

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD
DE LAS MÁQUINAS DE HEMODIÁLISIS MODELO 4008S EN UNA EMPRESA
QUE BRINDA SERVICIOS POSTVENTA, 2024”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

AUTORES:

NHEIL ERICK, COLLACHAGUA COZ

VITALINA, CHÁVEZ CORREA

ASESOR:

Dr. FELIX ALFREDO, GUERRERO ROLDAN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2024

PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

TÍTULO:

“GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE HEMODIÁLISIS MODELO 4008S EN UNA EMPRESA QUE BRINDA SERVICIOS POSTVENTA, 2024”

AUTORES:

BACH. NHEIL ERICK, COLLACHAGUA COZ / 0009-0005-7949 / 71253604

BACH. VITALINA, CHAVEZ CORREA / 0009-0009-9507-2413 / 73605179

ASESOR:

DR. FELIX ALFREDO, GUERRERO ROLDAN / 0000-0002-0072-1102 / 08434246

LUGAR DE EJECUCIÓN: LIMA

UNIDAD DE ANÁLISIS: MÁQUINAS DE HEMODIÁLISIS MODELO 4008S

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

TIPO APLICADO / ENFOQUE CUANTITATIVO / DISEÑO PRE EXPERIMENTAL

TEMA OCDE: 2.03.001 — INGENIERÍA MECÁNICA

HOJA DE REFERENCIA Y APROBACIÓN

MIEMBROS DE JURADO

PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS: Dr. Juan Manuel, Palomino Correa

SECRETARIO: Mg. Adolfo Orlando, Blas Zarzosa

MIEMBRO: Mg. Jose Luis, Yupanqui Perez

ASESOR: Dr. Felix Alfredo, Guerrero Roldan

N° DE LIBRO: 001

N° DE FOLIO: 204

N° DE ACTA: 178

FECHA DE APROBACIÓN DE TESIS: 16 de agosto del año 2024

RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD: 150-2023-CU

**ACTA N°177 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**LIBRO 001, FOLIO N°203, ACTA N°177 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE
TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO.**

A los 16 días del mes de agosto del año 2024, siendo las 16:00 horas, se reunieron en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, los miembros del **Jurado Evaluador de Sustentación del I Ciclo Taller de Tesis 2024**, designado con Resolución de Consejo de Facultad N° 110-2024-CF-FIME – Callao, 23 de abril de 2024, para la obtención de los **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

- | | | |
|-----------------------------------|---|------------|
| ▪ Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA | : | Presidente |
| ▪ Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA | : | Secretario |
| ▪ Mg. JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ | : | Vocal |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **NHEIL ERICK COLLACHAGUA COZ**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustenta la tesis "**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE HEMODIÁLISIS MODELO 4008S EN UNA EMPRESA QUE BRINDA SERVICIOS POSTVENTA, 2024**", cumpliendo con la sustentación en acto público de acuerdo al artículo 56° de la Resolución de Consejo Universitario N° 150 -2023-CU.- CALLAO, 15 de junio del 2023.

Con el quórum reglamentario, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición y la absolución de las preguntas formuladas por el jurado, y efectuada la deliberación pertinente, acordó por unanimidad: Dar por **APROBADO** en la escala de calificación cualitativa **BUENO**, y con calificación cuantitativa de **15 (QUINCE)** conforme a lo dispuesto en el Artículo 24° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU- CALLAO, 15 de junio de 2023.

Se dio por cerrada la Sesión a las 14:30 horas del día 16 de agosto de 2024.



Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente



Mg. Adolfo Orlando Blas Zarzosa
Secretario



Mg. José Luis Yupanqui Pérez
Vocal

**ACTA N°178 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**LIBRO 001, FOLIO N°204, ACTA N°178 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE
TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO.**

A los 16 días del mes de agosto del año 2024, siendo las 16:00 horas, se reunieron en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, los miembros del **Jurado Evaluador de Sustentación del I Ciclo Taller de Tesis 2024**, designado con Resolución de Consejo de Facultad N° 110-2024-CF-FIME – Callao, 23 de abril de 2024, para la obtención de los **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

- | | | |
|-----------------------------------|---|------------|
| ▪ Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA | : | Presidente |
| ▪ Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA | : | Secretario |
| ▪ Mg. JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ | : | Vocal |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **VITALINA CHÁVEZ CORREA**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustenta la tesis "**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE HEMODIÁLISIS MODELO 4008S EN UNA EMPRESA QUE BRINDA SERVICIOS POSTVENTA, 2024**", cumpliendo con la sustentación en acto público de acuerdo al artículo 56° de la Resolución de Consejo Universitario N° 150 -2023-CU.- CALLAO, 15 de junio del 2023.

Con el quórum reglamentario, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición y la absolución de las preguntas formuladas por el jurado, y efectuada la deliberación pertinente, acordó por unanimidad: Dar por **APROBADO** en la escala de calificación cualitativa **BUENO**, y con calificación cuantitativa de **15 (QUINCE)**, conforme a lo dispuesto en el Artículo 24° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU- CALLAO, 15 de junio de 2023.

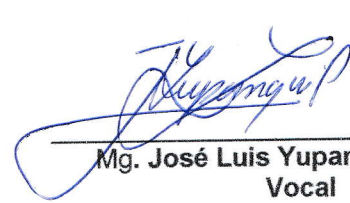
Se dio por cerrada la Sesión a las 16:30 horas del día 16 de agosto de 2024.



Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente



Mg. Adolfo Orlando Blas Zarzosa
Secretario



Mg. José Luis Yupanqui Pérez
Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
Jurado Evaluador en las Sustentaciones de Tesis

I N F O R M E

Visto la *Tesis* titulado **“GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE HEMODIÁLISIS MODELO 4008S EN UNA EMPRESA QUE BRINDA SERVICIOS POSTVENTA, 2024”**, presentado por el(la) Bachiller de Ingeniería Mecánica **COLLACHAGUA COZ Nheil Erick**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El ***Presidente del Jurado Evaluador en la Sustentación de Tesis***, manifiesta que la Tesis se realizó el viernes 16 de agosto del 2024 a las 16:00 horas. en el Auditorio “Ausberto Rojas Saldaña”, no habiendo observaciones ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado Evaluador, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

Se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 30 de setiembre del 2024



Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
Presidente de Jurado

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
Jurado Evaluador en las Sustentaciones de Tesis

I N F O R M E

Visto la *Tesis* titulado **“GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE HEMODIÁLISIS MODELO 4008S EN UNA EMPRESA QUE BRINDA SERVICIOS POSTVENTA, 2024”**, presentado por el(la) Bachiller de Ingeniería Mecánica **CHÁVEZ CORREA Vitalina**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El ***Presidente del Jurado Evaluador en la Sustentación de Tesis***, manifiesta que la Tesis se realizó el viernes 16 de agosto del 2024 a las 16:00 horas. en el Auditorio “Ausberto Rojas Saldaña”, no habiendo observaciones ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado Evaluador, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

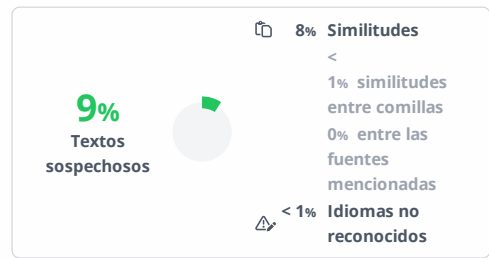
Se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 30 de setiembre del 2024



Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
Presidente de Jurado

INFORME FINAL DE TESIS - Collachagua Coz - Chávez Correa



Nombre del documento: INFORME FINAL DE TESIS - Collachagua Coz - Chávez Correa.pdf ID del documento: 88c67cdd876f205905cba2ffb930fc1a51de8471 Tamaño del documento original: 3,99 MB	Depositante: FIME PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION Fecha de depósito: 13/8/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 13/8/2024	Número de palabras: 30.144 Número de caracteres: 199.584
---	---	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.ucsp.edu.pe https://repositorio.ucsp.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/17559110-41ff-4680-a5f9-04978544ac...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (258 palabras)
2	INFORME FINAL DE TESIS - LEON FLORES.pdf INFORME FINAL DE TESIS - ... #428c25 El documento proviene de mi biblioteca de referencias 17 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (165 palabras)
3	repositorio.upn.edu.pe Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para... https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24280#:~:text=El presente trabajo tuvo como objetivo ... 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (197 palabras)
4	repositorio.ucsp.edu.pe http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15730/1/MACHACA_MIRANDA_TAN_MAN.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (181 palabras)
5	Documento de otro usuario #a5ba57 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (191 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TESIS FINAL FERNÁNDEZ BACA Y LOZANO PÉREZ.pdf TESIS FINAL FERNÁD... #1f747c El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
2	repositorio.uarm.edu.pe https://repositorio.uarm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/426f9cec-9681-4011-a113-ec6298bfe3b...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
3	generales.uprrp.edu https://generales.uprrp.edu/competencias-linguisticas/wp-content/uploads/sites/15/2024/05/modul...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
4	camaradecomercioempresarial.org https://camaradecomercioempresarial.org/wp-content/uploads/wpcfpo_files/f33633d2e13a7fb8085...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
5	Documento de otro usuario #021036 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	https://www.freseniusmedicalcare.com.co/es
2	https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/364
3	https://es.wikipedia.org/wiki/William_Thomson

DEDICATORIA

A mis padres y abuela: Elva Coz Cañari, Alberto Rojas Concha e Irene Cañari Rojas, quienes estuvieron apoyándome constantemente durante toda mi vida, esta tesis es un tributo a su apoyo incondicional, su paciencia y comprensión que me brindaron a lo largo de mi etapa universitaria y de esa manera lograr mis objetivos profesionales. También dedicarle a mi amada novia Valeria León Agurto por su especial paciencia y comprensión durante esta etapa de titulación.

A mi persona Vitalina Chávez Correa, por perseverar en los objetivos que me propuse y no rendirme a pesar que las circunstancias se tornaron complicadas, por dedicarme día tras día a ser una gran profesional y mejorar mi calidad como persona para poder aportar como ingeniera mecánica la sociedad.

AGRADECIMIENTO

A los profesores de nuestra querida casa de estudios que nos formaron desde el comienzo de la carrera, con el objetivo de convertir no solamente ingenieros sino personas con principios éticos que necesita la sociedad.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2. Formulación del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Objetivos	19
1.3.1. Objetivo general	19
1.3.2. Objetivos específicos.....	19
1.4. Justificación.....	19
1.4.1. Justificación teórica	19
1.4.2. Justificación práctica	19
1.4.3. Justificación metodológica.....	20
1.5. Delimitantes de la investigación	20
1.5.1. Delimitante teórica.....	20
1.5.2. Delimitante temporal.....	20
1.5.3. Delimitante espacial	21
II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes: Internacionales y nacionales	22

2.1.1.	Antecedentes internacionales	22
2.1.2.	Antecedentes nacionales	25
2.2.	Bases teóricas	25
2.2.1.	Mantenimiento	28
2.2.2.	Plan de mantenimiento	30
2.2.3.	Gestión de mantenimiento.....	30
2.2.4.	Tipos de gestión del mantenimiento	30
2.2.5.	Auditoria de mantenimiento	33
2.3.	Marco conceptual	35
2.3.1.	Máquina de hemodiálisis	35
2.3.2.	Planificación del mantenimiento	38
2.3.3.	Programación del mantenimiento	39
2.3.4.	Disponibilidad	40
2.3.5.	Mantenibilidad (M)	40
2.3.6.	Confiabilidad (R).....	41
2.3.7.	Backlog (Retraso).....	42
2.3.8.	Distribución normal.....	42
2.3.9.	Prueba de Shapiro-Wilk.....	43
2.3.10.	Prueba de Kolmorov-Smirnov	43
2.4.	Definición de términos básicos	44
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	46
3.1.	Hipótesis.....	46
3.1.1.	Hipótesis general.....	46
3.1.2.	Hipótesis específicas	46
3.2.	Operacionalización de variables.....	47
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	48
4.1.	Diseño metodológico	48

4.1.1.	Tipo de investigación.....	48
4.1.2.	Diseño de la investigación.....	48
4.2.	Método de investigación.....	49
4.3.	Población y muestra.....	50
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado.....	51
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información ...	52
4.5.1.	Técnica documental:	52
4.5.2.	Técnica empírica:	52
4.6.	Análisis y procesamiento de datos.....	53
4.6.1.	Auditoria de la gestión de mantenimiento.....	53
4.6.2.	Creación de las mejoras en la gestión de mantenimiento.....	65
4.6.3.	Implementación de las mejoras en la gestión de mantenimiento ..	75
4.6.4.	Medición transversal de disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.....	88
4.6.5.	Etapas de la implementación en la gestión de mantenimiento.....	95
4.6.6.	Costos de la implementación en la gestión de mantenimiento.....	99
4.7.	Aspectos éticos en la investigación.....	100
V.	RESULTADOS.....	101
5.1.	Resultados descriptivos.....	101
5.1.1.	Disponibilidad.....	101
5.1.2.	Mantenibilidad.....	102
5.1.3.	Confiabilidad.....	103
5.2.	Resultados inferenciales.....	104
5.2.1.	Disponibilidad.....	104
5.2.2.	Mantenibilidad.....	106
5.2.3.	Confiabilidad.....	107
VI.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	109

6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.	
	109	
6.1.1.	Contrastación con la hipótesis general.....	109
6.1.2.	Contrastación con la hipótesis específica 1.....	109
6.1.3.	Contrastación con la hipótesis específica 2.....	110
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	111
6.3.	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes ...	113
VII.	CONCLUSIONES	114
VIII.	RECOMENDACIONES.....	115
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
X.	ANEXOS.....	120
	ANEXO 1: Matriz de consistencia.....	120
	ANEXO 2: Auditoria de gestión de información de máquinas.....	121
	ANEXO 3: Auditoria de gestión de costos de mantenimiento.....	122
	ANEXO 4 Auditoria de planificación y programación del mantenimiento	123
	ANEXO 5: Datos de la muestra de las máquinas 4008S.....	124
	ANEXO 6: Antiguo Plan de mantenimiento	125
	ANEXO 7: Nuevo plan de mantenimiento	129
	ANEXO 8: Programación anual de mantenimiento máquinas 4008S.....	132
	ANEXO 9: Disponibilidad por máquina antes	141
	ANEXO 10: Disponibilidad por máquina después	143
	ANEXO 11: MTBF por máquina antes.....	145
	ANEXO 12: MTBF por máquina después.....	147
	ANEXO 13: Curvas de confiabilidad	149
	ANEXO 14: MTTR por máquina antes	150
	ANEXO 15: MTTR por máquina después.....	152
	ANEXO 16: Curvas de mantenibilidad.....	154

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Evolución del mantenimiento	28
Tabla 2-2 Seis aspectos para cubrir una buena gestión del mantenimiento	34
Tabla 2-3 Rangos de disponibilidad	40
Tabla 2-4 Rangos de confiabilidad.....	42
Tabla 3-1 Operacionalización de variables	47
Tabla 4-1 Rango de estados en la auditoría de mantenimiento	55
Tabla 4-2 Rangos y valores de estados en la auditoría de mantenimiento	56
Tabla 4-3 Tabla de toma de decisiones en la auditoria de mantenimiento	56
Tabla 4-4 Toma de decisión a la auditoria en la gestión de información de máquinas	58
Tabla 4-5 Toma de decisión a la auditoria en la gestión de costos de mantenimiento.....	60
Tabla 4-6 Toma de decisión a la auditoria en la planificación y programación del mantenimiento.....	62
Tabla 4-7 Propuestas de mejoras en la gestión del mantenimiento.....	64
Tabla 4-8 Tabla de análisis de criticidad	67
Tabla 4-9 Tabla con los costos de repuestos de mantenimiento	72
Tabla 4-10 Formato del nuevo plan de mantenimiento	73
Tabla 4-11 Formato del nuevo programa de mantenimiento	74
Tabla 4-12 Resultados del análisis de criticidad de máquinas de hemodiálisis 4008S.....	77
Tabla 4-13 Análisis y modo efecto de fallas de la máquina de hemodiálisis 4008S.....	77
Tabla 4-14 Procesos para un mantenimiento correctivo	80
Tabla 4-15 Procesos para un mantenimiento preventivo	83
Tabla 4-16 Nuevo plan de mantenimiento de las máquinas	85

Tabla 4-17 Leyenda para la programación de mantenimiento	86
Tabla 4-18 Nuevo programa de mantenimiento de máquinas de hemodiálisis 4008S.....	87
Tabla 4-19 Gantt con las etapas en la auditoria de mantenimiento	95
Tabla 4-20 Gantt con las etapas en la creación de mejoras en la gestión de mantenimiento.....	96
Tabla 4-21 Gantt con las etapas de la implementación de mejoras en la gestión de mantenimiento.....	97
Tabla 4-22 Costos de la implementación en la gestión de mantenimiento	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Diagrama de Pareto de fallas	17
Figura 1-2 Diagrama de Ishikawa de la baja disponibilidad de máquinas de hemodiálisis 4008S	18
Figura 2-1 Niveles y categorías del mantenimiento bajo enfoque sistemático ..	30
Figura 2-2 Situaciones de las acciones preventivas	31
Figura 2-3 Proceso de hemodiálisis	36
Figura 2-4 Máquina de hemodiálisis modelo 4008S	37
Figura 4-1 Esquema básico de la estructura de tesis de acuerdo al método hipotético-deductivo	50
Figura 4-2 Análisis y procesamiento de datos.....	53
Figura 4-3 Resultados de auditoría a la gestión de información de máquinas ..	57
Figura 4-4 Resultados de auditoría a la gestión de costos de mantenimiento ..	59
Figura 4-5 Resultados de auditoría a la planificación y programación del mantenimiento.....	61
Figura 4-6 Resultados de la gestión del mantenimiento	63
Figura 4-7 Diagrama de Ishikawa para la baja disponibilidad de máquinas de hemodiálisis 4008S	64
Figura 4-8 Taxonomía y codificación de máquinas	66
Figura 4-9 Matriz de criticidad de máquinas	68
Figura 4-10 Formato de organigrama de funciones	69
Figura 4-11 Software de mantenimiento Fiix.....	70
Figura 4-12 Formato en Excel de análisis de costos de mantenimiento	71
Figura 4-13 Formato en Excel de análisis ABC de costos de mantenimiento...	71
Figura 4-14 Taxonomía y codificación de máquinas de hemodiálisis 4008S	75
Figura 4-15 Nuevo organigrama de funciones del área de Operaciones Técnicas.....	78
Figura 4-16 Dashboard de mantenimiento creado en Excel	79

Figura 4-17 ABC de costos de mantenimiento realizado en Excel.....	79
Figura 4-18 Diagrama de procesos para un mantenimiento correctivo de máquinas de hemodiálisis 4008S.....	82
Figura 4-19 Diagrama de procesos para un mantenimiento preventivo de máquina de hemodiálisis 4008S	84
Figura 4-20 Procesamiento de datos de mantenimiento.....	89
Figura 4-21 Tendencia de la disponibilidad durante 12 semanas de pre prueba 90	
Figura 4-22 Tendencia de la disponibilidad durante 12 semanas de post prueba 90	
Figura 4-23 Tendencia del MTBF durante 12 semanas de pre prueba.....	91
Figura 4-24 Tendencia de disponibilidad durante 12 semanas de post prueba	91
Figura 4-25 Curvas de confiabilidad durante 12 semanas de post prueba	92
Figura 4-26 Tendencia del MTTR durante 12 semanas de pre prueba.....	92
Figura 4-27 Tendencia del MTTR durante 12 semanas post prueba	93
Figura 4-28 Curvas de mantenibilidad durante 12 semanas de post prueba	93
Figura 4-29 Dashboard de mantenimiento.....	94
Figura 5-1 Procesamiento de datos de la disponibilidad.....	101
Figura 5-2 Histograma del antes y después de la disponibilidad	101
Figura 5-3 Procesamiento de datos de la mantenibilidad	102
Figura 5-4 Histograma del antes y después de la mantenibilidad.	102
Figura 5-6 Histograma del antes y después de la confiabilidad.	103
Figura 5-5 Procesamiento de datos de la confiabilidad.....	103
Figura 5-7 Prueba de normalidad de la disponibilidad	104
Figura 5-8 Prueba T-Student de la disponibilidad.	105
Figura 5-9 Nivel de significancia a la disponibilidad.	105
Figura 5-10 Prueba de normalidad de la mantenibilidad.....	106
Figura 5-11 Prueba T-Student de la mantenibilidad.....	106

Figura 5-12 Nivel de significancia a la mantenibilidad.....	107
Figura 5-13 Prueba de normalidad de la confiabilidad.	107
Figura 5-14 Prueba T-Student de la confiabilidad.	108
Figura 5-15 Nivel de significancia de la confiabilidad.....	108

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ERC: Enfermedad renal crónica	13
ENT: Enfermedad no transmisible	13
HD: Hemodiálisis	13
OT: Operaciones técnicas	14
VAN: Valor actual neto	21
AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación	26
OEE: Eficacia global de equipos	29
MTTR: tiempo promedio en reparar	35
MTBF: tiempo promedio entre fallas	35
TI: Tecnología de la investigación	61
OM: Orden de mantenimiento	75

RESUMEN

El área de operaciones técnicas de la empresa que brinda servicios post venta, tuvo la necesidad de incrementar la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S, por ello el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo implementar la gestión de mantenimiento de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S para incrementar su disponibilidad en una empresa que brinda servicios post venta, en el distrito de San Borja.

