forma parte de la carrera Ingeniería Industrial por haber compartido sus conocimientos y todos sus consejos a lo largo de nuestra formación profesional, en especial al Ing. Wilson Alcides Gonzales Abanto por su tiempo y dedicación en la asesoría brindada durante el proceso de esta investigación.

Janela Lizbeth, Aliaga Cojal

A mis abuelos, tíos, primos y amigos que estuvieron apoyándome de una u otra manera en el desarrollo de mi vida profesional. A los docentes y director de la carrera de Ingeniería Industrial por haber compartido sus conocimientos, consejos y experiencias que me ayudaron en mi formación profesional. A nuestro asesor, el Ing. Wilson Alcides Gonzales Abanto por el compromiso, consejos y apoyo que tuvo con nosotros en el desarrollo de nuestra investigación.

Jorge Daniel, Lobato Quispe

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN	11
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO II. METODOLOGÍA	17
CAPITULO III. RESULTADOS	26
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	103
REFERENCIAS	108
ANEXOS	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Técnicas de Recolección y Análisis de Datos</i>	18
Tabla 2	<i>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</i>	18
Tabla 3	<i>Procedimiento de la Recopilación de Datos</i>	19
Tabla 4	<i>Procedimiento de la Aplicación de la Encuesta</i>	20
Tabla 5	<i>Procedimiento de Observación Directa</i>	20
Tabla 6	<i>Diseño Metodológico del Sistema de Mantenimiento Preventivo</i>	24
Tabla 7	<i>Datos Generales del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L.</i>	26
Tabla 8	<i>Personal del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L.</i>	27
Tabla 9	<i>Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF) en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2015-2019</i>	39
Tabla 10	<i>Tiempo Promedio de Reparación (MTTR) en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2015-2019</i>	40
Tabla 11	<i>Tiempo de Reparación Acumulada en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2015-2019</i>	41
Tabla 12	<i>Porcentaje de Disponibilidad Inherente de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2015-2019</i>	42
Tabla 13	<i>Operacionalización de Variables Cuantificadas</i>	43
Tabla 14	<i>Actividades del mantenimiento preventivo del Ecógrafo SAR-R7</i>	47
Tabla 15	<i>Programación de Mantenimiento Preventivo del Ecógrafo SAR-R7</i>	51
Tabla 16	<i>Actividades del mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (1V37A545)</i> ... 53	
Tabla 17	<i>Programación de mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (1V37A454)</i> 56	
Tabla 18	<i>Actividades del mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (7123317)</i>	58

Tabla 19	<i>Programación de mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (1V37A454) 61</i>	61
Tabla 20	<i>Actividades del mantenimiento preventivo del Arco en C.....</i>	64
Tabla 21	<i>Programación de mantenimiento preventivo del Arco en C.....</i>	67
Tabla 22	<i>Cronograma de Mantenimiento Preventivo Ecógrafo SAR-R7.....</i>	69
Tabla 23	<i>Cronograma del Mantenimiento Preventivo de Torre de Endoscopia (1V37A454)</i>	71
Tabla 24	<i>Cronograma del Mantenimiento Preventivo de la Torre de Endoscopia (7123317)...</i>	73
Tabla 25	<i>Cronograma del Mantenimiento Preventivo del Arco en C</i>	76
Tabla 26	<i>Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF) en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2020-2024.....</i>	88
Tabla 27	<i>Tiempo Promedio de Reparación (MTTR) en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2020-2024.....</i>	88
Tabla 28	<i>Porcentaje de Disponibilidad Inherente de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2020-2024.....</i>	89
Tabla 29	<i>Operacionalización de Variables Cuantificadas después de la Propuesta de Mejora</i>	91
Tabla 30	<i>Costo de Implementación.....</i>	92
Tabla 31	<i>Sueldo de Personal Técnico.....</i>	94
Tabla 32	<i>Gastos Administrativos</i>	94
Tabla 33	<i>Costos Proyectados.....</i>	96
Tabla 34	<i>Indicadores de Ahorro.....</i>	97
Tabla 35	<i>Flujo de Caja Neto Proyectado</i>	97
Tabla 36	<i>Evaluación de Indicadores Financieros</i>	98
Tabla 37	<i>Indicadores de Ahorro en un Escenario Optimista</i>	99
Tabla 38	<i>Flujo de Caja Neto Proyectado en un Escenario Optimista.....</i>	99

Tabla 39	<i>Evaluación de Indicadores Financieros en un Escenario Optimista</i>	<i>100</i>
Tabla 40	<i>Indicadores de Ahorro en un Escenario Pesimista.....</i>	<i>101</i>
Tabla 41	<i>Flujo de Caja Neto Proyectado en un Escenario Pesimista.....</i>	<i>101</i>
Tabla 42	<i>Evaluación de Indicadores Financieros en un Escenario Pesimista.....</i>	<i>102</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Organigrama del Centro Médico María Belén S.R.L. - Cajamarca</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2 Mapa de procesos del Sistema de Mantenimiento Correctivo del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3 Diagrama Causa – Efecto del área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4 Matriz FODA.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 5 Diagrama de Pareto de los equipos médicos del área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca</i>	<i>36</i>
<i>Figura 6 Comportamiento del Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF), en horas de los equipos médicos críticos en el periodo estudiado (2015-2019).....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 7 Comportamiento del Tiempo de Reparación Acumulada en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2015-2019</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8 Comportamiento de la Disponibilidad Inherente de los equipos médicos críticos en el periodo estudiado.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 9 Flujograma del Mantenimiento Preventivo.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 10 Flujograma de Mantenimiento Correctivo.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 11 Flujograma del Diseño y Desarrollo del Mantenimiento Preventivo.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 12 Parte Frontal del Ecógrafo SAR-R7 (Samsung Medison CO., LTD., 2007).....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 13 Parte Trasera del Ecógrafo SAR-R7 (Samsung Medison CO., LTD., 2007).....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 14 Identificación de partes de la Torre de endoscopia (1V37A545) (Ingeniaritza Elektronikoa Fujimon, 2006).....</i>	<i>55</i>

<i>Figura 15 Tanque de agua Torre de Endoscopia (7123317) (OLYMPUS CORPORATION INC., 2008)</i>	59
<i>Figura 16 Identificación de parte de la Torre de Endoscopia (7123317) (OLYMPUS CORPORATION INC., 2008)</i>	60
<i>Figura 17 Reconocimiento de Piezas y Componentes del Arco en C (IRE RAYOS X SAC, 2011)</i>	66
<i>Figura 18 Ficha técnica de los equipos biomédicos</i>	79
<i>Figura 19 Hoja de vida de los equipos biomédicos</i>	80
<i>Figura 20 Hoja de rutina de inspección y limpieza</i>	81
<i>Figura 21 Solicitud de Mantenimiento de Equipos biomédicos</i>	82
<i>Figura 22 Orden de trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo</i>	83
<i>Figura 23 Carta de lubricación</i>	84
<i>Figura 24 Procedimiento de reparación y cambio de partes</i>	85
<i>Figura 25 Comportamiento de la Disponibilidad Inherente de los equipos médicos críticos en el periodo proyectado</i>	90
<i>Figura 26 Flujo de Caja Proyectado</i>	98

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF).....</i>	<i>22</i>
<i>Ecuación 2. Tiempo Promedio en Reparación (MTTR).....</i>	<i>23</i>
<i>Ecuación 3. Disponibilidad Inherente.....</i>	<i>23</i>
<i>Ecuación 4 Total de Tareas Preventivas.....</i>	<i>23</i>
<i>Ecuación 5 Cumplimiento de Tareas Preventivas.....</i>	<i>24</i>
<i>Ecuación 6 Cumplimiento de Inspección.....</i>	<i>24</i>

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar un Sistema de Mantenimiento Preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca. Los métodos y técnicas que se consideraron en la investigación fueron; la entrevista, encuesta, análisis FODA y observación directa. Además de herramientas como el análisis de Pareto, el análisis Causa- Efecto o Ishikawa; todas ellas nos ayudaron a la recolección, procesamiento y al análisis de datos. Como resultados, hemos obtenido que la disponibilidad de los equipos médicos críticos fue del 89%, considerado a nuestro criterio como muy baja, por tratarse de equipos utilizados en la ciencia de la salud. Así como porcentajes del 0% en las tareas preventivas. En conclusión, se logró aumentar la disponibilidad de los equipos estudiados de un 89% a un 94%, al mismo tiempo se logró una evolución económica – financiera, que muestra una rentabilidad de S/4.00 por cada sol invertido, una tasa interna de retorno de 100.4% y un VAN de S/105,726.65 en un escenario optimista y en un pesimista se generó un índice de rentabilidad de S/0.19 por cada sol invertido, una tasa interna de retorno de 12.8% y un VAN de S/5,111.88.

Palabras clave: Sistema, Gestión, Mantenimiento, Preventivo, Disponibilidad, Equipos Médicos.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

Al año 2019 la competitividad empresarial en el sector de salud ha ido incrementando, dando paso a la implementación de nuevos y mejorados métodos para aumentar la eficiencia en los centros médicos. Un aspecto vital en los centros de salud, es la eficiencia de los equipos médicos con los que cuentan para sus diversas áreas de especialización médicas, por tal motivo es que el mantenimiento de dichos equipos médicos es de suma importancia. Según el diario La República (2019), la directora del Hospital Regional de Cajamarca, Doris Zelada Chávarri, admitió que a la fecha el hospital ha sido rebasado por la gran cantidad de pacientes que atiende. A esto se suma los equipos obsoletos. Entonces el objetivo del sistema de mantenimiento garantiza la disponibilidad y el funcionamiento óptimo, eficiente, confiable y seguro.

En el 2015, Uscátequi nos menciona que un sistema de gestión de mantenimiento óptimo permite que la empresa mejore considerablemente las actividades diarias del departamento, asimismo que tenga un control y efectiva ejecución de las actividades que sean programadas, para dar cumplimiento al plan diseñado, garantizando así la disponibilidad y confiabilidad, extendiendo la vida útil de los equipos. Además, menciona que dicho sistema de gestión de mantenimiento contribuyo para la organización y programación de los trabajos de mantenimiento y seguimiento a los indicadores de gestión del departamento de Confiabilidad y Proyectos en la empresa Petro Santander Colombia.

Así también Astete & Palomino (2016), encontró que los equipos biomédicos de las unidades críticas del Hospital Regional del Cusco se trabajan sin un plan de mantenimiento preventivo establecido bajo los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud, realizando únicamente mantenimiento correctivo generando incremento en los costos de reparación de los equipos

biomédicos y no cuenta con registros históricos que permitan medir y controlar la gestión del mantenimiento. De igual manera en el 2016, Astete & Palomino, concluyó que los equipos biomédicos no cumplen con los estándares de la Organización Mundial de la Salud para lo cual recomienda utilizar el plan de mantenimiento preventivo propuesto y utilizar el software de mantenimiento hospitalario para sistematizar el plan de mantenimiento preventivo propuesto.

En el 2018, Organización Mundial de Salud en su artículo, exponen que los dispositivos médicos son bienes con un efecto directo sobre la vida humana. Exigen una inversión considerable y muchas veces tienen altos costos de mantenimiento. Por lo tanto, es importante contar con un programa de mantenimiento adecuadamente planificado y gestionado, para que los equipos médicos de un centro de salud sean fiables y estén disponibles cuando se los necesita para procedimientos diagnósticos y para el tratamiento y seguimiento de los pacientes. Además, un programa de este tipo eleva el rendimiento de los equipos y minimiza los costos relacionados con su posesión. Es por ello que una estrategia de mantenimiento incluye procedimientos de inspección y también de mantenimiento preventivo y correctivo.

Según Sánchez, Chuquival, & Ruiz (2016), determinó la importancia del Plan de Mantenimiento Preventivo en la prolongación de la vida útil de los equipos, y en el mantenimiento para un funcionamiento adecuado, han determinado diez pasos generales que debe poseer una rutina de mantenimiento. Estos pasos generales son los que constituyen la base de las rutinas para cada equipo; su aplicabilidad es determinada por las características específicas de cada equipo, los cuales son: condiciones ambientales, limpieza interna y externa, inspección externa del equipo, limpieza integral interna, inspección interna, lubricación y engrase, remplazo de ciertas partes, ajustes y calibración, pruebas funcionales completas y revisión de seguridad eléctrica.

Cajamarca es considerado como la sexta región con la mayor tasa de mortalidad estandarizada media por enfermedades digestivas del Perú (Castillo & Flores, 2019), es por ello que en el Centro Médico María Belén S.R.L.; es uno de los pocos centros especializados para atender a pacientes con problemas gástricos. Sin embargo, en el 2016, RPP Noticias reporta la demanda de pacientes con problemas gástricos ha ido aumentando en los últimos años, unos 500 pacientes con posibilidades de tener cáncer gástrico fueron trasladados a la ciudad de Trujillo para ser atendidos por el colapso de los centros médicos y la falta de especialistas. Entonces debido a la gran demanda de pacientes, los centros de atención como el Centro Médico María Belén S.R.L.; no deben de frenar sus actividades, por esta razón sus equipos médicos deben estar en óptimas condiciones, con un plan adecuado de mantenimiento preventivo.

El Centro Médico María Belén S.R.L.; viene atendiendo desde el año 2002 y es uno de los principales centros médicos especialistas en patologías gástricos, con una aproximado de 20 a 25 pacientes diarios. Dicho centro médico presenta algunos inconvenientes y/o problemas en el área de servicios que radican en el tema de los equipos médicos. Las cuales son; algunos equipos están fuera de funcionamiento que no son reparados, incluso el tiempo de reparación de los equipos es muy alta, 2 a 3 días. Dicho centro médico carece de un plan de mantenimiento preventivo en sus equipos especializados que garanticen su disponibilidad.

Según García (2014), nos menciona que un sistema de mantenimiento preventivo se define habitualmente como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. Entonces el mantenimiento preventivo mantiene en funcionamiento los equipos mediante la supervisión de planes que deben realizarse en fechas programadas, siendo estos planes muy completos debido a que en estos se detallan todos los materiales, las

herramientas y los repuestos a emplearse en dicho mantenimiento. Además, el mantenimiento preventivo evita las paradas no programadas, las cuales se genera debido a que el personal está acostumbrado a hacer trabajar las maquinas por largos periodos de tiempo sin efectuar mantenimiento gracias a la velocidad que poseen al reparar las fallas bajo presión.

La Disponibilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un periodo de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación (Ortiz, 2016). El factor primario que distingue a las empresas líderes en disponibilidad es que ellas reconocen que la confiabilidad no es simplemente un resultado del esfuerzo de reparación, ellas están convencidas de que la eliminación de las fallas crónicas es su misión primordial. Las reparaciones en el mantenimiento, en este tipo de industria, son vistas de forma diferente.

Las reparaciones no son esperadas, son vistas como casos excepcionales y resultantes de alguna deficiencia en la política de mantenimiento o descuido de la gerencia de mantenimiento.

Un análisis detallado del problema, acompañado por un programa sólidamente estructurado de mejora de la confiabilidad, es la base para la eliminación de mucho trabajo innecesario.

1.2 Formulación del Problema

¿En qué medida el diseño de un Sistema de Mantenimiento Preventivo aumentará la disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca?

1.3 Objetivos

Objetivo general.

Diseñar un Sistema de Mantenimiento Preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

Objetivos específicos.

- Elaborar un análisis de disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.
- Diseñar un Sistema de Mantenimiento Preventivo en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.
- Medir los indicadores de la variable dependiente e independiente, después del diseño del sistema de Mantenimiento Preventivo en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.
- Realizar la evaluación económica – financiera del diseño de Sistema de Mantenimiento Preventivo en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

1.4 Hipótesis

Hipótesis general.

El diseño de un Sistema de Mantenimiento Preventivo aumentará la disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

CAPITULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de Investigación

Según el Objetivo es, aplicada porque el ámbito al que esta aplicada es muy específico y bien delimitado, ya que no se trata de explicar una amplia variedad de situaciones, sino que más bien se intenta abordar un problema específico. Según el nivel de profundización en el objeto de estudio es, explicativa porque es utilizada con el fin de intentar determinar las causas y consecuencias de un fenómeno concreto. Según el tipo de datos empleados es, cuantitativa porque se basa en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición. Según el grado de manipulación de las variables es, cuasi - experimental porque se pretende manipular una o varias variables concretas, pero no posee un control total sobre todas las variables.

2.2 Operacionalización de variables

El presente trabajo de investigación está conformado por una variable dependiente y una variable independiente, para poder desarrollarlas es necesario disponer de métodos basados en indicadores que sean capaces de monitorear las diferentes variables, como se muestra en la Matriz de Operación de variables (Anexo n°1).

Variable Dependiente: Disponibilidad de los Equipos

Conjunto de actividades destinadas a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y limpieza que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

+

Es la confianza que se tiene de que un componente, equipo o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente un tiempo establecido.

2.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos.

Para la presente investigación se ha considerado tres métodos, que incluyen datos cuantitativos y observación; tomando en cuenta las técnicas que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1

Técnicas de Recolección y Análisis de Datos

Método	Técnica
Cuantitativo	Análisis de Documentos
Cuantitativo	Encuesta
Observación	Observación Directa

Fuente: Elaboración Propia

Del mismo modo se muestra con detalle las técnicas e instrumentos utilizados, de modo que facilitarán la recolección de datos, en colaboración con el personal involucrado en el mantenimiento de equipos.

Tabla 2

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnica	Justificación	Instrumento	Aplicado a
Recopilación de Datos.	Permitirá obtener la información histórica en el área de servicios del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L. - Cajamarca.	Registros Históricos Hojas de Calculo	Los datos históricos en el área de servicios del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L. - Cajamarca.
Encuesta	Facilitará reconocer el estado del actual sistema de gestión de mantenimiento de los equipos en el área de servicios del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L. - Cajamarca.	Formato de Encuesta	El personal en el área del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L. - Cajamarca.

Observación Directa	Mediante esta, se puede observar las actividades que cumple cada integrante del personal y su conocimiento en cuanto al mantenimiento de los equipos se refiere, en el área de servicios del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L. - Cajamarca.	Guía de Observación	El personal en el área del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L. - Cajamarca.
---------------------	--	---------------------	--

Fuente: Elaboración Propia

2.4 Procedimiento

Recopilación de Datos.

Mediante la recopilación de datos, se definirá las causas de los equipos más críticos (en mal estado) del área de servicios. Se programarán las fechas en conjunto con el gerente general y personal para evitar cualquier inconveniente y poder realizar la recolección de datos. Para ello se utilizará el Formato de Recopilación de Datos, (Anexo n° 02)

Tabla 3

Procedimiento de la Recopilación de Datos

Secuencia	Acción	Instrumento
1.- Identificación	Revisar todo el reporte de fallas, formatos de hoja de vida, informes de análisis de fallas, formato de procesos, etc.	Cámaras Fotográficas
2.- Recopilación	Seleccionar solo la información necesaria que tenga algo que ver con las fallas de equipos entre los años 2015 – 2019.	Lapicero y Papel
3.- Registro	Pasar toda la información a nuestra base de datos.	Formato de Recopilación de Datos
4.- Análisis	Según los datos, realizar un diagnóstico de las fallas de los equipos, junto con indicadores de productividad para su posterior plan de mejora.	Microsoft Exel

Fuente: Elaboración Propia

Encuesta.

La encuesta será aplicada a todo el personal involucrado en el proceso de mantenimiento de los equipos y a todo aquel que hace uso de ellos dentro del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L. Cajamarca, considerando sus actividades dentro del área, para obtener un diagnóstico actual de la situación en que se encuentra, desde el criterio propio de sus trabajadores. Para ello se contará con la ayuda del formato de Encuesta, (Anexo n°03)

Tabla 4

Procedimiento de la Aplicación de la Encuesta

Secuencia	Acción	Instrumento
1.- Planificación	Solicitar un tiempo de 5 a 10 minutos después de la hora de salida para realizar la encuesta.	
2.- Aplicación	Reunir a todos en un área dentro de las instalaciones, donde haya suficiente espacio, y procederemos a realizar la encuesta.	Formatos de Encuesta
3.- Recolección	Una vez que todos hayan terminado, recoger las encuestas y les agradecer por su tiempo.	
4.- Registro	Archivar los resultados para las referencias y sus análisis posteriores.	Microsoft Exel

Fuente: Elaboración Propia

Observación Directa.

Se tendrá en consideración las actividades que se involucren directamente con los equipos y su mantenimiento en el área de servicios. Para ello se contará con la ayuda del formato Check - list de Observación Directa. (Anexo n° 04)

Tabla 5

Procedimiento de Observación Directa

Secuencia	Acción	Instrumento
1.- Participación	Se realizará una observación por las instalaciones donde se encuentre cada equipo médico, para observar las condiciones en que se encuentran.	Cámara Fotográfica

Dicha actividad también se realizará en los cambios de turno con la ayuda del check -list

- | | | |
|--------------|--|--------|
| 2.- Registro | Capturar fotos del personal interactuando con los equipos y sus diferentes herramientas. | |
| 3.- Análisis | Descargar los archivos multimedia recolectados para la realización de un análisis del estado y condiciones de los equipos médicos. | Laptop |

Fuente: Elaboración Propia

2.5 Técnicas, Instrumentos y Métodos para el Procesamiento y Análisis de Datos

Para el procesamiento y análisis de toda la información recopilada anteriormente, se realizará mediante la elaboración de herramientas de calidad, técnicas estadísticas, softwares, indicadores de mantenimiento y otros complementos como se detalla:

Técnicas Estadísticas

- Diagrama de Barras.

Técnica que ayuda a demostrar mediante gráficas, cálculos y análisis de disponibilidad y confiabilidad; así como para mostrar el resultado de la encuesta aplicada en el Centro Médico Especializado María Belén S.R.L. – Cajamarca

Herramientas de Calidad

- Diagrama Causa-Efecto.

Esta técnica nos sirve para identificar los problemas primarios y secundarios, así como las causas de las fallas de los equipos en el área de servicios del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L. - Cajamarca.

- Diagrama de Pareto.

Esta técnica se utiliza para identificar los equipos más críticos en el área de servicios y poder planificarles un plan de mantenimiento preventivo.

Softwares

- MiniTab.

Esta herramienta nos sirve para elaborar diagramas de causa-efecto del actual sistema de mantenimiento.

- Microsoft Excel.

Esta herramienta ayuda en la elaboración de cálculos y diferentes formatos del plan de mantenimiento preventivo propuesto.

- Microsoft Word.

Esta herramienta nos ayuda a realizar el plan de mantenimiento preventivo propuesto en esta investigación.

Métodos

- Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF).

El tiempo medio entre fallos o “MTBF”, por sus siglas en inglés (Mean Time Between Failures) es la media o promedio del tiempo de funcionamiento correcto de los equipos, (Sierra & Calvo, 2013) lo define como una medida básica de confiabilidad para artículos reparables: el número medio de unidades de vida durante las cuales todas las partes del tiempo se desempeñan dentro de sus límites especificados, durante un intervalo de medición particular en las condiciones establecidas. El MTBF se halla a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF)

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo Total de Funcionamiento}}{\text{Número de Fallas}}$$

- Tiempo Promedio en Reparación (MTTR).

El Tiempo Promedio en Reparación o “MTTR”, por sus siglas en inglés (Mean Time To Repair), es tiempo para poner en funcionamiento de nuevo el equipo que se ha parado después de

que el fallo fue descubierto. Dicho de otro modo, es el tiempo de trabajo on site (en el lugar) del equipo de mantenimiento; es decir desde que el equipo de reparación llega al lugar de la avería hasta que vuelve a poner en funcionamiento la unidad averiada. (Sierra & Calvo, 2013)

El MTTR se halla a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Inactividad}}{\text{Número de Fallas}}$$

- Porcentaje de Disponibilidad Inherente.

La Disponibilidad Inherente representa el porcentaje del tiempo que un equipo está en condiciones de operar durante un periodo de análisis, teniendo en cuenta solo los paros no programados. El objetivo de este indicador es medir la disponibilidad inherente de los equipos, con la finalidad de incrementarla, ya que en la medida que esto ocurra, significara que se disminuye el tiempo de los paros por falla o paros no programados del equipo. (Fuenmayor, 2018). EL porcentaje de Disponibilidad Inherente se halla a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Porcentaje de Disponibilidad Inherente

$$\% \text{ Disponibilidad Inherente} = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \times 100$$

- Porcentaje Total de Tareas Preventivas.

La eficiencia de un área de Mantenimiento se mide por la cantidad de tareas que pueden realizar previamente en relación a las que hace correctivamente, previo a ocurrir un incidente. Esto dependerá de los conocimientos y habilidades del responsable del área para cumplir con la planificación y un riguroso desempeño de la prevención.

Ecuación 4 Porcentaje Total de Tareas Preventivas

$$\% \text{ Total de Tareas Preventivas} = \frac{\text{Tareas preventivas}}{(\text{Tareas preventivas} + \text{Tareas correctivas})} \times 100$$

- Porcentaje de Cumplimiento de Tareas Preventivas.

Este indicador es el porcentaje de mantenimiento preventivo y efectuado dentro de lo esperado con relación al total de las tareas programadas, con el fin de supervisar el número de tareas cumplidas dentro de los plazos establecidos.

Ecuación 5 Porcentaje de Cumplimiento de Tareas Preventivas

$$\% \text{ Cumplimiento de Tareas Preventivas} = \frac{\text{Total de tareas preventivas realizadas}}{(\text{Total de tareas preventivas programadas})} \times 100$$

- Porcentaje de Cumplimiento de Inspección.

Se aplica por este medio con el propósito de anticiparse a algunas fallas de los equipos, tanto como en su funcionamiento, como la seguridad eléctrica, ajustes y reparación, etc; que son realizados de forma periódica en base a un cronograma establecido.