Las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en estudio operan en diversas clínicas y hospitales a nivel nacional, por lo tanto, era importante que estén disponibles al servicio de los pacientes que padece enfermedades renales crónicas, para lo cual se realizó una auditoría de mantenimiento, creación de mejoras, implementación de las mejoras de gestión de mantenimiento y finalmente la medición transversal de los indicadores de mantenimiento los cuales son: disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.

La investigación que se empleó fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, diseño preexperimental y de nivel explicativo. Se manipuló la variable independiente con la finalidad de establecer el reconocimiento de las causas que origina el problema de investigación, el cual es incrementar la disponibilidad de las máquinas. El método que se utilizó fue hipotético-deductivo, ya que se partió de las bases de las teorías para aplicar en la solución del problema.

Se lograron los siguientes resultados, incrementar la disponibilidad promedio en un 10%, la mantenibilidad promedio en un 8% y la confiabilidad promedio en un 6%.

Finalmente se llegó a la conclusión que la implementación de la gestión de mantenimiento en la empresa que brinda servicios postventa de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S logró incrementar la disponibilidad promedio en un 10% esta evaluación se realizó durante 12 semanas. Antes de la implementación de gestión de mantenimiento la disponibilidad promedio era 78%; después de la implementación de las mejoras a esta gestión de mantenimiento el promedio de la disponibilidad incrementó hasta un 88%.

PALABRAS CLAVES: Gestión de mantenimiento, disponibilidad, máquinas de hemodiálisis.

ABSTRACT

The technical operations area of the company that provides after-sales services, had the need to increase the availability of the model 4008S hemodialysis machines, therefore the objective of this research work was to implement the maintenance management of the model hemodialysis machines. 4008S to increase its availability in a company that provides after-sales services, in the San Borja district.

The model 4008S hemodialysis machines under study operate in various clinics and hospitals nationwide, therefore, it was important that they be available at the service of patients suffering from chronic kidney diseases, for which a maintenance audit was carried out, creation of improvements, implementation of maintenance management improvements and finally the transversal measurement of maintenance indicators which are: availability, maintainability and reliability.

The research used was applied with a quantitative approach, pre-experimental design and explanatory level. The independent variable was manipulated with the purpose of establishing the recognition of the causes that give rise to the research problem, which is to increase the availability of the machines. The method used was hypothetical-deductive, since it started from the bases of the theories to apply to the solution of the problem.

The following results were achieved: increasing average availability by 10%, average maintainability by 8% and average reliability by 6%.

Finally, it was concluded that the implementation of maintenance management in the company that provides after-sales services for the model 4008S hemodialysis machines managed to increase the average availability by 10%. This evaluation was carried out for 12 weeks. Before the implementation of maintenance management, the average availability was 78%; After the implementation of the improvements to this maintenance management, the average availability increased up to 88%.

KEY WORDS: Maintenance management, availability, hemodialysis machines.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis es importante en el tratamiento de los pacientes con insuficiencia renal crónica, es un medio por el cual se realiza la diálisis en la que se filtra las toxinas de la sangre fuera del cuerpo; se realiza con una máquina y un dializador, tal cual cómo funciona los riñones saludables, para controlar la presión arterial y equilibrar los minerales importantes en la sangre como el potasio, sodio y calcio.

Esta investigación buscó implementar la gestión de mantenimiento a la actual, para incrementar la disponibilidad de las máquinas hemodiálisis modelo 4008S, de esta manera se garantizó la disponibilidad de las máquinas al servicio de los diferentes hospitales para el tratamiento de los pacientes, por lo tanto, se redujo costos y tiempos muertos en el área de operaciones técnicas en el mantenimiento de máquinas de hemodiálisis 4008S. Mediante las propuestas de mejora a la gestión del mantenimiento en el área de operaciones técnicas, se obtuvo un aumento en la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis, por ello se enfocó en mejorar la gestión de información de equipos, gestión de costos de mantenimiento, la planificación y programación de mantenimiento.

Se realizó auditoría de mantenimiento, creación de mejoras de gestión de mantenimiento, la implementación de mejoras y finalmente la medición transversal de la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.

En el trabajo de investigación se aplicó conceptos relevantes sobre la medición real de la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad, que se obtuvieron con los datos recolectados después de realizar una gestión de información de cada máquina de hemodiálisis. Los resultados muestran que con la implementación de mejoras en la gestión de mantenimiento se logró incrementar un 10% la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S.

En el capítulo I, se describió la realidad problemática, donde se encontró una deficiente gestión de mantenimiento.

En el capítulo II, se desarrolló el marco teórico, donde se mencionó los antecedentes indicando el aporte al trabajo de investigación, bases teóricas,

marco conceptual, definición de términos básicos referidos a la gestión de mantenimiento y la disponibilidad de máquinas.

En el capítulo III, se planteó la hipótesis general y las específicas, además de las variables que permitieron la elaboración de la matriz de operacionalización.

En el capítulo IV, se desarrolló la metodología del proyecto, la cual consiste en el diseño metodológico, método de investigación, población y muestra, lugar de estudio, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, análisis y procesamiento de datos y aspectos éticos en la investigación.

En el capítulo V, se desarrolló el resultado de las variables, donde se detalla el procesamiento de datos con el programa estadístico SPS.

En el capítulo VI, se desarrolló la discusión de resultados.

En el capítulo VII, se desarrolló las conclusiones.

En el capítulo VIII, se desarrolló las recomendaciones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Según el Organismo Andino de la Salud – Convenio Hipólito Unanue (2022) “ORAS CONHU”, la carga global de la Enfermedad Renal Crónica (ERC) está aumentando rápidamente con una proyección a convertirse en la causa más común de años de vida perdidos en todo el mundo para el 2040. En el periodo 1990 al 2017, la tasa global aumentó un 41,5% por ERC a nivel mundial. Pero el mayor crecimiento se prevé en los países en desarrollo, en especial en Latinoamérica y el Caribe. Si no logramos controlar el aumento de las enfermedades crónicas, incluyendo la ERC, la sostenibilidad de los sistemas de salud se verá seriamente amenazada.

La ERC es la punta del Iceberg de una enfermedad encubierta, de naturaleza progresiva, para la cual se conocen medidas eficaces que previenen su progresión. Estos factores hacen que la ERC sea un importante foco de atención para los decisores y planificadores de la salud, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Se prevé que el problema en los países en desarrollo va ser difícil de resolver, ya que un 85 por ciento de la población mundial vive con bajos o medianos ingresos y se prevé que los efectos epidemiológicos, clínicos y socioeconómicos de la enfermedad, en esta población, sean muy graves.

La Enfermedad Renal Crónica (ERC) es considerada actualmente uno de los mayores problemas de salud pública a nivel mundial y se encuentra en escala de sindemia y necesita ser abordada con soluciones integrales desde las políticas públicas de salud. Un 10% de la población puede tener Enfermedad Renal Crónica (ERC) en algún momento de su vida y solo un porcentaje muy pequeño alcanza una sobrevida que le permita acceder a los tratamientos de diálisis y/o trasplante.

La región latinoamericana es un exponente de estas inequidades. Además, se observa un incremento de la mortalidad por Enfermedad No Transmisible (ENT) incluyendo a la ERC, siendo el porcentaje atribuido

a ellas para cada uno de los países de la subregión al año 2019, los siguientes: Chile: 85,1%, Colombia: 75,6%, Ecuador: 76,2%, Estado Plurinacional de Bolivia: 72,7%, Perú: 72,6 % y República Bolivariana de Venezuela: 65,1%. Asimismo, la tasa de muertes por cada 100 000 habitantes atribuidas a las enfermedades renales de acuerdo al país con mayor proporción es: Bolivia con 55,8 muertes, Ecuador con 37,4 muertes, Venezuela 21,8 muertes, Perú 21.3 muertes, Chile 13,5 muertes, Colombia con 12,3 muertes.

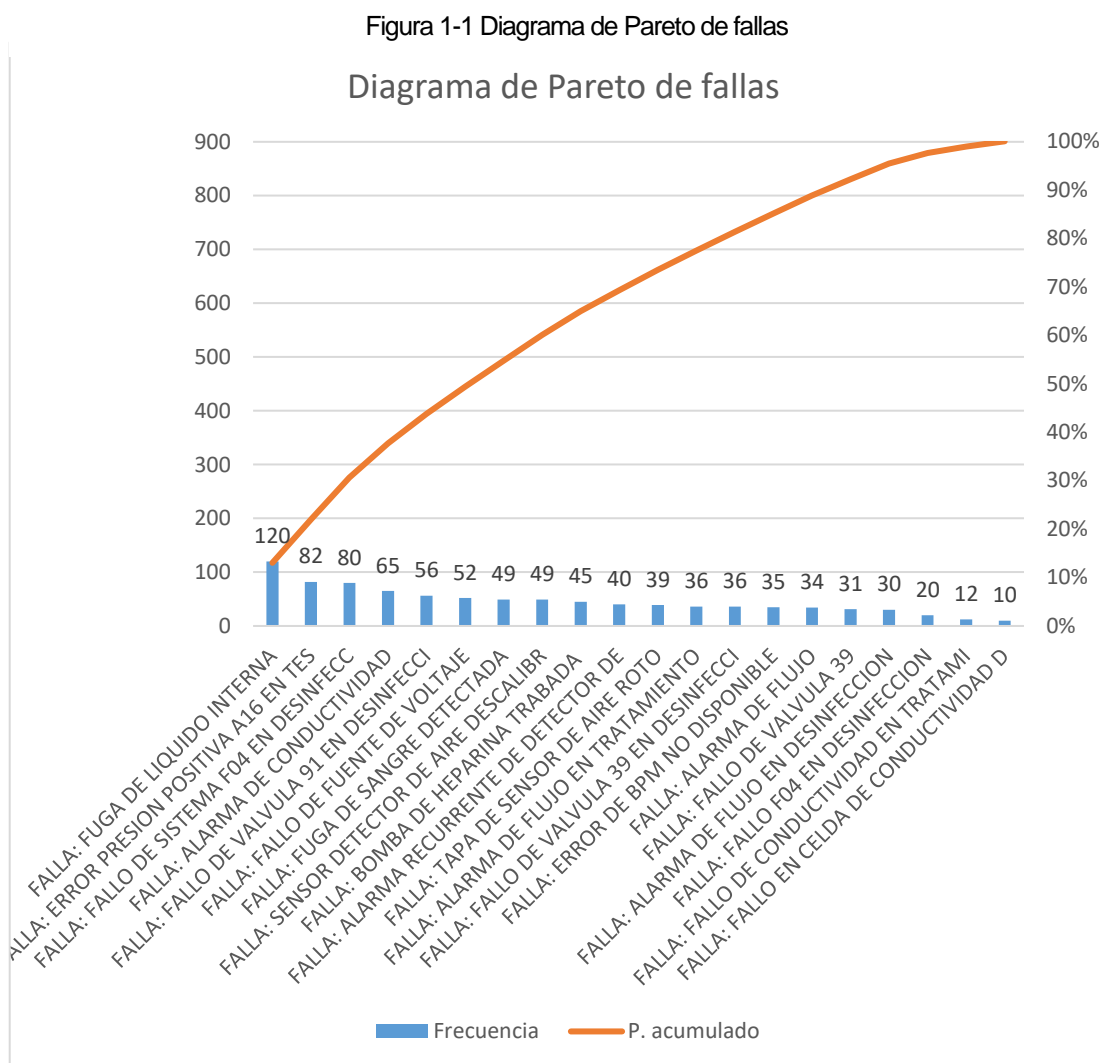
El área de operaciones técnicas (OT) se encarga de brindar servicios post venta que consiste en el suministro de repuestos, en el mantenimiento preventivo y correctivo en las diferentes máquinas de hemodiálisis, modelo 4008S para así garantizar la disponibilidad en el proceso de hemodiálisis, actualmente el OT es responsable de 452 máquinas de hemodiálisis en el departamento de Lima.

OT tenía un deficiente plan de mantenimiento para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos. Los mantenimientos preventivos se planificaban y programaban de acuerdo a las especificaciones del fabricante; sin embargo, estos mantenimientos preventivos no eran efectivos ya que generaban constantes fallas en las máquinas médicas y constantes cambios de repuestos, generando sobrecostos al área OT, ya sea por el costo de los repuestos, costo de la mano de obra o costo de los insumos utilizados en el mantenimiento preventivo. Los mantenimientos correctivos se programaban luego de verificar la falla y detectar alguna anomalía ya sea en las máquinas médicas de hemodiálisis.

Debido al deficiente plan de mantenimiento las máquinas de hemodiálisis fallaban inesperadamente, por ende, el paciente podía sufrir baja presión arterial y en consecuencia provocar daños en el corazón, cerebro y otros órganos. Por ello era imprescindible tener un plan de mantenimiento para evitar las paradas inesperadas. Tampoco tenía indicadores para el tiempo de inoperatividad del equipo o tiempo de acciones correctivas,

indicadores que se podían mejorar y de esta manera evitar caer en sanciones y multas de acuerdo a contratos con los clientes.

A continuación, mostramos la herramienta de ingeniería, Pareto de fallas. Donde el diagrama de Pareto de fallas (Figura 1-1) muestra las 20 fallas de mayor frecuencia que afectan la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis 4008S.

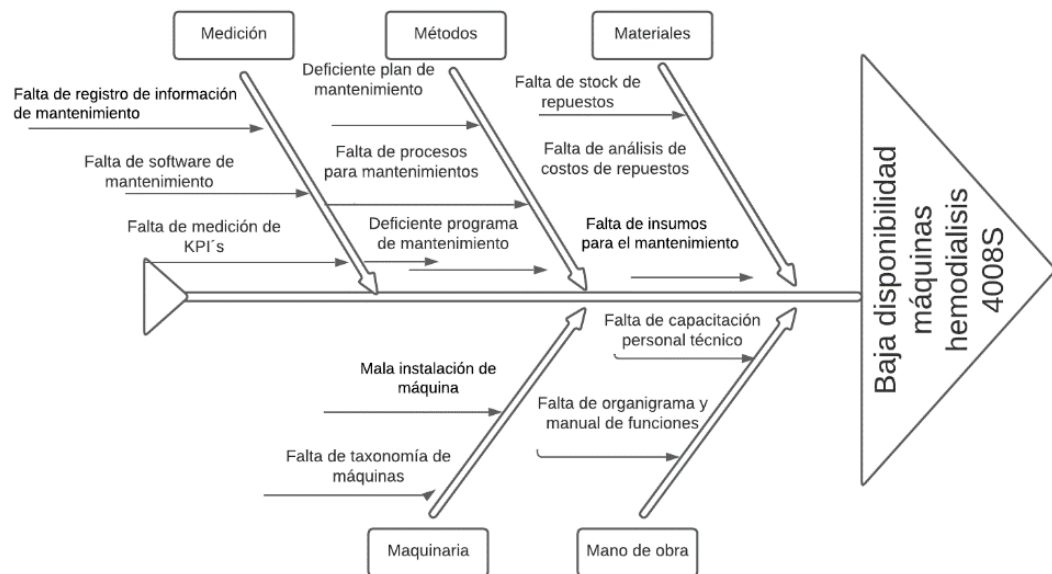


Del Pareto de fallas se pudo extraer la siguiente información: que son solo 11 las fallas que generan el mayor porcentaje de fallas (75%) de las máquinas de hemodiálisis, fallas a las que se dio prioridad para determinar las causas que generan la baja disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis 4008S.

Se logró realizar el diagrama de Ishikawa para determinar las posibles causas que determinan la baja disponibilidad de las máquinas de

hemodiálisis 4008S. En consecuencia, del diagrama de Ishikawa se determinó que la solución para el problema de la baja disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis que se tiene a nivel internacional, nacional y local se debe implementar mejoras en las 3 dimensiones que tiene la gestión del mantenimiento: gestión de información, gestión de costos de mantenimiento, planificación y programación del mantenimiento.

Figura 1-2 Diagrama de Ishikawa de la baja disponibilidad de máquinas de hemodiálisis 4008S



1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo implementar la gestión de mantenimiento de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S para incrementar su disponibilidad en una empresa que brinda servicios post venta?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo la implementación de gestión de mantenimiento contribuye con el incremento de mantenibilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta?
- ¿Cómo la implementación de gestión de mantenimiento contribuye con el incremento de la confiabilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar la gestión de mantenimiento de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S para incrementar su disponibilidad en una empresa que brinda servicios post venta.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar que con la implementación de una adecuada gestión de mantenimiento se logra incrementar la mantenibilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta.
- Determinar que con la implementación de una adecuada gestión de mantenimiento se logra incrementar la confiabilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

En la investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente Bernal (2010).

El presente trabajo se justifica teóricamente porque contrasta resultados de la disponibilidad calculando manualmente y demostrando con el programa SPS, se basa en la aplicación de la ingeniería de mantenimiento.

1.4.2. Justificación práctica

Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo, Bernal (2010).

El presente trabajo tiene justificación práctica porque mejora a la gestión del mantenimiento en el área de OT con ello se obtuvo resultados positivos en los equipos como: aumento de la vida útil,

mayor disponibilidad, aumento de la confiabilidad y disminución de la mantenibilidad

1.4.3. Justificación metodológica

En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable, Bernal (2010).

El presente trabajo tiene justificación metodológica porque, realiza la auditoría de mantenimiento con ello plantea mejoras en la planificación de mantenimiento en el área de operaciones técnicas, a fin de poder implementarse durante el proceso de mejora continua y estar al nivel de áreas de mantenimiento, logrando garantizar la disponibilidad.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitante teórica

El presente trabajo de investigación tiene fundamento teórico en la Gestión de mantenimiento y planificación estratégica. Está delimitado teóricamente por las siguientes normas: ISO 55001:2014 Gestión de activos y las normas europeas: UNE-EN 13306:2002 (Terminología de mantenimiento), norma UNE-EN 13460: 2003 (Documentos para el mantenimiento).

1.5.2. Delimitante temporal

El presente proyecto está delimitado según un cronograma de actividades que tiene una duración de 6 semanas comprendidos entre los meses de noviembre y marzo, el periodo de tiempo comprende 3 meses de evaluación antes de la implementación de gestión de mantenimiento y 3 meses después de la implementación de gestión de mantenimiento. se debe acelerar los procesos siendo conciso, así como certero evitando cometer errores.

1.5.3. Delimitante espacial

La investigación se realizó solo en la empresa que brinda servicios de post venta (suministro de repuestos, mantenimiento preventivo y correctivo), por ello el estudio sólo se concentrará en esa empresa en específico y solo estudió las máquinas de hemodiálisis.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacionales y nacionales

Los proyectos que otros investigadores han desarrollado para solucionar problemas similares al planteado en este estudio se han organizado a nivel internacional y nacional, se resume a continuación.

2.1.1. Antecedentes internacionales

López (2017) en la tesis **“Diseño e implementación de un modelo de gestión integral del mantenimiento para el hospital básico de la brigada blindada galápagos aplicando el estatuto orgánico del ministerio de salud pública” para optar por el grado de Magíster en Gestión del Mantenimiento Industrial en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Ecuador**, indica que su objetivo es evaluar, medir, controlar y mejorar las actividades, estrategias y técnicas, inherentes a la función de mantenimiento hospitalario, a fin de aumentar la eficiencia y eficacia del mantenimiento en los equipos biomédicos del hospital, minimizando de esta manera la ocurrencia de fallas y como consecuencia garantizando un servicio de salud de calidad. Finalmente pudieron establecer un modelo de gestión integral de mantenimiento, dando así la metodología apropiada para implementar un sistema de mejora continua, garantizando así la eficiencia y eficacia de la gestión de mantenimiento en los equipos biomédicos del hospital.

De la investigación se pudo rescatar el uso de herramientas de gestión de mantenimiento, los cuales ayudaron a aumentar la eficiencia y eficacia del mantenimiento en equipos biomédicos, por lo que se llegó a la conclusión que estas herramientas de gestión son útiles para minimizar la ocurrencia de fallas y garantizar un servicio de salud de calidad, lo que se busca en el presente trabajo de investigación.

Cabrera y Gómez (2017) en la tesis **“Propuesta de un sistema de gestión mantenimiento de equipos biomédicos en un hospital en el Valle del Cauca” para optar por el título de Ingeniero Industrial**

en la Universidad del Valle – Colombia, el objetivo es proponer un plan de gestión de mantenimiento productivo total basado en mejoramiento continuo aplicado al hospital objeto de estudio, para administrar servicios con calidad que garanticen la disponibilidad y confiabilidad con criterios propios del área de mantenimiento del hospital. Finalmente, el nivel de servicio obtenido después de la implantación de la propuesta de mejora, da un mejoramiento promedio de un 10.03% aproximadamente lo que representaría un aumento significativo en los ingresos del hospital, De igual forma se evidencia un impacto en el tiempo de demora de un usuario al interior del hospital, mostrando una disminución promedio de 5.02 minutos aproximadamente en cada equipo/máquina disponible para su funcionamiento.

Becerra (2019) en la tesis **“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en ingeniería de confiabilidad para equipo médico en un hospital de alta especialidad” para optar por el grado de Maestro en Ingeniería de la Calidad en la Universidad Veracruz – México**, tiene por objetivo aplicar un plan de mantenimiento preventivo basado en ingeniería de la confiabilidad para los monitores de signos vitales y desfibriladores en el hospital de alta especialidad. El autor recomienda realizar una evaluación para medir el estado actual de la gestión del mantenimiento para luego aplicar un plan de mantenimiento preventivo basado en ingeniería de la confiabilidad que se realizó en 10 fases; de la implementación realizada se logró una mejora logrando la disponibilidad hasta 98.88% y confiabilidad hasta 89.71% en los equipos médicos desfibriladores y monitores.

Del trabajo realizado por Becerra se rescató la implementación de las herramientas de un mantenimiento preventivo basado en ingeniería de la confiabilidad como: el historial de fallas, diagrama de Ishikawa, diagrama de flujo de mantenimiento, la implementación de indicadores de mantenimiento y la aplicación de programas de mantenimiento preventivo.

Mahecha (2017) en la tesis **“Propuesta metodológica de mantenimiento preventivo aplicado a equipos biomédicos críticos de la secretaria de salud de Cundinamarca Crue” para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica de Colombia - Colombia**, tiene por objetivo estructurar una metodología para aplicar un mantenimiento preventivo a los equipos críticos biomédicos de la Dirección del CRUE de la secretaria Salud de Cundimarca. Luego de aplicar la metodología de mantenimiento preventivo los autores lograron caracterizar los equipos críticos biomédicos; también, lograron desarrollar la propuesta metodológica de mantenimiento preventivo utilizando el ciclo PHVA aplicado a los equipos críticos.

Del trabajo de investigación realizado por los autores se pudo extraer la caracterización de los equipos biomédicos críticos y la metodología del ciclo PHVA aplicado a estos equipos biomédicos críticos.

Ávila y Crespo (2022) en su tesis **“Diseño plan de mantenimiento preventivo para equipos médicos del Hospital Santa Inés” para la obtención del título de Ingeniero Mecatrónico en la Universidad Politécnica Salesiana - Ecuador**, tiene como objetivo principal desarrollar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos médicos para garantizar la disponibilidad de estos equipos médicos. Los autores en su trabajo realizaron un levantamiento de información, dicha información fue recolectada de los registros históricos de mantenimiento, donde lograron identificar las falencias existentes en el hospital y la cantidad total de equipos médicos (266). Los autores lograron realizar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos médicos críticos y desarrollaron un software GMAO para el manejo del plan de mantenimiento.

Del trabajo de investigación realizado por Ávila y Crespo (2022) se logró extraer el software creado para el manejo de información del plan de mantenimiento preventivo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Aliaga y Lobato (2020) en su tesis **“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”** para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Privada del Norte - Perú, tiene por 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. La disponibilidad del antes fue 89% y después de implementar el sistema de mantenimiento preventivo lograron incrementar la disponibilidad hasta 94%, logrando incrementar en un 5% la disponibilidad de los equipos médicos; también, en su 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.

Del trabajo de investigación mencionado se pudo extraer la importancia que tiene la evaluación económica-financiera para poder determinar la viabilidad que se tiene para el diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos médicos, en esta ocasión los autores presentaron 3 escenarios en los cuales los 3 escenarios obtuvieron un valor viable.

Machaca y Portugal (2018) en su tesis titulado **“Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento de equipos médicos del área de Medicina física y rehabilitación de una clínica”** para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica San

Pablo - Perú, cuyo objetivo es la optimización del sistema de gestión del mantenimiento en el área de medicina física y rehabilitación de la clínica para ello desarrolló un diagnóstico de la situación actual de la gestión de mantenimiento que presenta, mediante la auditoría de mantenimiento radar, evaluación de inventario, disposición de planta, diagrama de Ishikawa, entre otros; los cuales permitieron identificar como problema principal, la deficiente gestión de mantenimiento de los equipos médicos de dicha área y así proponer mejoras bajo las herramientas de la ingeniería industrial e ingeniería del mantenimiento; finalmente pudo concluir con la valorización de la propuesta de mejora para que la clínica pueda implementarla en el futuro y lograr mejorar su sistema de gestión en la cual se visualice una mejora de por lo menos el 20% del resultado actual de la auditoría realizada. Del trabajo de investigación se pudo extraer la herramienta de gestión “auditoría de mantenimiento” para evaluar el estado actual de la gestión de mantenimiento y de esta manera tener un punto de partida para la mejora continua de la gestión del mantenimiento de equipos médicos del área de medicina física y rehabilitación.

Alba y Chinchay (2018) en su tesis **“Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos - unidad cuidados intensivos, hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz” tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Cesar Vallejo - Perú**, tiene como objetivo asegurar las condiciones necesarias de seguridad para el funcionamiento y operación del equipamiento biomédico, garantizando una disponibilidad oportuna, eficiente y de calidad de ellos en el hospital Víctor Ramos Guardia – Huaraz. La disponibilidad inicial fue 86% y la disponibilidad final 94%, logrando incrementar la disponibilidad en un 8%, así mismo ejecutando la prueba de hipótesis estadística planteada en función al T-Student, obteniendo resultados menores a 0.05, lo que permitió concluir que el plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de los equipos biomédicos.

Del trabajo de investigación se pudo extraer los formatos de planes y programas de mantenimiento que ayudan a mejorar una gestión de mantenimiento. Alba y Chinchay (2018) en su trabajo lograron aumentar en un 8% la disponibilidad de los equipos biomédicos de la unidad de cuidados intensivos.

Inga , y otros, (2019) en su tesis **“Propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento, aplicando la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para los equipos médicos custodiados por la empresa Chejampi Biomedical SAC”**, tesis para optar por el título profesional de **Ingeniero Industrial en la Universidad Antonio Ruiz de Montoya – Perú**, tiene por objetivo proponer la implementación de la metodología RCM para mejorar el sistema de gestión de mantenimiento de los equipos médicos custodiados por la empresa. Luego del estudio realizado los autores determinaron que la implementación de la metodología RCM influye de manera positiva en los indicadores claves de desempeño, la disponibilidad del equipo crítico (máquina de anestesia) incrementaría de 85.21% a 99.85% debido a la implementación de la metodología RCM.

Del trabajo de investigación se pudo extraer las técnicas a implementar mediante la metodología RCM que son: Identificación del equipo crítico, análisis de los modos de falla y sus efectos, análisis causa raíz y con la alternativa solución a implementar en el equipo médico.

Tito, (2022) en su tesis titulada **“Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la reducción de índices de inoperatividad de equipos médicos para centros médicos”**, tesis para optar al título profesional de **Ingeniero Industrial en la Universidad Privada del Norte - Perú**, tiene por objetivo reducir los índices de inoperatividad de equipos médicos mediante un diseño de sistema de gestión de mantenimiento. El autor mediante su trabajo de

investigación logró incrementar la disponibilidad de los equipos médicos en un 12%.

Del trabajo de investigación se pudo extraer la metodología aplicada para el procesamiento y obtención de datos como; el tiempo promedio entre fallas, tiempo promedio para reparar, porcentaje de disponibilidad inherente, porcentaje de tareas preventivas y porcentaje de cumplimiento de tareas cumplidas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Mantenimiento

AENOR (2018) menciona que el mantenimiento es la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado el cual pueda desarrollar su función requerida.

Tabla 2-1 Evolución del mantenimiento

Etapa	Sucede aproximadamente	Producción - Manufactura		Mantenimiento e ingeniería de fábricas	
		Orientación hacia	Necesidad específica	Orientación hacia ...	Objetivo que pretende
I	Antes de 1950	el producto	generar el producto	Hacer acciones correctivas	reparar fallos imprevistos
II	entre 1950 y 1959	la producción	estructurar un sistema productivo	Aplicar acciones planeadas	prevenir, predecir y reparar fallos
III	entre 1960 y 1980	la productividad	optimizar la producción	establecer tácticas de mantenimiento	gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	entre 1981 y 1995	la competitividad	mejorar índices	implementar una estrategia	medir costos, CMD, compararse, predecir índices, etc.
V	entre 1996 y 2003	la innovación tecnológica			

VI	desde 2004	Gestión y operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias anticiparse a las necesidades de los equipos y de los clientes de mantenimientos - Predicciones - Pronósticos - Gestión de activos
-----------	------------	---

Fuente: Extraído de Mora (2009).

Funciones del mantenimiento:

- a) Reparar:** Resolver averías
- b) Preservar:** Lubricación, inspección y limpieza
- c) Mantener:** Gestión, programación y control de trabajo.
- d) Mejorar:** Disminuir trabajos no planificados
- e) Proyectar:** Participar en la ingeniería

El mantenimiento puede ser aplicado a una planta o industria específica, o para resolver una serie de problemas específicos; las actividades y responsabilidades de mantenimiento en funciones se clasifican en:

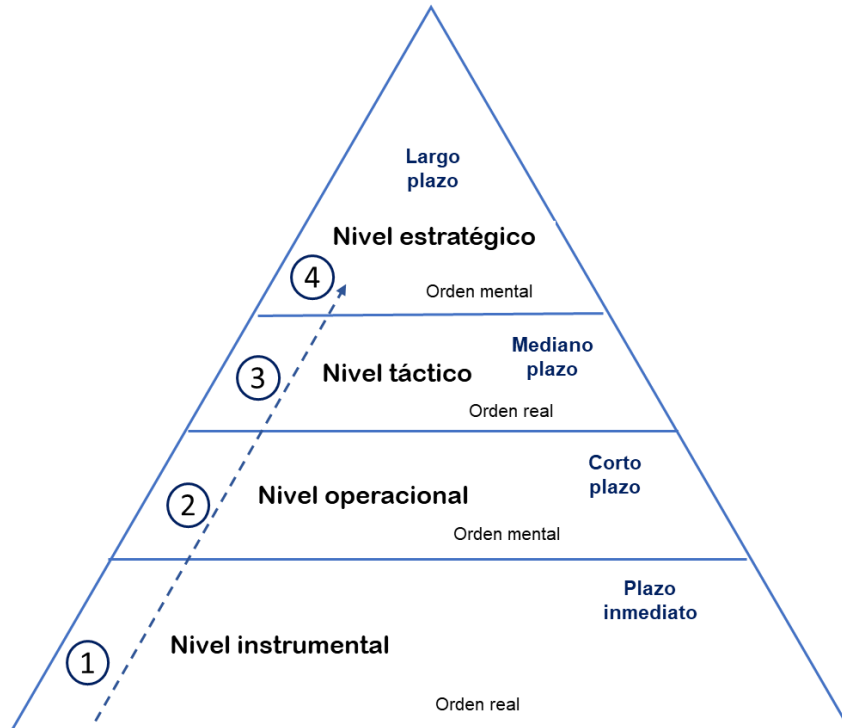
Funciones primarias: Son el trabajo diario demandado por los departamentos de producción.

Funciones secundarias: Son aquellas asignadas al departamento de mantenimiento por razones de experiencia, destreza conocimiento.

2.2.2. Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es el conjunto estructurado de tareas que comprende las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para ejecutar el mantenimiento.

Figura 2-1 Niveles y categorías del mantenimiento bajo enfoque sistemático



Fuente: Extraído de Mora (2009).

2.2.3. Gestión de mantenimiento

La gestión de mantenimiento son todas las actividades de la gestión que determinan los objetivos de mantenimiento, las estrategias, las responsabilidades y las que realizan por medio de la planificación de mantenimiento, control y tipos de gestión de mantenimiento.

2.2.4. Tipos de gestión del mantenimiento

En este apartado se describen los distintos tipos de mantenimiento que se aplican. El límite de cada tipo es difícil de establecerlo dado que, a excepción del mantenimiento correctivo, la finalidad de todos es la misma variando la metodología (Mora Gutiérrez, 2009).

Por lo tanto, los diversos tipos que describimos no son incompatibles entre ellos, sino que se complementan para lograr un mantenimiento óptimo.

a) *Mantenimiento preventivo*

Mantenimiento ejecutado a intervalos predeterminados o de acuerdo con unos criterios prescritos y destinado a reducir la probabilidad de fallo o a la degradación de funcionamiento de un elemento.

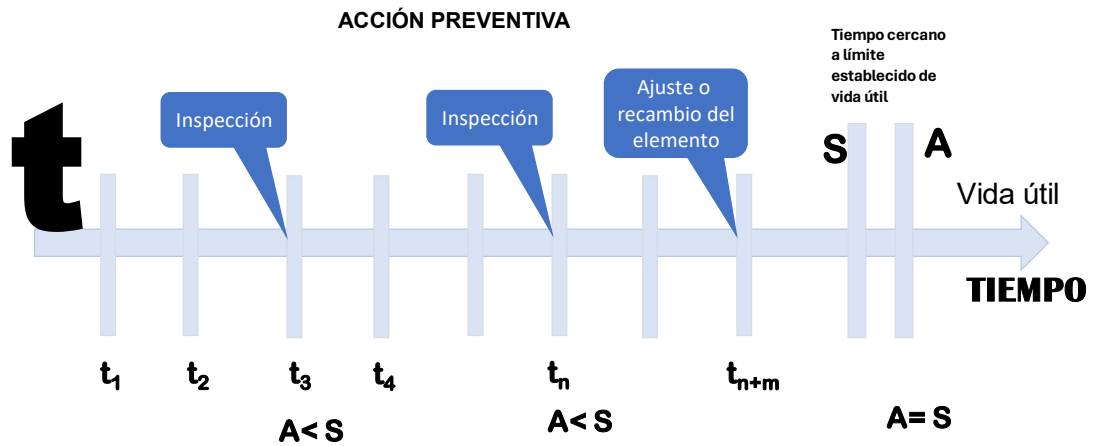
Las principales ventajas frente a otros tipos de mantenimiento:

- Reducción de costos en las reparaciones
- Optimización de recursos
- Disminución de tiempo de falla
- Prolongación de la vida útil de los equipos
- Reducción de riesgos de avería en los equipos

Para la implantación de este mantenimiento es necesario hacer un plan de seguimiento para cada equipo. En este plan se especifican las técnicas que se aplicarán para detectar posibles anomalías de funcionamiento y la frecuencia en las que se realizarán.

Al detectar cualquier anomalía se estudia su causa y se programa para realizar las reparaciones que correspondan. La realización de estos seguimientos implica un coste adicional; sin embargo, el número de anomalías que detectan antes de que se conviertan en averías justifica plenamente su implantación. Ver figura 2-2.

Figura 2-2 Situaciones de las acciones preventivas



Fuente: Extraído de Mora (2009).

b) *Mantenimiento predictivo*

Mantenimiento basado en la condición ejecutado siguiendo una previsión consecuencia del análisis y evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento.

Algunas de las ventajas del mantenimiento predictivo son:

- Reduce el tiempo de parada al conocerse exactamente el órgano que falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Realiza la verificación de la condición de estado y monitoreo en tiempo real de la maquinaria, tanto la que se realiza en forma periódica como la que se hace de carácter eventual.
- Maneja y analiza un registro de información histórica vital a la hora de la toma de decisiones técnicas en los equipos.
- Define los límites de tendencia relativos a los tiempos de falla o de aparición de condiciones no estándar.
- Posibilita la toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Facilita la confección de formas internas de funcionamiento, o compra de nuevos equipos.

- Provee el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizado por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.

c) Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es el mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una avería, y destinado a llevar un elemento a un estado en el que pueda desarrollar una función requerida.

Se clasifica en:

- **Reemplazo:** Reemplazo total o de uno de sus componentes
- **Reparación:** Reparar el componente o unidades que falla
- **Retardar la decisión:** Estrategia que se basa en tomar la decisión si cambia un componente o varios basándose en la inspección.

Aquí se resuelven problemas que no afectan de manera grave el funcionamiento y las actividades del inmueble. Aun existiendo afecciones graves con el mantenimiento correctivo, se pueden habilitar los inmuebles de modo que no se suspenda el funcionamiento de estos, para posteriormente programar la solución definitiva al problema.

2.2.5. Auditoria de mantenimiento

La auditoría de mantenimiento es una herramienta que nos sirve fundamentalmente para identificar posibilidades de mejora, oportunidades de optimización. Comparan la situación del departamento de mantenimiento de la planta o instalación que se esté auditando con un estándar de excelencia. El resultado de esa comparación es el Índice de Conformidad, esto es, el % de acercamiento a ese estándar de excelencia.

Por tanto, si el Índice de Conformidad es del 100%, el departamento de mantenimiento estará haciendo su trabajo exactamente como se indica en ese estándar; por el contrario, un 0% indicaría todo lo

contrario. En las Auditorías de Mantenimiento que proponemos, se evalúan los cinco aspectos antes considerados, esto es: mano de obra, materiales, medios técnicos, métodos de trabajo y resultados.

Una vez realizada la auditoria se debe analizar, evaluar y procesar la información obtenida, la cual se debe presentar en un reporte o informe final que muestre claramente cuáles han sido los resultados que se han obtenido, finalmente se utilizarán estos resultados para la toma de decisiones apoyando a las unidades operativas que presenten debilidades mediante una planificación para el próximo periodo.

Según Espinoza (2010) la efectividad del mantenimiento se puede dividir en 6 aspectos y de esta manera cubrir todos los campos que una buena gestión del mantenimiento debería tener en cuenta. Tabla 2-2.

Tabla 2-2 Seis aspectos para cubrir una buena gestión del mantenimiento

AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO	Identificación y caracterización de la empresa	
	Críticidad de las rutas de inspección	Sectorización de la planta
		Críticidad de los equipos
		dimensionamiento de los tiempos de mantención
	Manejo de la información sobre equipos	Información de los equipos
		Información del mantenimiento
		información sobre el manejo de recursos
		Información sobre indicadores
	Estado del mantenimiento actual	Información sobre manejo de personal
		Integración de la gente de operaciones
		Programación de las tareas de mantención
		Antecedentes para programar el mantenimiento
	Antecedentes de costos de la mantención	Generaciones índices de control y retroalimentación
		Análisis de reemplazo de equipos
		Análisis reemplazo a la falla o grupal
		Análisis para mantención propia o por terceros
	Efectividad de mantención actual	Análisis de la evolución de los costos
		Capacidad de programar actividades
		Administración de trabajos
		Procedimiento para mantenimiento

2.3. Marco conceptual

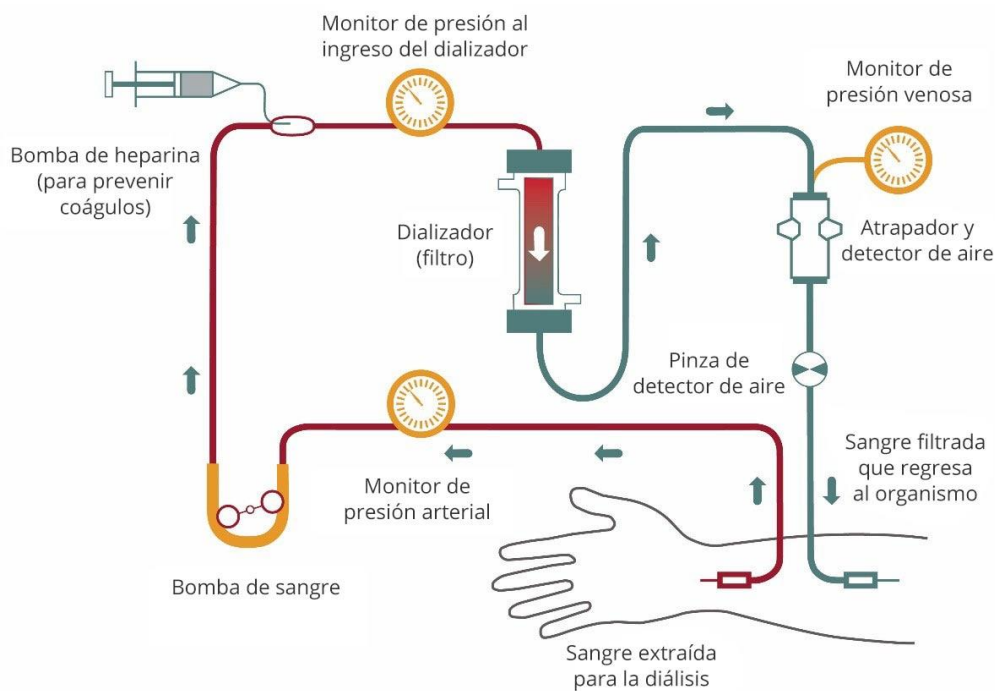
En el presente marco conceptual, se desarrolló relacionado a la investigación del proyecto de tesis. Se expondrán los conceptos del objeto de estudio, lo cual servirá como sustento teórico del proyecto de tesis titulado “gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios postventa, 2024”

2.3.1. Máquina de hemodiálisis

La hemodiálisis (HD) es un tipo de diálisis en la que se filtra las toxinas de la sangre fuera del cuerpo con una máquina y un dializador como lo hacen los riñones cuando estaban sanos. Ayuda a controlar la presión arterial y a equilibrar los minerales importantes en la sangre como el potasio, el sodio y el calcio.

La hemodiálisis no es una cura para la insuficiencia renal, pero puede ayudar a que el paciente se sienta mejor y viva más tiempo., un filtro que actúa como un riñón artificial. Durante la hemodiálisis (HD), la máquina de hemodiálisis extrae una pequeña cantidad de sangre del cuerpo mediante una aguja o un catéter. En la figura 2-3 se observa el proceso de hemodiálisis.

Figura 2-3 Proceso de hemodiálisis



(Effects of six versus three times per week hemodialysis on physical performance, health, and functioning., 2012)

A continuación, se muestra las características de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S.

- Marca: Fresenius Medical Care
- Modelo: 4008S

Función de la hemodiálisis

- Facilitar la remoción de sustancias tóxicas.
- Eliminar el exceso de líquidos acumulado en el cuerpo.
- Ayudar a controlar la presión arterial
- Ayuda a producir glóbulos rojos.