Ecuación 6 Porcentaje de Cumplimiento de Inspección

$$\% \text{ Cumplimiento de Inspección} = \frac{\text{Total de inspecciones realizadas}}{(\text{Total de inspecciones programadas})} \times 100$$

Sistema de Mantenimiento Preventivo

Tabla 6

Diseño Metodológico del Sistema de Mantenimiento Preventivo

Secuencia	Acción	Instrumento
1.- Recopilación	Se realizará una entrevista a todo el personal involucrado en área de mantenimiento y obtener la información de la situación actual.	Entrevista
		Encuesta
2.- Procesamiento	Diseñar formatos que permitan generar base de datos, para realizar seguimientos y sirvan de mecanismo de control para todos los equipos médicos. Se describe de manera clara el proceso a seguir para realizar un correcto mantenimiento.	Hojas de calculo
		Flujograma

3.- Aplicación	Elaboración del plan de mantenimiento alineado a los objetivos, al plan de trabajo para llevar a cabo la ejecución de las actividades, con ayuda de fichas de los equipos, e inspecciones de las condiciones operativas y físicas, para tener información de los equipos y sistemas utilizados.	Manual de Equipos Cronogramas Check List
4.- Resultados	Evaluar a través de un análisis.	Análisis Económico Financiero

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico Actual de la Empresa

Datos Generales de la Empresa.

Tabla 7

Datos Generales del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L.

Razón Social:	Centro Médico María Belén S.R.L.
Nombre Comercial:	Clínica María Belén
RUC:	20453728120
Tipo de Empresa:	Sociedad de Responsabilidad Limitada
Condición:	Activo
Fecha Inicio de Actividades:	09 de septiembre del 2002
Actividad Comercial:	Otras Actividades/Relacionadas con Salud Humana
Dirección Legal:	Cal. Irene Silva de Santolalla Nro. 253
Urbanización:	Horacio Zeballos Gámez
Distrito / Ciudad:	Cajamarca, Cajamarca
Departamento:	Cajamarca, Perú

Fuente: (SUNAT, 2005)

Visión.

“Mejorar la calidad de vida de nuestros pacientes, brindando servicios de salud especializados de alta confiabilidad y seguridad”

Misión.

“Ser el Centro Médico de referencia en el Norte del País”

Equipo Humano.

El Centro Médico Especializado María Belén S.R.L; tiene a disposición 22 operarios, los cuales cumplen sus actividades en dos turnos de trabajo, donde el personal administrativo y personal de limpieza realizan jornadas de 8 horas diarias y el personal médico labora 6 horas diarias.

Tabla 8

Personal del Centro Médico Especializado María Belén S.R.L.

PUESTO	CANTIDAD
Asistente Contable	1
Asistente de Gerencia	1
Coordinadora Admisión	1
Director Medico	1
Auxiliar de Administración	1
Asistente de Marketing	1
Licenciada en Enfermería	2
Técnica en Enfermería	2
Químico Farmacéutico	1
Técnico de Farmacia	2
Técnico de Laboratorio	3
Admisionista	3
Tesorera	2
Auxiliar de Limpieza	1
TOTAL, PERSONAL	22

Fuente: Elaboración Propia

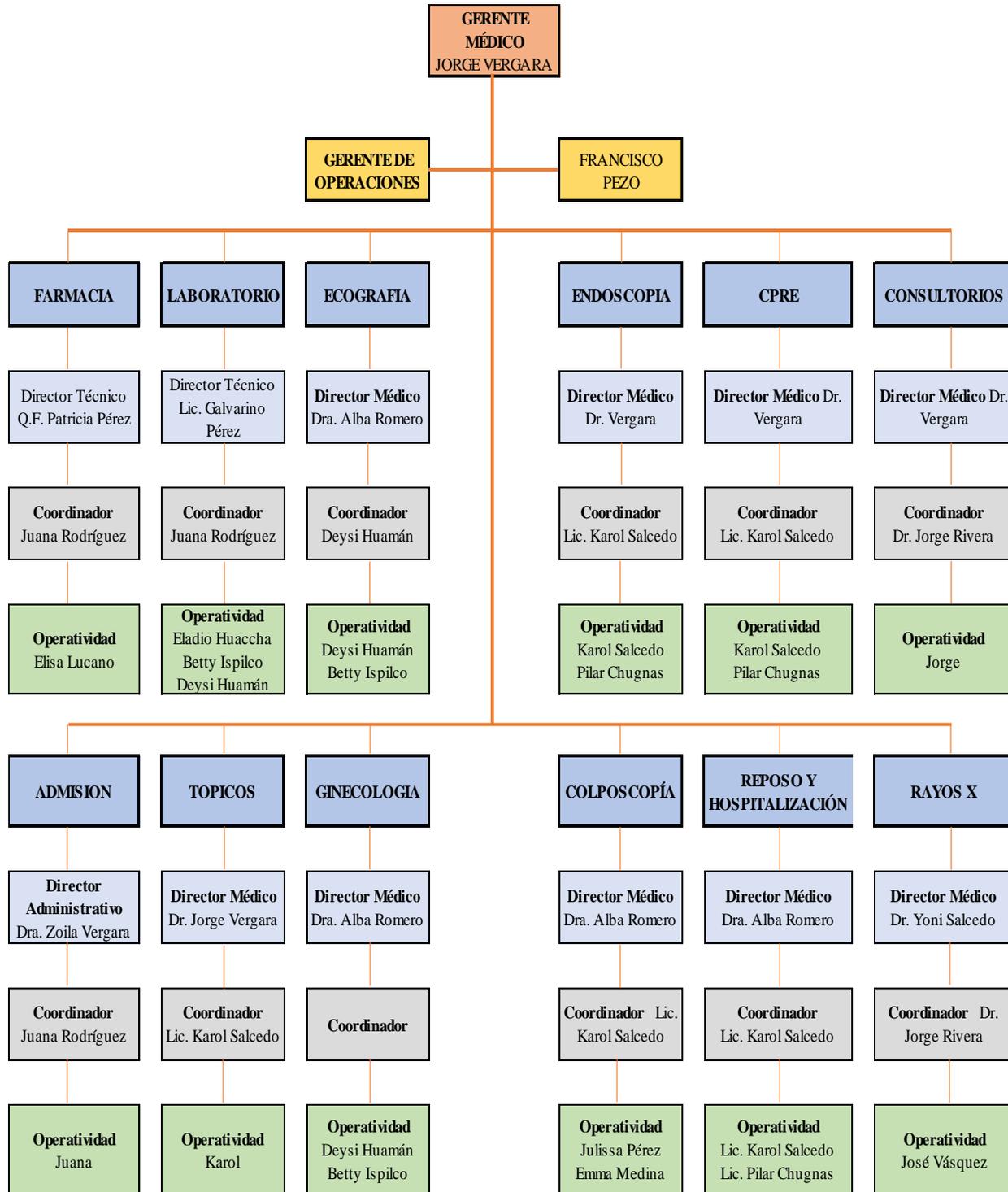


Figura 1 Organigrama del Centro Médico María Belén S.R.L. - Cajamarca

Descripción de la Empresa (Rubro y Productos).

El Centro Médico Especializado María Belén S.R.L; inicio sus actividades en el año 2002, con la iniciativa del reconocido Dr. Jorge Luis Vergara Castañeda, especialista en gastroenterología. Así mismo el centro médico también fue inaugurado con el enfoque puesto en los pacientes con problemas gástricos, brindando todo tipo de exámenes, diagnósticos, tratamientos con dichas patologías gástricas. Al pasar los años fue ampliando sus especialidades, contando ahora con 12 especialidades médicas, aparte de contar con su propio laboratorio para análisis clínicos. El Centro médico ya cuenta con una amplia experiencia con más de 15 años en el mercado cajamarquino, donde su principal objetivo es brindar a sus pacientes un servicio oportuno, con calidad y calidez.

El Centro Médico Especializado María Belén S.R.L; dedicada al rubro de la Salud Humana de toda la población cajamarquina, cuenta con varias especialidades para el bienestar del paciente, las cuales son:

- Gastroenterología
- Cirugía Oncológica
- Neurología
- Oncología Clínica
- Ginecología y Obstetricia
- Medicina Interna
- Otorrinolaringología
- Radiología
- Cirugía General y Laparoscópica
- Cardiología

- Urología
- Medicina Física y Rehabilitación

Clientes.

- Usuarios:

Todos los pacientes que utilizan los servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. –

Cajamarca.

- Prescriptores:

Todas las personas que se encargan de promocionar los servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca; de forma desinteresada.

- Internos:

Todos los trabajadores del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

Mapa de Procesos.

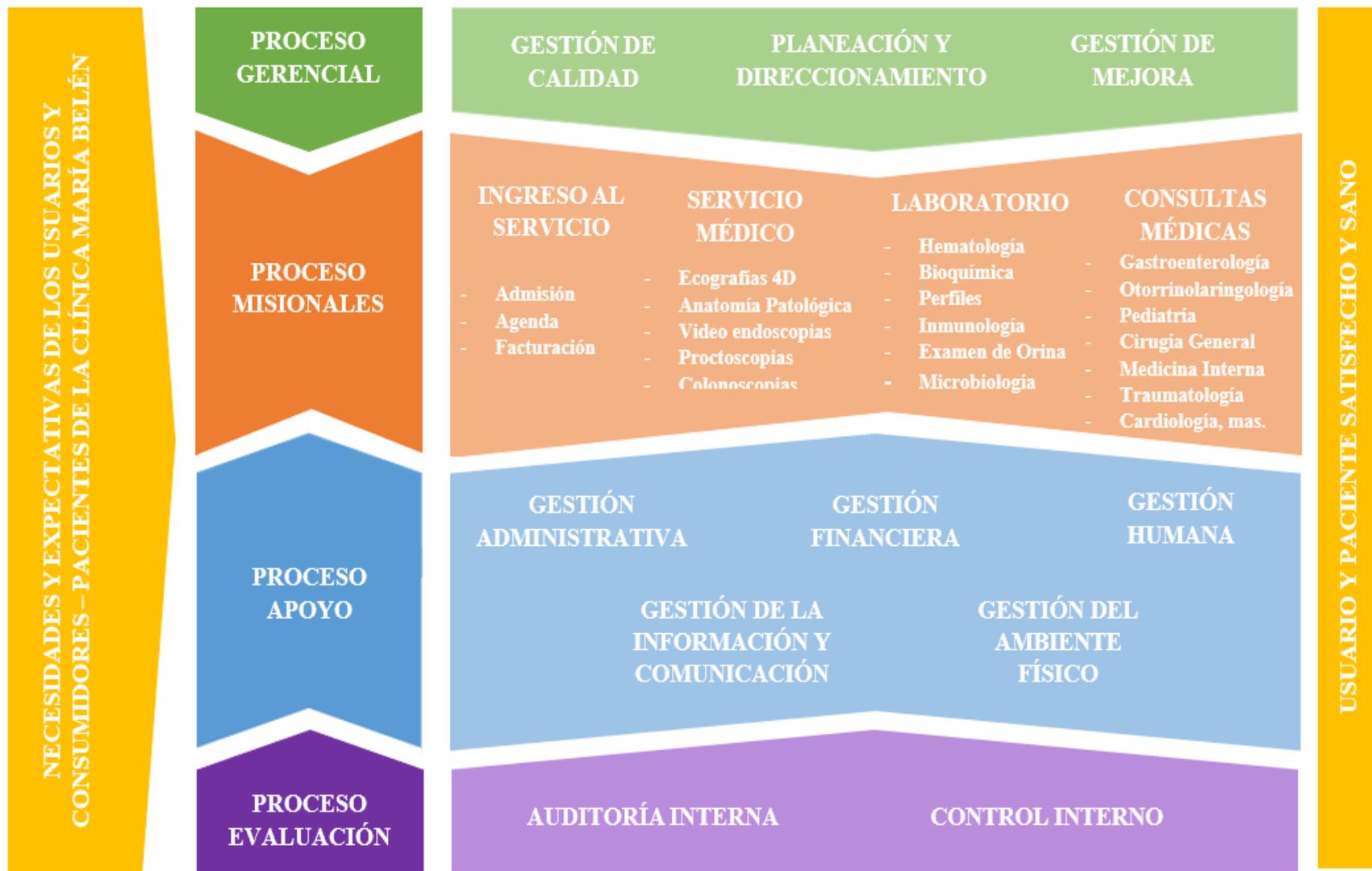


Figura 2 Mapa de procesos del Sistema de Mantenimiento Correctivo del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

3.2 Diagnóstico del área

Diagrama de Ishikawa.

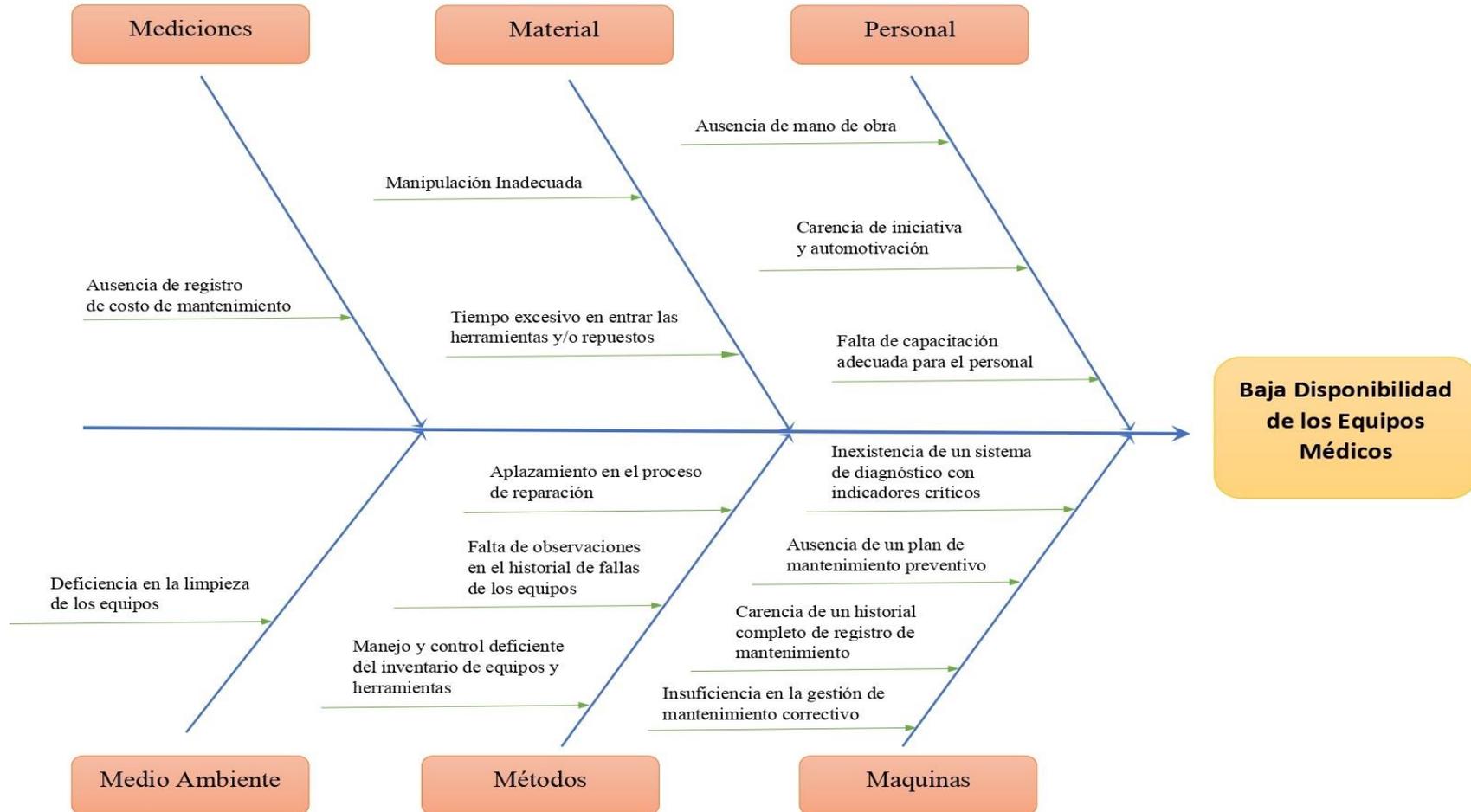


Figura 3 Diagrama Causa – Efecto del área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

En el diagrama de Ishikawa o Causa – Efecto, podemos observar las diferentes causas por las que los equipos médicos del área de Servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca, tienen una baja disponibilidad dentro del área y por ello la empresa experimenta paradas innecesarias en sus actividades, generando altos costos de mantenimiento correctivo y además provocar el deterioro y ausencia de los equipos médicos a largo plazo. De acuerdo con algunos factores como las mediciones, el material, el personal, medio ambiente, métodos y máquinas.

De acuerdo con el factor de mediciones, se muestra la ausencia de un registro de costo de mantenimiento, esto implica que no hay ningún tipo de formato de registro donde se pueda identificar los costos de los mantenimientos correctivos que se hayan dado durante el periodo de funcionamiento del equipo, lo que genera que la empresa no tenga un historial basados en costos con respecto a la evolución y desempeño de cada equipo médico.

Así también con el factor de material, se puede apreciar que existe una inadecuada manipulación de los equipos médicos, esto implica que no se tienen en cuenta las indicaciones antes, durante y después de su uso, según el manual de indicaciones. Por otro lado, también se observa que, en las actividades de mantenimiento correctivo no programado, las herramientas y/o repuesto tardan demasiado tiempo en llegar a las instalaciones, donde el equipo fue trasladado para su reparación.

Con respecto al factor personal, se puede identificar la ausencia de mano de obra calificado en todo momento, a veces hay tiempos muy largos de espera para que una persona calificada haga uso del equipo médico. Además, se percibe la ausencia de iniciativa y automotivación por parte del personal en temas de mantenimiento de los equipos médicos. Cabe resaltar que no existe una

capacitación constante y adecuado al personal en temas de mantenimiento y manipulación de los equipos médicos.

De igual modo en el factor de medio ambiente, se puede observar la deficiencia en la limpieza de los equipos médicos, se pudo observar la presencia de polvo y humedad; lo que puede provocar una corrosión temprana del equipo médico. Cabe mencionar que el personal de limpieza hace su trabajo en áreas como piso, ventanas, paredes, etc.; en el transcurso de su actividad genera partículas de polvo y suciedad que después no son retiradas de los equipos médicos.

En el factor de métodos, se observó que el proceso de mantenimiento correctivo no programado dura mucho tiempo entre un día a dos días; también se identificó que después del mantenimiento correctivo no existen formatos donde se detalle y especifique el motivo de la falla, por ende, no hay registros históricos que detallen las observaciones que se presentaron en el equipo médico. Además, el deficiente manejo de inventarios, que no han sido actualizados en los últimos 3 semestres.

Por último, en el factor de máquinas, se observó que no cuentan con un sistema de diagnóstico que identifique y priorice los equipos médicos según su criticidad, de acuerdo a los indicadores. Se muestra también la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo; en el caso que un equipo falle solo se procede a llamar al personal técnico para que sea reparado, lo que demuestra una insuficiencia de mantenimiento correctivo, es por ello por lo que tampoco cuentan con un historial completo de todas las fallas producidas en todo el tiempo de funcionamiento del equipo.

Según la recolección de datos de nuestra investigación se ha identificado 41 equipos médicos del centro Médico María Belén S.R.L, los cuales se detallan en el (Anexo n° 05).

Análisis FODA

A través del siguiente análisis FODA se muestra tanto las fortalezas y debilidades como las amenazas y oportunidades que se encuentran en el área de servicio del centro médico, se analizó todas las condiciones del entorno ya seas positivos y negativos.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo por parte de la coordinación para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento. • Personal con habilidades, técnicas y experiencia en el área de mantenimiento. • Incremento del número de pacientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda de atención médica. • Equipos médicos modernos.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • No cuentan con procedimientos e instrumentos para la ejecución del mantenimiento. • No poseen un sistema de gestión mantenimiento. • Instalaciones no adecuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones económicas, las cuales imposibilitan la realización del mantenimiento por no contar con los materiales necesarios. • Drástico cambio en normativas.

Figura 4 Matriz FODA

Diagrama de Pareto.

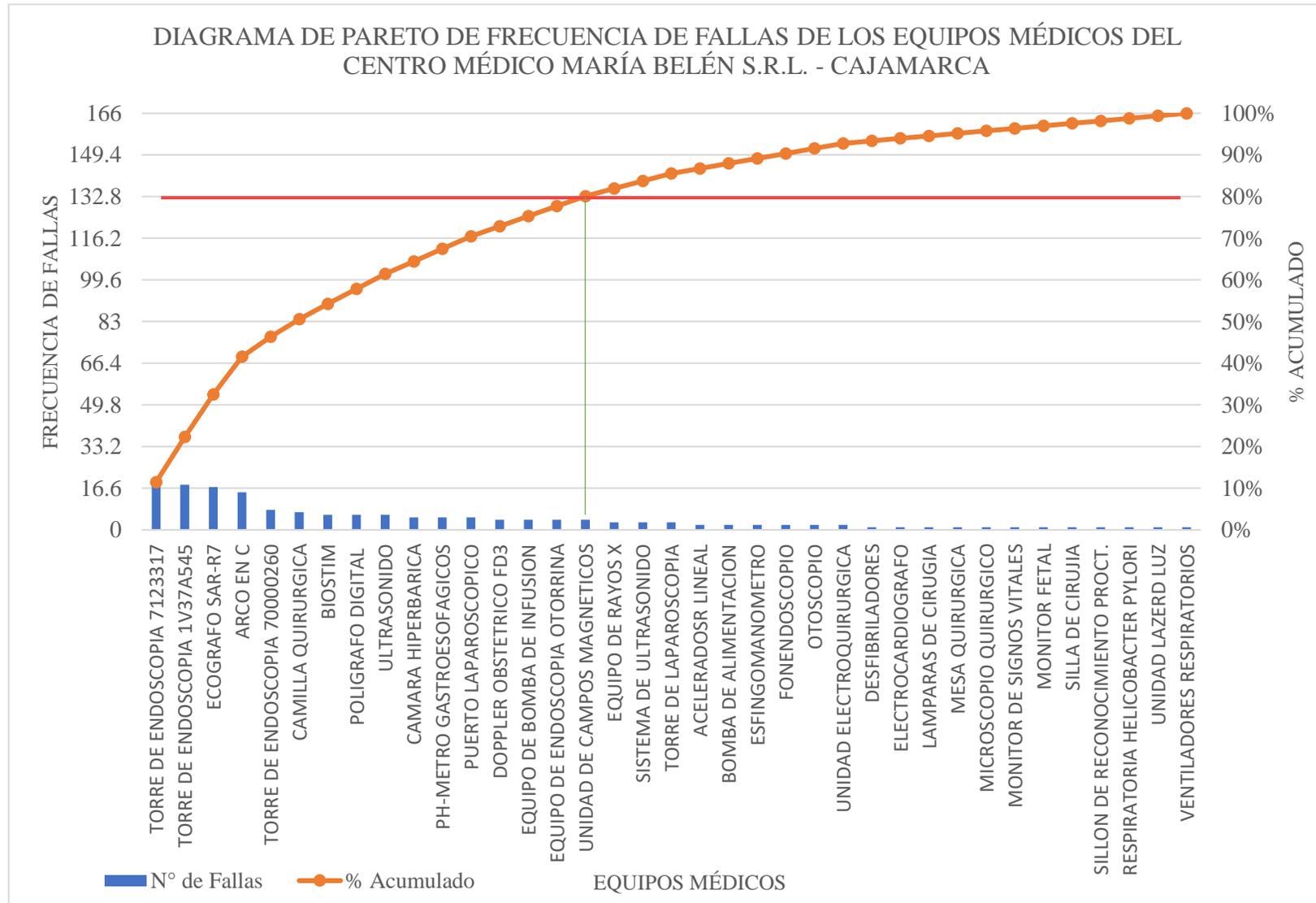


Figura 5 Diagrama de Pareto de los equipos médicos del área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca

Los datos mostrados anteriormente fueron adquiridos de los registros del área de servicios durante el periodo de 5 años (2015-2019), los cuales registran cada una de las fallas que se han producido (Anexo n° 06), de acuerdo con esos datos se realizó un diagrama de Pareto, el cual nos ayuda a tener una mejor visión de los equipos más críticos y en posible riesgo. Se conto con todos los equipos históricos del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

Después de analizar el diagrama de Pareto y analizar la teoría 80/20, podemos decir que el 80% de las fallas fueron generadas por los primeros 16 equipos médicos. Al mismo tiempo se puede observar que los primeros cuatro equipos médicos (Anexo n° 09), son los que más registran fallas en el tiempo estudiado, entonces de acuerdo al estudio del diagrama de Pareto, podemos establecer la jerarquía o prioridad de los cuatro primeros equipos médicos, para poder realizar un mayor énfasis en su sistema de mantenimiento preventivo.

Según la información obtenida en el diagrama de Pareto se decide tomar a los cuatro primeros equipos para ser estudiados en la presente investigación ya que significan el 42 % de fallas, los cuales son Ecógrafo SAR-R7, Torre de Endoscopia (1V37A545), Torre de Endoscopia (7123317) y Arco en C.

3.3 Diagnóstico del Estudio

Variable Independiente: Sistema de Mantenimiento Preventivo.

3.3.1.1 *Porcentaje Total de Tareas Preventivas.*

Para obtener el valor de este indicador se ha considerado 0 el número de tareas preventivas, puesto que en el desarrollo de esta investigación no se ha encontrado ninguna tarea preventiva porque la empresa no cuenta con un sistema de Mantenimiento Preventivo. Por otro lado, el valor de las tareas correctivas se ha considerado el total de fallas de equipos médicos en el periodo estudiado (Anexo n°9), en el periodo estudiado, mediante la fórmula de la *Ecuación 4*.

$$\% \text{ Total de Tareas Preventivas} = \frac{0}{(0 + 166)} \times 100$$

$$\% \text{ Total de Tareas Preventivas} = \frac{0}{166} \times 100$$

$$\% \text{ Total de Tareas Preventivas} = 0\%$$

3.3.1.2 *Porcentaje de Cumplimiento de Tareas Preventivas.*

Para obtener el valor de este indicador se ha considerado 0 el número de tareas preventivas, porque no hay evidencias de dichas tareas en la investigación, puesto que no cuenta con un sistema de Mantenimiento Preventivo. Mediante la fórmula de la *Ecuación 5*.

$$\% \text{ Cumplimiento de Tareas Preventivas} = 0\%$$

3.3.1.3 *Porcentaje de Cumplimiento de Inspecciones.*

De igual manera para obtener el valor de este indicador se ha considerado 0 el número de inspecciones, pues no se evidencia en la investigación realizada, puesto que no desarrollan un sistema de Mantenimiento Preventivo. Mediante la fórmula de la *Ecuación 6*.

$$\% \text{ Cumplimiento de Inspección} = 0\%$$

Variable Dependiente: Disponibilidad de los Equipos.

3.3.1.4 Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF).

Para hallar este indicador se ha considerado los valores del Tiempo Total de Funcionamiento (Anexo n°8) y el Numero de Fallas de los Equipos Críticos en el periodo estudiado (Anexo n°9), mediante la fórmula de la *Ecuación 1*.

Tabla 9

Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF) en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2015-2019.

MTBF	Años				
	2015 (horas)	2016 (horas)	2017 (horas)	2018 (horas)	2019 (horas)
Ecógrafo SAR-R7	1388	1388	658	901	415
Torre de Endoscopia (1V37A545)	999	452	634	452	342
Torre de Endoscopia (7123317)	1121	1729	817	634	634
Arco en C	1523	1523	701	975	701

Fuente: Elaboración Propia

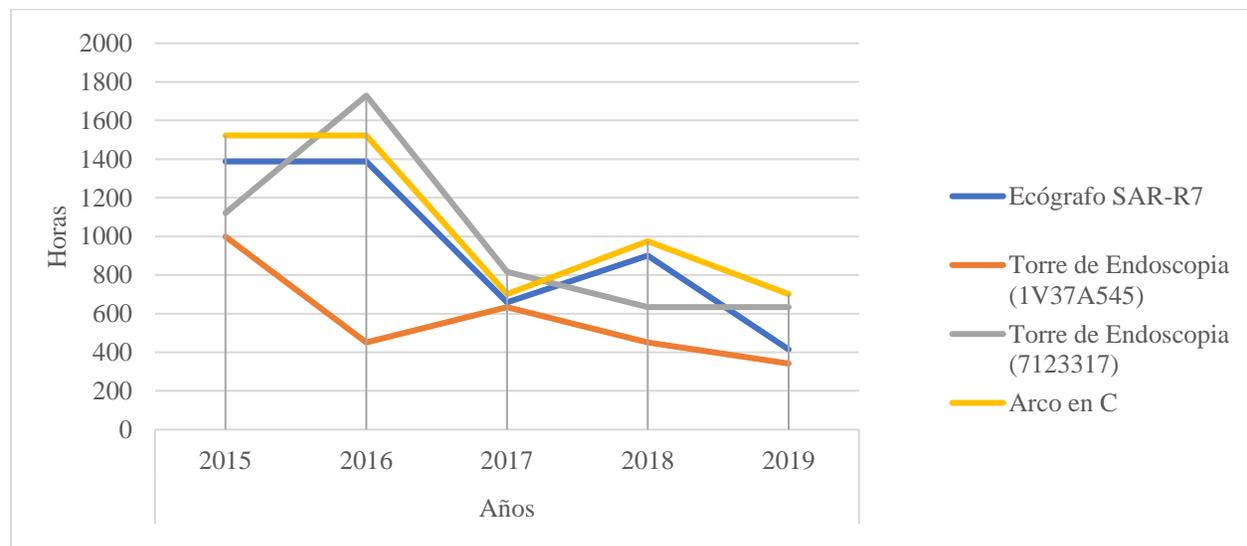


Figura 6 Comportamiento del Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF), en horas de los equipos médicos críticos en el periodo estudiado (2015-2019)

Como podemos observar en la Tabla 9 y Figura 6, el número de horas que estuvieron en funcionamiento los equipos médicos críticos, demuestran una tendencia decreciente en el periodo estudiado.

3.3.1.5 *Tiempo Promedio de Reparación (MTTR).*

Para hallar este indicador se ha considerado los valores del Tiempo Total de Inactividad de los equipos médicos (Anexo n°10), y el Numero de Fallas de los Equipos Críticos en el periodo estudiado (Anexo n° 09), mediante la fórmula de la *Ecuación 2*.

Tabla 10

Tiempo Promedio de Reparación (MTTR) en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2015-2019.

MTTR	Años				
	2015 (horas)	2016 (horas)	2017 (horas)	2018 (horas)	2019 (horas)
Ecógrafo SAR-R7	72	72	72	72	72
Torre de Endoscopia (1V37A545)	96	96	96	96	96
Torre de Endoscopia (7123317)	96	96	96	96	96
Arco en C	120	120	120	120	120

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Tabla 10, es el número de horas para iniciar nuevamente el funcionamiento de los equipos que se habrían detectado con alguna falla o en otras palabras el tiempo de inactividad de los equipos médicos críticos, es constante a través del tiempo, pero cada equipo médico crítico tiende diferente tiempo de inactividad según la complejidad de su reparación.

Tabla 11

Tiempo de Reparación Acumulada en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2015-2019.

Equipos Médicos Críticos	Años				
	2015 (horas)	2016 (horas)	2017 (horas)	2018 (horas)	2019 (horas)
Ecógrafo SAR-R7	144	144	288	216	432
Torre de Endoscopia (1V37A545)	192	384	288	384	480
Torre de Endoscopia (7123317)	288	192	384	480	480
Arco en C	240	240	480	360	480

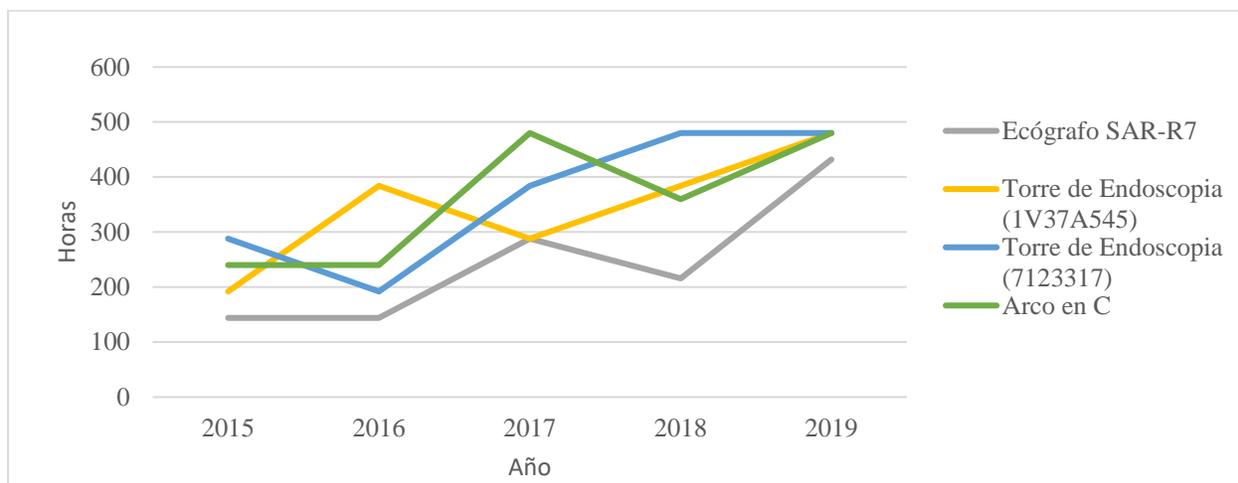


Figura 7 Comportamiento del Tiempo de Reparación Acumulada en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2015-2019

Como podemos observar en la Tabla 11 Y Figura 7, el número de horas de inactividad acumulada al año tiene un comportamiento ascendente en el transcurso de los años, aumentando significativamente las horas de inactividad de los equipos médicos.

3.3.1.6 Porcentaje de Disponibilidad.

Para hallar el valor de este indicador se ha considerado los valores anteriormente desarrollados los cuales son el Tiempo Promedio entre Fallas, como se muestra en la Tabla 9 y el

Tiempo Promedio de Reparación, como se muestra en la Tabla 10, mediante la fórmula de la Ecuación 3.

Tabla 12

Porcentaje de Disponibilidad Inherente de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2015-2019.

Disponibilidad Inherente	Años				
	2015	2016	2017	2018	2019
Ecógrafo SAR-R7	95%	95%	90%	93%	85%
Torre de Endoscopia (1V37A545)	91%	82%	87%	82%	78%
Torre de Endoscopia (7123317)	92%	95%	89%	87%	87%
Arco en C	93%	93%	85%	89%	85%

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la Tabla 12 y Figura 8, el porcentaje del tiempo, que los equipos médicos críticos estaban en condiciones de operar durante el periodo estudiado, demuestran una tendencia decreciente en el tiempo.

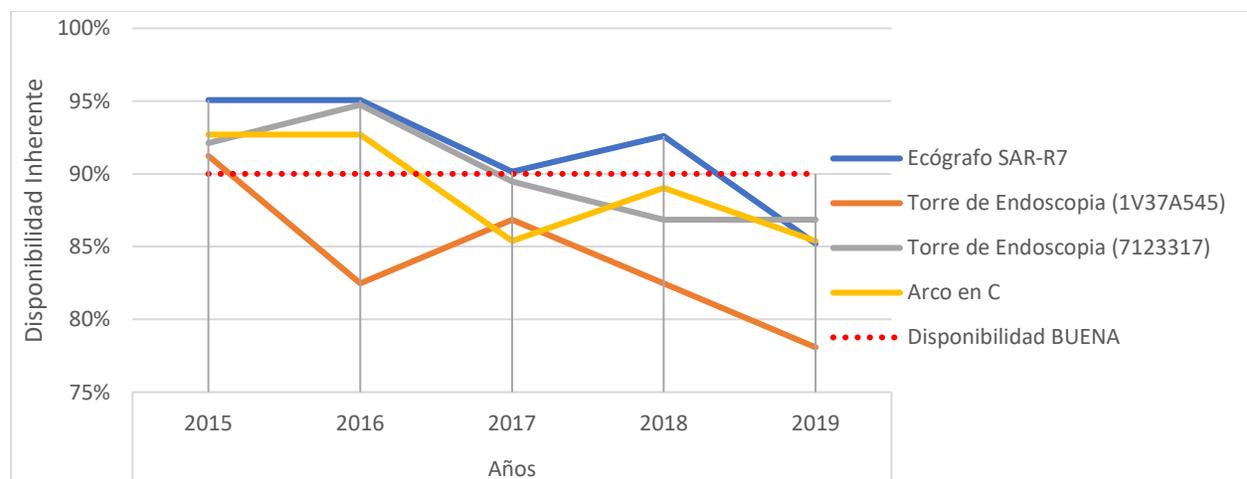


Figura 8 Comportamiento de la Disponibilidad Inherente de los equipos médicos críticos en el periodo estudiado.

Cabe mencionar que según (Estrada Puerta, 2011), el indicador que se refiere al cumplimiento de la disponibilidad de la tecnología médica instalada, durante la prestación de los servicios de salud programados. Se considera Buena una disponibilidad superior al 90%.

Operacionalización de Variables Cuantificadas.

Tabla 13

Operacionalización de Variables Cuantificadas

Tipo de Variable	Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Sistema de Mantenimiento Preventivo	Según (Calle, 2017) el Mantenimiento Preventivo es un programa de tareas y procesos de manutención anual programado, organizado y estructurado sobre la base de unidades técnicas, especificando al detalle las fechas y los tipos de trabajos que se deben realizar a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa u organización	Total de tareas preventivas	0%
			Cumplimiento de tareas preventivas	0%
			Cumplimiento de inspecciones	0%
Variable Dependiente	Disponibilidad de los Equipos	De acuerdo con (Ticlavilca, 2016), la Disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.	Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF)	899 horas
			Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)	96 horas
			Disponibilidad	89 %

Fuente. Elaboración Propia

3.4 Propuesta de Mejora.

Propuesta de Mejora 1: Flujoograma del Mantenimiento Preventivo y Correctivo

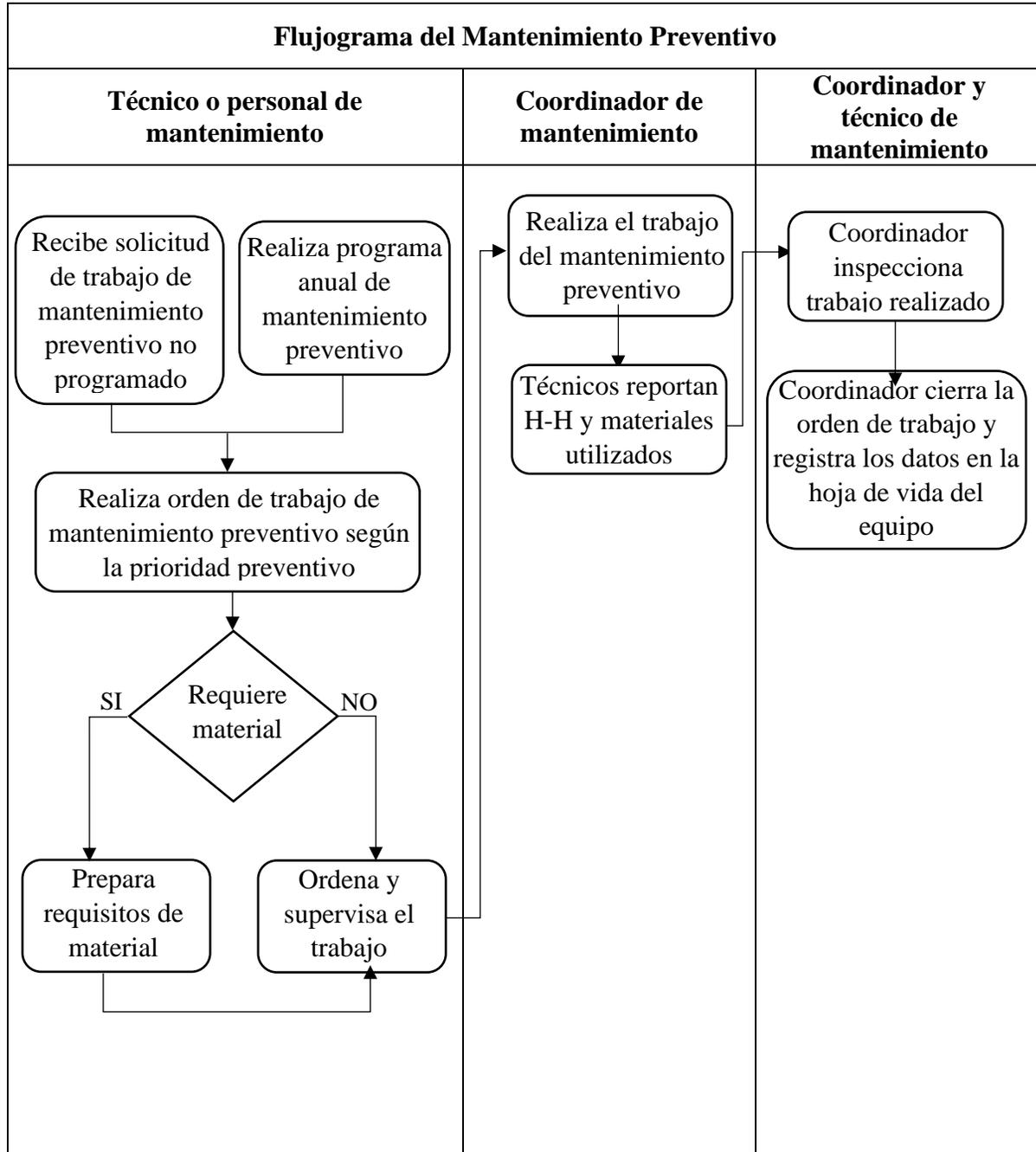


Figura 9 Flujoograma del Mantenimiento Preventivo

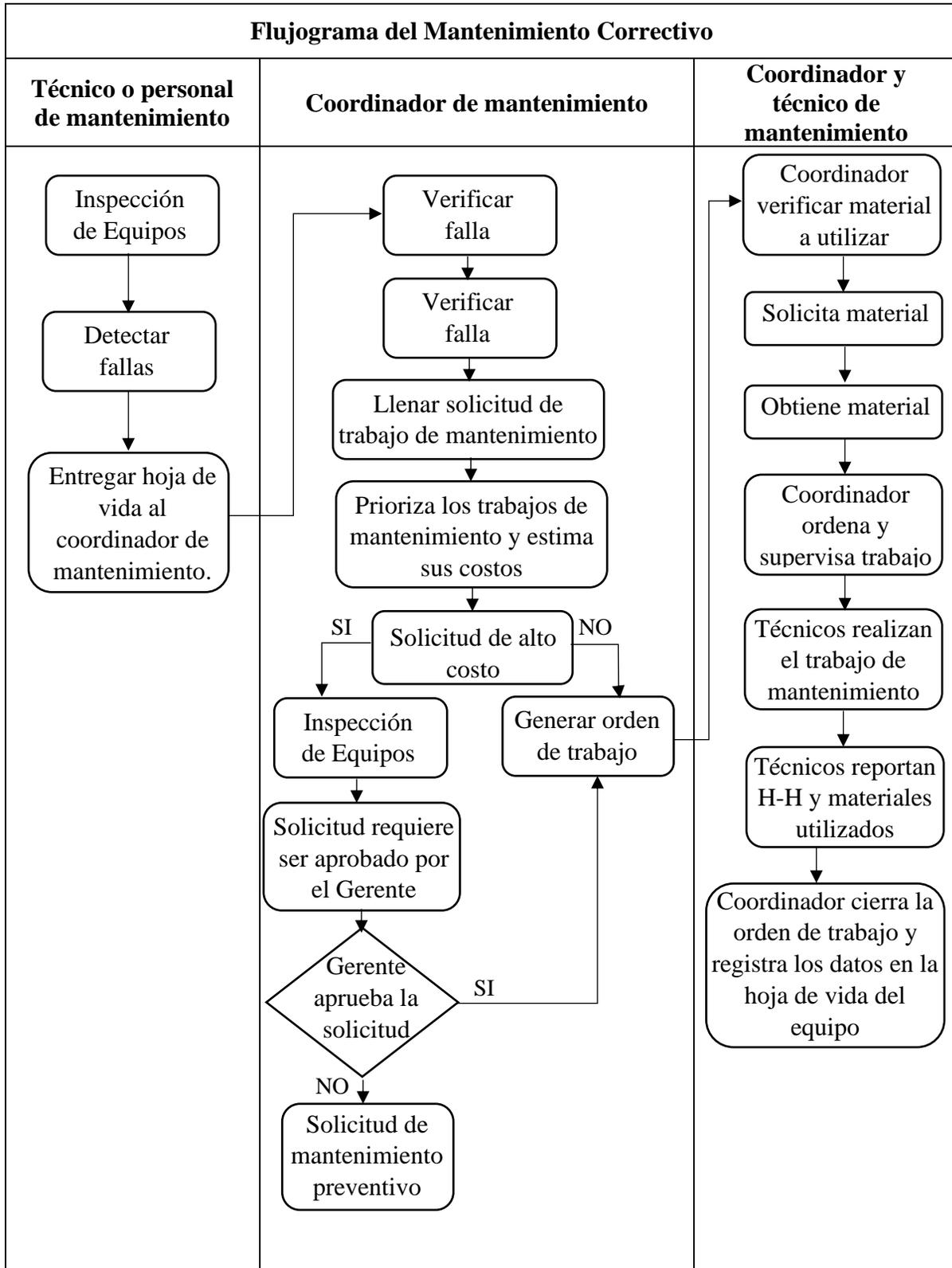


Figura 10 Flujograma de Mantenimiento Correctivo



Figura 11 Flujograma del Diseño y Desarrollo del Mantenimiento Preventivo.

La elaboración y desarrollo de la propuesta de mejora, permitirá obtener una amplia visión de cada uno de los pasos que se llevarán a cabo en el diseño del Sistema de Mantenimiento Preventivo para el Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca, cuyos indicadores de mantenimiento serán evaluados para certificar su eficacia que serán presentados y revisados por el Gerente General y Jefe de Mantenimiento para su aplicación.

Propuesta de Mejora 2: Planificación de mantenimiento preventivo de los equipos médicos críticos.

Después del análisis realizado anteriormente, es necesario aumentar la confiabilidad de los equipos médicos, para aumentar la disponibilidad. Es por ello que es necesario contar con un sistema de mantenimiento preventivo, para así poder garantizar el correcto funcionamiento de los

equipos médicos. Además, es necesario un sistema de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos médicos críticos, el cual se detallará a continuación.

3.4.1.1 *Planificación de mantenimiento preventivo del Ecógrafo SAR-R7*

Este equipo médico es uno de los más antiguos, durante toda su vida operacional luego de dos años de uso ha comenzado a tener fallas en el sistema, con el sistema de mantenimiento preventivo se reducirá las paradas no programadas, aumentar su disponibilidad y evitará el retraso en las actividades del centro médico.

Tabla 14

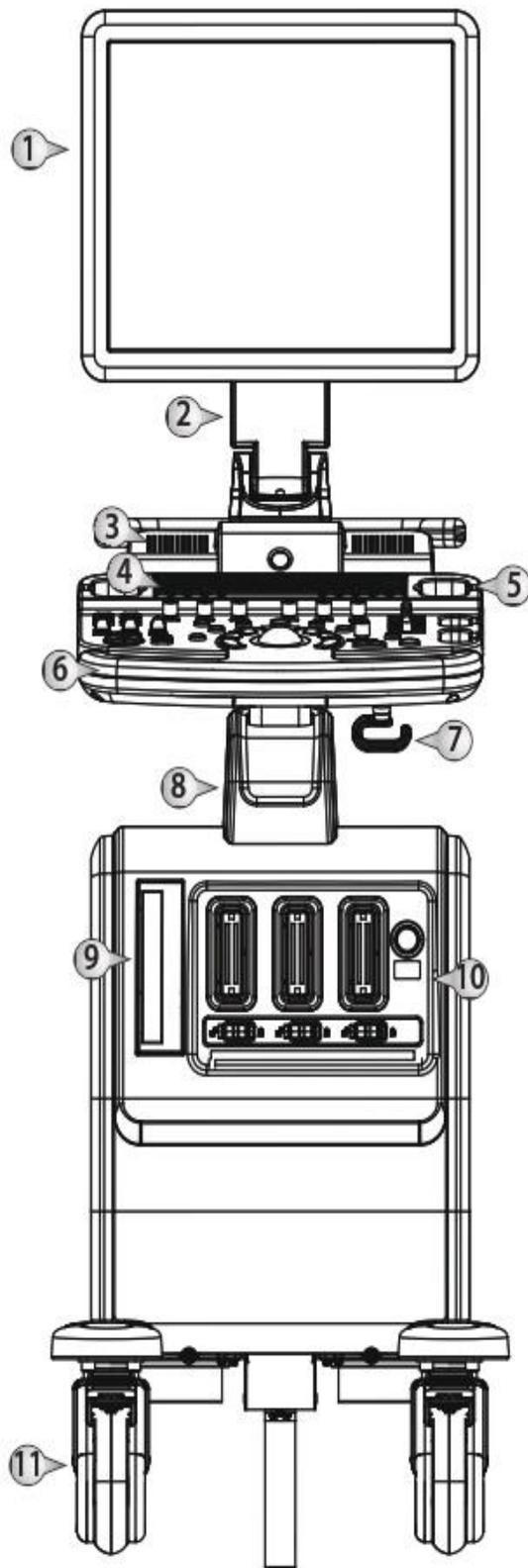
Actividades del mantenimiento preventivo del Ecógrafo SAR-R7

Factor de Mantenimiento	Actividad
Inspección Técnica	Comprobar el buen estado y funcionamiento, mediante la inspección trimestral del monitor, teclado y panel de control. Además, verificar si las conexiones entre si están bien aseguradas y en buen estado.
Lubricación	Se debe lubricar la bisagra de monitor, el sujetador de transductores, asa y las ruedas del ecógrafo. Dicha actividad se debe hacer cada 6 meses.
Conexión y Configuración	Se debe comprobar si el sistema está funcionando correctamente, dado que el equipo médico opera mediante un sistema de ecografías, se tiene que actualizar el sistema mediante el parche de actualización brindada por el fabricante, cada vez que salga una actualización. Cabe resaltar que esto se debe hacer cada 3 meses.
Higiene	La limpieza es muy importante en este equipo médico, ya que cuenta con 3 transductores que son empapados de Aquasonic Clear o gel para ecografías, cada vez que es utilizado. Además, se debe realizar una limpieza en las rejillas de ventilación del monitor, altavoz y panel de control. Dicha actividad se debe realizar cada seis días.
Supervisión Eléctrica	Esta actividad se debe realizar en caso de que algún tipo de cable falle, al mismo tiempo se debe revisar cada dos meses la pieza de conexión de potencia a la conexión a tierra.