Características de la máquina de hemodiálisis 4008S

- ✓ Su tamaño compacto se adapta perfectamente a las restricciones de espacio de una unidad de hemodiálisis.
- ✓ Con su reducido tamaño, la flexibilidad del sistema permite al usuario aprovechar todas las opciones terapéuticas y técnicas de los equipos para hemodiálisis.

- ✓ Abarcando toda la gama de requisitos para el tratamiento de la Insuficiencia Renal Crónica en etapa avanzada tales como:
 - Tratamiento con bicarbonato en polvo.
 - Todas las capacidades y opciones de flujo del dializado.
 - Dializado Ultrapuro.
 - Hemodiálisis con doble aguja.
 - Hemodiafiltración/Hemofiltración.
 - Perfiles de sodio y de ultrafiltración combinados.
 - Módulos opcionales.
 - Activación de la batería

Figura 2-4 Máquina de hemodiálisis modelo 4008S



(Fresenius Medical Care del Perú S.A.)

2.3.2. Planificación del mantenimiento

Es el proceso mediante el cual se determinan los recursos necesarios para realizar una tarea, con anterioridad al momento de inicio del trabajo.

Objetivos de la planificación de mantenimiento:

- Minimizar el tiempo ocioso de los trabajadores del mantenimiento.
- Maximizar la utilización eficiente del tiempo de trabajo, el material y el equipo.
- Mantener el equipo de la operación en un nivel que responda las necesidades de producción.

El planeamiento de mantenimiento, es decidir con anticipación el:

- **¿Qué hacer?**
- **¿Cómo hacer?**
- **¿Cuándo hacerlo?**
- **¿quién debe hacerlo?**

En el siguiente párrafo detallaremos cada uno de ellos:

El qué hacer: Define el alcance del trabajo

- ✓ Definir actividades y acciones para realizar el trabajo.
- ✓ Analizar el registro histórico de los mantenimientos.
- ✓ Determinar la estrategia: mantenimiento preventivo y predictivo.
- ✓ Solo considerar lo necesario.
- ✓ Recordar que cada actividad representa un costo

El cómo hacer: Desarrolla un plan de trabajo

- ✓ Determinar los recursos necesarios: trabajadores y habilidad, tipo de herramientas, equipos especiales.
- ✓ Procedimientos de ejecución, Normas aplicables, Procedimiento de Seguridad.
- ✓ Establecer prioridades.

- ✓ Tiempo de utilización de recursos se puede usar el método PERT/CPM
- ✓ Planear y solicitar repuestos e insumos.

El cuándo hacer: Establece los niveles de planeación

- ✓ Estratégico: A lo largo plazo (5 años o más)
- ✓ Táctico: A mediano plazo (1 mes hasta 1 año)
- ✓ Operativo: A corto plazo (Planes diarios y semanales)

El quién debe hacer: Evalúa desempeño y responsabilidades

- ✓ Personal propio de mantenimiento: Técnicos, especialistas y expertos.
- ✓ Tercerización: Servicio estándar o Servicio especializado

2.3.3. Programación del mantenimiento

Es el proceso mediante el cual se determina el momento o la fecha específica para efectuar la tarea, así como el establecimiento de etapas de los trabajos planeados junto con las órdenes, su monitoreo, control y el reporte de su avance.

Los criterios de la programación del mantenimiento son los siguientes:

Criticidad de la actividad: Criterio usado para priorizar la realización de actividades, en equipos que, por su función y mantenibilidad, requieren diferentes tipos de atención.

- ✓ Alta: Afectan directamente la producción, seguridad y el medio ambiente.
- ✓ Media: Necesarios para la producción, con equipo de respaldo.
- ✓ Baja: Sin incidencia en la producción.

Necesidades de la operación:

- ✓ Alta: OT emergencia, atención inmediata.
- ✓ Media: OT Urgente, atención dentro de las 24 a 48 horas.
- ✓ Baja: OT Normal, atención dentro de los 3 días siguientes o según orden del programa.

Disponibilidad de recursos:

- ✓ Recurso Humano: Horas hombre necesarios por especialidad y duración.
- ✓ Repuestos y materiales: Disponibilidad requerida, identificados con número de parte o código.
- ✓ Herramientas y equipos: Estándar y especiales

2.3.4. Disponibilidad

AENOR (2018) Asegura que la disponibilidad es la capacidad de un activo o componente, para realizar su función satisfactoriamente cuándo es requerido, bajo condiciones específicas en un periodo dado.

$$A = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100\% \quad (2.1)$$

Tabla 2-3 Rangos de disponibilidad

SEÑAL	RANGO	DESCRIPCIÓN
ROJO	$A \leq 0.50$	Bajo control: Optimizar, para mejorar hasta la clase mundial.
AMBAR	$0.51 \leq A \leq 0.7$	Alerta: Disponibilidad en observación. Implementar estrategias para mejorar.
VERDE	$A \geq 0.8$	Aceptable: Tendencia a una mejora continua.

Fuente: Extraído de Aenor (2018)

2.3.5. Mantenibilidad (M)

La mantenibilidad es la capacidad bajo condiciones dadas, que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado, a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente. AENOR (2018)

$$M_{(t)} = 1 - e^{-\frac{t}{MTTR}} \quad (2.2)$$

Donde: MTTR: tiempo promedio en reparar

2.3.6. Confiabilidad (R)

AENOR (2018) asegura que la confiabilidad es la probabilidad de que la maquinaria o el equipo puedan realizar alguna actividad continuamente, sin falla, por un intervalo específico de tiempo cuando opera bajo las condiciones establecidas. Una mayor fiabilidad implica menos fallas de la maquinaria y, en consecuencia, menos tiempo de inactividad y pérdida de producción.

Es normalmente medido en función del tiempo o número de ciclos. Para la facilidad de interpretación, y para evitar el cálculo de probabilidades de ocurrencia, estos se pueden definir en términos generales de la siguiente manera: La medida estadística estándar de rendimiento es la cantidad de tiempo de operación o ciclos de operación divididos por el número de fallas o eventos de la máquina

$$R_{(t)} = e^{-\frac{t}{MTBF}} \quad (2.3)$$

Donde:

R(t): Estimación puntual de confiabilidad.

t: Periodo de tiempo arbitrario, para el cuál se desea conocer la confiabilidad.

MTBF: tiempo promedio entre fallas.

Tabla 2-4 Rangos de confiabilidad

SEÑAL	RANGO	DESCRIPCIÓN
ROJO	$R \leq 0.50$	Peligro: Tomar medidas inmediatas para mejorar la confiabilidad.
AMBAR	$0.51 \leq R \leq 0.75$	Alerta: Confiabilidad en observación. Implementar estrategias para mejorar.
VERDE	$R \geq 0.76$	Aceptable: Tendencia a una mejora continua.

Fuente: Extraído de Aenor (2018)

2.3.7. Backlog (Retraso)

En cantidad de OTM Y horas hombre

- ✓ Trabajo pendiente: Cantidad de trabajo pendiente a realizar.
- ✓ Carga de trabajo: Se mide en días requeridos para realizar el trabajo pendiente en función de los recursos disponibles.

$$\text{Carga de trabajo} = \frac{\Sigma \text{HH trabajo pendiente}}{\text{HH disponibles por día}} \quad (2.4)$$

2.3.8. Distribución normal

Según el artículo estadounidense (Breve reseña de Pruebas de normalidad, 2016), la distribución normal es una distribución de probabilidad continuamente curvada y simétrica que se describe mediante una curva en forma de campana. Esta distribución es muy importante en la investigación científica y en la toma de decisiones en general debido a sus propiedades matemáticas y a que muchos fenómenos naturales siguen aproximadamente esta distribución. Para

que una distribución sea considerada normal, se deben cumplir ciertas hipótesis:

- La distribución debe ser simétrica y tener una curva en forma de campana.
- La media, mediana y moda deben coincidir.
- Los datos deben seguir una ley de probabilidad continua. La varianza debe ser finita.

2.3.9. Prueba de Shapiro-Wilk

Según Novales (2010), esta prueba utiliza un test de bondad de ajuste para determinar si los datos siguen una distribución normal. Se calcula un estadístico de prueba que se compara con un valor crítico en una tabla de distribución normal. Si el estadístico de prueba es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis de normalidad.

- Esta prueba se puede aplicar a distribuciones de datos continuos.
- Los datos deben ser independientes y aleatorios.
- Este test se emplea para contrastar la normalidad cuando el tamaño de la muestra es pequeño, como máximo 50 ($Z \leq 50$); Z es el tamaño de la muestra.

Si el valor p obtenido es mayor que el nivel de significación establecido (por ejemplo, 0.05), se acepta la hipótesis de que la distribución de los datos es similar a una distribución normal (H_0 : Los datos siguen una distribución normal).

- Si el valor p obtenido es menor que el nivel de significación establecido, se rechaza la hipótesis de normalidad (H_1 : Los datos no siguen una distribución normal)

2.3.10. Prueba de Kolmorov-Smirnov

Según Novales (2010), Esta prueba compara la distribución observada de los datos con la distribución teórica de una distribución

normal. Se calcula la mayor diferencia entre la función de distribución empírica y la función de distribución teórica de una distribución normal. Si la mayor diferencia es pequeña, se puede concluir que la distribución observada es similar a una distribución normal.

- Esta prueba se puede aplicar a cualquier distribución de datos, tanto continuos como discretos.
- Los datos deben ser independientes y aleatorios.
- Este test se emplea para contrastar la normalidad cuando el tamaño de la muestra es grande, ($Z > 50$); Z es el tamaño de la muestra.
- Si el valor p obtenido es mayor que el nivel de significación establecido (por ejemplo, 0.05), se acepta la hipótesis de que la distribución de los datos es similar a una distribución normal. (H_0 : Los datos siguen una distribución normal).
- Si el valor p obtenido es menor que el nivel de significación establecido, se rechaza la hipótesis de normalidad (H_1 : Los datos no siguen una distribución normal).

2.4. Definición de términos básicos

Mantenimiento: El mantenimiento es la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión que se realizan para prevenir fallos y prolongar su vida útil, asegurando su rendimiento operativo.

Disponibilidad: la disponibilidad nos indica cuanto tiempo un equipo está funcionando correctamente y está disponible para cumplir su función requerida.

Mantenibilidad: Es la capacidad de un elemento bajo unas condiciones dadas, para mantenerse, o ser devuelto a un estado en el cuál pueda realizar una función requerida, cuándo el mantenimiento se ejecuta bajo condiciones determinadas y utilizando procedimientos y recursos preestablecidos.

Avería: Es un fallo o mal funcionamiento de un equipo que impide su función requerida, cuando ocurre una avería el equipo puede dejar de funcionar total o parcialmente, puede interrumpir operaciones y causar pérdidas de tiempo y dinero.

Mantenimiento preventivo: Es el mantenimiento que se realiza de manera periódica para prevenir posibles fallos, incluye inspecciones, limpieza, lubricación y reemplazo de piezas que pueden estar desgastadas.

Mantenimiento predictivo: Es el mantenimiento que utiliza técnicas de monitoreo y análisis de los parámetros para predecir el fallo de un equipo.

Mantenimiento correctivo: Es el mantenimiento ejecutado después que ocurrió una avería, su objetivo es reparar o reemplazar las partes defectuosas para devolver a realizar su función requerida

Inspección: la inspección consiste en la revisión y evaluación detallada de un equipo para identificar problemas, desgates o fallas y tomar medidas correctivas antes que se conviertan en fallos graves.

Ciclo de vida: Es el intervalo de tiempo que comienza con el inicio del diseño del equipo hasta la retirada del equipo y disposición final.

Servicio posventa: Es un conjunto de actividades y soporte que ofrece una empresa a sus clientes después que han adquirido un equipo o un servicio.

3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La implementación de la gestión de mantenimiento incrementa la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta.

3.1.2. Hipótesis específicas

- La implementación de gestión de mantenimiento incrementa la mantenibilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta.
- La implementación de gestión de mantenimiento incrementa la confiabilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta.

3.2. Operacionalización de variables

A continuación, se muestra el cuadro de operacionalización de las variables

Tabla 3-1 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	MÉTODO Y TÉCNICA
VI: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	La gestión de mantenimiento son todas las actividades de la gestión que determinan los objetivos de mantenimiento, control y supervisión del mantenimiento, mejora de los métodos en la organización incluyendo los aspectos económicos AENOR (2018)	La gestión de mantenimiento es un proceso que consta en gestionar la información de las máquinas para verificar los costos de repuestos, insumos y horas hombre de mantenimiento, finalmente planificar y programar según el estado en que se encuentra cada máquina.	Gestión de información de máquinas	Información sobre las máquinas	Número de máquinas	Método: <ul style="list-style-type: none"> cuantitativo Técnica: <ul style="list-style-type: none"> Análisis documental Observación
				Capacitación del personal	Cantidad de personal calificado	
			Gestión de costos de mantenimiento	Costo de repuestos e insumos	Costo total de repuestos e insumos	
				Costo de horas hombre	Costo total de horas hombre	
			Planificación y programación del mantenimiento	Planificación de actividades	# de actividades planificadas	
				Programación de actividades	# de actividades programadas	
	Backlog	$\frac{\Sigma HH \text{ trabajo pendiente}}{HH \text{ disponibles por día}}$				
VD: DISPONIBILIDAD	La disponibilidad es la capacidad de un elemento de encontrarse en un estado para desarrollar una función requerida bajo unas condiciones determinadas en un instante dado o bien durante un intervalo de tiempo determinado, asumiendo, que se proveen los recursos externos requeridos AENOR (2018)	La disponibilidad es un indicador que está relacionado directamente con la mantenibilidad y confiabilidad.	Mantenibilidad	MTTR	$\frac{\text{tiempo total de mtto}}{\# \text{ de repaciones}}$	
			Confiabilidad	MTBF	$\frac{\text{tiempo de funcionamiento}}{\# \text{ de paradas}}$	

4. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

4.1.1. Tipo de investigación

Tipo Aplicada: Según, Valderrama, (2015) menciona que la investigación aplicada busca específicamente aplicar los conocimientos existentes a la elaboración de normas y procedimientos tecnológicos, con el propósito de controlar procesos en la realidad. El tipo de investigación fue aplicada, ya que se aplicó teorías de mantenimiento, gestión de mantenimiento y auditoría de mantenimiento para emplearlo en el incremento de la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis y solucionó un problema práctico de la institución hospitalaria.

4.1.2. Diseño de la investigación

Diseño preexperimental:

Según, Valderrama, (2015) explica que en el diseño de un grupo que casi siempre consta de 3 etapas: la primera administrar una prueba preliminar para medir la variable dependiente, la segunda en aplicar el tratamiento experimental X a los sujetos, la tercera en administrar una post prueba que mida otra vez la variable dependiente.

Esquema del diseño G: Y_1 -----X----- Y_2

Dónde:

G: Máquinas de hemodiálisis.

Y_1 : Disponibilidad de antes de la ejecución de la de la gestión de mantenimiento

X: Implementación de gestión de mantenimiento

Y_2 : Disponibilidad después de la implementación de gestión de mantenimiento.

El diseño de la investigación fue preexperimental ya que en la investigación el grupo de estudio fueron las máquinas de hemodiálisis, se aplicó una pre prueba a la disponibilidad; después de implementar la gestión de mantenimiento se aplicó un post prueba a la disponibilidad con la finalidad de medir la mejora.

Nivel explicativo: Según, Valderrama (2015), los estudios explicativos van más allá de descripción de conceptos o fenómenos, así como del establecimiento de relaciones entre conceptos. Están dirigidos a responder las causas de los eventos o fenómenos físicos o sociales. Se encarga de buscar el porqué de los problemas mediante la relación causa-efecto.

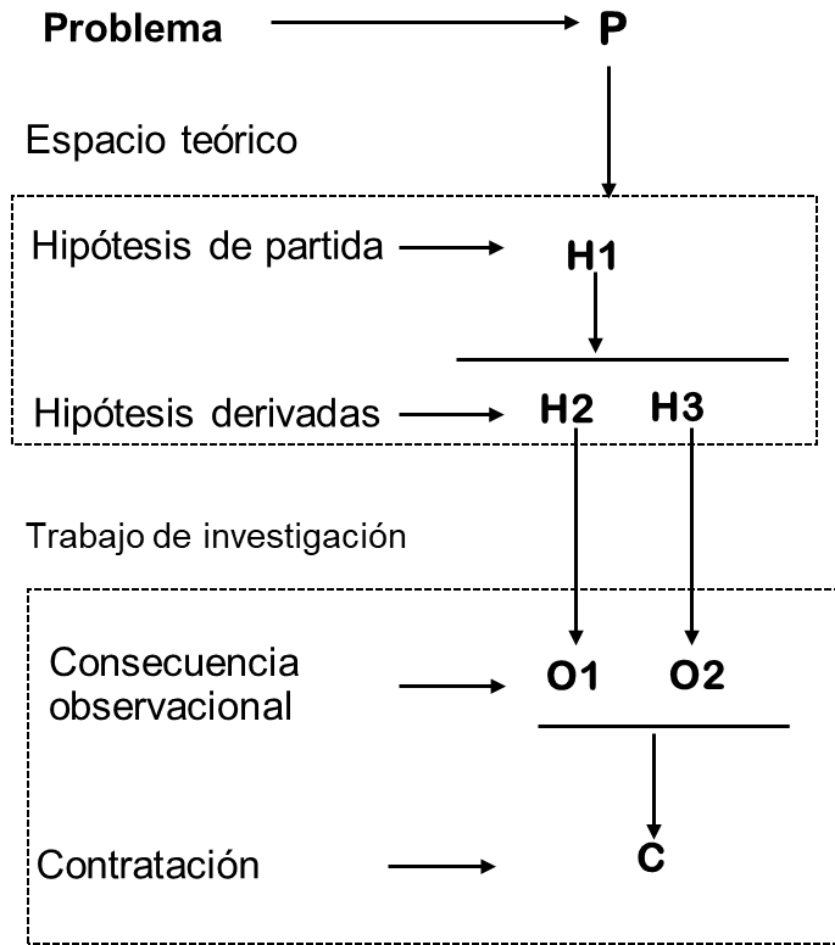
El nivel de la investigación fue explicativo, ya que buscó explicar la relación causa - efecto que tiene la gestión de mantenimiento en el incremento de la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis, se realizó el diagrama de Pareto para explicar las principales causas de la baja disponibilidad.

Enfoque cuantitativo: Según, Valderrama (2015) este enfoque busca analizar y explicar la relación causa-efecto mediante datos que deben ser validados y confiables, con la finalidad de obtener resultados exactos. El enfoque de la investigación fue cuantitativo, se recolectó datos de los tiempos de MTBF Y MTTR para realizar los cálculos de la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad para así poder explicar los cambios significativos de la disponibilidad.

4.2. Método de investigación

Método hipotético-deductivo: Según Bernal (2010) consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos.

Figura 4-1 Esquema básico de la estructura de tesis de acuerdo al método hipotético-deductivo



El método de la investigación fue hipotético deductivo ya que el problema era la baja disponibilidad de las máquinas, a partir de ese problema se formuló la hipótesis general y las hipótesis específicas. Los resultados fueron contrastados con pruebas estadísticas descriptivas e inferenciales para así refutar o validar las hipótesis, finalmente concluir con los resultados obtenidos.

4.3. Población y muestra

Bernal (2010) al definir la población se refiere al conjunto de todos los elementos que comparten características similares y sobre las cuales hace referencia dentro de la investigación. En la investigación la población fue de 452 máquinas de hemodiálisis esta población estuvo distribuida en los diferentes distritos de Lima.

Según Bernal (2010) la muestra es una parte dentro de la población, de la cual se obtiene la información para el desarrollo de su estudio, mediante la cual se ejecutará la observación y la medición de la variable del objeto de estudio.

Se escogió un tamaño de muestra menor, por un método no estadístico, se seleccionó de forma intencional, el distrito seleccionado es, San Borja ya que es el distrito con mayor número de máquinas de hemodiálisis modelo 4008S, dicho distrito cuenta con 32 máquinas de hemodiálisis modelo 4008S. (Ver anexo 7)

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

El lugar de estudio fue el distrito de San Borja, es el lugar donde se contabilizó 32 máquinas de hemodiálisis de las cuales 13 se encontraron en la clínica San Borja 1 y 19 se encontraron en la clínica San Borja 2.

Distrito / Ciudad: San Borja

Departamento: Lima, Perú

Periodo desarrollado: 12 semanas de pre prueba durante los meses de noviembre 2023 hasta enero del 2024 y 12 semanas de post prueba durante los meses de febrero del 2024 hasta abril del 2024.

Para la obtención de datos para el Análisis de modo y efectos de falla (AMEF) del equipo médico se utilizó información del manual del fabricante Fresenius Medical Care. (Ver anexo 19)

La información recolectada para la obtención de equipos médicos se obtuvo de la clínica con contrato de servicios de salud N° 066-2015-SIS "Contratación del servicio de atención ambulatoria del paciente con insuficiencia renal crónica terminal". (Ver Anexo 20)

Para la obtención de información de Ordenes de trabajo se extrajo de la base de datos del Software SAP S/4 HANA extraídos al Excel.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

4.5.1. Técnica documental: Permite la recopilación de evidencias para demostrar las hipótesis de investigación. Está formada por documentos de diferente tipo: revistas, memorias, actas, registros, datos e información estadísticas y cualquier documento de instituciones y empresas que registran datos de su funcionamiento (Espinoza, 2010).