Fuente: Elaboración Propia

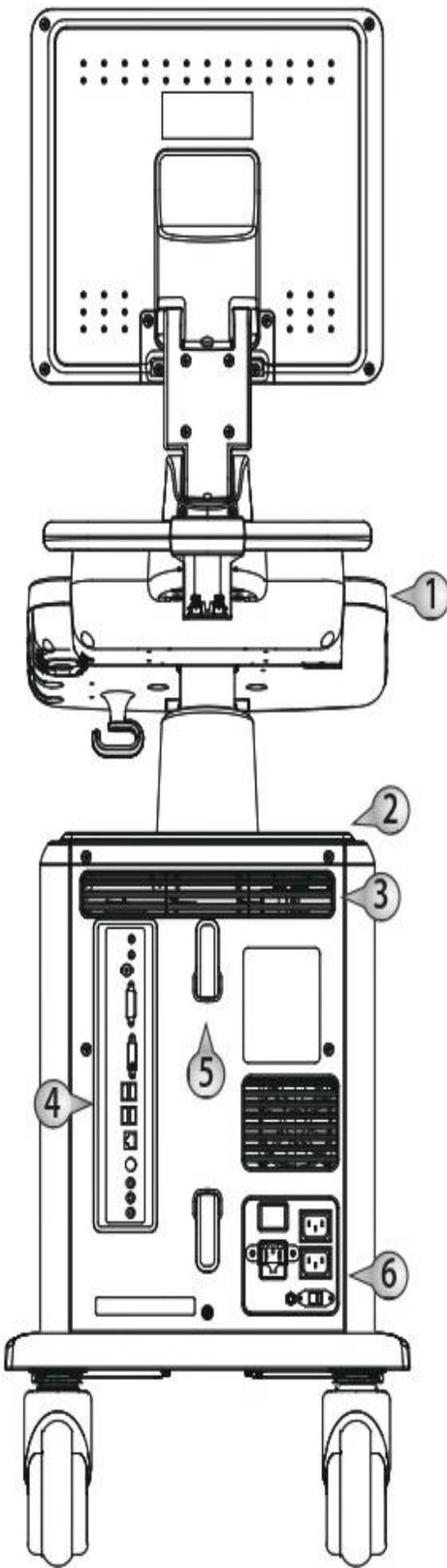
3.4.1.1.1 Reconocimiento de Piezas y Componentes del Ecógrafo SAR-R7

Este equipo médico consta de un monitor, un panel de control, una consola, dispositivos periféricos y transductores.



- ❶ Monitor
- ❷ Bisagra del monitor
- ❸ Altavoz
- ❹ Teclado y panel de control
- ❺ Sujetador de transductores
- ❻ Asa
- ❼ Gancho del cable
- ❽ Levantamiento
- ❾ Unidad de DVD
- ❿ Puerto de transductor
- ⓫ Rueda

Figura 12 Parte Frontal del Ecógrafo SAR-R7 (Samsung Medison CO., LTD., 2007)



- 1 Asa (opcional)
- 2 Espacio de almacenamiento
- 3 Ventilación
- 4 Panel trasero
- 5 Gancho del cable
- 6 Pieza de conexión de potencia

Figura 13 Parte Trasera del Ecógrafo SAR-R7 (Samsung Medison CO., LTD., 2007)

3.4.1.1.2 Programación de Mantenimiento Preventivo del Ecógrafo SAR-R7

Tabla 15

Programación de Mantenimiento Preventivo del Ecógrafo SAR-R7

Factor de Mant.	Componente	n°	Programación de Mantenimiento Preventivo		Recurso	UND	Cantidad	Frecuencia	Personal Encargado
			Parte Frontal	Parte Trasera					
Inspección Técnica	Monitor	1	x	.				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Altavoz	3	x					Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Teclado y Panel de Control	4	x					Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Unidad de DVD	9	x					Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Puerto de Transductor	10	x		Transductor		1	Trimestral	Técnico de Mantenimiento
Conexión y Configuración	Panel Trasero	4		x				Trimestral	
	Monitor	1	x					Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Teclado y Panel de Control	4	x					Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Panel Trasero	4		X				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
Lubricación	Bisagra de Monitor	2	x		Lubricante a base de aceite		10	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Sujetador de Transductores	5	x		Lubricante a base de silicona	ml	10	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Asa	6	x		Lubricante a base de aceite	ml	10	Semestral	Técnico de Mantenimiento

	Gancho del Cable	7	x		Lubricante a base de aceite	ml	10	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Levantamiento	8	x		Lubricante a base de silicona	ml	10	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Rueda	11	x		Lubricante a base de aceite	ml	20	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Asa	1		x	Lubricante a base de silicona	ml	10	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Gancho del Cable	5		x	Lubricante a base de silicona	ml	10	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Monitor	1	x		Franela Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Teclado y Panel de Control	4	x		Desinfectante	20	ml	Semanal	Operario de Limpieza
	Sujetador de Transductores	5	x		Detergente	ml	150	Semanal	Operario de Limpieza
Higiene	Levantamiento	8	x		Agua	ml	40	Semanal	Operario de Limpieza
	Rueda	11	x		Detergente	gr	180	Semanal	Operario de Limpieza
	Ventilación	3		x	Soplete	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Panel Trasero	4		x	Franela Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
Supervisión Eléctrica	Pieza de conexión de potencia	6		x	Medidor de Voltaje		1	Bimensual	Técnico Electricista

Fuente: (Chuquilin, 2017)

3.4.1.2 *Planificación de mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (1V37A545)*

El mantenimiento preventivo en este equipo, permitirá que no haya retraso en la actividad de procedimientos gastroenterólogos, la cual es la especialidad con mayor número de pacientes en todo el año. Según los registros del área de admisión, un promedio de 6 pacientes al día se atiende en el Centro Médico María Belén S.R.L., llegando así un promedio 1728 pacientes al año.

La torre de Endoscopia (1V37A545) de año 2006, es uno de los más antiguos y como todos, no ha recibido ningún tipo de mantenimiento preventivo, solo correctivo cuando este presentaba alguna falla, es por ello que se debe seguir las indicaciones de la Tabla 16, donde se detallan las actividades de mantenimiento preventivo de la torre de Endoscopia (1V37A545) y de los demás equipos médicos

Tabla 16

Actividades del mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (1V37A545)

Factor de Mantenimiento	Actividad
Inspección Técnica	Se realiza una revisión de las conexiones trimestrales del monitor y teclado, para verificar si las conexiones a los demás elementos funcionen adecuadamente y los videos reproducidos en el monitor sean los adecuados. Mensualmente
Lubricación	Se debe realizar una lubricación de las bisagras del monitor y las ruedas del carro torre, para prevenir a largo plazo el deterioro. La frecuencia que se realiza esta actividad es semestral.
Conexión y Configuración	Se realiza una breve prueba de la calidad, nitidez, reproducción de colores y definición de las imágenes generadas por el procesador digital de imágenes que está conectado a los videos gastroscopio y colonoscopio. La frecuencia de esta actividad debe ser trimestral.

Higiene

Se realiza la limpieza de toda la estructura de la torre con un paño húmedo y detergente. Además, se debe limpiar los videos gastroscopio y colonoscopio diariamente con un desinfectante. Esta actividad se realizará semanal.

Supervisión Eléctrica

Se verifica la correcta conexión de los cables de energía, tanto a la torre, como a la fuente de luz. Esta actividad se realizará cada tres meses.

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.2.1 Reconocimiento de Piezas y Componentes de la Torre de Endoscopia (1V37A545)

Este equipo médico consta de seis partes fundamentales, los cuales son el monitor, teclado, videos gastroscopio y colonoscopio, fuente de luz y el procesador de imágenes.



Figura 14 Identificación de partes de la Torre de endoscopia (1V37A545) (Ingeniaritza Elektronikoa Fujimon, 2006)

3.4.1.2.2 Programación del mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (1V37A545)

Para poder tener disponible este equipo médico se debe realizar la programación de mantenimiento preventivo de la torre de Endoscopia (1V37A545) como se detalla en la Tabla 17.

Tabla 17

Programación de mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (1V37A454)

Programación de Mantenimiento Preventivo							
Factor de Mantenimiento	Componente	n°	Recurso	UND	Cantidad	Frecuencia	Personal Encargado
Inspección Técnica	Monitor	1				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Teclado	7				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Video Gastroscopio Terapéutico	2				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Video Colonoscopio	4				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
Lubricación	Bisagra Monitor	9	Lubricante a base de aceite	10	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Bisagra Videos	10	Lubricante a base de aceite	10	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento
Conexión y Configuración	Carro Torre	6	Lubricante a base de silicona	30	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Procesador Digital de Imágenes	3				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Video Gastroscopio Terapéutico	2				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Video Colonoscopio	4				Trimestral	Técnico de Mantenimiento

	Monitor	1				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Teclado	7				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Carro Torre	6	Detergente	50	gr	Semanal	Operario de Limpieza
	Monitor	1	Cepillo Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Teclado	7	Desinfectante	20	ml	Semanal	Operario de Limpieza
Higiene	Procesador Digital de Imágenes	3	Franela Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Video Gastroscopio Terapéutico	2	Desinfectante	50	ml	Semanal	Operario de Limpieza
	Video Colonoscopio	4	Desinfectante	50	ml	Semanal	Operario de Limpieza
	Botón						
Supervisión Eléctrica	Encendido/Apagado y Reinicio	8				Semestral	Técnico Electricista
	Fuente de Luz	5	Medidor de Voltaje	1	1	Trimestral	Técnico Electricista

Fuente: (Chuquilin, 2017)

3.4.1.3 Planificación de mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (7123317)

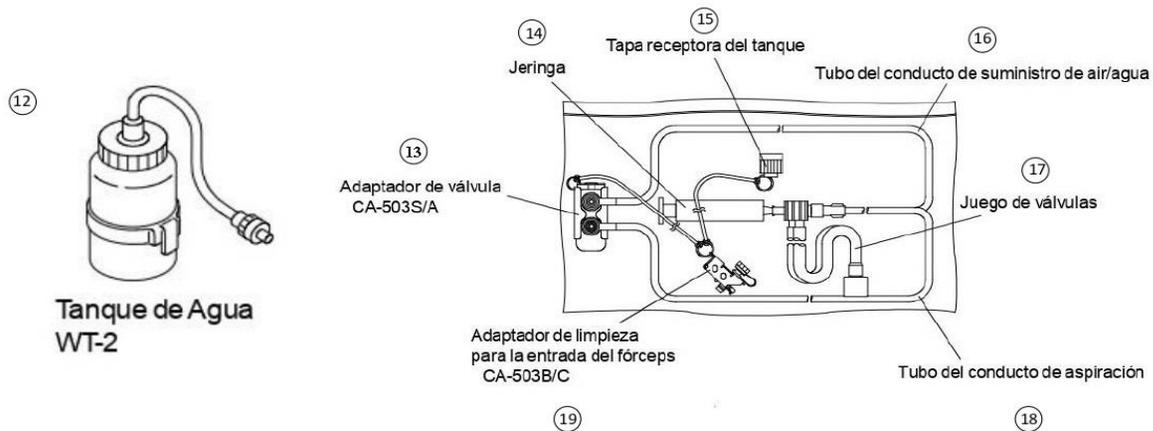
Este equipo médico es uno de los más importantes en el centro médico pues muestra en imagen y con un sistema auxiliar interconectado de una forma apropiada para la observación y diagnóstico de sus pacientes; es por ello que se debe garantizar la disponibilidad y correcto funcionamiento en todo momento para ello se debe realizar las actividades de mantenimiento preventivo como se detalla en la Tabla 18.

Tabla 18

Actividades del mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (7123317)

Factor de Mantenimiento	Actividad
Inspección Técnica	Esta actividad se realizará cada trimestre y se debe verificar el correcto funcionamiento del monitor, instrumento electro quirúrgico, video impresora, teclado, procesadores, grabador de DVD y endoscopio. Para garantizar que dicho elemento funciona sin ningún problema por sí solo.
Conexión y Configuración	En esta actividad se realiza una inspección de los cables de conexión en conjunto que forman el sistema endoscópico, es decir se verificara si la conexión de todos los elementos en conjunto funciona sin ningún problema. Además, se revisará la conexión del tanque de agua al sistema. Dicha actividad se realizada anualmente.
Higiene	La limpieza se realizará todos los días, y se utilizaran insumos como detergente neutro, desinfectantes, agua, franelas de terciopelo y cepillos, para no desgastar la superficie del sistema endoscópico. Además, se tendrá en cuenta la limpieza del tanque de agua que se realizará cada anualmente.
Supervisión Eléctrica	En esta actividad se verificará con ayuda de herramientas eléctricas el correcto funcionamiento de la fuente de luz, el interruptor de pies y toda la conexión del sistema endoscópico. Dicha actividad se realizará 2 veces al año.
Lubricación	Para esta actividad se contará con lubricantes de aceite y silicona para las ruedas y bisagras del carro de la torre de endoscopía. Cada 6 meses se realizará esta actividad.

Fuente: Elaboración Propia



Leyenda	
12	Tanque de Agua
13	Adaptador de Válvula
14	Jeringa
15	Tapa receptora del tanque
16	Tubo del conducto de suministro de air/agua
17	Juego de Válvulas
18	Tubo del conducto de aspiración
19	Adaptador de limpieza para entrada del fórceps CA-503B/C

Figura 15 Tanque de agua Torre de Endoscopia (7123317) (OLYMPUS CORPORATION INC., 2008)

3.4.1.3.1 Reconocimiento de Piezas y Componentes de la Torre de Endoscopia (7123317)

Cabe resaltar que este equipo posee un sistema de tanque de agua conectado a la torre de endoscopia, por ello se ha tenido en consideración las partes de dicho sistema como se aprecia en la Figura 16.

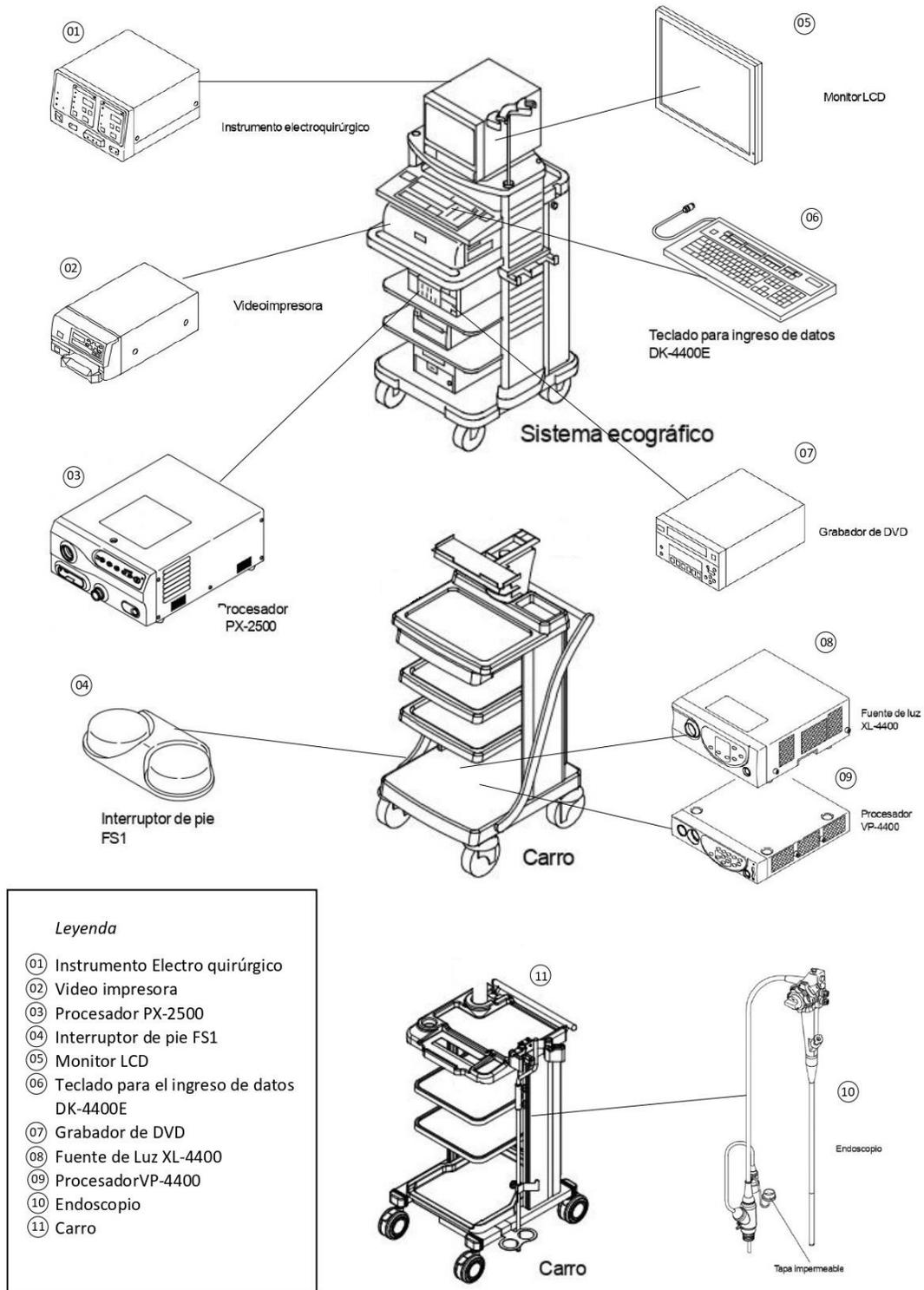


Figura 16 Identificación de parte de la Torre de Endoscopia (7123317) (OLYMPUS CORPORATION INC., 2008)

3.4.1.3.2 Programación del Mantenimiento Preventivo de la Torre de Endoscopia (7123317)

Para lograr tener la Torre de Endoscopia (7123317) se debe realizar el mantenimiento preventivo en las fechas establecidas, para ello se debe cumplir la programación como se indica en la Tabla 19.

Tabla 19

Programación de mantenimiento preventivo de la Torre de Endoscopia (1V37A454)

Programación de Mantenimiento Preventivo							
Factor de Mant.	Componente	N°	Recurso	UND	Cantidad	Frecuencia	Personal Encargado
Inspección Técnica	Monitor LCD	5				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Instrumento Electro quirúrgico	1				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Video impresora	2				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Teclado para ingreso de datos DK-4400E	6				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Procesador PX-2500	3				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Procesador VP-4400	9				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Endoscopio	10				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
Conexión y Configuración	Grabador de DVD	7				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Instrumento Electro quirúrgico	1				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Video impresora	2				Trimestral	Técnico de Mantenimiento

	Jeringa	14			Anual	Técnico de Mantenimiento
	Procesador PX-2500	3			Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Tapa Receptora del Tanque	15			Anual	Técnico de Mantenimiento
	Interruptor de pie FS1	4			Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Tubo del Conducto de aire/agua	16			Anual	Técnico de Mantenimiento
	Juego de Válvulas	17			Anual	Técnico de Mantenimiento
	Tubo del Conducto de Aspiración	18			Anual	Técnico de Mantenimiento
	Adaptador de Válvula CA-503S/A	13			Anual	Técnico de Mantenimiento
	Adaptador de limpieza para entrada del fórceps CA-503B/C	19			Anual	Técnico de Mantenimiento
	Monitor LCD	5			Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Teclado para ingreso de datos DK-4400E	6			Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Grabador de DVD	7			Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Procesador VP-4400	9			Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Endoscopio	10			Trimestral	Técnico de Mantenimiento
Higiene	Monitor LCD	5	Cepillo Saca Polvo	1	1	Semanal Operario de Limpieza
	Teclado para ingreso de datos DK-4400E	6	Desinfectante	10	ml	Semanal Operario de Limpieza

	Grabador de DVD	7	Cepillo Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Tanque de agua	12	Detergente	100	gr	Semanal	Técnico de Mantenimiento
	Procesador VP-4400	9	Cepillo Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Endoscopio	10	Desinfectante	100	ml	Semanal	Operario de Limpieza
	Carro	11	Detergente Neutro	100	gr	Semanal	Operario de Limpieza
	Adaptador de limpieza para entrada del fórceps CA-503B/C	19	Detergente	20	gr	Anual	Técnico de Mantenimiento
	Jeringa	14	Detergente	5	gr	Anual	Técnico de Mantenimiento
	Procesador PX-2500	3	Cepillo Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Video impresora	2	Cepillo Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Instrumento Electro quirúrgico	1	Cepillo Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Tubo del Conducto de aire/agua	16	Agua Destilada	200	ml	Anual	Técnico de Mantenimiento
	Interruptor de pie FS1	4	Cepillo Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
Supervisión Eléctrica	Fuente de Luz XL-4400	8	Polímetro	1	1	Semestral	Técnico Electricista
	Interruptor de pie FS1	4	Polímetro	1	1	Semestral	Técnico Electricista
	Carro	11	Lubricante a base de aceite	50	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento
Lubricación	Juego de Válvulas	17	Lubricante a base de silicona	10	ml	Anual	Técnico de Mantenimiento
	Endoscopio	10	Lubricante a base de silicona	100	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento

Fuente: (Chuquilin, 2017)

3.4.1.4 *Planificación de mantenimiento preventivo del Arco en C*

El Arco en C, es un equipo médico utilizado principalmente para la obtención de imágenes radiológicas de alta resolución y calidad a tiempo real, está compuesto por un generador que produce Rayos X, los cuales penetran en el cuerpo del paciente, mientras que un intensificador de imagen que es un detector especializado convierte estos rayos en una imagen visible la cual se muestra en el monitor del equipo, permitiendo la identificación de estructuras anatómicas y sus detalles; para su correcto funcionamiento se debe cumplir con las actividades como se demuestra en la Tabla 20.

Tabla 20

Actividades del mantenimiento preventivo del Arco en C

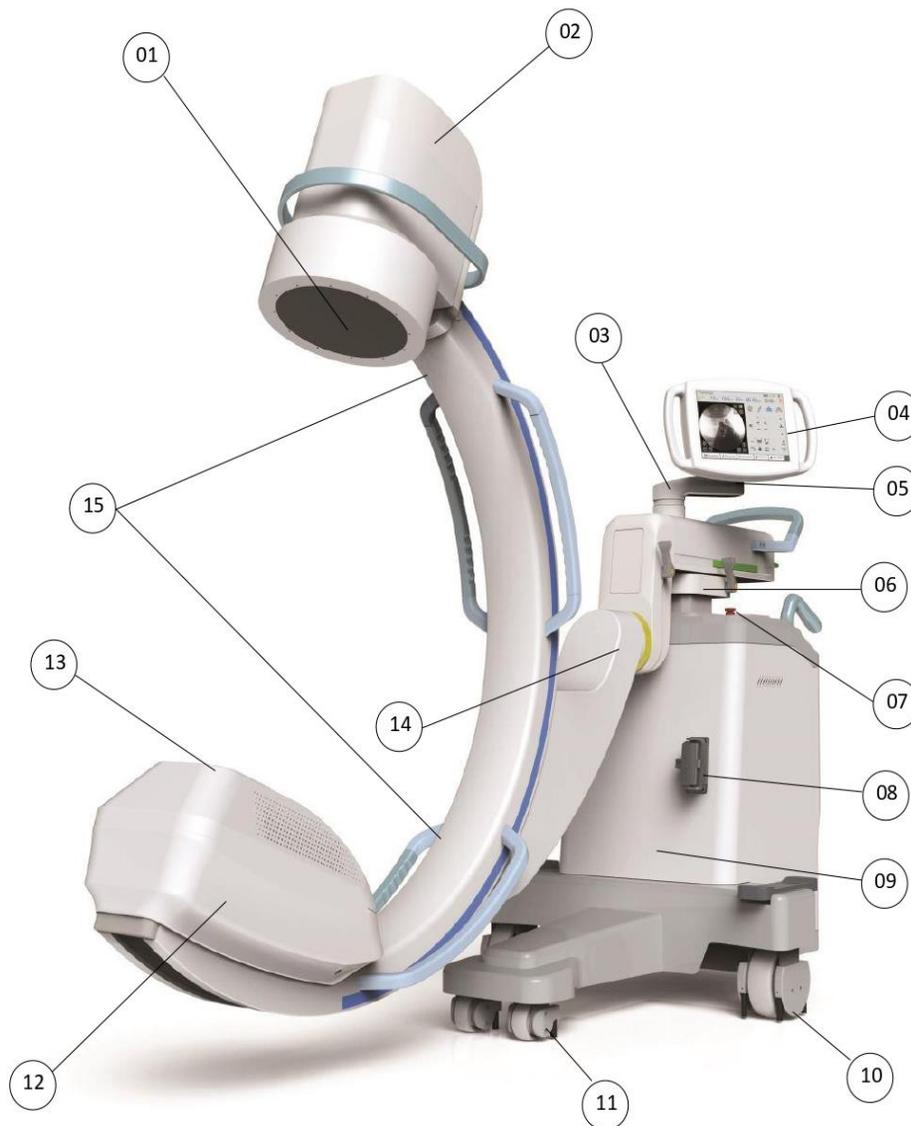
Factor de Mantenimiento	Actividad
Inspección Técnica	En esta actividad se debe realizar una inspección cada tres meses del Monitor con Pantalla Táctil, el Generador Monobloque, el Ánodo Fijo con Refrigerado de Aire, la Cámara CCD y el Arco en C, ya que son las piezas más resaltantes del equipo y deben estar en óptimas condiciones y se debe hacer con un técnico de mantenimiento.
Conexión y Configuración	Se debe realizar esta actividad con una frecuencia semestral, en donde se controla las conexiones y el adecuado funcionamiento de todas las partes en conjunto, además del sistema que posee el equipo médico. Lo hará un técnico de mantenimiento.
Higiene	Para esta actividad se empezará con la limpieza de todo el Arco en C y sus componentes, con ayuda de un trapo húmedo, evitando las partes que considere que son delicadas. Para la parte de la Cámara CCD, se desinfectará la parte exterior, donde los pacientes apoyan su cuerpo. Para el Monitor se sacará el polvo acumulado con un cepillo. Por último, el Generador Monobloque se utilizará detergente neutro cada semana y solo por la parte exterior.
Supervisión Eléctrica	Esta actividad se realizará cada dos meses, y se tendrá en cuenta las partes como; Focos, Intensificador, Conexión a Fuente de Luz, Botón de Apagado y el Generador Monobloque. Y lo realizará un técnico electricista.