Instrumentos utilizados:

- **Registro manual:** Esta técnica se utilizó para la recopilación información de las auditorías realizadas.
- **Registro computarizado Excel:** Esta técnica se utilizó para la recopilación de datos de MTTR y MTBF, también para realizar los cálculos de la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.
- **Registro computarizado SPSS:** Esta técnica se utilizó el procesamiento de datos estadísticos de la confiabilidad, mantenibilidad disponibilidad.

4.5.2. Técnica empírica: La técnica empírica permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad (Espinoza, 2010)
los instrumentos utilizados:

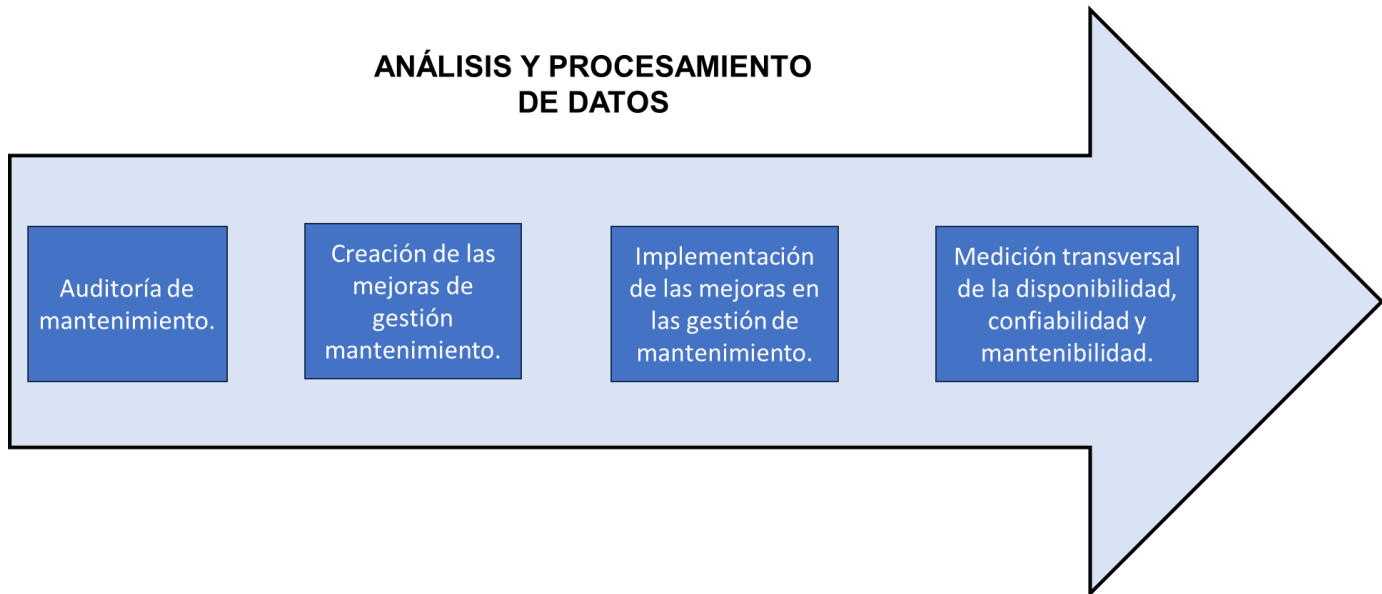
Auditoría de mantenimiento se realizó en función de los juicios de expertos.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

El análisis y procesamiento de los datos se realizaron de manera cualitativa y descriptiva, se realizó como se muestra en el siguiente esquema:

Figura 4-2 Análisis y procesamiento de datos

4.6.1. Auditoría de la gestión de mantenimiento



En esta etapa se realizó la auditoría a la gestión del mantenimiento, la auditoría se diseñó en base al trabajo de investigación que realizó el autor Espinoza (2010), donde menciona los pasos a seguir para realizar una auditoría de mantenimiento.

La evaluación de la auditoría lo realizaron los autores del presente trabajo de investigación en base a la información brindada por la empresa.

La auditoría de la gestión del mantenimiento estuvo diseñada en base a las dimensiones e indicadores de la gestión del mantenimiento propuestas en el presente trabajo de investigación:

D1: Gestión de información de máquinas

- Indicador 1: Información sobre las máquinas
- Indicador 2: Capacitación del personal

D2: Gestión de costos de mantenimiento

- Indicador 1: Costo de repuestos e insumos
- Indicador 2: Costo de horas hombre

D3: Planificación y programación de mantenimiento

- Indicador 1: Planificación de actividades
- Indicador 2: Programación de actividades
- Indicador 3: Backlog

El análisis de los resultados de la auditoria se determinó de la siguiente manera:

✓ ***Puntuación y evaluación de cada ítem o pregunta***

Cada ítem o pregunta tiene una puntuación determinada por la siguiente escala:

1: El ítem o pregunta tiene un puntaje de “1” si la respuesta a esta es NINGUNA o DEFICIENTE.

3: El ítem o pregunta tiene un puntaje de “3” si la respuesta a esta es PARCIAL o POR MEJORAR.

5: El ítem o pregunta tiene un puntaje de “5” si la respuesta a esta es TODAS u ÓPTIMA.

✓ ***Puntuación y evaluación de las auditorías a las dimensiones de la gestión de mantenimiento***

De acuerdo a la puntuación de cada ítem o pregunta mencionado anteriormente se obtuvo un resultado cuantitativo de las 15 preguntas y los resultados tienen un valor mínimo y un valor máximo.

Puntaje mínimo: 15 cuando todos los ítems o preguntas obtienen un puntaje de 1.

Puntaje máximo: 75 cuando todos los ítems o preguntas obtienen un puntaje de 5.

A partir de estos puntajes mínimos y máximos se dividió en tres rangos para determinar el estado de la gestión de la información de máquinas, los rangos son los siguientes:

15 - 35: Si el valor obtenido está dentro de este rango se determinará que el estado de la gestión de información de máquinas es “DEFICIENTE”.

36 – 55: Si el valor obtenido está dentro de este rango se determinará que el estado de la gestión de información de máquinas es “REGULAR”.

55 – 75: Si el valor obtenido está dentro de este rango se determinará que el estado de la gestión de información de máquinas es “BUENO”.

También se le asignó una codificación de colores para cada estado de la gestión de información de máquinas, en la siguiente tabla se muestra la información:

Tabla 4-1 Rango de estados en la auditoría de mantenimiento

Rango	Estado	Código de color
15 - 35	Deficiente	Rojo
36 - 55	Regular	Amarillo
51-75	Bueno	Verde

Se agregó un rango de valores de acuerdo al promedio obtenido en el estado de la gestión de la información de máquinas de la siguiente manera:

1 – 1.6: Si el valor obtenido está dentro de este rango se determinará que el estado de la gestión de información de máquinas es “DEFICIENTE”.

1.7 – 3.3: Si el valor obtenido está dentro de este rango se determinará que el estado de la gestión de información de máquinas es “REGULAR”.

3.4 - 5: Si el valor obtenido está dentro de este rango se determinará que el estado de la gestión de información de máquinas es “BUENO”.

También se le asignará una codificación de colores para cada estado de la gestión de información de máquinas, en la siguiente tabla se muestra la información:

Tabla 4-2 Rangos y valores de estados en la auditoría de mantenimiento

Rango	Estado	Código de color
1 – 1.6	Deficiente	Rojo
1.7 – 3.3	Regular	Amarillo
3.4 - 5	Bueno	Verde

✓ ***Análisis y toma de decisiones de los resultados obtenidos de las auditorías a las dimensiones de la gestión de mantenimiento***

Como resultado de la auditoria de las 3 dimensiones de la gestión de mantenimiento se identificó los problemas y falencias en cada una de estas dimensiones; adicionalmente se propusieron propuestas para mejorar cada una de estos problemas y falencias encontradas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estado de la gestión de información de máquinas se tomó las siguientes decisiones:

Tabla 4-3 Tabla de toma de decisiones en la auditoria de mantenimiento

Rango	Estado	Proponer mejoras	Implementar mejoras
1 – 1.6	Deficiente	SI	SI
1.7-3.3	Regular	SI	OPCIONAL
3.4 - 5	Bueno	SI	NO

A continuación, se muestra los resultados obtenidos de la auditoria de la gestión de mantenimiento, el análisis de resultados, toma de decisiones y las propuestas que ayudarán a mejorar la gestión de mantenimiento.

a) Auditoría de la gestión de información de máquinas.

Para la realización de la auditoria de gestión de información de máquinas se extrajo el modelo y preguntas según Espinoza (2010),

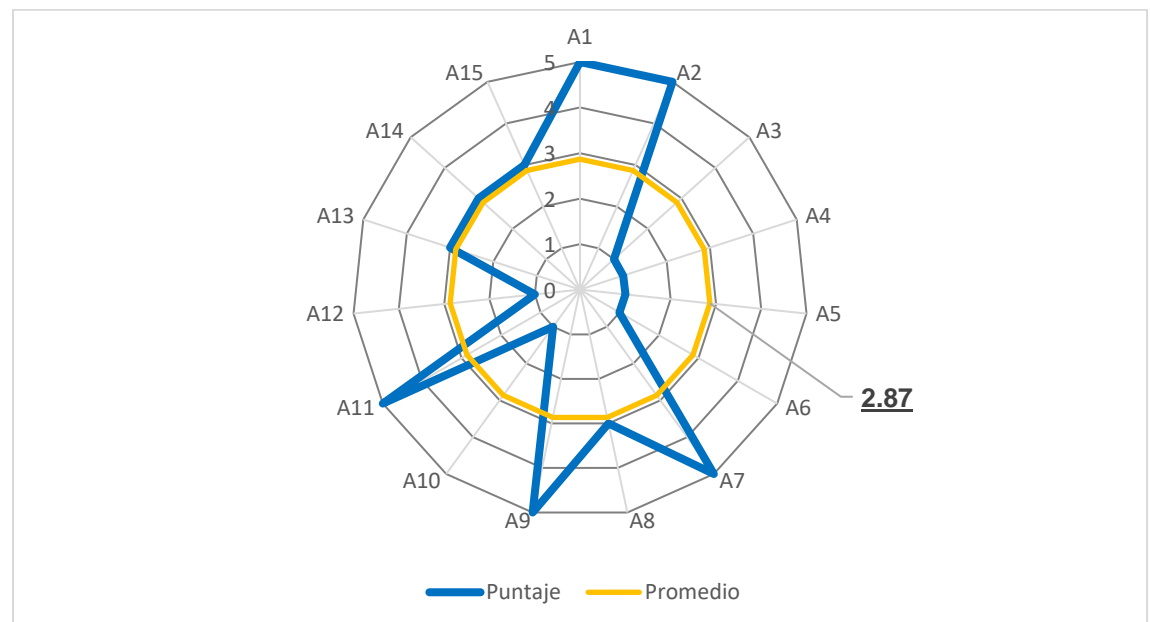
esta auditoria consta de 15 preguntas que están estrechamente relacionadas a los indicadores de la dimensión “Gestión de información de máquinas”. En el ANEXO se encuentra el formato y los resultados de la auditoria en la gestión de información de equipos.

✓ **Resultados obtenidos de la auditoría de la gestión de información de máquinas**

A continuación, se presenta el diagrama radar donde se puede extraer información de los puntajes obtenidos por cada ítem o pregunta, donde se extrae que hay 6 ítems con puntaje “1” o “deficiente”, 4 ítems con puntaje “3” o “por mejorar” y 5 ítems con puntaje “5” u “óptima”.

Así como también se puede extraer la información del promedio obtenido en la auditoria de la gestión de información de máquinas, donde se obtuvo un puntaje de 2.87.

Figura 4-3 Resultados de auditoría a la gestión de información de máquinas



✓ **Análisis de resultados y toma de decisiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la auditoria de la gestión de información de máquinas, la valorización de rangos, análisis de resultados y toma de decisiones descritas anteriormente; se pudo extraer que la gestión de información de máquinas tenía un estado

REGULAR, por lo que fue necesario proponer mejoras y que sea opcional la aplicación de estas mejoras. Ver tabla 4-4.

Puntaje promedio de la auditoria de la gestión de información de máquinas: **2.87**

Tabla 4-4 Toma de decisión a la auditoria en la gestión de información de máquinas

Rango	Estado	Proponer mejoras	Implementar mejoras
1 – 1.6	Deficiente	SI	SI
1.7–3.3	Regular	SI	OPCIONAL
3.4 - 5	Bueno	SI	NO

✓ **Propuestas para mejorar la gestión de información de máquinas**

Para poder realizar las propuestas de mejora de la gestión de información de máquinas se usó como referencia los antecedentes y las delimitantes teóricas del presente trabajo de investigación.

Las propuestas son las siguientes:

- Taxonomía de los equipos
- Análisis de criticidad de los equipos
- Organigrama y manual de funciones
- Software de mantenimiento

b) Auditoría de la gestión de costos de mantenimiento.

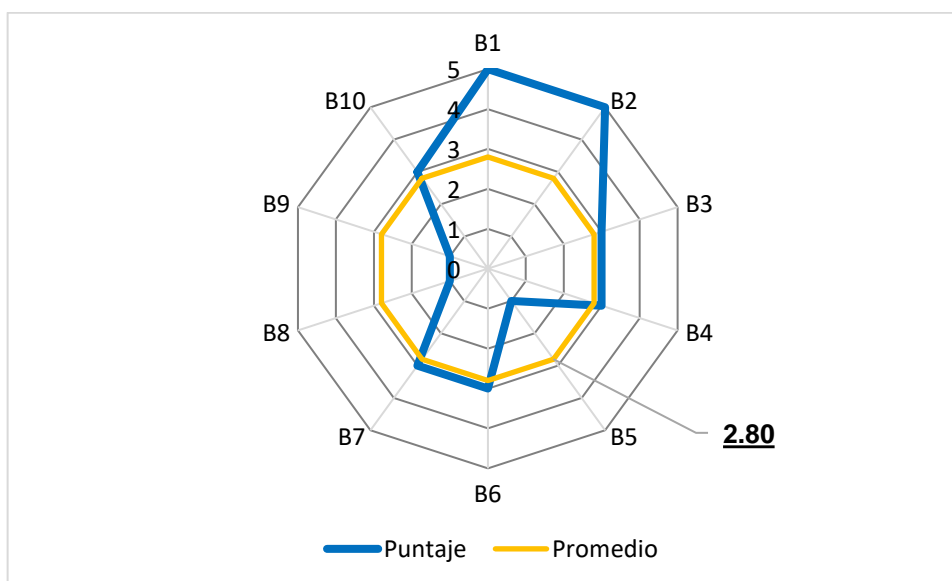
Para la realización de la auditoria de gestión de costos de mantenimiento se extrajo el modelo y preguntas según Espinoza (2010), esta auditoria consta de 10 preguntas que están estrechamente relacionadas a los indicadores de la dimensión “Gestión de costos de mantenimiento”. En el ANEXO se encuentra el formato y los resultados de la auditoria en la gestión de costos de mantenimiento.

✓ **Resultados obtenidos de la auditoría de la gestión de costos de mantenimiento**

A continuación, se presenta el diagrama radar donde se puede extraer información de los puntajes obtenidos por cada ítem o pregunta, donde se extrae que hay 3 ítems con puntaje “1” o “deficiente”, 5 ítems con puntaje “3” o “por mejorar” y 2 ítems con puntaje “5” u “óptima”.

Así como también se puede extraer la información del promedio obtenido en la auditoria de la gestión de costos de mantenimiento, donde se obtuvo un puntaje de 2.80.

Figura 4-4 Resultados de auditoría a la gestión de costos de mantenimiento



✓ **Análisis de resultados y toma de decisiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la auditoria de la gestión de costos de mantenimiento, la valorización de rangos, análisis de resultados y toma de decisiones descritas anteriormente; se pudo extraer que la gestión de costos de mantenimiento tenía un estado

REGULAR, por lo que fue necesario proponer mejoras y que sea opcional la aplicación de estas mejoras. Ver imagen 4 -

Puntaje promedio de la auditoria de la gestión de costos de mantenimiento: **2.80**.

Tabla 4-5 Toma de decisión a la auditoria en la gestión de costos de mantenimiento

Rango	Estado	Proponer mejoras	Implementar mejoras
1 – 1.6	Deficiente	SI	SI
1.7–3.3	Regular	SI	OPCIONAL
3.4 - 5	Bueno	SI	NO

✓ **Propuestas para mejorar la gestión de costos de mantenimiento**

Para poder realizar las propuestas de mejora de la gestión de información de máquinas se usó como referencia los antecedentes y las delimitantes teóricas del presente trabajo de investigación.

Las propuestas son las siguientes:

- ABC de costos
- Costos de los repuestos
- Costos de la mano de obra

c) Auditoría de la planificación y programación del mantenimiento.

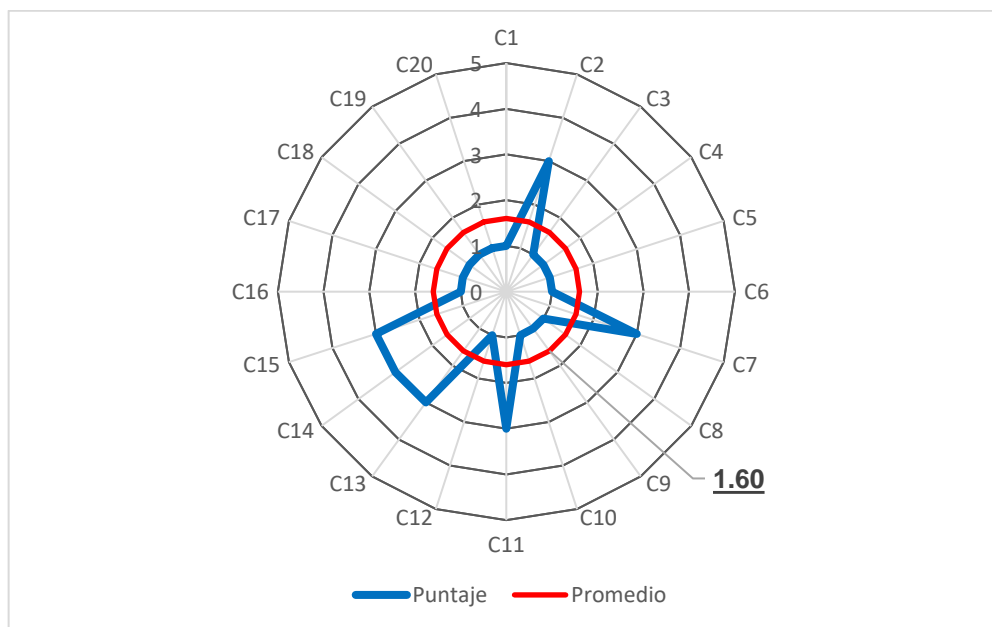
Para la realización de la auditoria de la planificación y programación del mantenimiento se extrajo el modelo y preguntas según Espinoza (2010), esta auditoria consta de 20 preguntas que están estrechamente relacionadas a los indicadores de la dimensión “Planificación y programación del mantenimiento”. En el ANEXO se encuentra el formato y los resultados de la auditoria en la planificación y programación del mantenimiento.

✓ **Resultados obtenidos de la auditoría de la gestión de información de máquinas**

A continuación, se presenta el diagrama radar donde se puede extraer información de los puntajes obtenidos por cada ítem o pregunta, donde se extrae que hay 14 ítems con puntaje “1” o “deficiente”, 6 ítems con puntaje “3” o “por mejorar” y 0 ítems con puntaje “5” u “óptima”.

Así como también se puede extraer la información del promedio obtenido en la auditoria de la planificación y programación del mantenimiento, donde se obtuvo un puntaje de 1.60.

Figura 4-5 Resultados de auditoría a la planificación y programación del mantenimiento



✓ **Análisis de resultados y toma de decisiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la auditoria de la planificación y programación del mantenimiento, la valorización de

rangos, análisis de resultados y toma de decisiones descritas anteriormente; se pudo extraer que la planificación y programación del mantenimiento tenía un estado DEFICIENTE, por lo que fue necesario proponer mejoras y que sea necesaria la aplicación de estas mejoras. Ver imagen 4 -

Puntaje promedio de la auditoría de la gestión de información de máquinas: **1.60**.

Tabla 4-6 Toma de decisión a la auditoría en la planificación y programación del mantenimiento

Rango	Estado	Proponer mejoras	Implementar mejoras
1 – 1.6	Deficiente	SI	SI
1.7 – 3.3	Regular	SI	OPCIONAL
3.4 - 5	Bueno	SI	NO

✓ ***Propuestas para mejorar la planificación y programación del mantenimiento***

Para poder realizar las propuestas de mejora de la gestión de información de máquinas se usó como referencia los antecedentes y las delimitantes teóricas del presente trabajo de investigación.

Las propuestas son las siguientes:

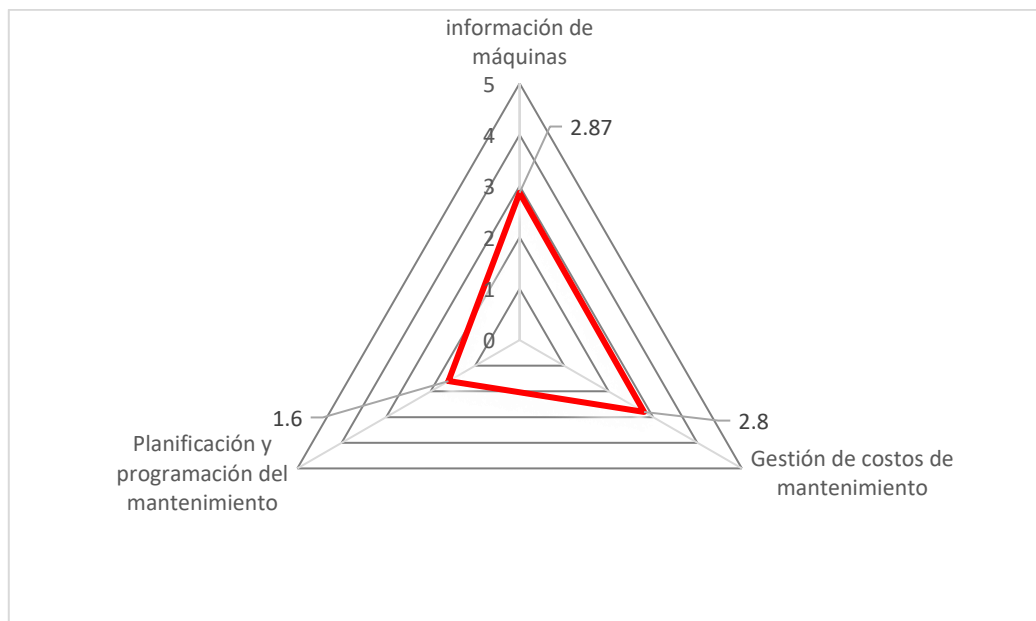
- Diagrama de procesos para un mantenimiento correctivo
- Diagrama de procesos para un mantenimiento preventivo
- Nuevo plan de mantenimiento
- Nuevo programa de mantenimiento

d) Resultados generales de la auditoría de la gestión de mantenimiento

A continuación, se presenta el diagrama radar con los resultados generales de la auditoría de la gestión de mantenimiento donde se puede extraer información de los puntajes promedio obtenidos por cada dimensión, donde se extrae que la auditoría de gestión de información de máquinas obtuvo un puntaje promedio de “2.87”, la auditoría de gestión

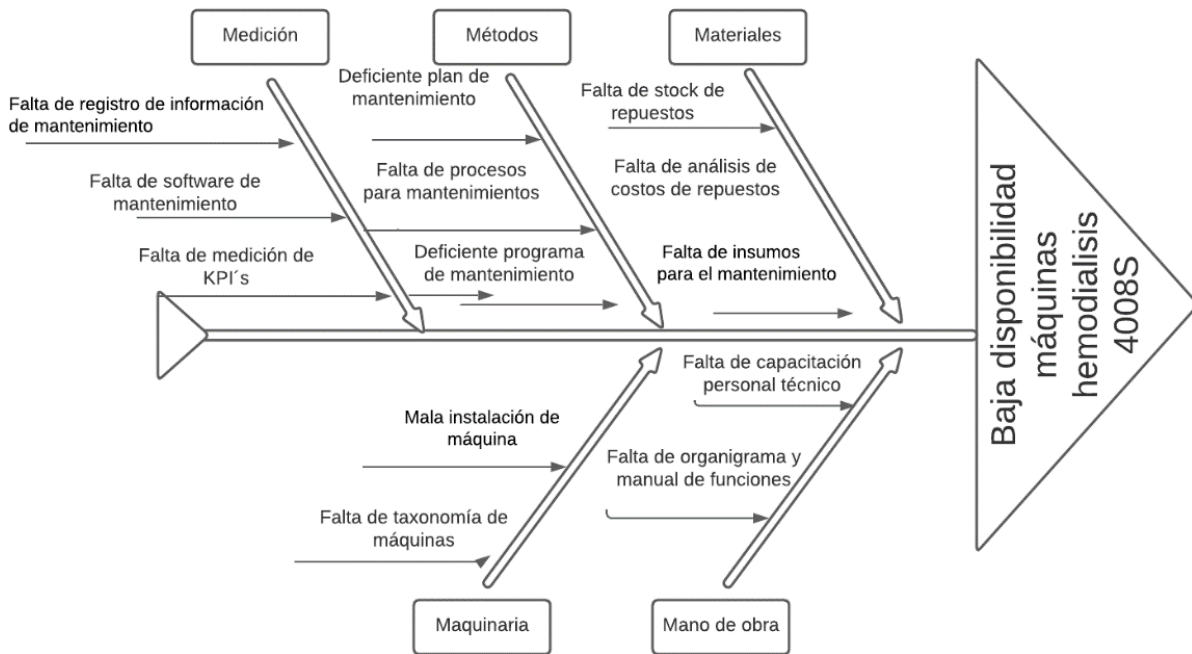
de costos obtuvo un puntaje promedio de “2.80” y la auditoria de la planificación y programación del mantenimiento, donde se obtuvo un puntaje promedio de 1.60.

Figura 4-6 Resultados de la gestión del mantenimiento



En base a los resultados obtenidos realizó el diagrama de Ishikawa para determinar la causa de la baja disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis:

Figura 4-7 Diagrama de Ishikawa para la baja disponibilidad de máquinas de hemodiálisis 4008S



Del diagrama de Ishikawa para determinar las causas de la baja disponibilidad (figura 4-7), se tomó las siguientes decisiones como propuestas de mejoras para aumentar la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis 4008S.

Tabla 4-7 Propuestas de mejoras en la gestión del mantenimiento

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	Puntaje	Estado	Proponer mejoras	Implementar mejoras	Propuestas de mejora
A Gestión de la información de máquinas	2.87	Regular	SI	OPCIONAL	✓Taxonomía de los equipos. ✓Análisis de criticidad de los equipos. ✓AMEF ✓Organigrama y manual de funciones. ✓Software de mantenimiento.
B Gestión de costos de mantenimiento	2.8	Regular	SI	OPCIONAL	✓ABC de costos. ✓Costos de los repuestos. ✓Costos de la mano de obra.
C Planificación y programación del mantenimiento	1.6	Deficiente	SI	SI	✓Diagrama de procesos para un mantenimiento correctivo. ✓Diagrama de procesos para un mantenimiento preventivo. ✓Nuevo plan de mantenimiento.

4.6.2. Creación de las mejoras en la gestión de mantenimiento

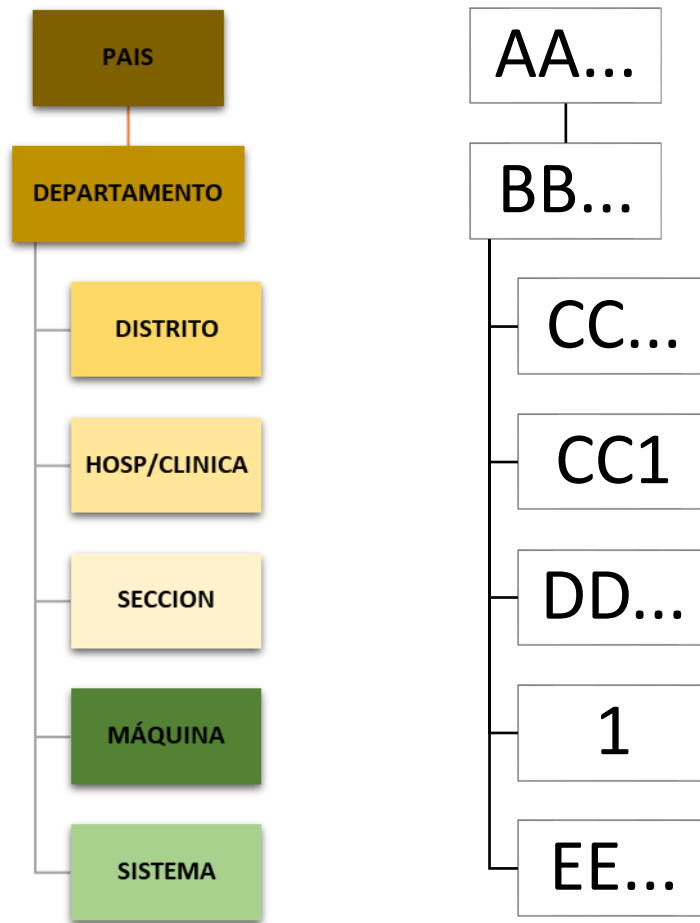
En esta etapa se tomó en cuenta las propuestas de mejoras a la gestión del mantenimiento en la etapa de auditoría de la gestión del mantenimiento. A continuación, se presenta los diseños de formatos, plantillas, hojas de cálculo, dashboards que se crearán para luego implementarlos.

a) Mejoras en la gestión de información

✓ Taxonomía de los equipos

La taxonomía y codificación de máquinas se realizó de acuerdo la siguiente imagen:

Figura 4-8 Taxonomía y codificación de máquinas



✓ **Análisis de criticidad de los equipos**

Huerta (2000) indica que el análisis de criticidad es una metodología que facilita establecer una jerarquía del equipo o sistema y también los prioriza, logrando así crear una estructura que permita tomar decisiones y orientar el esfuerzo en las áreas donde sea más importante y necesario mejorar, se basa en la realidad actual. Su objetivo principal es ofrecer una herramienta de ayuda, en la cual se determine la jerarquía de equipos y sistemas de una planta, que permita tener un manejo adecuado de manera controlada y en orden de prioridades.

Los criterios para la realización de un análisis de criticidad están vinculados con: frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad

operacional, costo del mantenimiento, impacto de seguridad y medio ambiente.

Definiremos:

CRITICIDAD TOTAL = Frecuencia de falla * Consecuencia

Donde:

Frecuencia de falla: Número de fallas o intervenciones en un tiempo determinado.

Consecuencia = (I. O * F. O. * C. M. * I. S. M. A.)

- ✓ Frecuencia de Fallas: Es el número de veces que se repite un evento que se considera como una falla dentro en un período de tiempo.
- ✓ Impacto Operacional (I.O.)
- ✓ Flexibilidad Operacional (F.O.)
- ✓ Costo del Mantenimiento (C.M.)
- ✓ Impacto de Seguridad y Medio Ambiente (I.S.M.A)

Tabla 4-8 Tabla de análisis de criticidad

Frecuencia de fallas	Elevado mayor a 8 fallas por semana	4
	Promedio de 5 - 8 fallas por semana	3
	Buena de 3-5 fallas por semana	2
	excelente menos de 3 fallas por semana	1
Impacto operacional	Parado total del equipo	10
	Parada parcial del equipo e influye a otro equipo o subsistema	7-9
	Impacta a niveles de calidad	5-6
	Influye en costos operacionales asociado a la disponibilidad	2-4
	No produce ningún efecto significativo	1
Flexibilidad operacional	No existe opción igual o equipo similar al repuesto	4
	El equipo puede seguir funcionando	2-3
	Existe otro igual o disponible fuera de sistema (stand by)	1
Costo de mantenimiento	Mayor a S/5000.00 (incorpora accesorio y repuestos)	2
	Menor a S/5000.00 (incorpora accesorio y repuestos)	1

Impacto de seguridad y medio ambiente	Accidente desastroso	8
	Accidente superior serio	6-7
	Accidente inferior e incidente inferior	4-5
	Cuasi accidente o incidente inferior	2-3
	Variado	1
	No ocasiona ningún riesgo	0

Fuente: Huerta (2000)

Luego de calcular la ecuación de riesgo y agrupando los resultados se visualizan en una matriz de criticidad, que se detalla a continuación:

Figura 4-9 Matriz de criticidad de máquinas

Frecuencia de la falla	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		Consecuencia de la falla				

Donde:

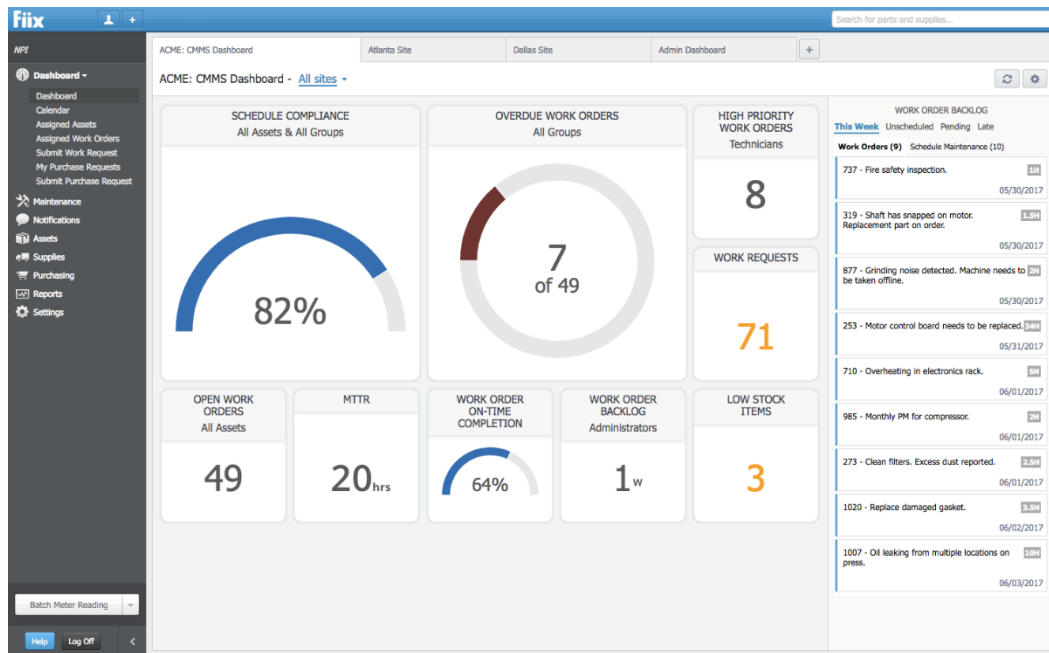
C: Críticos

MC: Media Criticidad

NC: No Críticos

- 8. Maintainly
- 9. Mapex
- 10. EZOfficeInventory

Figura 4-11 Software de mantenimiento Fiix



Fuente: Fiix.com

b) Mejoras en la gestión de costos de mantenimiento

- ✓ *ABC de costos*

Se desarrolló un formato en hoja de cálculo para determinar la curva ABC de costos de mantenimiento

Figura 4-12 Formato en Excel de análisis de costos de mantenimiento

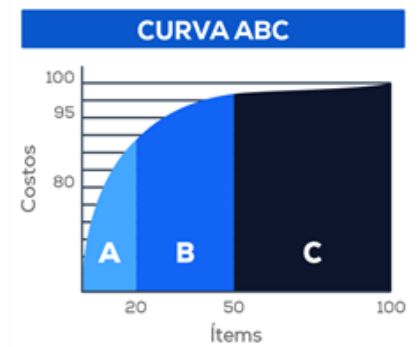
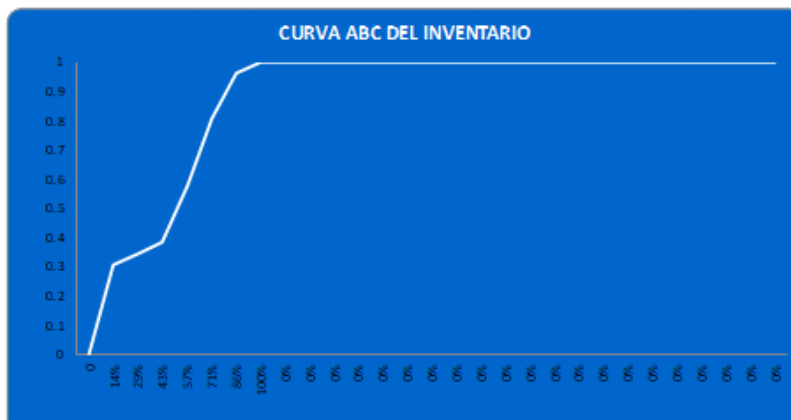
Registro y Control de los Ítems de Inventario - Curva ABC

ÍTEM	VALOR UNITARIO (\$)	CONSUMO ANUAL (UNIDADES)	VALOR TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN (%)	ACUMULADO (%) VALOR	CLASIFICACIÓN ABC	SECUENCIA	ACUMULADO (%) ÍTEMS
rodamiento	R\$ 714.74	20	R\$ 14,294.80	30.77%	30.77%	A	1	14%
aceite	R\$ 35.74	50	R\$ 1,787.00	3.85%	34.62%	A	2	29%
tinta	R\$ 178.68	10	R\$ 1,786.80	3.85%	38.46%	A	3	43%
grasa	R\$ 1,786.85	5	R\$ 8,934.25	19.23%	57.69%	A	4	57%
tornillo	R\$ 35.74	300	R\$ 10,722.00	23.08%	80.77%	B	5	71%
buje	R\$ 17.87	400	R\$ 7,148.00	15.39%	96.16%	C	6	86%
tuerca	R\$ 3.57	500	R\$ 1,785.00	3.84%	100.00%	C	7	100%
			R\$ 0.00	0.00%	100.00%	C		0%
			R\$ 0.00	0.00%	100.00%	C		0%
			R\$ 0.00	0.00%	100.00%	C		0%
			R\$ 0.00	0.00%	100.00%	C		0%
			R\$ 0.00	0.00%	100.00%	C		0%
			R\$ 0.00	0.00%	100.00%	C		0%

CLASE	RANGO
A	80%
B	95%
C	100%

Figura 4-13 Formato en Excel de análisis ABC de costos de mantenimiento

Ítems Acumulados (%)	0	14%	29%	43%	57%	71%	86%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Acumulado (%) Valor	0	31%	35%	38%	58%	81%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%



✓ *Costos de los repuestos*

Se creó una hoja de cálculo en Excel donde se puede encontrar información relevante a los costos de repuestos.

- Rotación de cada repuesto
- Precio de cada repuesto

Tabla 4-9 Tabla con los costos de repuestos de mantenimiento

DESCRIPCION	ROTACIÓN	TP euros	Tipo Cambio euros	SOLES	% IMPOR	TP en almacén	Margen Local	Valor Venta (SIN IGV)	PRECIO 2024 C/IGV
filtro diasafe plus	FME	8.51	3.8	32.34	28%	41.39	75%	165.57	cambiar con Ventas
soporte cámara arterial simple	ALTA						75%		52.80
manual control switch with shock key *novo ce/xsk/top x 220	BAJA	74.06	3.8	281.43	28%	360.23	75%	1,440.91	1,700.00
lock rubber for rinse chamber 4008 2008a /	BAJA	0.14	3.8	0.53	28%	0.68	75%	2.72	18.64
hydrophobic filter w. line 220mm 4008sv10	MEDIA	1.9	3.8	7.22	28%	9.24	75%	36.97	45.32

c) Mejoras en la planificación y programación del mantenimiento

- ✓ Diagrama de procesos para un mantenimiento correctivo
- ✓ Diagrama de procesos para un mantenimiento preventivo
- ✓ Nuevo plan de mantenimiento
 - D: Diaria
 - S: Semanal
 - Q: Quincenal
 - M: Mensual
 - SE: Semestral
 - A: Anual
 - 4A: 4 años
 - MO: Mano de obra propia (P) o tercerizada (T)
 - HH: Horas hombre
 - IV: Inspección visual
 - MP: Mantenimiento preventivo
 - CG: Verificación de controles generales
 - L: Limpieza

Tabla 4-10 Formato del nuevo plan de mantenimiento

Plan de mantenimiento							
MÁQUINA	SISTEMA	Actividad	TIPO	COND. DE OPERACIÓN	FRECUENCIA	MO	HH
Máquina 1	Sistema1	Actividad 1	IV	Apagado	Q	P	1
	Sistema2	Actividad 2	MP	Preparación	SE	T	0.5
	Sistema3	Actividad 3	CG	Calibración	S	P	0.5
	Sistema4	Actividad 4	MC	Diagnóstico	A	T	0.5
Máquina 2	Sistema1	Actividad 5	L	Test T1	D	P	2
	Sistema2	Actividad 6	IV	Preparación	D	T	0.5
	Sistema3	Actividad 7	MP	Calibración	M	P	0.5
	Sistema4	Actividad 8	CG	Diagnóstico	4A	T	0.5

✓ **Nueva programación de mantenimiento**

Tabla 4-11 Formato del nuevo programa de mantenimiento

Programación de mantenimiento						S1							S2						
						L	Ma	Mi	J	V	S	D	L	Ma	Mi	J	V	S	D
Actividad	TIPO	COND. DE OPERACIÓN	HH	Días	FQC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Actividad 1	IV	apagado	1	15	Q														
Actividad 2	IV	apagado	0.1	15	Q														
Actividad 3	IV	apagado	0.1	15	Q														
Actividad 4	L	apagado	0.5	1	D														
Actividad 5	IV	apagado	1	1	D														
Actividad 6	MP	diagnostico	2	180	SE														
Actividad 7	MP	apagado	1	180	SE														
Actividad 8	MP	apagado	0.5	180	SE														
Actividad 9	MP	calibración	0.5	180	SE														
Actividad 10	MP	apagado	0.2	180	SE														
Actividad 11	MP	apagado	1	365	A														
Actividad 12	MP	test t1	2	365	A														