Lubricación	Para la lubricación, se realizarán a todas las bases giratorias del equipo médico, incluyendo las ruedas. Lo realizará el operario de mantenimiento cada seis meses.
-------------	--

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.4.1 *Reconocimiento de Piezas y Componentes del Arco en C*

Las piezas y componentes del Arco en C están divididas en 15 partes como puede apreciarse en la Figura 17.



LEYENDA

- | | |
|---|---------------------------------------|
| ① Focos (0,5 – 1,5) mm | ⑨ Generador Monobloque de 5,3 KW |
| ② Intensificador 9” | ⑩ Ruedas Grandes |
| ③ Base Giratoria | ⑪ Ruedas Medianas |
| ④ Monitor con Pantalla Táctil 15,4” | ⑫ Ánodo Fijo con Refrigerado por Aire |
| ⑤ Base Giratoria | ⑬ Cámara CCD (1kx11k) |
| ⑥ Base Giratoria | ⑭ Base Giratoria |
| ⑦ Conexión a Fuente de Luz | ⑮ Arco en C |
| ⑧ Botón de Apagado/Encendido y Reinicio | |

Figura 17 Reconocimiento de Piezas y Componentes del Arco en C (IRE RAYOS X SAC, 2011)

3.4.1.4.2 Programación del mantenimiento preventivo del Arco en C

Para tener un funcionamiento óptimo del Arco en C se debe realizar el mantenimiento preventivo en las fechas determinadas por la programación como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21

Programación de mantenimiento preventivo del Arco en C

Programación de Mantenimiento Preventivo							
Factor de Mantenimiento	Componente	N°	Recurso	UND	Cantidad	Frecuencia	Personal Encargado
Inspección Técnica	Monitor con Pantalla Táctil 15,4"	4				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Generador Monobloque de 5,3 KW	9				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Ánodo Fijo con Refrigerado por Aire	12				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Cámara CCD (1kx11k)	13				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Arco en C	15				Trimestral	Técnico de Mantenimiento
	Focos (0.5 - 1,5) mm	1				Semestral	Técnico de Mantenimiento
Control y Configuración	Intensificador 9"	2				Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Monitor con Pantalla Táctil 15,4"	4				Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Generador Monobloque de 5,3 KW	9				Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Ánodo Fijo con Refrigerado por Aire	12				Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Cámara CCD (1kx11k)	13				Semestral	Técnico de Mantenimiento
Higiene	Intensificador 9"	2	Cepillo Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Monitor con Pantalla Táctil 15,4"	4	Desinfectante	15	ml	Semanal	Operario de Limpieza

	Generador Monobloque de 5,3 KW	9	Detergente Neutro	80	gr	Semanal	Operario de Limpieza
	Ánodo Fijo con Refrigerado por Aire	12	Cepillo Saca Polvo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Cámara CCD (1kx11k)	13	Desinfectante	15	ml	Semanal	Operario de Limpieza
	Arco en C	15	Paño Húmedo	1	1	Semanal	Operario de Limpieza
	Focos (0.5 - 1,5) mm	1	Polímetro	1	1	Bimensual	Técnico Electricista
	Intensificador 9"	2				Bimensual	Técnico de Mantenimiento
Supervisión Eléctrica	Generador Monobloque de 5,3 KW	9	Polímetro	1	1	Bimensual	Técnico de Mantenimiento
	Conexión a Fuente de Luz	7	Polímetro	1	1	Bimensual	Técnico Electricista
	Botón de Apagado/Encendido y Reinicio	8				Bimensual	Técnico Electricista
Lubricación	Base Giratoria	3	Lubricante a base de silicona	5	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Base Giratoria	5	Lubricante a base de silicona	5	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Base Giratoria	6	Lubricante a base de silicona	10	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Base Giratoria	14	Lubricante a base de silicona	30	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Ruedas Grandes	10	Lubricante a base de aceite	20	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento
	Ruedas Medianas	11	Lubricante a base de aceite	10	ml	Semestral	Técnico de Mantenimiento

Fuente: (Chuquilin, 2017)

Propuesta de Mejora 3: Cronograma de Mantenimiento Preventivo

Para tener los equipos numéricos en estado óptimo para su uso y disponible cuando es requerido se debe seguir el cronograma de mantenimiento preventivo de los equipos: Ecógrafo SAR-R7, Torre de Endoscopia (1V37A454), Torre de Endoscopia (7123317) y Arco en C.

Higiene	Gancho del Cable	7	x	Semestral															
	Levantamiento	8	x	Semestral															
	Rueda	1	x	Semestral															
	Asa	1		x	Semestral														
	Gancho del Cable	5		x	Semestral														
	Monitor	1	x	Semanal															
	Teclado y Panel de Control	4	x	Semanal															
	Sujetador de Transductores	5	x	Semanal															
	Levantamiento	8	x	Semanal															
	Rueda	1	x	Semanal															
	Ventilación	3		x	Semanal														
	Panel Trasero	4		x	Semanal														
	Supervisión Eléctrica	Pieza de conexión de potencia	6		x	Bimensual													

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.6 Cronograma del Mantenimiento Preventivo de Torre de Endoscopia (1V37A454)

Se propone que el cronograma de mantenimiento preventivo para el Torre de Endoscopia (1V37A454) se realice según como se detalla en la Tabla 23.

Tabla 23

Cronograma del Mantenimiento Preventivo de Torre de Endoscopia (1V37A454)

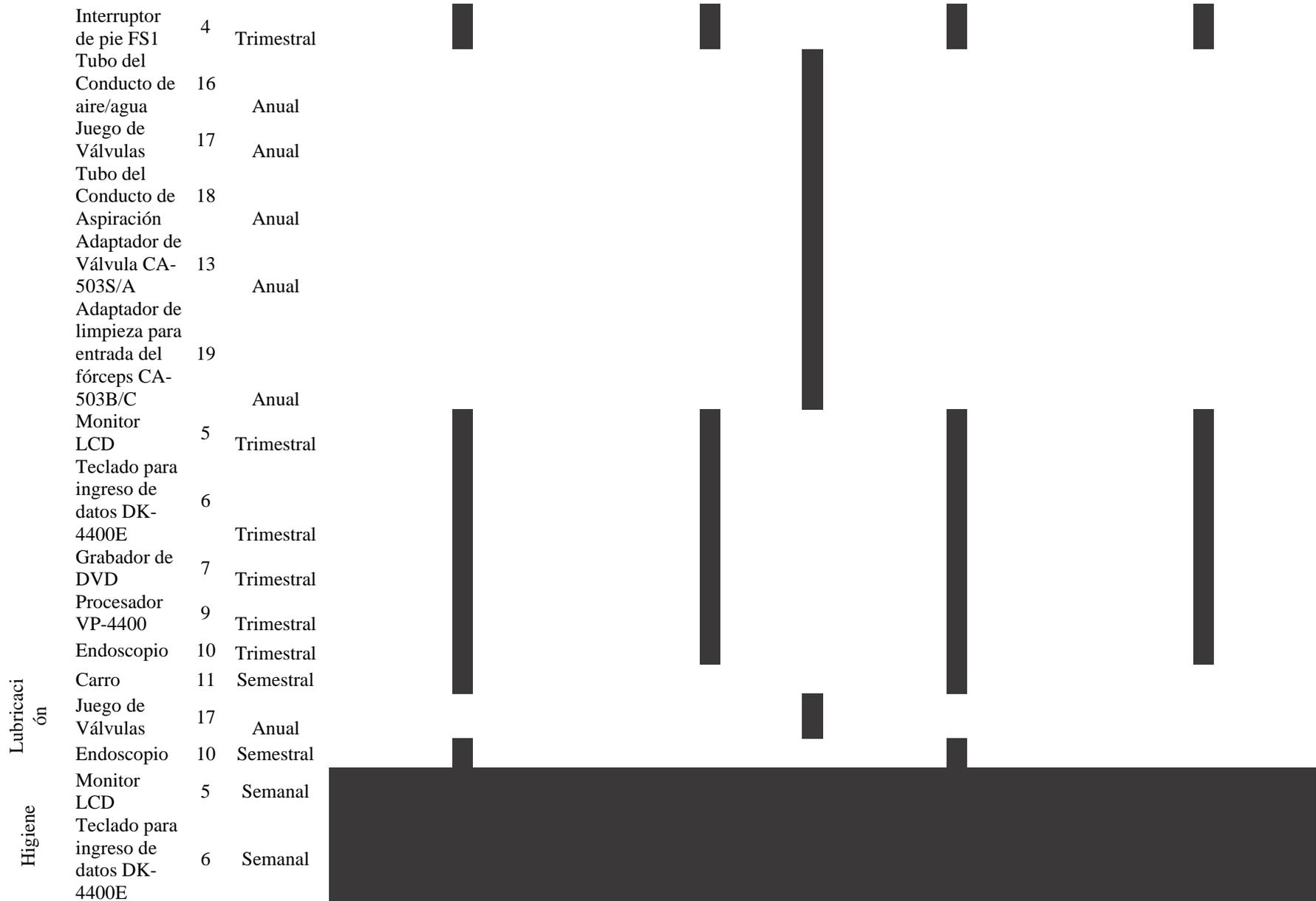
Equipo Médico	Torre de Endoscopia (1V37A454)	Año																																															
		Ene				Feb				Mar				Abr				May				Jun				Jul				Ago				Sep				Oct				Nov				Dic			
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana											
Factor de Mant.	Componente	n°	Frecuencia	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
Inspección Técnica	Monitor	1	Trimestral																																														
	Teclado	7	Trimestral																																														
	Video Gastroscopio Terapéutico	2	Trimestral																																														
	Video Colonoscopia	4	Trimestral																																														
	Procesador Digital de Imágenes	3	Trimestral																																														
Conexión y Configuración	Video Gastroscopio Terapéutico	2	Trimestral																																														
	Video Colonoscopia	4	Trimestral																																														
	Monitor	1	Trimestral																																														
Lubricación	Teclado	7	Trimestral																																														
	Bisagra Monitor	9	Semestral																																														
	Bisagra Videos	10	Semestral																																														
	Carro Torre	6	Semestral																																														

Categoría	Equipo	Cantidad	Frecuencia
Higiene	Carro Torre	6	Semanal
	Monitor	1	Semanal
	Teclado	7	Semanal
	Procesador Digital de Imágenes	3	Semanal
	Video Gastroscopio Terapéutico	2	Semanal
	Video Colonoscopia	4	Semanal
	Botón Encendido/ Apagado y Reinicio	8	Semestral
Supervisión Eléctrica	Fuente de Luz	5	Trimestral

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.7 *Cronograma del Mantenimiento Preventivo de la Torre de Endoscopia (7123317)*

Se propone que el cronograma de mantenimiento preventivo para el Torre de Endoscopia (7123317) se realice según como se detalla en la Tabla 24.



Supervisión Eléctrica	Grabador de DVD	7	Semanal			
	Tanque de agua	12	Semanal			
	Procesador VP-4400	9	Semanal			
	Endoscopio	10	Semanal			
	Carro	11	Semanal			
	Adaptador de limpieza para entrada del fórceps CA-503B/C	19	Anual			
	Jeringa	14	Anual			
	Procesador PX-2500	3	Semanal			
	Video impresora	2	Semanal			
	Instrumento Electro quirúrgico	1	Semanal			
	Tubo del Conducto de aire/agua	16	Anual			
	Interruptor de pie FS1	4	Semanal			
	Fuente de Luz XL-4400	8	Semestral			
	Interruptor de pie FS1	4	Semestral			

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.8 Cronograma del mantenimiento preventivo del Arco en C

Se propone que el cronograma de mantenimiento preventivo para el Arco en C se realice según como se detalla en la Tabla 25.

Tabla 25
Cronograma del Mantenimiento Preventivo del Arco en C

Equipo Medico	Arco en C	Año																																																	
		Ene				Feb				Mar				Abr				May				Jun				Jul				Ago				Sep				Oct				Nov				Dic					
Factor de Mant.	Componente	n°	Frec.																																																
Inspección Técnica	Monitor con Pantalla Táctil 15,4"	4	Trimestral																																																
	Generador Monobloque de 5,3 KW	9	Trimestral																																																
	Ánodo Fijo con Refrigerado por Aire	12	Trimestral																																																
	Cámara CCD (1kx11k)	13	Trimestral																																																
Conexión y Configuración	Arco en C	15	Trimestral																																																
	Focos (0.5 - 1,5) mm	1	Semestral																																																
	Intensificador 9"	2	Semestral																																																
	Monitor con Pantalla Táctil 15,4"	4	Semestral																																																
	Generador Monobloque de 5,3 KW	9	Semestral																																																
	Ánodo Fijo con Refrigerado por Aire	12	Semestral																																																

Categoría	Descripción	Cantidad	Frecuencia
Lubricación	Cámara CCD (1kx11k)	13	Semestral
	Base Giratoria	3	Semestral
	Base Giratoria	5	Semestral
	Base Giratoria	6	Semestral
	Base Giratoria	14	Semestral
	Ruedas Grandes	10	Semestral
	Ruedas Medianas	11	Semestral
Higiene	Intensificador 9"	2	Semanal
	Monitor con Pantalla Táctil 15,4"	4	Semanal
	Generador Monobloque de 5,3 KW	9	Semanal
	Ánodo Fijo con Refrigerado por Aire	12	Semanal
	Cámara CCD (1kx11k)	13	Semanal
Supervisión Eléctrica	Arco en C	15	Semanal
	Focos (0.5 - 1,5) mm	1	Bimensual
	Intensificador 9"	2	Bimensual
	Generador Monobloque de 5,3 KW	9	Bimensual
	Conexión a Fuente de Luz	7	Bimensual
	Botón de Apagado/Encendido y Reinicio	8	Bimensual

Fuente: Elaboración Propia

Propuesta de mejora 4: Formatos de check-List para los equipos médicos.

Los formatos de check lists permiten la recolección, el registro y análisis de las operaciones de mantenimiento preventivo que se realice para los equipos médicos. Además, mejora la comunicación en el área de mantenimiento, del operador y las diferentes partes comprometidas, obteniendo un registro escrito en caso de algún problema. Con dichos formatos se dará mejor control de las actividades que se realicen y por ende se tendrá un registro histórico de las fallas o incurrencias de cada equipo *médico* contribuyendo al sistema de mantenimiento preventivo.

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS MÉDICOS			Código:	
					Versión:	
				Fecha de Aprobación:		
				Páginas: 1 de 1		
DATOS GENERALES						
EQUIPO:			REGISTRO SANITARIO :			
MARCA:		MODELO:		SERIE:		
UBICACIÓN			SERVICIO:		CÓDIGO:	
ÁREA:		PISO:		EQUIPO MÓVIL:		EQUIPO FIJO:
COMPRA	DONACIÓN	COMODATO	ALQUILER	OTRO		
PROVEEDOR:			TELÉFONO:		FAX:	
CORREO:		DIRECCIÓN:			CIUDAD:	
FECHA DE ADQUISICIÓN:			FECHA DE INSTALACIÓN:			
FECHA DE INICIO DE GARANTÍA:			FECHA FINAL DE GARANTÍA:			
REGISTRO DE APOYO TÉCNICO						
FUENTE DE ENERGÍA:			VOLTAJE MAX: V		VOLTAJE MIN: V	
CORRIENTE MAX: A		CORRIENTE MIN: A		POTENCIA: W	FRECUENCIA: Hz	
TEMPERATURA: °C		CAPACIDAD Kg	PESO: Kg		OTRO	
OTRAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE:						
MANUALES: <input type="checkbox"/> OPERACIONES <input type="checkbox"/> MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PARTES <input type="checkbox"/> DESPIECES <input type="checkbox"/> OTRO _____						
PLANOS <input type="checkbox"/> ELECTRÓNICOS <input type="checkbox"/> ELÉCTRICOS <input type="checkbox"/> NEUMÁTICOS <input type="checkbox"/> MECÁNICOS <input type="checkbox"/> HIDRÁULICOS <input type="checkbox"/>						
USO ESPECÍFICO <input type="checkbox"/> DIAGNÓSTICO <input type="checkbox"/> PREVENCIÓN <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO <input type="checkbox"/> REHABILITACIÓN <input type="checkbox"/> LABORATORIO <input type="checkbox"/>						
RIESGO <input type="checkbox"/> BAJO (I) <input type="checkbox"/> MEDIO (IA) <input type="checkbox"/> ALTO (IIB) <input type="checkbox"/> MUY ALTO (III) <input type="checkbox"/>						
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES						
REGISTRO DE MANTENIMIENTO						
RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO:						
TELÉFONO:			CORREO:			
TIPO DE MANTENIMIENTO		<input type="checkbox"/> PROPIO	<input type="checkbox"/> GARANTÍA	<input type="checkbox"/> CONTRATADO	<input type="checkbox"/> CALIBRACIÓN	
FRECUENCIA DE MANT. PREVENTIVO		<input type="checkbox"/> MENSUAL	<input type="checkbox"/> TRIMESTRAL	<input type="checkbox"/> SEMESTRAL	<input type="checkbox"/> ANUAL	
ELABORADO POR		REVISADO POR		APROBADO POR		
FIRMA Y SELLO		FIRMA Y SELLO		FIRMA Y SELLO		

Figura 18 Ficha técnica de los equipos biomédicos

 <p>MB María Belén <small>medicina de excelencia</small></p>	<p>HOJA DE RUTINA DE INSPECCIÓN Y LIMPIEZA</p>	<p>Código:</p> <p>Versión:</p> <p>Fecha de Aprobación:</p> <p>Páginas: 1 de 1</p>							
DATOS GENERALES									
EQUIPO:		UBICACIÓN:							
MARCA:	MODELO:	SERIE:							
ÁREA:	SERVICIO:	CÓDIGO:							
MESES	SEMANA				FRECUENCIA				OBSERVACIÓN
	1°	2°	3°	4°	MENSUAL	TRIMESTRE	SEMESTRAL	ANUAL	
ENERO									
FEBRERO									
MARZO									
ABRIL									
MAYO									
JUNIO									
JULIO									
AGOSTO									
SETIEMBRE									
OCTUBRE									
NOVIEMBRE									
DICIEMBRE									
ELABORADO POR			REVISADO POR			APROBADO POR			
FIRMA Y SELLO			FIRMA Y SELLO			FIRMA Y SELLO			

Figura 20 Hoja de rutina de inspección y limpieza

		SOLICITUD DE MANTENIMIENTO		Código:	
				Versión:	
SOLICITUD: N°				Fecha de Aprobación:	
				Páginas: 1 de 1	
		FECHA:			
DATOS GENERALES					
EQUIPO:			UBICACIÓN:		
MARCA:		MODELO:		SERIE:	
ÁREA:		SERVICIO:		CÓDIGO:	
TIPO DE MANTENIMIENTO					
PREDICTIVO		PREVENTIVO		CORRECTIVO	
TIPO DE PROBLEMA					
MECÁNICO		ELÉCTRICO		ELECTRÓNICO	
PRIORIDAD					
ALTA		MEDIA		BAJA	
DESCRIPCIÓN DE LA FALLA			OBSERVACIONES		
ELABORADO POR		REVISADO POR		APROBADO POR	
FIRMA Y SELLO		FIRMA Y SELLO		FIRMA Y SELLO	

Figura 21 Solicitud de Mantenimiento de Equipos biomédicos

		ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO		Código:	
				Versión:	
ORDEN		N°		FECHA:	
<input type="checkbox"/> MANTENIMIENTO PREVENTIVO		<input type="checkbox"/> MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
RESPONSABLE:					
DATOS GENERALES					
EQUIPO:			UBICACIÓN:		
MARCA:		MODELO:		SERIE:	
ÁREA:		SERVICIO:		CÓDIGO:	
ESTADO INICIAL DE FUNCIONAMIENTO			ESTADO DE CONSERVACIÓN		
MALOGRADO	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input type="checkbox"/>	BUENO	<input type="checkbox"/>
MALOGRADO	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input type="checkbox"/>	BUENO	<input type="checkbox"/>
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA					
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR					
REPUESTOS Y MATERIALES UTILIZADOS					
				<u>CANTIDAD</u>	<u>COSTO</u>
OBSERVACIONES TECNICAS					
FECHA DE EJECUCIÓN:					
INICIO				FINAL	
TIEMPO EMPLEADO					
ELABORADO POR		REVISADO POR		APROBADO POR	
FIRMA Y SELLO		FIRMA Y SELLO		FIRMA Y SELLO	

Figura 22 Orden de trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo

	PROCEDIMIENTO DE REPARACION Y CAMBIO DE PARTES		Código: Versión: Fecha de Aprobación: Páginas: 1 de 1
	DATOS GENERALES		
EQUIPO:		UBICACIÓN:	
MARCA:	MODELO:	SERIE:	
ÁREA:	SERVICIO:	CÓDIGO:	
FOTO DE LA PARTE	HERRAMIENTA	PROCEDIMIENTO	
OBSERVACIONES			
ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	
FIRMA Y SELLO	FIRMA Y SELLO	FIRMA Y SELLO	

Figura 24 Procedimiento de reparación y cambio de partes.

3.5 Resultados después de la propuesta.

Para obtener los resultados de la implementación del Sistema de Manteamiento Preventivo mostrado anteriormente, hemos considerado como modelo y punto de referencia a Chuquilin (2017), quien es su proyecto de tesis, ha demostrado reducir un 79% el número de fallas y aumentar en un 75% el cumplimiento de Gestión de Mantenimiento Hospitalario en un periodo de cuatro años.

Variable Independiente: Sistema de mantenimiento preventivo.

3.5.1.1 *Porcentaje Total de Tareas Preventivas.*

Para obtener el valor de este indicador se ha considerado el número de tareas preventivas propuestas en esta investigación de los equipos más críticos, asignadas en la programación de mantenimiento preventivo, como se muestra anteriormente en la Tabla 15, Tabla 17, Tabla 19 y Tabla 21. Por otro lado, se ha considerado el total de tareas correctivas como el número de fallas proyectadas en los periodos (2020 – 2024). Mediante la fórmula de la *Ecuación 4*.

$$\% \text{ Total de Tareas Preventivas} = \frac{116}{(116 + 7)} \times 100$$

$$\% \text{ Total de Tareas Preventivas} = \frac{116}{123} \times 100$$

$$\% \text{ Total de Tareas Preventivas} = 94\%$$

Se espera que el total de tareas preventivas sean un 94%, con respecto a las de tareas correctivas.

3.5.1.2 *Porcentaje de Cumplimiento de Tareas Preventivas.*

Para obtener el valor de este indicador se ha tomado en cuenta el cumplimiento del Sistema de Gestión del 75%, siendo 116 el valor total de tareas preventivas y 87 el valor de tareas preventivas realizadas, en el periodo proyectado. Mediante la fórmula de la *Ecuación 5*.

$$\% \text{ Cumplimiento de Tareas Preventivas} = \frac{87}{116} \times 100$$

$$\% \text{ Cumplimiento de Tareas Preventivas} = 75\%$$

Se espera que el porcentaje del cumplimiento de tareas preventivas sea del 75% con respecto al total.

3.5.1.3 *Porcentaje de Cumplimiento de Inspecciones.*

Para determinar el valor de este indicador se ha considerado los factores de mantenimiento preventivo de inspección técnica y supervisión eléctrica de los cuatro equipos médicos críticos, como se muestra en la en la Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25. Asimismo, como el indicador antes mencionado también se ha considerado el 75% de cumplimiento del Sistema de Gestión. Siendo así, 33 el número total de inspecciones programadas y 25 el número de inspecciones realizada del total. Mediante la fórmula de la *Ecuación 6*.

$$\% \text{ Cumplimiento de Inspección} = \frac{25}{33} \times 100$$

$$\% \text{ Cumplimiento de Inspección} = 76\%$$

Se espera que el porcentaje de inspecciones realizadas o cumplidas sea del 76% con respecto al total.

Variable Dependiente: Disponibilidad de los equipos

Para determinar estos valores, cabe mencionar que se tomaron las fallas del último año de estudio de esta investigación, rediciendo en un 79% para cada año proyectado, por consiguiente, los valores mostrarán un comportamiento estacional; con la finalidad de que el resultado sea dado en un escenario pesimista. Tomando como base los resultados de la investigación de Chuquilin (2017).

3.5.1.4 *Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF)*

Para hallar este indicador se ha considerado los valores del Tiempo Total de Funcionamiento (Anexo n°08) y el Numero de Fallas de los Equipos Críticos en el periodo proyectado (Anexo n° 11), mediante la fórmula de la *Ecuación 1*.

Tabla 26

Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF) en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2020-2024.

MTBF	Años				
	2020 (horas)	2021 (horas)	2022 (horas)	2023 (horas)	2024 (horas)
Ecógrafo SAR-R7	1388	1388	1388	1388	1388
Torre de Endoscopia (1V37A545)	999	999	999	999	999
Torre de Endoscopia (7123317)	1729	1729	1729	1729	1729
Arco en C	3165	3165	3165	3165	3165

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la Tabla 26, el número de horas que estarán en funcionamiento los equipos médicos críticos, demuestran una tendencia estacional en el periodo estudiado.

3.5.1.5 *Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)*

Para hallar este indicador se ha considerado los valores del Tiempo Total de Inactividad esperados de los quipos médicos (Anexo n°12), y el Numero de Fallas de los Equipos Críticos en el periodo proyectado (Anexo n°11), mediante la fórmula de la *Ecuación 2*.

Tabla 27

Tiempo Promedio de Reparación (MTTR) en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2020-2024.

MTTR	Años				
	2020 (horas)	2021 (horas)	2022 (horas)	2023 (horas)	2024 (horas)
Ecógrafo SAR-R7	72	72	72	72	72
Torre de Endoscopia (1V37A545)	96	96	96	96	96
Torre de Endoscopia (7123317)	96	96	96	96	96

Arco en C	120	120	120	120	120
-----------	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Tabla 27, es el número de horas para iniciar nuevamente el funcionamiento de los equipos que habrían detectado alguna falla o en otras palabras el tiempo de inactividad de los equipos médicos críticos, es constante.

3.5.1.6 *Porcentaje de Disponibilidad*

Para hallar el valor de este indicador se ha considerado los valores anteriormente desarrollados los cuales son el Tiempo Promedio entre Fallas, como se muestra en la Tabla 26 y el Tiempo Promedio de Reparación, como se muestra en la Tabla 27, mediante la fórmula de la Ecuación 3.

Tabla 28

Porcentaje de Disponibilidad Inherente de los equipos médicos críticos del Centro Médico María Belén S.R.L.- Cajamarca, en el periodo 2020-2024.

Disponibilidad Inherente	Años				
	2020	2021	2022	2023	2024
Ecógrafo SAR-R7	95%	95%	95%	95%	95%
Torre de Endoscopia (1V37A545)	91%	91%	91%	91%	91%
Torre de Endoscopia (7123317)	95%	95%	95%	95%	95%
Arco en C	96%	96%	96%	96%	96%

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la Tabla 28 y Figura 25, el porcentaje del tiempo, que los equipos médicos críticos estarán en condiciones de operar durante el periodo proyectado, demuestran una tendencia estacional en el tiempo.

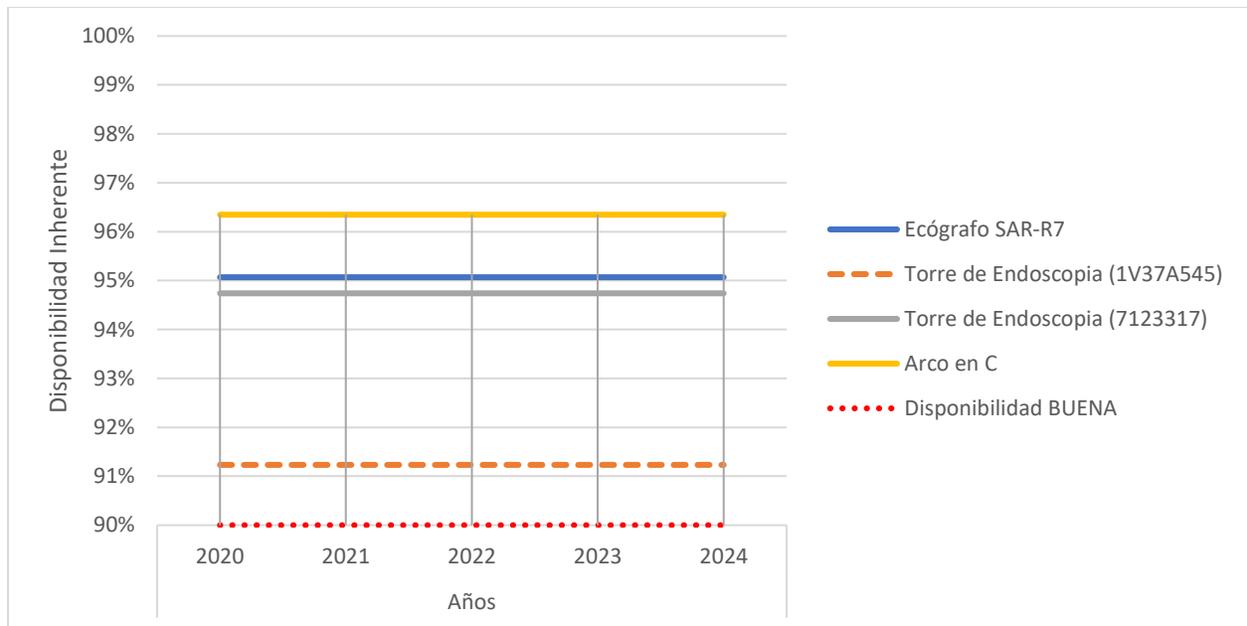


Figura 25 Comportamiento de la Disponibilidad Inherente de los equipos médicos críticos en el periodo proyectado.

Tabla 29

Operacionalización de Variables Cuantificadas después de la Propuesta de Mejora

Tipo de Variable	Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Antes de la propuesta	Después de la propuesta	Mejora (Variación)
Variable Independiente	Sistema de Mantenimiento Preventivo	Según, (Calle, 2017) el Mantenimiento Preventivo es un programa de tareas y procesos de manutención anual programado, organizado y estructurado sobre la base de unidades técnicas, especificando al detalle las fechas y los tipos de trabajos que se deben realizar a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa u organización	Total de tareas preventivas	0%	94%	94%
			Cumplimiento de tareas preventivas	0%	75%	75%
			Cumplimiento de inspecciones	0%	76%	76%
Variable Dependiente	Disponibilidad de los Equipos	De acuerdo con (Ticlavilca, 2016), la Disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.	Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF)	899 horas	1820 horas	921
			Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)	96 horas	96 horas	0
			Disponibilidad	89%	94%	5%

Fuente: Elaboración Propia

Como se detalla en la Tabla 29, el valor de los indicadores antes de la propuesta, dan a mostrar los resultados obtenidos en el periodo estudiado (2015-2019), por otro el valor de los indicadores después de la propuesta, se refieren a los resultados obtenidos en el periodo proyectado (2020-2024). Logrando así un aumento en la Disponibilidad de Equipos del 5%

3.6 Análisis Económico Financiero

Costo de Implementación

Para elaborar el análisis económico financiero se consideraron todos los costos en los que se incurren para implementar el sistema de mantenimiento preventivo como; útiles de escritorio, equipos de oficina, materiales, equipos, herramientas personales y capacitación de personal.

Como se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 30

Costo de Implementación

ÍTEM	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	INVERSIÓN TOTAL
ÚTILES DE ESCRITORIO				
Papel bond A4	Millar	1	S/ 25.00	S/ 25.00
Plumones indelebles	Caja	1	S/ 8.00	S/ 8.00
Lapiceros	Caja	1	S/ 5.00	S/ 5.00
Archivadores	Unidad	2	S/ 6.00	S/ 12.00
Perforador	Unidad	1	S/ 10.00	S/ 10.00
Tinta de impresora	Unidad	1	S/ 40.00	S/ 40.00
Engrampador	Unidad	1	S/ 5.00	S/ 5.00
Check List de ficha técnica de equipos Biomédicos	Millar	1	S/ 60.00	S/ 60.00
Check List de hoja de vida de equipos Biomédicos	Millar	1	S/ 60.00	S/ 60.00
Hoja de rutina de inspección y limpieza	Millar	1	S/ 60.00	S/ 60.00
Check List de solicitud de mantenimiento	Millar	1	S/ 60.00	S/ 60.00
Check List de ordenes de trabajo de	Millar	1	S/ 60.00	S/ 60.00

mantenimiento preventivo y correctivo						
Check List de carta de lubricación	Millar	1	S/	60.00	S/	60.00
Check List de procedimiento de reparación y cambio de partes	Millar	1	S/	60.00	S/	60.00
EQUIPOS DE OFICINA						
Laptop	Unidad	1	S/	1,200.00	S/	1,200.00
Escritorio	Unidad	1	S/	150.00	S/	150.00
Impresora	Unidad	1	S/	400.00	S/	400.00
Cámara fotográfica	Unidad	1	S/	250.00	S/	250.00
Memorias USB	Unidad	2	S/	15.00	S/	30.00
MATERIALES						
Detergente	Kilogramo	14	S/	5.35	S/	74.90
Lubricantes a base de aceite	Galón	1	S/	180.00	S/	180.00
Lubricantes a base de silicona	Galón	1	S/	80.00	S/	80.00
Trapos industriales	Kilogramo	1	S/	3.80	S/	3.80
Desinfectante	Galón	2	S/	15.00	S/	30.00
Cepillo saca polvo	Unidad	1	S/	18.00	S/	18.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Aspiradora	Unidad	1	S/	330.00	S/	330.00
Transductor	Unidad	1	S/	700.00	S/	700.00
Multímetro	Unidad	1	S/	30.00	S/	30.00
HERRAMIENTAS PERSONALES						
Zapatos punta de acero	Unidad	4	S/	150.00	S/	600.00
Overol	Unidad	4	S/	50.00	S/	200.00
Guantes	Unidad	6	S/	25.00	S/	150.00
Lentes de seguridad	Unidad	6	S/	30.00	S/	180.00
Casco	Unidad	2	S/	35.00	S/	70.00
Respirador	Unidad	2	S/	30.00	S/	60.00
CAPACITACIÓN AL PERSONAL						
Capacitación de mantenimiento	Horas	8	S/	80.00	S/	640.00
Total, de Inversión (SOLES)						S/ 5,901.70

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla anterior, en cada ítem se detalla la medida, cantidad y precio unitario; generando así un costo total de S./ 5,901.70.

Inversión

Para la inversión se ha considerado los sueldos del personal técnico y administrativo, así como los costos de las herramientas básicas y especiales.

Para la ejecución del mantenimiento preventivo programado en necesario contratar a un técnico de mantenimiento y electricista, para que cumpla con las actividades de mantenimiento de los diferentes equipos médicos.

Tabla 31

Sueldo de Personal Técnico

CANTIDAD	TÉCNICO	SUELDO BASE + BENEFICIOS	COSTO X anual
1	MANTENIMIENTO Y ELECTRICISTA	1200	S/. 14,400.00

Fuente: Elaboración Propia

Para la asignación del sueldo del personal técnico se tomó en cuenta el sueldo mínimo en el Perú desde el año 2019, con un valor de S./ 930.00. Además, se asignó los beneficios de ley con un valor de S./ 270.00. Generando así un sueldo mensual de S./ 1,200.00.

Es necesario también contratar a personal administrativo de mantenimiento, con el objetivo de garantizar un buen manejo del sistema de mantenimiento preventivo.

Tabla 32

Gastos Administrativos

CANTIDAD	ADMINISTRATIVO	COSTO X ANUAL
1	465	S/. 5,580.00

Fuente: Elaboración Propia

Para la asignación del sueldo del personal administrativo se ha considerado una jornada parcial, ya que solo se contará con sus servicios en los días programados de mantenimiento de los equipos médicos.

Flujo de Inversión

Para el desarrollo del flujo de caja se ha considerado todos los montos correspondientes al año cero y su permanencia en los siguientes años. No obstante, en los costos de Herramientas y Equipos, Capacitación, solo se consideran en el año cero. Así también en los costos de Útiles de Escritorio y Oficina, el costo a partir del año 1, se ha reducido ya que solo se consideró la compra de los formatos de check lists de mantenimiento preventivo que se utilizarán constantemente. Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 33
Costos Proyectados

Descripción	FLUJO DE INVERSION						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	
Sueldo Personal Técnico	S/. 14,400.00	S/.14,400.00	S/.14,400.00	S/.14,400.00	S/.14,400.00	S/.14,400.00	S/.14,400.00
Sueldo Personal Administrativo	S/. 5,580.00	S/. 5,580.00	S/. 5,580.00	S/. 5,580.00	S/. 5,580.00	S/. 5,580.00	S/. 5,580.00
Costo Herramientas y Equipos	S/. 1,585.00	S/. -					
Costo de Implementos de Seguridad	S/. 1,260.00	S/. 1,260.00	S/. 1,260.00	S/. 1,260.00	S/. 1,260.00	S/. 1,260.00	S/. 1,260.00
Costo de Mantenimiento de Equipos	S/. 386.70	S/. 386.70	S/. 386.70	S/. 386.70	S/. 386.70	S/. 386.70	S/. 386.70
Costo de Capacitación	S/. 640.00	S/. -					
Costo de Útiles de Escritorio y Equipos de Oficina	S/. 2,555.00	S/. 420.00					
COSTO TOTAL	S/. 26,406.70	S/.21,626.70	S/.21,626.70	S/.21,626.70	S/.21,626.70	S/.21,626.70	S/.21,626.70

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla n°33 nos muestra los costos proyectados en un periodo de cinco años, donde se muestra en el año cero la inversión inicial la cual dará inicio al sistema de mantenimiento preventivo con un valor de S./ 26, 406.70. Así también los siguientes años muestran un costo constante para la continuidad del mismo, con un valor de S./ 21, 626.70.

Tabla 34

Indicadores de Ahorro.

INDICADORES DE AHORRO		2020	2021	2022	2023	2024
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ecógrafo SAR-R7	-	S/. 9,000.00	S/.10,800.00	S/.14,400.00	S/.12,600.00	S/.18,000.00
Torre de Endoscopia (1V37A545)	-	S/.10,434.00	S/.15,651.00	S/.12,173.00	S/.15,651.00	S/.17,390.00
Torre de Endoscopia (7123317)	-	S/. 8,000.00				
Arco en C	-	S/. 5,400.00	S/. 6,750.00	S/. 9,450.00	S/. 6,750.00	S/. 8,100.00
TOTAL, INDICADORES DE AHORRO	-	S/.32,834.00	S/.41,201.00	S/.44,023.00	S/.43,001.00	S/.51,490.00

Fuente: Elaboración Propia

Para los indicadores de ahorro se ha considerado los costos de los equipos médicos en un escenario donde no reciban mantenimiento preventivo, en otras palabras, solo se consideró los costos de mantenimiento correctivo en un periodo de cinco años.

Como se muestra en la tabla anterior.

Tabla 35

Flujo de Caja Neto Proyectado

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. -26,406.70	S/.11,207.30	S/.19,574.30	S/.22,396.30	S/.21,374.30	S/.29,863.30

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla anterior el flujo de caja en un periodo de cinco años, en el año cero es negativo porque es el costo que se invertirá para la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo. Por otro lado, en los siguientes años tenemos un valor positivo porque es el ingreso que se recuperara mediante la aplicación de dicho sistema.

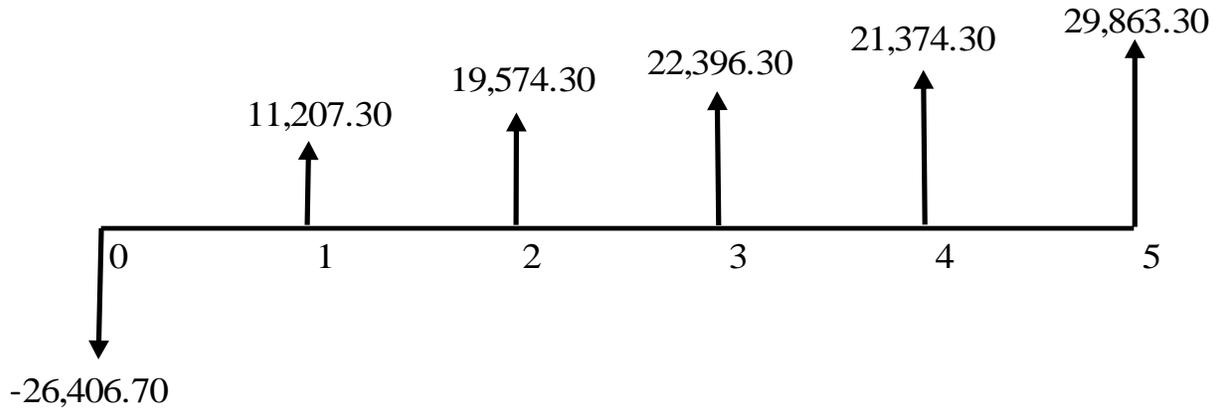


Figura 26 Flujo de Caja Proyectado

Tabla 36
Evaluación de Indicadores Financieros

COK	7.75%
VA	S/. 81,582.33
VAN	S/. 55,175.63
TIR	59.6%
IR	3.09

Fuente: Elaboración Propia

VAN: La implementación del sistema de mantenimiento preventivo se acepta porque el valor del VAN es mayor a cero ($VAN > 0$) y permitiría generar una utilidad de S./ 55,175.63 en un periodo de cinco años.

TIR: La implementación del sistema de mantenimiento preventivo se acepta porque la Tasa Interna de Retorno es mayor al Costo de Oportunidad del Capital ($TIR > COK$), así también es mayor a la tasa que ofrecen cualquier identidad financiera en el mercado en la actualidad.

IR: La implementación del sistema de mantenimiento preventivo está generando una rentabilidad de S./ 2.09 por cada sol invertido en el proyecto.

Flujo de Inversión en un Escenario Optimista

Tabla 37

Indicadores de Ahorro en un Escenario Optimista

INDICADORES DE AHORRO		2020	2021	2022	2023	2024
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ecógrafo SAR-R7	-	S/.11,700.00	S/.14,040.00	S/.18,720.00	S/.16,380.00	S/.23,400.00
Torre de Endoscopia (1V37A545)	-	S/.13,564.20	S/.20,346.30	S/.15,824.90	S/.20,346.30	S/.22,607.00
Torre de Endoscopia (7123317)	-	S/.10,400.00	S/.10,400.00	S/.10,400.00	S/.10,400.00	S/.10,400.00
Arco en C	-	S/. 7,020.00	S/. 8,775.00	S/.12,285.00	S/. 8,775.00	S/.10,530.00
TOTAL, INDICADORES DE AHORRO	-	S/.42,684.20	S/.53,561.30	S/.57,229.90	S/.55,901.30	S/.66,937.00

Fuente: Elaboración Propia

Para este escenario se ha considerado un aumento del 30% en los indicadores de ahorro como se muestra en la tabla anterior.

Tabla 38

Flujo de Caja Neto Proyectado en un Escenario Optimista

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. -26,406.70	S/.21,057.50	S/.31,934.60	S/.35,603.20	S/.34,274.60	S/.45,310.30

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla anterior, los ingresos han aumentado considerablemente con respecto al flujo de caja neto proyectado en un escenario normal.

Tabla 39

Evaluación de Indicadores Financieros en un Escenario Optimista

COK	7.75%
VA	S/. 132,133.35
VAN	S/. 105,726.65
TIR	100.4%
IR	5.00

Fuente: Elaboración Propia

VAN: La implementación del sistema de mantenimiento preventivo se acepta porque el valor del VAN es mayor a cero ($VAN > 0$) y permitiría generar una utilidad de S./ 105,726.65 en un periodo de cinco años.

TIR: La implementación del sistema de mantenimiento preventivo se acepta porque la Tasa Interna de Retorno es mayor al Costo de Oportunidad del Capital ($TIR > COK$), así también es mayor a la tasa que ofrecen cualquier identidad financiera en el mercado en la actualidad.

IR: La implementación del sistema de mantenimiento preventivo está generando una rentabilidad de S./ 4.00 por cada sol invertido en el proyecto.

Flujo de Inversión en un Escenario Pesimista

Tabla 40

Indicadores de Ahorro en un Escenario Pesimista

INDICADORES DE AHORRO		2020	2021	2022	2023	2024
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ecógrafo SAR-R7	-	S/. 6,300.00	S/. 7,560.00	S/.10,080.00	S/. 8,820.00	S/.12,600.00
Torre de Endoscopia (1V37A545)	-	S/. 7,303.80	S/.10,955.70	S/. 8,521.10	S/.10,955.70	S/.12,173.00
Torre de Endoscopia (7123317)	-	S/. 5,600.00				
Arco en C	-	S/. 3,780.00	S/. 4,725.00	S/. 6,615.00	S/. 4,725.00	S/. 5,670.00
TOTAL, INDICADORES DE AHORRO	-	S/.22,983.80	S/.28,840.70	S/.30,816.10	S/.30,100.70	S/.36,043.00

Fuente: Elaboración Propia

Para este escenario se ha considerado una disminución del 30% en los indicadores de ahorro como se muestra en la tabla anterior.

Tabla 41

Flujo de Caja Neto Proyectado en un Escenario Pesimista

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. -26,406.70	S/. 1,357.10	S/. 7,214.00	S/. 9,189.40	S/. 8,474.00	S/.14,416.30

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla anterior, los ingresos han disminuido considerablemente con respecto al flujo de caja neto proyectado en un escenario normal.

Tabla 42

Evaluación de Indicadores Financieros en un Escenario Pesimista

COK	7.28%
VA	S/. 31,518.58
VAN	S/. 5,111.88
TIR	12.8%
IR	1.19

Fuente: Elaboración Propia

VAN: La implementación del sistema de mantenimiento preventivo se acepta porque el valor del VAN es mayor a cero ($VAN > 0$) y permitiría generar una utilidad de S./ 5,111.88 en un periodo de cinco años.

TIR: La implementación del sistema de mantenimiento preventivo se acepta porque la Tasa Interna de Retorno es mayor al Costo de Oportunidad del Capital ($TIR > COK$).

IR: La implementación del sistema de mantenimiento preventivo está generando una rentabilidad de S./ 0.19 por cada sol invertido en el proyecto.

Por último, el proyecto económicamente es viable ya que en los tres escenarios (optimista, real y pesimista) se obtiene valores del VAN mayores a 0, TIR mayor a la tasa COK y el Índice de Rentabilidad de manera positivo.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Según Astete & Palomino (2016), se encontró que los equipos biomédicos de las unidades críticas del Hospital Regional del Cusco se trabaja sin un plan de mantenimiento preventivo establecido bajo los lineamientos de la OMS, realizando únicamente mantenimiento correctivo generando incremento en los costos de reparación de los equipos biomédicos, no cuenta con registros históricos que permitan medir y controlar la gestión del mantenimiento; con lo que concordamos a nuestra investigación, que la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo se generan costos de reparación, además que los registros históricos permiten tener un mayor control de los equipos médicos. Por ello que se diseñaron formatos de registro de mantenimiento de acuerdo a cada actividad.

Así también en el 2016, Sánchez, Chuquival, & Ruiz, se determinó la importancia del Plan de Mantenimiento Preventivo en la prolongación de la vida útil de los equipos del Hospital Regional de "Virgen del Carmen" – Chachapoyas, y en el mantenimiento para un funcionamiento adecuado, han determinado pasos generales que debe poseer una rutina de mantenimiento. Estos pasos generales son los que constituyen la base de las rutinas para cada equipo; su aplicabilidad es determinada por las características específicas de cada equipo, los cuales son: condiciones ambientales, limpieza interna y externa, inspección externa del equipo, inspección interna, lubricación y engrase, remplazo de ciertas partes, ajustes y calibración, pruebas funcionales completas y revisión de seguridad eléctrica. Y García (2014), nos menciona que un sistema de mantenimiento preventivo se define habitualmente como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. Entonces el

mantenimiento preventivo mantiene en funcionamiento los equipos mediante la supervisión de planes que deben realizarse en fechas programadas, siendo estos planes muy completos debido a que en estos se detallan todos los materiales, las herramientas y los repuestos a emplearse en dicho mantenimiento. Además, el mantenimiento preventivo evita las paradas no programadas, las cuales se genera debido a que el personal está acostumbrado a hacer trabajar las maquinas por largos periodos de tiempo sin efectuar mantenimiento gracias a la velocidad que poseen al reparar las fallas bajo presión. Con lo que coincidimos con nuestra investigación, la importancia de las actividades de rutina para un adecuado funcionamiento del equipo médico, es por ello que en la presente investigación se diseñó un cronograma de actividades, donde se detallan los materiales, la fecha y el personal adecuado para realizar la actividad.

Así mismo en el 2015, Uscátequi, nos indica que un sistema de gestión de mantenimiento óptimo permite que la empresa mejore considerablemente las actividades diarias del departamento, incluso que tenga un control y efectiva ejecución de las actividades que sean programadas, para dar cumplimiento al plan diseñado, garantizando así la confiabilidad, extendiendo la vida útil de los equipos. Además, menciona que dicho sistema de gestión de mantenimiento contribuyó para la organización y programación de los trabajos de mantenimiento y seguimiento a los indicadores de gestión del departamento; lo que concordamos con nuestra investigación, que la ejecución de las actividades que sean programadas del sistema de mantenimiento preventivo, garantice la confiabilidad de equipos, en nuestra investigación logramos aumentar en un 5% la disponibilidad de los equipos médicos.

Chuquilin (2017), nos expresa que gracias a la implementación el Sistema de Gestión de Mantenimiento Hospitalario para Optimizar la Vida Útil de los Equipos en la Unidad de Servicios Generales, del Hospital Regional Docente de Cajamarca, los resultados obtenidos son

significativos ya que la disponibilidad en todos los equipos aumentó entre un intervalo de 20 a 25%, así como su confiabilidad, disminuyendo paradas innecesarias y teniendo un adecuado control y seguimiento, reduciéndose de esta manera el número de equipos críticos y aumentando la vida útil del equipo; lo que coincidimos con nuestra investigación ya que nosotros logramos aumentar en un 5% la disponibilidad de equipos médicos y gracias a ello se disminuirán las paradas por manteniendo correctivo.

Por último, todas las referencias anteriormente mencionadas fueron investigaciones realizadas en instituciones de salud públicas y privadas. Al mismo tiempo demostraron que la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento, aumentó el total de tareas preventivas en un rango del 75% al 94%. Por ende, han sido consideradas como evidencia y sustentación de nuestra investigación.

4.2 Conclusiones

El diseño un sistema de mantenimiento preventivo aumentó la disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

La disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca, antes de la propuesta de mejora obtuvo un valor del 89%,

Se diseñó el sistema de mantenimiento preventivo en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca, para lo cual se elaboró formatos de Check List, manuales de registro y cronogramas de los equipos médicos.