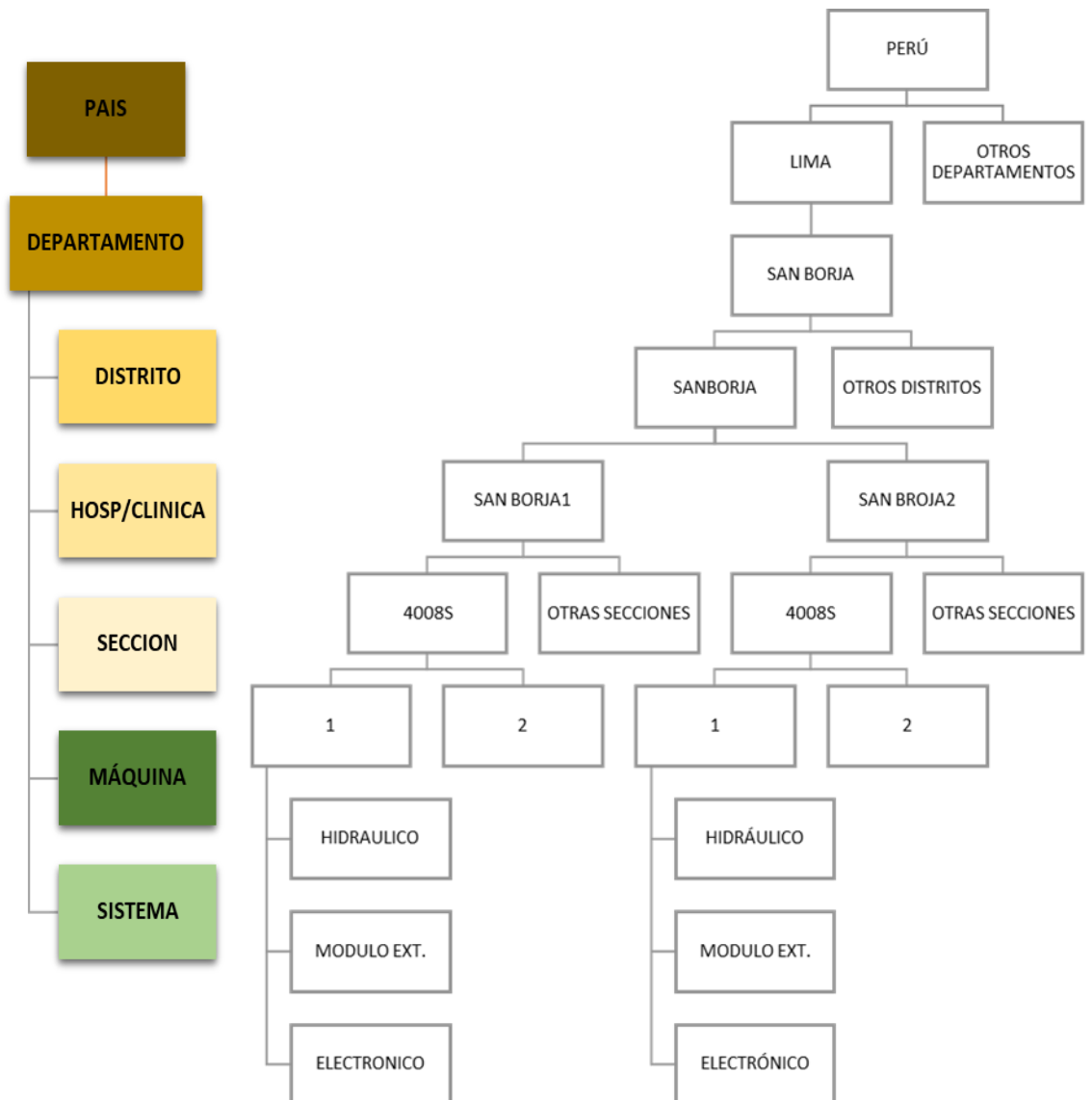
4.6.3. Implementación de las mejoras en la gestión de mantenimiento

En esta etapa se implementó las mejoras propuestas en las etapas anteriores, se implementó:

a) Implementación de mejoras en la gestión de información

- ✓ **Taxonomía de los 32 equipos, se mostraron la taxonomía de 6 máquinas, en el anexo se incluirán todos.**

Figura 4-14 Taxonomía y codificación de máquinas de hemodiálisis 4008S



En los anexos se muestra la taxonomía de las máquinas en estudio.

✓ **Análisis de criticidad de los sistemas**

Se realizó el análisis de criticidad los sistemas de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S.

- Criticidad del sistema hidráulico:
 - ❖ **Consecuencia = (I. O * F. O.) + C. M. + I. S. M. A.**
Consecuencia = (10*4) + 2 + 7
Consecuencia = 47

 - ❖ **CRITICIDAD TOTAL = Frecuencia de falla * Consecuencia**
CRITICIDAD TOTAL = 3 * 47
CRITICIDAD TOTAL = 141

- Criticidad del sistema módulo exterior:
 - ❖ **Consecuencia = (I. O * F. O.) + C. M. + I. S. M. A.**
Consecuencia = (5 * 1) + 1 + 4
Consecuencia = 10

 - ❖ **CRITICIDAD TOTAL = Frecuencia de falla * Consecuencia**
CRITICIDAD TOTAL = 10 * 2
CRITICIDAD TOTAL = 20

- Criticidad del sistema electrónico:
 - ❖ **Consecuencia = (I. O * F. O.) + C. M. + I. S. M. A.**
Consecuencia = (7*1) + 2 + 7
Consecuencia = 16

 - ❖ **CRITICIDAD TOTAL = Frecuencia de falla * Consecuencia**
CRITICIDAD TOTAL = 4 * 16
CRITICIDAD TOTAL = 64

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 4-12 Resultados del análisis de criticidad de máquinas de hemodiálisis 4008S

Sistema	Criticidad
Hidráulico	Crítico
Módulo exterior	Medianamente Crítico
Electrónico	No crítico

✓ **Análisis modo efecto de fallas – AMEF**

El análisis y modo efecto de fallas se presenta en los anexos.

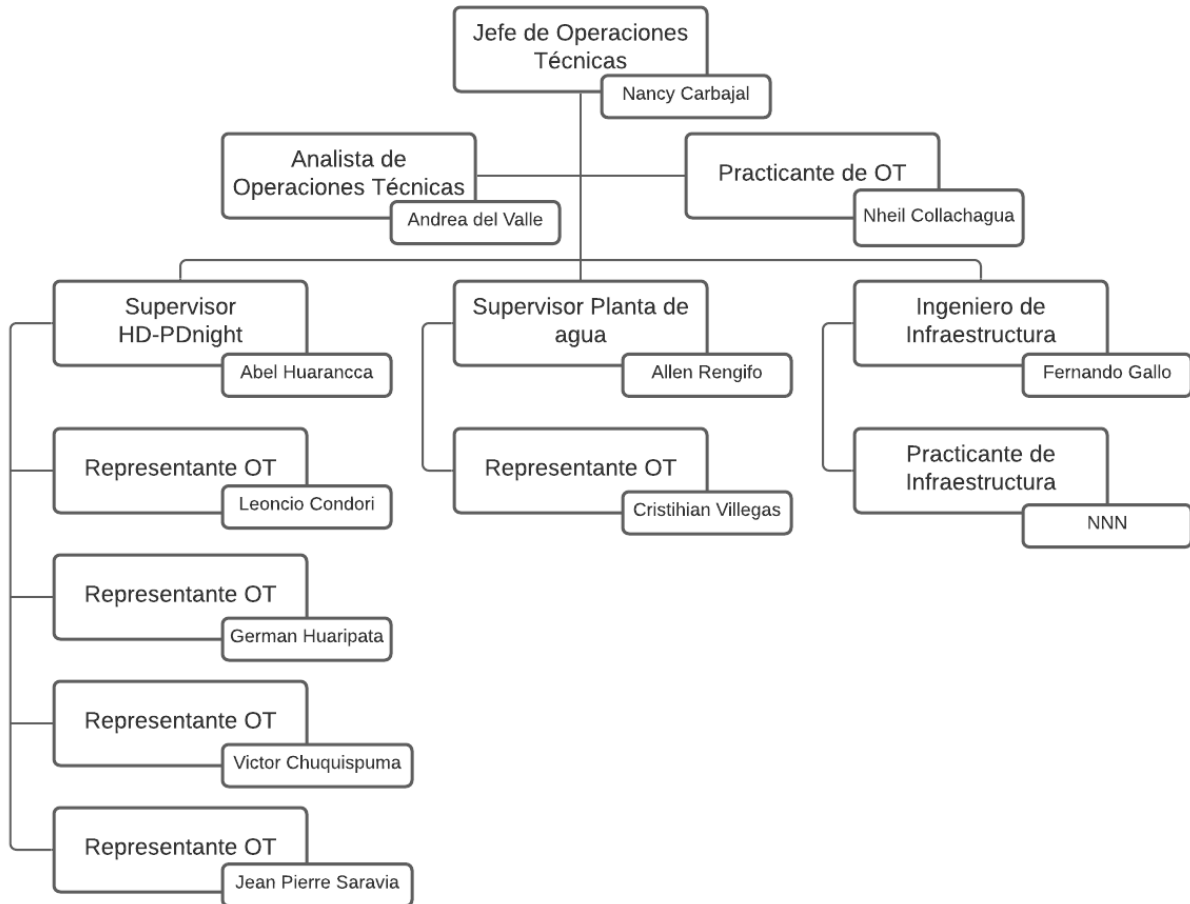
A continuación, se presenta un pequeño extracto del análisis y modo efecto de fallas, la tabla completa se presenta en los anexos.

Tabla 4-13 Análisis y modo efecto de fallas de la máquina de hemodiálisis 4008S

ANALISIS MODO EFECTO DE FALLA-AMEF DE MÁQUINA DE HEMODIALISIS 4008S			
Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa de falla	Acciones recomendadas
Fuga de líquido interna	Fuga de líquido dializante	Falta de inspección	Inspección semanal de las líneas hidráulicas
Falla de válvula 39 en desinfección	Parada de la máquina durante la desinfección	Error en la válvula 39	Reducir el intervalo de cambio de repuesto
Falla de válvula 39 en TEST	Parada de la máquina y alarma visual	Error en la válvula 39	Reducir el intervalo de cambio de repuesto
Alarma de flujo en tratamiento	Parada de la máquina durante el tratamiento	Baja presión de suministro de líquido dializante	Mantenimiento planta de agua
Alarma de flujo en TEST	Alarma visual y sonora	Baja presión de suministro de líquido dializante	Mantenimiento planta de agua
Alarma de flujo en desinfección	Alarma visual y sonora	Baja presión de suministro de líquido dializante	Mantenimiento planta de agua
Falla en celda de conductividad	Parada de la máquina	Nivel bajo de suministros	Reducir el intervalo de cambio de repuesto

✓ **Organigrama y manual de funciones**

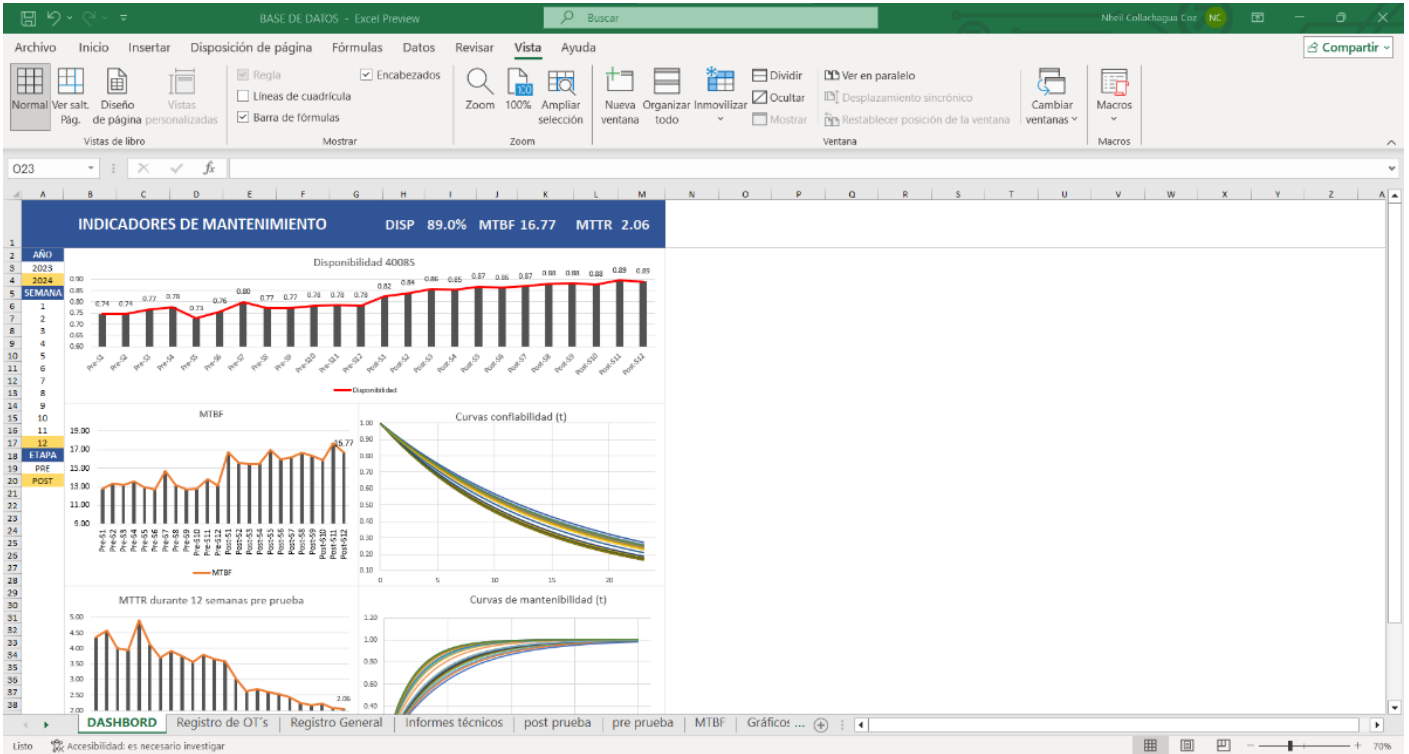
Figura 4-15 Nuevo organigrama de funciones del área de Operaciones Técnicas



- Jefe de Operaciones Técnicas
- Analista de Operaciones Técnicas
- Practicante de Operaciones Técnicas
- Supervisor de HD-PDnight
- Supervisor planta de agua
- Ingeniero de infraestructura
- Representante de Operaciones Técnicas
- Practicante de Operaciones Técnicas

✓ **Creación de Dashboard de mantenimiento**

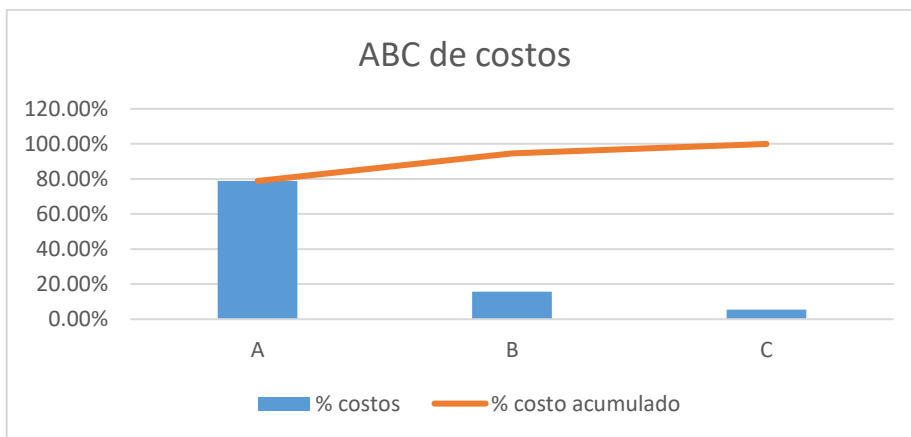
Figura 4-16 Dashboard de mantenimiento creado en Excel



b) Implementación de mejoras en la gestión de costos de mantenimiento

✓ **ABC de costos**

Figura 4-17 ABC de costos de mantenimiento realizado en Excel



✓ **Costos de repuestos**

En anexos se puede encontrar la información de los costos de repuestos.

c) Implementación de mejoras en la planificación y programación del mantenimiento

✓ **Diagrama de procesos para un mantenimiento correctivo**

- Propósito

El presente procedimiento tiene como propósito mejorar, documentar y establecer orden en los mantenimientos correctivos requeridos por los diferentes clientes.

- Alcance

Este procedimiento tiene alcance a todos los clientes de la empresa, Hospitales y clínicas a nivel nacional.

- Procedimiento

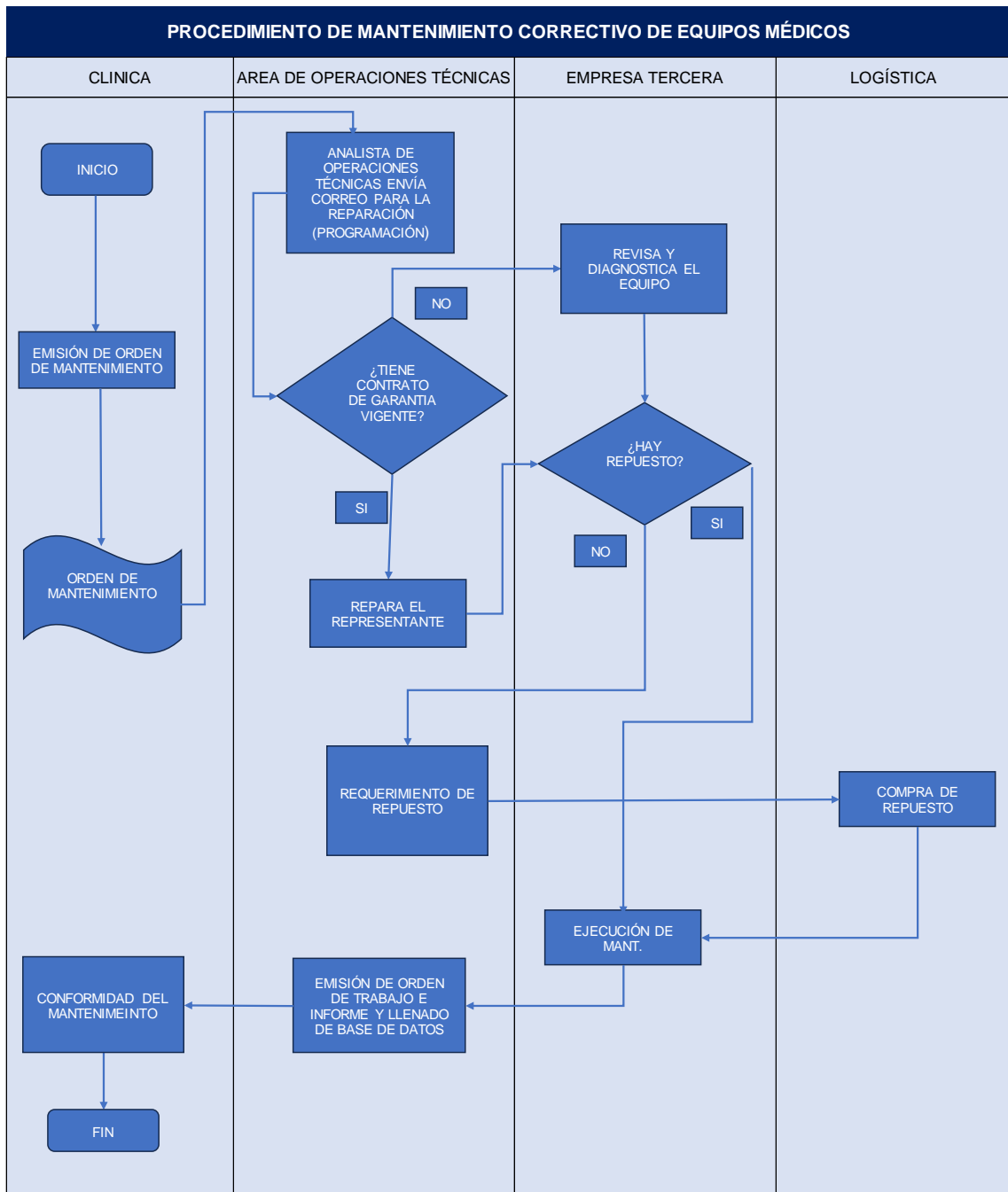
Descripción de actividades

Tabla 4-14 Procesos para un mantenimiento correctivo

N.º	Etapa	Descripción
1	Emisión de orden de mantenimiento	Al momento que un equipo médico presente una falla, el área usuaria emitirá la Orden de Mantenimiento (OM).
2	Programación de mantenimiento	Si es un equipo que tiene contrato con empresa tercera, el encargado de mantenimiento de activos llamará y/o enviará un correo al encargado para que se apersona a reparar el equipo. Si es un equipo que no está incluido en contrato lo arreglará el encargado y/o auxiliar de mantenimiento de activos.
3	Revisión y diagnóstico	El técnico y/o ingeniero de mantenimiento procederá a revisar el equipo y dará un diagnóstico; si se necesita de repuestos se comunicará con el encargado de mantenimiento de activos para ver si hay en almacén.
4	Ejecución del mantenimiento	Si el repuesto necesario se encuentra en el almacén, se procederá a la ejecución del mantenimiento; pero si el repuesto necesario no se encuentra en almacén, se procederá a generar un requerimiento del repuesto para que el área de logística realice la compra y se proceda con la ejecución del mantenimiento.

5	Compra de repuesto	El área de logística recepciones el requerimiento y procede a la compra del repuesto.
6	Emisión de trabajo e informe	El encargado de mantenimiento de activos realizará el orden de trabajo e informe por cada mantenimiento realizado, así mismo registrará en el Sistema SAP el diagnóstico, el nombre de la persona que reparó el equipo y el tiempo que estuvo parado.

Figura 4-18 Diagrama de procesos para un mantenimiento correctivo de máquinas de hemodiálisis 4008S



✓ **Diagrama de procesos para un mantenimiento preventivo**

- Propósito

El presente procedimiento tiene como propósito mejorar, documentar y establecer orden en los mantenimientos preventivos requeridos por los diferentes clientes.

- Alcance

Este procedimiento tiene alcance a todos los clientes de la empresa, Hospitales y clínicas a nivel nacional.