Los indicadores, de la variable independiente y dependiente después del diseño del sistema de mantenimiento preventivo en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca, aumento en un 94% el total de tareas preventivas, el 75% cumplimiento de tareas preventivas, el 76% el cumplimiento de inspecciones y la disponibilidad de equipos en un 5%

Finalmente la evaluación económica – financiera del diseño de sistema de mantenimiento preventivo en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca, generó un índice de rentabilidad de S/4.00 por cada sol invertido, una tasa interna de retorno de 100.4% y un VAN de S/105,726.65 en el escenario optimista, en el escenario real se generó un índice de rentabilidad de S/2.09 por cada sol invertido, una tasa interna de retorno de 59.6% y un VAN de S/55,175.63 y en el escenario pesimista se generó un índice de rentabilidad de S/0.19 por cada sol invertido, una tasa interna de retorno de 12.8% y un VAN de S/5,111.88; obteniendo un valor viable en los tres escenarios.

4.3 Recomendaciones

Se debe diseñar un Sistema de Mantenimiento preventivo para todos los equipos del centro médico María Belén S.R.L., aplicando el mismo sistema para llevar un mejor sistema de gestión dentro del área estudiada.

Se debe realizar una capacitación general a todos los trabajadores del centro médico María Belén, donde se detallen las consideraciones sobre el sistema de mantenimiento preventivo de todos los equipos médicos.

Se debe monitorear el sistema de mantenimiento preventivo anualmente, con ayuda de los indicadores de mantenimiento para seguir el desarrollo de dicho sistema.

Se debe elaborar un análisis de disponibilidad de todos los equipos médicos del centro médico, en especial a los equipos que faltaron analizar en este proyecto de investigación para tener un mejor control de equipos.

Se debe implementar un plan de mejora continua para poder observar los problemas y/o errores que puedan surgir en el sistema de mantenimiento preventivo.

REFERENCIAS

- Astete, R. G., & Palomino, F. M. (2016). *Plan de Mantenimiento Preventivo Bajo Los Lineamientos de La OMS de Los Equipos Biométricos de las Unidades Críticas del Hospital Regional del Cusco*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Calle, J. (2017). Mantenimiento Preventivo. *BS Campus*, 02 - 03.
- Castillo, O., & Flores, C. (2019). Mortalidad por enfermedades digestivas no neoplásicas en la población adulta del Perú, 2010 – 2015. En C. F. Ofelia Castillo Contreras, *Anales de la Facultad de Medicina* (pág. 43). Lima: SciELO Perú. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/15874/13648>
- Chuquilin, N. M. (2017). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO PARA OPTIMIZAR LA VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS EN LA UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES, DEL HOSPITAL REGIONAL DOCENTE DE CAJAMARCA*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Estrada Puerta, J. S. (2011). *Gestión de Mantenimiento de Equipos Médicos en la Fundación Clínica Infantil Club Noel: Módulo de Ingeniería Biomédica*. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/1141/1/TBM00269.pdf>
- Fuenmayor, E. (2018). *Análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad de un Sistema de Bombeo*. Venezuela: LinkedIn Corporation © 2020. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/analisis-de-confiabilidad-disponibilidad-y-un-sistema-edgar/>
- García, S. (2014). *Ingeniería de Mantenimiento*. España: Renovetc.
- Ingeniaritza Elektronikoa Fujimon. (2006). *PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO DE UNA TORRE DE ENDOSCOPIA FUJIMON*. Japon.
- IRE RAYOS X SAC. (2011). *Manual de Usuario - ZEN-042301-10212 - Arco en C*. San Sebastian de los Reyes - Madrid.
- La República. (11 de Agosto de 2019). Cajamarca: Hospital Regional con equipos obsoletos y sin especialistas. *Hospital de Cajamarca presenta deficiencias en equipos y personal médico.*, pág. 01. Obtenido de <https://larepublica.pe/sociedad/2019/08/11/cajamarca-hospital-regional-con-equipos-obsoletos-y-sin-especialistas/>
- Mesa, D., Ortiz, Y., & Pinzón, M. (2006). *LA CONFIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD Y LA MANTENIBILIDAD, DISCIPLINAS*. Pereira: Scientia et Technica Año XII, No 30, Mayo de 2006 UTP. ISSN 0122-1701.
- Mimenza, C. O. (2010). *Los 15 Tipos de Investigación*. Barcelona, España: Miscalánea. Obtenido de <https://psicologiyamente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>
- Minitab LLC. (2019). ¿Qué es el tiempo promedio para fallar (MTTF)? *Métrica de Fiabilidad*, 01 - 02.
- OLYMPUS CORPORATION INC. (2008). *Manual de Preparacion y Operacion - Torre de Endoscopia 7123317*. Singapore: Printed in Japan.

- Organización Mundial de Salud. (2018). Introducción al Programa de Mantenimiento de Equipos Médicos. (Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos). *Portal de Información - Medicamentos Esenciales y Productos de Salud*, 01 - 02.
- Ortiz, S. (2016). La Confiabilidad, La Disponibilidad y La Mantenibilidad, Disciplinas. En S. e. XII, *La Confiabilidad, La Disponibilidad y La Mantenibilidad, Disciplinas* (pág. 156). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- RPP Noticias. (23 de Agosto de 2016). Cáncer gástrico es el de mayor incidencia en Cajamarca. *RPP NOTICIAS*, págs. 01 - 02.
- Salazar, B. (30 de Junio de 2019). Suavización exponencial Simple. *Ingeniería Industrial*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/pronostico-de-la-demanda/suavizacion-exponencial-simple/>
- Samsung Medison CO., LTD. (2007). *Manual de Usuario SONOACE R7*. Gangnam-gu, Seoul, Korea: World Wide Web.
- Sánchez, J. G., Chuquival, R., & Ruiz, P. (2016). *Plan de Mantenimiento Preventivo Para Equipos Biométricos del Hospital Regional "Virgen de Fátima"*. Chachapoyas, Peru: Ministerio de Salud.
- Sierra, C., & Calvo, E. (2013). *Técnicas de Mantenimiento en Instalaciones Mineras*. (U. D. CANTABRIA, Ed.) Cantabria: ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA. Obtenido de https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2489/course/section/2495/Mantenimiento_2%20.pdf
- SUNAT. (2005). *Informacion General de la Empresas*. Cajamarca. Obtenido de <https://www.universidadperu.com/empresas/centro-medico-de-alta-complejidad-maria-belen.php>
- Ticlavilca, J. C. (2016). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon SAC. En J. C. Rauz, *TESIS* (págs. 20, 21, 22 y 23). Huancayo, Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.
- Turmero, I. J. (2016). Costos de mantenimiento. *Monografias*, 01 - 02.
- Uscátequi, P. J. (2015). *Propuesta de Mejoramiento de Gestión de Mantenimiento para el Departamento de Confiabilidad y Proyectos en la empresa PetroSantander Colombia (INC)*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

ANEXOS

ANEXO n° 1 Matriz de Operacionalización de Variables.

Tipo de Variable	Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Sistema de Mantenimiento Preventivo	Según (Calle, 2017) el Mantenimiento Preventivo es un programa de tareas y procesos de manutención anual programado, organizado y estructurado sobre la base de unidades técnicas, especificando al detalle las fechas y los tipos de trabajos que se deben realizar a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa u organización	Total de tareas preventivas	% Total de tareas preventiva
			Cumplimiento de tareas preventivas	% cumplimiento de tareas preventivas
			Cumplimiento de inspecciones	% Cumplimiento de inspecciones
Variable Dependiente	Disponibilidad de los Equipos	De acuerdo con (Ticlavilca, 2016), la Disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.	Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF)	Cantidad de tiempo (Horas)
			Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)	Cantidad de tiempo (Horas)
			Disponibilidad	% de Disponibilidad inherente

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 2. Formato de recolección de datos de los equipos médicos.

HISTORIAL DE EQUIPOS DAÑADOS							
AÑO	N°	EQUIPO	SERIE	MARCA	n° fallas	FECHA	ESSA
	1	CAMARA HIPERBARICA	CSMAI	LEADER LIFE	2	Ene-15	Falla Humana
	2	MONITOR FETAL	Serie 170 FCF	COROMETRICS	1	Feb-15	No se encontró el error
	3	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	Feb-15	Falla de la máquina.
	4	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	2	Abr-15	Quema del sistema de fuente de luz.
	5	SILLA DE CIRUJIA	FEI534	DRE MILANO	1	Abr-15	Falta de lubricación
	6	TORRE DE ENDOSCOPIA	70000260	OLYMPUS	1	Abr-15	Quema de foco de fuente de luz
	7	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Abr-15	Posible falla humana.
	8	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	May-15	Pantalla negra en el monitor de Video
2015	9	EQUIPO DE BOMBA DE INFUSION	OECJ-02	CONTEC	2	May-15	No se encontró el error
	10	ELECTROCARDIOGRAFO	ELI 150	MONTARA	1	Jun-15	Falta de Mantenimiento
	11	ULTRASONIDO	HSS50	SONOACE	1	Jul-15	Error en la conexión de los cables al monitor principal.
	12	DEFIBRILADORES	23019000/OR	PHILIPS	1	Jul-15	No se encontró el error
	13	UNIDAD DE CAMPOS MAGNETICOS	3535PSO-12	MAGNATHERP	1	Ago-15	Falta de Mantenimiento
	14	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Ago-15	Posible falla humana.
	15	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Ago-15	Pantalla negra en el monitor de Video

	16	MESA QUIRURGICA	JOU-972	TORINO	1	Oct-15	No se encontró el error
	17	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	Oct-15	Falla de la máquina.
	18	POLIGRAFO DIGITAL	C8-V5-282	LIBRA	2	Nov-15	Error en su sistema
	19	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	1	Nov-15	Quema del sistema de fuente de luz.
	20	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Ene-16	Pantalla negra en el monitor de Video
	21	PH-METRO GASTROESOFAGICOS	PH - 903	CROMAKIT	1	Feb-16	Falta de Mantenimiento
	22	PUERTO LAPAROSCOPICO	PSP100000	UNIMAX	2	Mar-16	Falla Humana
	23	BOMBA DE ALIMENTACION	BFP-1034	MICREL	1	Abr-16	En el cable de alimentación.
	24	CAMILLA QUIRURGICA	YFDT-PY02	LINAX	1	Abr-16	Mal uso del paciente, y falta de mantenimiento.
	25	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	1	Jun-16	Error en el sistema conectado
2016	26	TORRE DE LAPAROSCOPIA	CV12	BIOTRONITECH	1	Jun-16	No se encontró el error
	27	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	2	Jun-16	Pantalla negra en el monitor de Video
	28	EQUIPO DE ENDOSCOPIA OTORRINA	ORL23	SOPRO-COMEG	1	Jun-16	Falta de mantenimiento
	29	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	Jul-16	Falla de la máquina.
	30	EQUIPO DE RAYOS X	CDJBD-0/4	CARESTREAM ASCEND	1	Ago-16	No se encontró el error.
	31	TORRE DE ENDOSCOPIA	70000260	OLYMPUS	1	Ago-16	Quema de foco de fuente de luz
	32	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	2	Ago-16	Se desconfiguró el sistema, posible falla

						humana, no se determinó causa.	
	33	EQUIPO DE BOMBA DE INFUSION	OECJ-02	CONTEC	1	Ago-16	No se encontró el error
	34	DOPPLER OBSTETRICO FD3	D9030	OFFERS	1	Ago-16	Error de lectura en apantalla IPS, posible causa falta de mantenimiento.
	35	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	1	Set-16	Error en el sistema conectado
	36	OTOSCOPIO	2100-200	RIESTER	2	Set-16	Falta de limpieza y mantenimiento
	37	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	Oct-16	Falla de la máquina.
	38	TORRE DE LAPAROSCOPIA	CV12	BIOTRONITECH	1	Oct-16	No se encontró el error
	39	UNIDAD DE CAMPOS MAGNETICOS	3535PSO-12	MAGNATHERP	1	Oct-16	Falta de Mantenimiento
	40	EQUIPO DE ENDOSCOPIA OTORRINA	ORL23	SOPRO-COMEG	2	Nov-16	Falta de mantenimiento
	41	SISTEMA DE ULTRASONIDO	225354NO514	CARCI	2	Nov-16	Mala alimentación de energía
	42	EQUIPO DE RAYOS X	CDJBD-0/4	CARESTREAM ASCEND	1	Nov-16	Falta de Mantenimiento
	43	MONITOR DE SIGNOS VITALES	AHDAL12	DRE WAVELINE	1	Dic-16	Falta de Mantenimiento
	44	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Dic-16	Pantalla negra en el monitor de Video
	45	CAMILLA QUIRURGICA	YFDT-PY02	LINAX	2	Dic-16	Mal uso del paciente, y falta de mantenimiento.
2017	46	PH-METRO GASTROESOFAGICOS	PH - 903	CROMAKIT	1	Ene-17	Falta de Mantenimiento

47	CAMILLA QUIRURGICA	YFDT-PY02	LINAX	1	Ene-17	Falta de mantenimiento
48	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Ene-17	No se encontró error
49	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	Feb-17	No se encontró el error
50	BOMBA DE ALIMENTACION	BFP-1034	MICREL	1	Feb-17	Falta de Mantenimiento, en el cable de alimentación.
51	CAMILLA QUIRURGICA	YFDT-PY02	LINAX	1	Mar-17	Mal uso del paciente
52	ULTRASONIDO	HSS50	SONOACE	1	Mar-17	Error en la conexión de los cables al monitor principal.
53	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	1	Abr-17	Error en el sistema conectado
54	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Abr-17	Falla de la máquina
55	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	2	Jun-17	Falla de la máquina
56	TORRE DE ENDOSCOPIA	70000260	OLYMPUS	1	Jun-17	Quema de foco de fuente de luz
57	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Jun-17	No se encontró error
58	CAMARA HIPERBARICA	CSMAI	LEADER LIFE	2	Jun-17	Falla Humana
59	ACELERADOSR LINEAL	OU-32/O0	VARIAN UNIQUE	1	Jun-17	No se encontró error
60	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Jul-17	No se encontró error
61	DOPPLER OBSTETRICO FD3	D9030	OFFERS	2	Jul-17	Error de lectura en apantalla IPS, posible causa falta de mantenimiento.
62	ESFINGOMANOMETRO	AS - 102	ASPEN	1	Jul-17	Falla humana.
63	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	2	Ago-17	Error en el sistema conectado

	64	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Ago-17	Error de lectura del reloj
	65	TORRE DE ENDOSCOPIA	70000260	OLYMPUS	2	Ago-17	No se encontró error
	66	VENTILADORES RESPIRATORIOS	YMAC-02	VIASYS AVEA	1	Set-17	Falla de la máquina
	67	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	Set-17	Falla de la máquina
	68	LAMPARAS DE CIRUGIA	LAM-LUMX2	MAXX LUXX	1	Set-17	Falla de la máquina
	69	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Oct-17	Falla de la máquina
	70	BIOSTIM	BOMAS100	BIOMEDICAL LIFE SYSTEMS	1	Oct-17	Error del sistema
	71	ESFINGOMANOMETRO	AS - 102	ASPEN	1	Oct-17	Falla humana.
	72	UNIDAD ELECTROQUIRURGICA	FTTL-212	VALLEYLAB	1	Oct-17	Falta de Mantenimiento
	73	POLIGRAFO DIGITAL	C8-V5-282	LIBRA	2	Nov-17	Error en su sistema
	74	ULTRASONIDO	HSS50	SONOACE	2	Nov-17	Error en la conexión de los cables al monitor principal. no se determinó causa
	75	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Dic-17	no se determinó causa
	76	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	1	Dic-17	no se determinó causa
	77	EQUIPO DE ENDOSCOPIA OTORRINA	ORL23	SOPRO-COMEG	1	Dic-17	Falta de mantenimiento
	78	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	2	Ene-18	Pantalla negra en el monitor de Video
2018	79	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Ene-18	No se determinó causa.
	80	BIOSTIM	BOMAS100	BIOMEDICAL LIFE SYSTEMS	1	Ene-18	Error del sistema
	81	POLIGRAFO DIGITAL	C8-V5-282	LIBRA	1	Feb-18	Error en su sistema

82	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	1	Feb-18	No se encontró el error
83	FONENDOSCOPIO	CLASISIC ii 9928	LITTMANN	2	Mar-18	Mala conexión entre la manguera y la campana.
84	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Mar-18	No se determinó causa.
85	UNIDAD DE CAMPOS MAGNETICOS	3535PSO-12	MAGNATHERP	1	Abr-18	Falta de Mantenimiento
86	PUERTO LAPAROSCOPICO	PSP100000	UNIMAX	1	Abr-18	Falla Humana
87	SISTEMA DE ULTRASONIDO	225354NO514	CARCI	1	Abr-18	Mala alimentación de energía
88	SILLON DE RECONOCIMIENTO PROCTÖLOGICO	PRE-1057/EE	AGA	1	May-18	Falta de Mantenimiento
89	TORRE DE ENDOSCOPIA	70000260	OLYMPUS	1	May-18	Quema de foco de fuente de luz
90	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	1	May-18	No se encontró el error
91	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Jun-18	No se determinó causa.
92	EQUIPO DE BOMBA DE INFUSION	OECJ-02	CONTEC	1	Jun-18	No se encontró el error
93	ACELERADOSR LINEAL	OU-32/O0	VARIAN UNIQUE	1	Jun-18	Falta de Mantenimiento
94	UNIDAD DE CAMPOS MAGNETICOS	3535PSO-12	MAGNATHERP	1	Jun-18	Falta de Mantenimiento
95	POLIGRAFO DIGITAL	C8-V5-282	LIBRA	1	Jul-18	Error en su sistema
96	BIOSTIM	BOMAS100	BIOMEDICAL LIFE SYSTEMS	2	Jul-18	Error del sistema

97	ULTRASONIDO	HSS50	SONOACE	1	Jul-18	Error en la conexión de los cables al monitor principal.
98	SISTEMA DE DETECCION RESPIRATORIA	14C-972836	HEADWAY	1	Ago-18	No se encontró el error
99	HELICOBACTER PYLORI CAMARA HIPERBARICA	CSMAI	LEADER LIFE	1	Ago-18	Falla Humana
100	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Ago-18	Pantalla negra en el monitor de Video
101	PUERTO LAPAROSCOPICO	PSP100000	UNIMAX	1	Ago-18	No se encontró el error
102	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Set-18	Pantalla negra en el monitor de Video
103	MICROSCOPIO QUIRURGICO	MCRO/2D	REFURBISHED	1	Set-18	Falta de Mantenimiento
104	TORRE DE LAPAROSCOPIA	CV12	BIOTRONITECH	1	Set-18	No se encontró el error
105	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	2	Set-18	funcionamiento errático del botón de emergencia, provocando su continua desconfiguración
106	PH-METRO GASTROESOFAGICOS	PH - 903	CROMAKIT	1	Oct-18	Falta de Mantenimiento
107	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	Oct-18	No se encontró el error
108	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	1	Nov-18	No se encontró el error
109	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	2	Nov-18	No se encontró el error

	110	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Ene-19	Posible falla humana,
	111	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	2	Jun-19	Posible falla humana,
	112	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	Ene-19	Provocando su continua desconfiguración.
	113	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Ene-19	Posible falla humana,
	114	PH-METRO GASTROESOFAGICOS	PH - 903	CROMAKIT	1	Feb-19	Falta de Mantenimiento
	115	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Feb-19	Pantalla negra en el monitor de Video Provocando su
	116	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	Mar-19	continua desconfiguración.
2019	117	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	2	Mar-19	Pantalla negra en el monitor de Video
	118	CAMILLA QUIRURGICA	YFDT-PY02	LINAX	2	Abr-19	Falta de mantenimiento
	119	PUERTO LAPAROSCOPICO	PSP100000	UNIMAX	1	Abr-19	Falla Humana
	120	TORRE DE ENDOSCOPIA	70000260	OLYMPUS	2	May-19	Quema de foco de fuente de luz
	121	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	May-19	Posible falla humana,
	122	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	May-19	Falla de la máquina
	123	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	1	Jun-19	Error en el sistema conectado
	124	PH-METRO GASTROESOFAGICOS	PH - 903	CROMAKIT	1	Jun-19	No se determinó causa.
	125	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	2	Jul-19	No se determinó causa.

126	DOPPLER OBSTETRICO FD3	D9030	OFFERS	1	Jul-19	Error de lectura en apantalla IPS
127	ULTRASONIDO	HSS50	SONOACE	1	Ago-19	Error en la conexión de los cables al monitor principal.
128	EQUIPO DE RAYOS X	CDJBD-0/4	CARESTREAM ASCEND	1	Ago-19	No se encontró el error.
129	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Ago-19	Pantalla negra en el monitor de Video
130	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	ZEN 2090 PRO	1	Set-19	Falla de la máquina
131	UNIDAD ELECTROQUIRURGICA	FTTL-212	VALLEYLAB	1	Nov-19	Falta de Mantenimiento
132	BIOSTIM	BOMAS100	BIOMEDICAL LIFE SYSTEMS	2	Nov-19	Error del sistema
133	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012W	SAMSUNG	1	Nov-19	No se determinó causa.
134	UNIDAD LAZERD LUZ	343534OU354	CARCI	1	Nov-19	Falta de Mantenimiento
135	TORRE DE ENDOSCOPIA	1V37A545	FUJIMON	1	Dic-19	Pantalla negra en el monitor de Video
136	TORRE DE ENDOSCOPIA	7123317	OLYMPUS	2	Dic-19	Error en el sistema conectado

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 3. Encuesta de trabajo de investigación en el Centro Médico Clínica María Belén S.R.L. - Cajamarca

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Facultad de ingeniería

Encuesta de trabajo de investigación en el Centro Médico Clínica María Belén S.R.L. - Cajamarca

La encuesta tiene como finalidad de conocer el diseño del sistema de gestión de mantenimiento y conocer la disposición de equipos en el área de servicio del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca

Objetivo. - Recopilar información para conocer el sistema de mantenimiento, en la clínica María Belén para diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventiva y aumentar la disponibilidad de sus equipos en el área de servicio del centro médico.

Instrucciones: Lea cuidadosamente las preguntas y marque con una (x) según crea convenientes y responda cuidadosamente.

1. Califique usted el sistema de gestión que se vienen realizando actualmente en el área de mantenimiento:
 - a. Pésima
 - b. Mala
 - c. Normal
 - d. Buena
 - e. Muy buena
2. ¿El área de mantenimiento del centro médico cumple con el sistema de Mantenimiento?
 - a. Siempre
 - b. A veces
 - c. Nunca
3. Cuando un equipo es reportado inoperativo por una falla compleja. ¿Cuánto tiempo demora el área de mantenimiento en dar solución al problema?
 - a. De 1 a 4 horas
 - b. De 5 a 8 horas
 - c. Al día siguiente
 - d. Mas de 2 días
 - e. Mas de 4 días
 - f. Mas de una semana.
4. Una vez detectado una falla en un equipo, ¿cómo actúa el área de mantenimiento?
 - a. Contratan mano de obra directa, para resolver la falla.
 - b. Acude a la tienda para hacer uso de la garantía.
 - c. Cuenta con una empresa de servicio técnico para los equipos.
 - d. Demora varios días para encontrar una solución.
 - e. Reemplaza el equipo.

5. ¿EL área de mantenimiento realiza inspecciones a los equipos?
 - a. Siempre
 - b. A veces
 - c. Nunca
6. Si usted podría calificar de manera global la disponibilidad del 0% al 100% de los equipos de la clínica María Belén. Sabiendo que el nivel óptimo debe estar por encima del 90%
 - a. Menos que el 40%
 - b. Sobre el 40%
 - c. Sobre el 60 %
 - d. Sobre el 80 %
 - e. Sobre el 90 %
7. ¿Por cuánto tiempo cree usted que un equipo se encuentra completamente operativo antes de presentar una falla?
 - a. Por un mes.
 - b. Entre 2 a 3 meses
 - c. Entre 4 a 5 meses
 - d. Entre 6 a 7 meses
 - e. Por 8 meses a más.
8. ¿Cree usted que la Clínica María Belén debería tercerizar la cantidad de correctivos complejos para evitar tener los equipos parado por mucho tiempo?
 - a. Si
 - b. No
9. Califique del 1 al 10, sabiendo que 1 es la principal causa con menor importancia en la gestión de mantenimiento y 10 la causa con mayor importancia.
 - () La falta de registros de Orden de trabajo
 - () La falta de capacitación
 - () La falta de herramientas
 - () Malas condiciones
 - () El mal uso de los equipos
 - () Falta de tercerización de correctivos complejos
 - () Falta de un plan de mantenimiento preventivo +

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 4. Observación Directa (Check List)

ítem	Nombre	Serie	Modelo
1. Condiciones Ambientales			
		Bueno	Regular
			Malo
El quipo medico se encuentra en un espacio apropiado para su uso.			X
El equipo médico cuenta con las instalaciones eléctricas adecuadas.			X
El equipo médico se encuentra permanentemente limpio.			X
2. Condiciones Operarias (Diariamente)		0 a 5 veces	5 a 10 veces
			10 a mas
Con que frecuencia el operario manipula el equipo médico.			X
Después de manipular el equipo médico, con qué frecuencia el operario limpia el equipo médico.		X	
Con que frecuencia el operario usa el equipo adecuado para manipular el equipo médico.			X
3. Condiciones de Cambio de Turno		Siempre	A veces
			Nunca
El operario que sale, revisa el quipo antes de entregarle al relevo.			X
El operario que entra, revisa el equipo al momento de recibirlo.			X
Ante cualquier anomalía, el operario hace su reporte sobre dicho equipo.			X
4. Condiciones en Mantenimiento		Siempre	A veces
			Nunca
El operario encargado realiza la manipulación con las herramientas adecuadas.		X	
El operario encargado, realiza la manipulación basándose en el manual de usuario.			X
El operario realiza su informe al finalizar el mantenimiento.			X

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 5. Equipos Médicos del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca

ITE M	NOMBRE	SERIE	ESPECIALIDAD	MARCA	UBICACIÓN
1	ABLACION	1250-G	Ginecología y Obstetricia	AARON	Segundo Nivel
2	ACELERADOSR LINEAL	OU-32/O0	Cirugía Oncológica	VARIAN UNIQUE	Tercer Nivel
3	ARCO EN C	ZEN-042301-10212	Radiología	ZEN 2090 PRO	Segundo Nivel
4	BIOSTIM	BOMAS100	Medicina Física y Rehabilitación	BIOMEDICAL LIFE SYSTEMS	Primer Nivel
5	BOMBA DE ALIMENTACION	BFP-1034	Gastroenterología	MICREL	Tercer Nivel
6	CAMARA HIPERBARICA	CSMAI	Cirugía Oncológica	LEADER LIFE	Tercer Nivel
7	CAMILLA QUIRURGICA	YFDT-PY02	Gastroenterología	LINAX	Tercer Nivel
8	DEFIBRILADORES	23019000/OR	Cirugía General y Laparoscópica	PHILIPS	Tercer Nivel
9	DOPPLER OBSTETRICO FD3	D9030	Ginecología y Obstetricia	OFFERS	Segundo Nivel
10	ECOGRAFO SAR-R7	SOSQM3HG400012 W	Gastroenterología	SAMSUNG	Segundo Nivel
11	ELECTROAUTERIO	ECJTH-0283/454	Cirugía General y Laparoscópica	SUGICAL	Tercer Nivel
12	ELECTROCARDIOGRAFO	ELI 150	Cardiología	MONTARA	Primer Nivel
13	ELECTROMIOGRAFO EMG DE 6 CANALES	02ELEMGNUS001	Neurología	PURCHASE	Primer Nivel
14	EQUIPO DE BOMBA DE INFUSION	OECJ-02	Cirugía Oncológica	CONTEC	Tercer Nivel
15	EQUIPO DE ENDOSCOPIA OTORRINA	ORL23	Otorrinolaringología	SOPRO-COMEG	Segundo Nivel
16	EQUIPO DE RAYOS X	CDJBD-0/4	Radiología	CARESTREAM ASCEND	Segundo Nivel
17	ESFINGOMANOMETRO	AS - 102	Medicina Interna	ASPEN	Primer Nivel
18	FONENDOSCOPIO	CLASISIC ii 9928	Medicina Interna	LITTMANN	Primer Nivel

19	LAMPARAS DE CIRUGIA	LAM-LUMX2	Cirugía General y Laparoscópica	MAXX LUXX	Tercer Nivel
20	MESA QUIRURGICA	JOU-972	Cirugía General y Laparoscópica	TORINO	Tercer Nivel
21	MICROSCOPIO QUIRURGICO	MCRO/2D	Cirugía General y Laparoscópica	REFURBISHED	Tercer Nivel
22	MONITOR DE SIGNOS VITALES	AHDAL12	Cirugía General y Laparoscópica	DRE WAVELINE	Tercer Nivel
23	MONITOR FETAL	Serie 170 FCF	Ginecología y Obstetricia	COROMETRICS	Segundo Nivel
24	OTOSCOPIO	2100-200	Otorrinolaringología	RIESTER	Segundo Nivel
25	PH-METRO GASTROESOFAGICOS	PH - 903	Gastroenterología	CROMAKIT	Primer Nivel
26	POLIGRAFO DIGITAL	C8-V5-282	Gastroenterología	LIBRA	Primer Nivel
27	PUERTO LAPAROSCOPICO	PSP100000	Gastroenterología	UNIMAX	Primer Nivel
28	SALIDA MEDICA DE GAS	GSL-2000153	Cirugía General y Laparoscópica	MANIFOLDS	Tercer Nivel
29	SILLA DE CIRUJIA	FEI534	Cirugía General y Laparoscópica	DRE MILANO	Tercer Nivel
30	SILLON DE RECONOCIMIENTO PROCTÖLOGICO	PRE-1057/EE	Gastroenterología	AGA	Primer Nivel
31	SISTEMA DE DETECCION RESPIRATORIA HELICOBACTER PYLORI	14C-972836	Gastroenterología	HEADWAY	Primer Nivel
32	SISTEMA DE ULTRASONIDO	225354NO514	Medicina Física y Rehabilitación	CARCI	Primer Nivel
33	TORRE DE ENDOSCOPIA 1V37A545	1V37A545	Gastroenterología	FUJIMON	Segundo Nivel
34	TORRE DE ENDOSCOPIA 70000260	70000260	Gastroenterología	OLYMPUS	Tercer Nivel
35	TORRE DE ENDOSCOPIA 7123317	7123317	Gastroenterología	OLYMPUS	Primer Nivel
36	TORRE DE LAPAROSCOPIA	CV12	Cirugía General y Laparoscópica	BIOTRONITECH	Tercer Nivel

37	ULTRASONIDO	HSS50	Ginecología y Obstetricia	SONOACE	Segundo Nivel
38	UNIDAD DE CAMPOS MAGNETICOS	3535PSO-12	Medicina Física y Rehabilitación	MAGNATHERP	Primer Nivel
39	UNIDAD ELECTROQUIRURGICA	FTTL-212	Cirugía General y Laparoscópica	VALLEYLAB	Tercer Nivel
40	UNIDAD LAZERD LUZ	343534OU354	Medicina Física y Rehabilitación	CARCI	Primer Nivel
41	VENTILADORES RESPIRATORIOS	YMAC-02	Cirugía General y Laparoscópica	VIASYS AVEA	Tercer Nivel

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 6. Número total de fallas de los equipos del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca, en el periodo estudiado (2015-2019).

Ítem	Etiquetas de fila	2015	2016	2017	2018	2019	Total General
1	ABLACION	0	0	0	0	0	0
2	ACELERADOSR LINEAL	0	0	1	1	0	2
3	ARCO EN C	2	2	4	3	4	15
4	BIOSTIM	0	0	1	3	2	6
5	BOMBA DE ALIMENTACION	0	1	1	0	0	2
6	CAMARA HIPERBARICA	2	0	2	1	0	5
7	CAMILLA QUIRURGICA	0	3	2	0	2	7
8	DEFIBRILADORES	1	0	0	0	0	1
9	DOPPLER OBSTETRICO FD3	0	1	2	0	1	4
10	ECOGRAFO SAR-R7	2	2	4	3	6	17
11	ELECTROAUTERIO	0	0	0	0	0	0
12	ELECTROCARDIOGRAFO	1	0	0	0	0	1
13	ELECTROMIOGRAFO EMG DE 6 CANALES	0	0	0	0	0	0
14	EQUIPO DE BOMBA DE INFUSION	2	1	0	1	0	4
15	EQUIPO DE ENDOSCOPIA OTORRINA	0	3	1	0	0	4
16	EQUIPO DE RAYOS X	0	2	0	0	1	3
17	ESFINGOMANOMETRO	0	0	2	0	0	2
18	FONENDOSCOPIO	0	0	0	2	0	2
19	LAMPARAS DE CIRUGIA	0	0	1	0	0	1
20	MESA QUIRURGICA	1	0	0	0	0	1
21	MICROSCOPIO QUIRURGICO	0	0	0	1	0	1
22	MONITOR DE SIGNOS VITALES	0	1	0	0	0	1
23	MONITOR FETAL	1	0	0	0	0	1
24	OTOSCOPIO	0	2	0	0	0	2
25	PH-METRO GASTROESOFAGICOS	0	1	1	1	2	5
26	POLIGRAFO DIGITAL	2	0	2	2	0	6
27	PUERTO LAPAROSCOPICO	0	2	0	2	1	5
28	RESPIRATORIA HELICOBACTER PYLORI	0	0	0	1	0	1
29	SALIDA MEDICA DE GAS	0	0	0	0	0	0

30	SILLA DE CIRUJIA SILLON DE	1	0	0	0	0	1
31	RECONOCIMIENTO PROCT.	0	0	0	1	0	1
32	SISTEMA DE ULTRASONIDO	0	2	0	1	0	3
33	TORRE DE ENDOSCOPIA 1V37A545	2	4	3	4	5	18
34	TORRE DE ENDOSCOPIA 70000260	1	1	3	1	2	8
35	TORRE DE ENDOSCOPIA 7123317	3	2	4	5	5	19
36	TORRE DE LAPAROSCOPIA	0	2	0	1	0	3
37	ULTRASONIDO	1	0	3	1	1	6
38	UNIDAD DE CAMPOS MAGNETICOS	1	1	0	2	0	4
39	UNIDAD ELECTROQUIRURGICA	0	0	1	0	1	2
40	UNIDAD LAZERD LUZ	0	0	0	0	1	1
41	VENTILADORES RESPIRATORIOS	0	0	1	0	0	1
	Total General	23	33	39	37	34	166

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 7. Porcentaje acumulado de total de fallas de los equipos del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca, en el periodo estudiado (2015-2019).

Ítem	Etiquetas de fila	Total general	Porcentaje	% Acumulado
1	TORRE DE ENDOSCOPIA 7123317	19	11%	11%
2	TORRE DE ENDOSCOPIA 1V37A545	18	11%	22%
3	ECOGRAFO SAR-R7	17	10%	33%
4	ARCO EN C	15	9%	42%
5	TORRE DE ENDOSCOPIA 70000260	8	5%	46%
6	CAMILLA QUIRURGICA	7	4%	51%
7	BIOSTIM	6	4%	54%
8	POLIGRAFO DIGITAL	6	4%	58%
9	ULTRASONIDO	6	4%	61%
10	CAMARA HIPERBARICA	5	3%	64%
11	PH-METRO GASTROESOFAGICOS	5	3%	67%
12	PUERTO LAPAROSCOPICO	5	3%	70%
13	DOPPLER OBSTETRICO FD3	4	2%	73%
14	EQUIPO DE BOMBA DE INFUSION	4	2%	75%
15	EQUIPO DE ENDOSCOPIA OTORRINA	4	2%	78%
16	UNIDAD DE CAMPOS MAGNETICOS	4	2%	80%
17	EQUIPO DE RAYOS X	3	2%	82%
18	SISTEMA DE ULTRASONIDO	3	2%	84%
19	TORRE DE LAPAROSCOPIA	3	2%	86%
20	ACELERADOSR LINEAL	2	1%	87%
21	BOMBA DE ALIMENTACION	2	1%	88%
22	ESFINGOMANOMETRO	2	1%	89%
23	FONENDOSCOPIO	2	1%	90%
24	OTOSCOPIO	2	1%	92%
25	UNIDAD ELECTROQUIRURGICA	2	1%	93%
26	DEFIBRILADORES	1	1%	93%
27	ELECTROCARDIOGRAFO	1	1%	94%
28	LAMPARAS DE CIRUGIA	1	1%	95%
29	MESA QUIRURGICA	1	1%	95%
30	MICROSCOPIO QUIRURGICO	1	1%	96%
31	MONITOR DE SIGNOS VITALES	1	1%	96%
32	MONITOR FETAL	1	1%	97%
33	SILLA DE CIRUJIA	1	1%	98%
34	SILLON DE RECONOCIMIENTO PROCT.	1	1%	98%

35	RESPIRATORIA HELICOBACTER PYLORI	1	1%	99%
36	UNIDAD LAZERD LUZ	1	1%	99%
37	VENTILADORES RESPIRATORIOS	1	1%	100%
38	ABLACION	0	0%	100%
39	ELECTROAUTERIO	0	0%	100%
40	ELECTROMIOGRAFO EMG DE 6 CANALES	0	0%	100%
41	SALIDA MEDICA DE GAS	0	0%	100%
	Total general	166		

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 8. Tiempo total de operación en horas disponibles de los equipos médicos críticos en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

Equipos Médicos Críticos	N° de horas de operación al día	N° de horas en un año	Años				
			2014	2015	2016	2017	2018
Ecógrafo SAR-R7	8	365	2920	2920	2920	2920	2920
Torre de Endoscopia (1V37A545)	6	365	2190	2190	2190	2190	2190
Torre de Endoscopia (7123317)	10	365	3650	3650	3650	3650	3650
Arco en C	9	365	3285	3285	3285	3285	3285

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro se muestra las horas disponibles de cada equipo médico en los cinco años, considerando el número de horas que el equipo está operativo durante el día.

ANEXO n° 9. Número de paradas de los equipos médicos por fallas en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

Equipos Médicos Críticos	Años				
	2015	2016	2017	2018	2019
Ecógrafo SAR-R7	2	2	4	3	6
Torre de Endoscopia (1V37A545)	2	4	3	4	5
Torre de Endoscopia (7123317)	3	2	4	5	5
Arco en C	2	2	4	3	4

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior, se muestra todas las paradas que fueron ocasionados por fallas que tuvieron los equipos médicos durante los cinco años, según registros históricos.

ANEXO n° 10. Tiempo total de reparación correctivo de los equipos médicos por fallas en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

Equipos Médicos Críticos	N° de horas de inactividad por falla	N° de horas de inactividad por falla (Año)				
		2015	2016	2017	2018	2019
Ecógrafo SAR-R7	72	144	144	288	216	432
Torre de Endoscopia (1V37A545)	96	192	384	288	384	480
Torre de Endoscopia (7123317)	96	288	192	384	480	480
Arco en C	120	240	240	480	360	480

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 11. Número de paradas de los equipos médicos por fallas proyectadas en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

Equipos Médicos Críticos	Años				
	2020	2021	2022	2023	2024
Ecógrafo SAR-R7	2	2	2	2	2
Torre de Endoscopia (1V37A545)	2	2	2	2	2
Torre de Endoscopia (7123317)	2	2	2	2	2
Arco en C	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

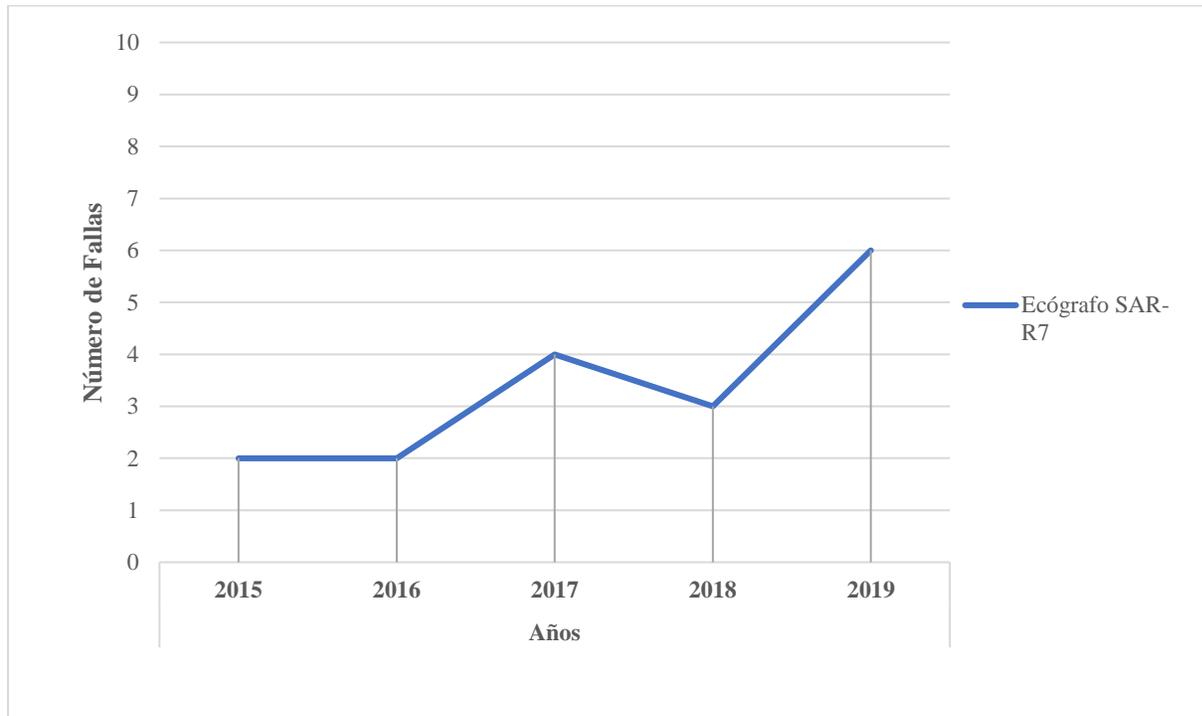
En el cuadro anterior, se muestra todas las paradas que fueron ocasionados por fallas que tuvieron los equipos médicos durante los cinco años proyectados.

ANEXO n° 12. Tiempo total de reparación correctivo de los equipos médicos por fallas en el área de servicios del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.

Equipos Médicos Críticos	N° de horas de inactividad por falla	N° de horas de inactividad por falla (Año)				
		2020	2021	2022	2023	2024
Ecógrafo SAR-R7	72	144	144	144	144	144
Torre de Endoscopia (1V37A545)	96	192	192	192	192	192
Torre de Endoscopia (7123317)	96	192	192	192	192	192
Arco en C	120	120	120	120	120	120

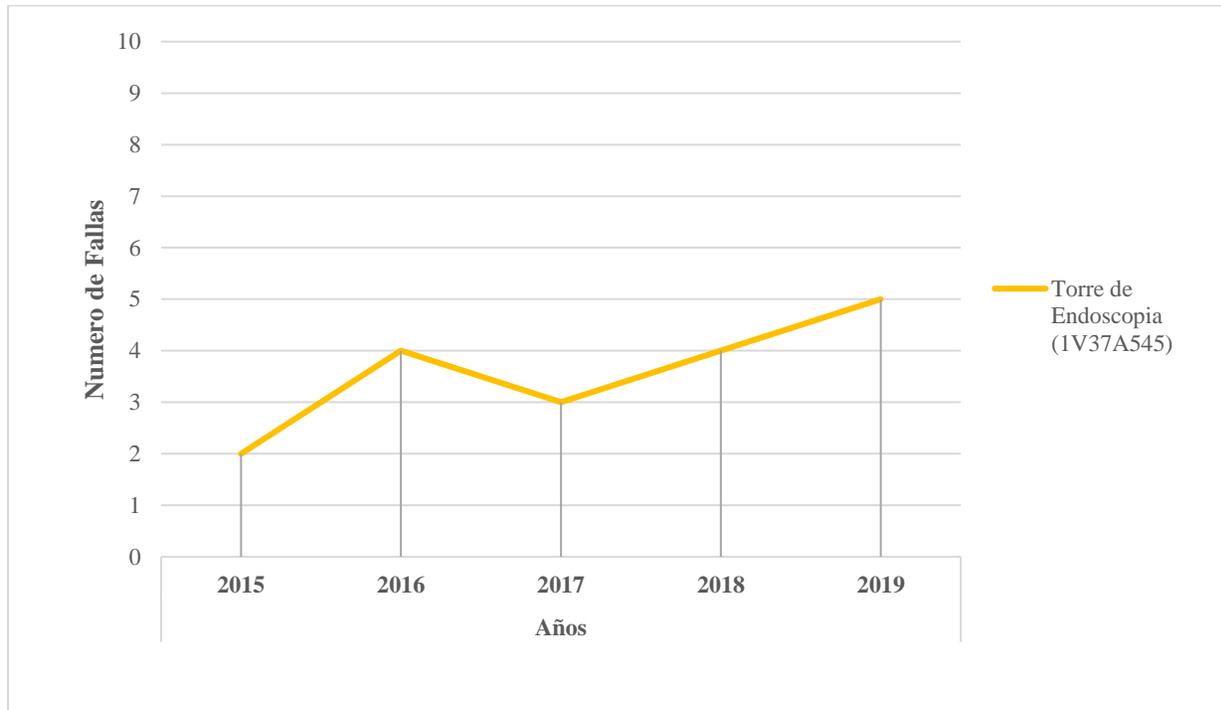
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 13. Número de Fallas del Ecógrafo SAR-R7 en el periodo 2015-2019, del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.



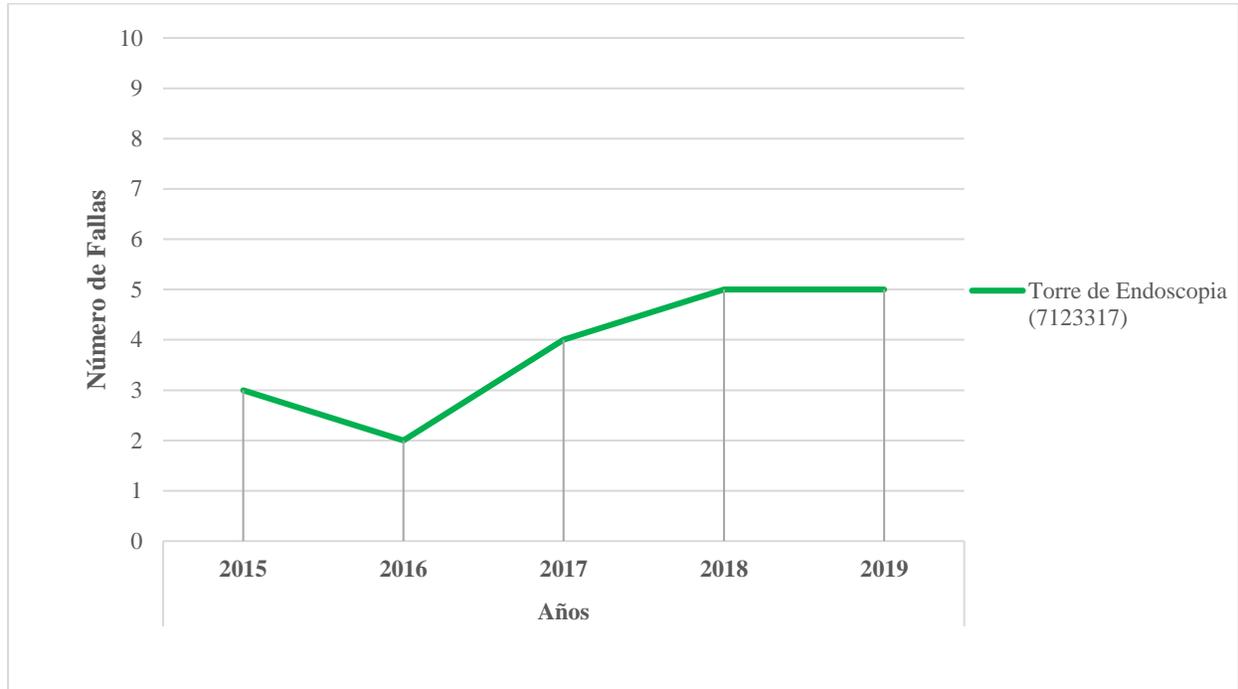
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 14. Número de Fallas de la Torre de Endoscopia (1V37A545) en el periodo 2015-2019, del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.



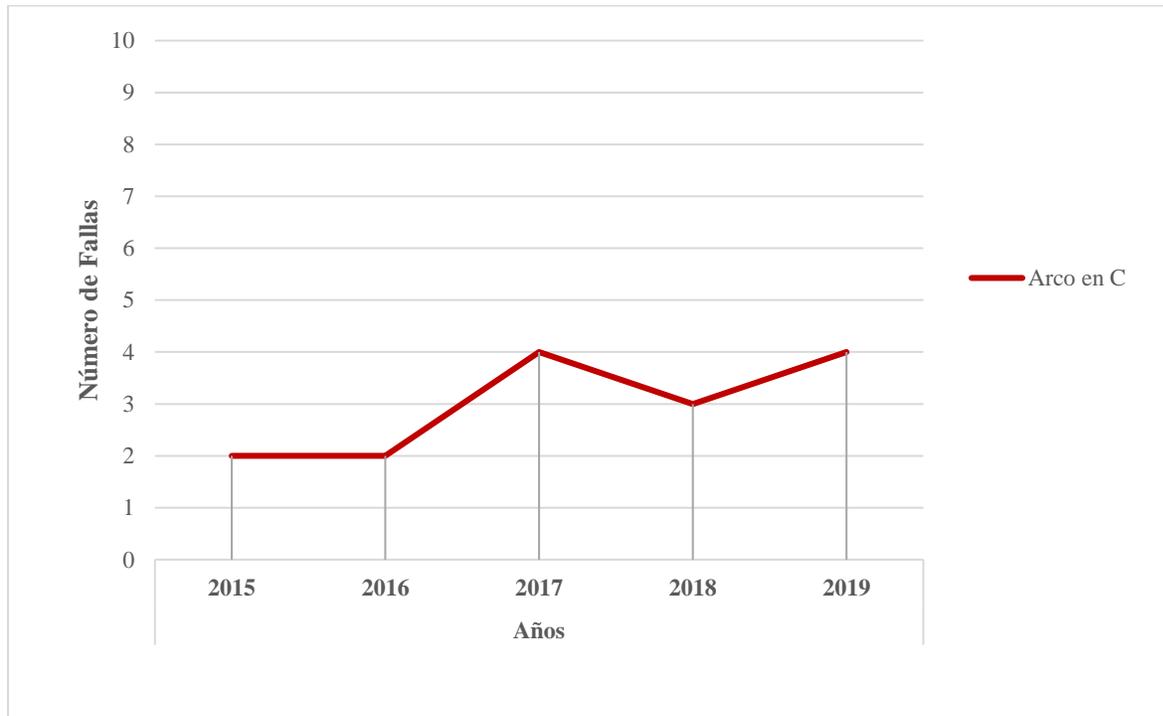
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 15. Número de Fallas de la Torre de Endoscopia (7123317) en el periodo 2015-2019, del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO n° 16. Número de Fallas del Arco en C en el periodo 2015-2019, del Centro Médico María Belén S.R.L. – Cajamarca.



Fuente: Elaboración Propia