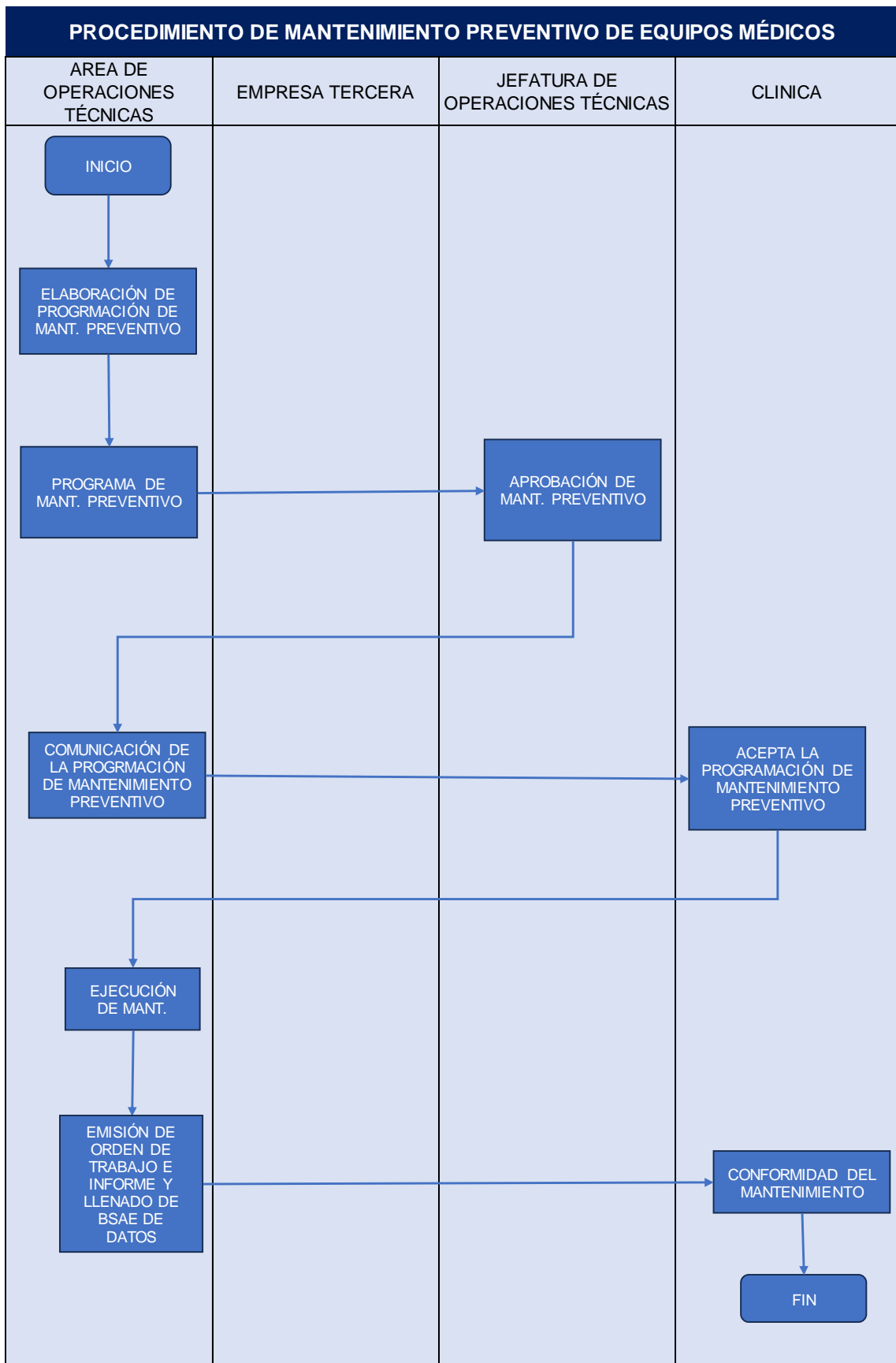
- Procedimiento

Descripción de actividades

Tabla 4-15 Procesos para un mantenimiento preventivo

N°	Etapa	Descripción
1	Planificación del programa de mantenimiento preventivo	La clínica aprueba el programa de mantenimiento preventivo con su respectivo presupuesto de todos los equipos, esto cumpliendo con la política de mantenimiento y recomendaciones del fabricante.
2	Aprobación del programa de mantenimiento preventivo	La aprobación del programa lo hace la Jefatura de Operaciones Técnicas en conjunto con el encargado del centro de salud.
3	Comunicación del programa de mantenimiento preventivo	El área de operaciones técnicas comunica al centro de salud el programa de mantenimiento preventivo de sus equipos de hemodiálisis modelo 4008S mediante un correo.
4	Ejecución del programa de mantenimiento	El representante de operaciones técnicas coordina con el auxiliar de mantenimiento del centro de salud para la ejecución de mantenimiento según el programa realizado (fecha y hora de ejecución). Finalmente, el representante de OT deberá apersonarse a garita de vigilancia para identificarse y así pasar posteriormente al taller de mantenimiento de máquinas de hemodiálisis.
5	Conformidad del mantenimiento	El representante de operaciones técnicas emitirá el informe y orden de trabajo sobre mantenimiento preventivo realizado. Estos documentos lo firmarán el encargado de la clínica, el representante de operaciones técnicas, la empresa y la jefatura de operaciones técnicas. NOTA: En el informe la empresa y/o área de mantenimiento indicarán si se necesita de algún repuesto y/o consumible para la compra correspondiente.

Figura 4-19 Diagrama de procesos para un mantenimiento preventivo de máquina de hemodiálisis 4008S



✓ **Nuevo plan de mantenimiento**

A continuación

- D: Diaria
- S: Semanal
- Q: Quincenal
- M: Mensual
- SE: Semestral
- A: Anual
- 4A: 4 años
- MO: Mano de obra propia (P) o tercerizada (T)
- HH: Horas hombre
- IV: Inspección visual
- MP: Mantenimiento preventivo
- CG: Verificación de controles generales
- L: Limpieza

Tabla 4-16 Nuevo plan de mantenimiento de las máquinas

Plan de mantenimiento

Ítem	Actividad	TIPO	COND. DE OPERACIÓN	FRECUENCIA	MO	HH
1	El fusible accesible desde el exterior corresponde al indicado, el valor o el sello no están dañados.	IV	apagado	Q	P	1
2	Las etiquetas e identificaciones están presentes y son legibles.	IV	apagado	Q	P	2
3	El estado mecánico permite un uso más seguro. No hay signos de daños o contaminación que afecten el correcto funcionamiento.	IV	apagado	Q	P	2
4	Los rotores deben estar limpio. Los rotores de las bombas de rodillos de línea no muestran signos de daño y son completamente funcionales. La codificación de colores del rotor es comprobada.	L	apagado	D	T	2
5	El cable de alimentación no está dañado	IV	apagado	D	T	1
6	Los émbolos de sellado en varillas de succión son reemplazados y lubricados; los remaches son reemplazados.	MP	apagado	D	T	2
7	Se revisó que el sello de goma de retención de las cámaras de enjuague sea adecuado y está funcionando.	MP	apagado	D	T	1
8	Los filtros (F71 y F72) de los tubos de aspiración son sustituidos.	MP	apagado	M	P	3
9	Se reemplazaron la válvula de ventilación (V92) y válvula de retención (V117), con la opción CDS.	MP	apagado	M	P	1

10	Filtro / tamiz filtrante sustituido: F74 (antes de la bomba UF), F76 (después de V43), F148 (entre V100 y cámara de enjuague), F149 (con opción CDS), filtro de tubo de aspiración desinfectante.	MP	apagado	M	P	3
-----------	---	----	---------	---	---	---

✓ ***Nueva programación de mantenimiento***

En la tabla 4 – se muestra la nueva programación anual de mantenimiento de forma parcial en base al plan de mantenimiento presentado anteriormente, a continuación de muestra la leyenda para el tipo de mantenimiento a realizar por cada actividad de la programación anual del mantenimiento:

Tabla 4-17 Leyenda para la programación de mantenimiento

IV	Inspección visual	MC	Mantenimiento correctivo	L	Limpieza
MP	Mantenimiento preventivo	CG	Verificación de Condiciones general		

Tabla 4-18 Nuevo programa de mantenimiento de máquinas de hemodiálisis 4008S

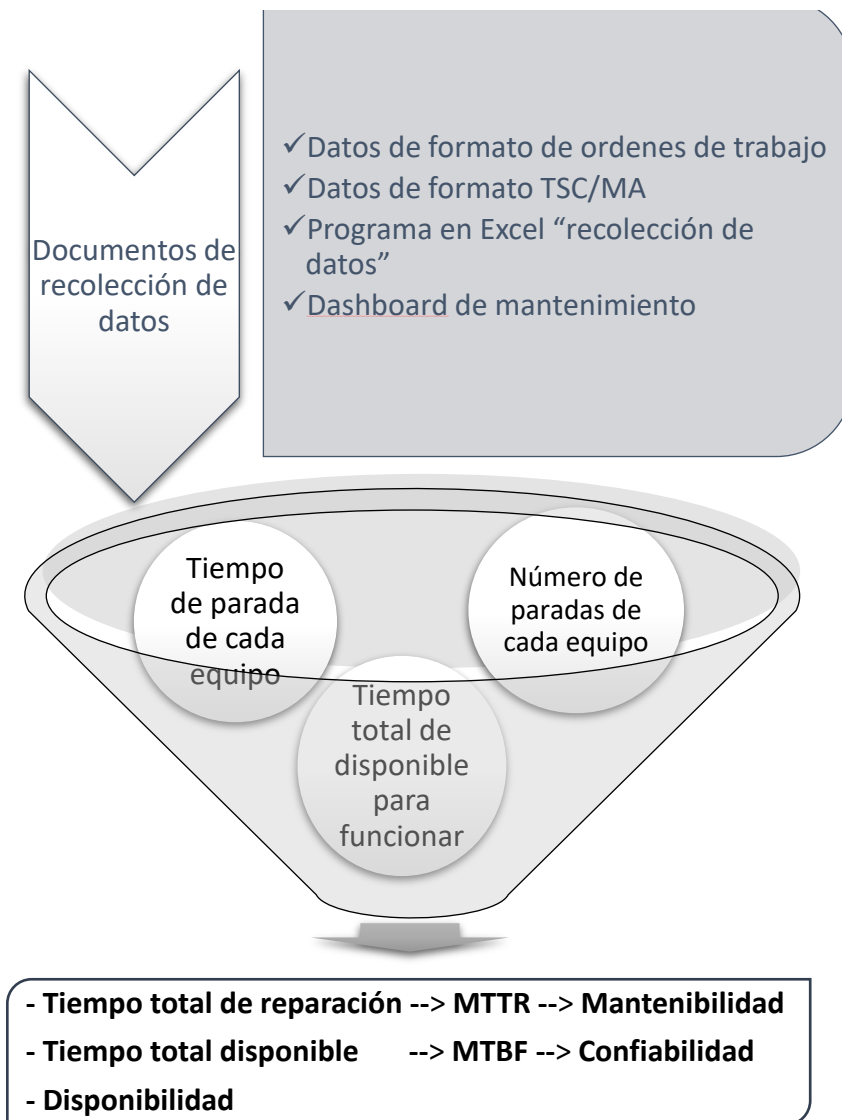
Programación de mantenimiento							S1							S2							S3						
							L	Ma	Mi	J	V	S	D	L	Ma	Mi	J	V	S	D	L	Ma	Mi	J	V	S	D
N°	Actividad	TIPO	COND. DE OPERACIÓN	HH	Días	FQC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	El fusible accesible desde el exterior corresponde al indicado, el valor o el sello no están dañados.	IV	APAGADO	0.1	15	Q																					
2	Las etiquetas e identificaciones están presentes y son legibles.	IV	APAGADO	0.1	15	Q																					
3	El estado mecánico permite un uso más seguro. No hay signos de daños o contaminación que afecten el correcto funcionamiento.	IV	APAGADO	0.1	15	Q																					
4	Los rotores deben estar limpio. Los rotores de las bombas de rodillos de línea no muestran signos de daño y son completamente funcionales. La codificación de colores del rotor es comprobada.	L	APAGADO		1	D																					

4.6.4. Medición transversal de disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad

En esta etapa se calculó y registró la información recolectada durante las 12 semanas después de la implementación de las mejoras implementadas a la gestión del mantenimiento.

- Documentos y mejoras implementadas que se usaron para la recolección de datos:
 - ✓ Formato de orden de trabajo
 - ✓ Información de datos de SAP
 - ✓ Programa en Excel “Recolección de datos”
 - ✓ Información de datos de los TSC/MA
- Datos recolectados:
 - ✓ Número de paradas de cada equipo de la muestra
 - ✓ Tiempo de parada de cada equipo (Horas)
- Datos calculados a partir de los datos recolectados:
 - ✓ Tiempo total de reparación (Horas)
 - ✓ Tiempo total disponible para funcionar (Horas)
 - ✓ MTTR
 - ✓ MTBF
 - ✓ Disponibilidad
 - ✓ Confiabilidad
 - ✓ Mantenibilidad

Figura 4-20 Procesamiento de datos de mantenimiento

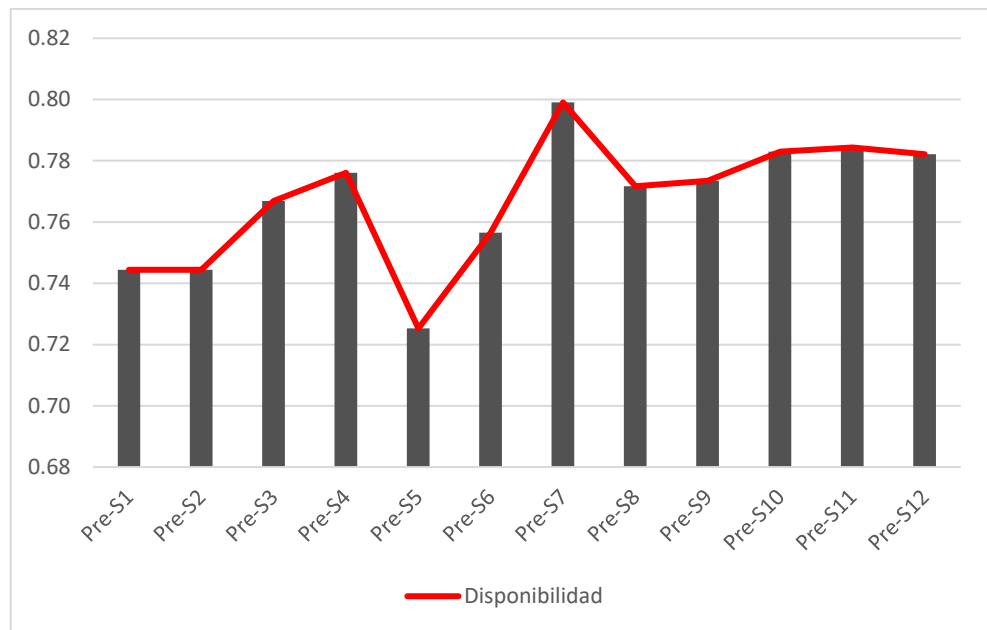


A continuación, se mostrará los resultados obtenidos de los indicadores de mantenimiento de forma transversal a lo largo de 12 semanas de pre prueba y 12 semanas post prueba, donde la prueba es la implementación de mejoras en la gestión del mantenimiento.

a) Disponibilidad promedio de la muestra

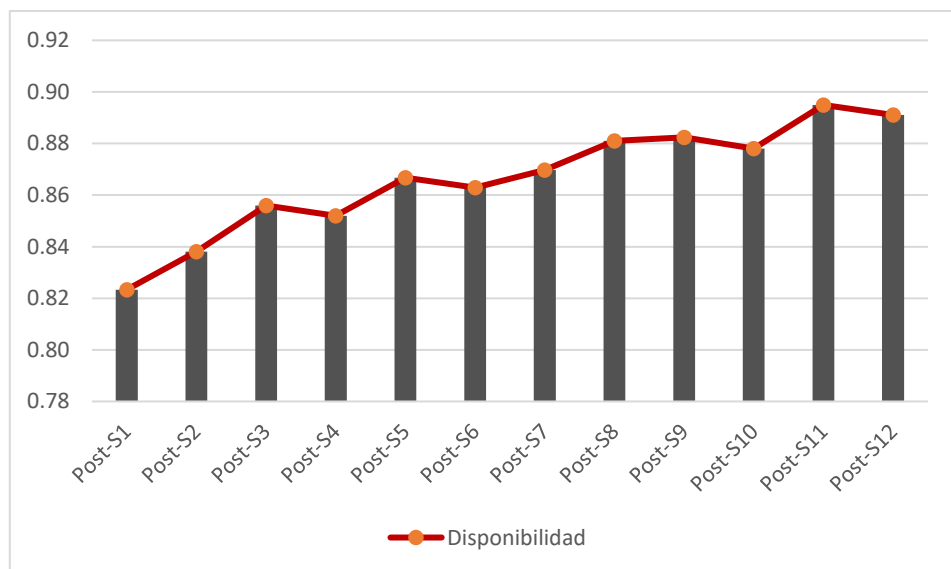
En la figura 4-20 se puede ver los datos calculados y obtenidos de la disponibilidad a lo largo de las 12 semanas de estudio antes de la implementación de mejoras en la gestión del mantenimiento.

Figura 4-21 Tendencia de la disponibilidad durante 12 semanas de pre prueba



En la figura 4-21 se muestra los datos calculados y obtenidos de la disponibilidad a lo largo de las 12 semanas de estudio después de la implementación de mejoras en la gestión del mantenimiento.

Figura 4-22 Tendencia de la disponibilidad durante 12 semanas de post prueba



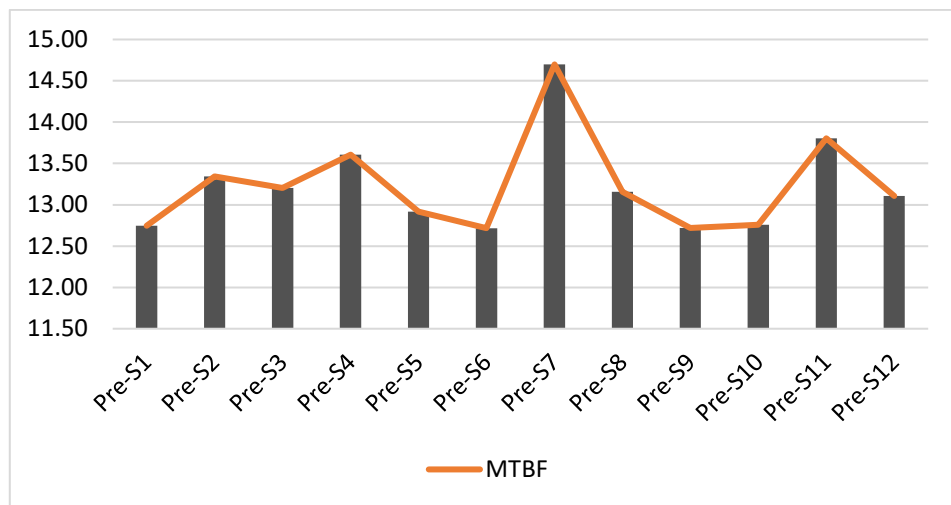
En los anexos se presenta la tabla donde se puede observar los datos de disponibilidad obtenidos por cada máquina a lo largo de las 12 semanas de pre prueba y las 12 semanas post prueba.

b) **Confiabilidad promedio de la muestra**

Según lo mencionado en el marco teórico la confiabilidad tiene una estrecha relación con el MTBF según la ecuación 2.3.

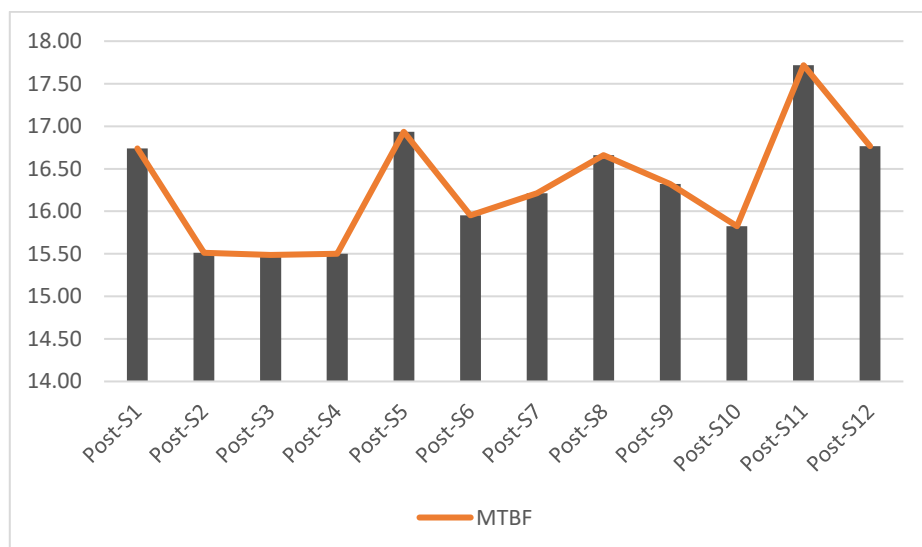
En la figura 4-23 se puede ver los datos calculados y obtenidos del MTBF a lo largo de las 12 semanas de estudio antes de la implementación de mejoras en la gestión del mantenimiento.

Figura 4-23 Tendencia del MTBF durante 12 semanas de pre prueba



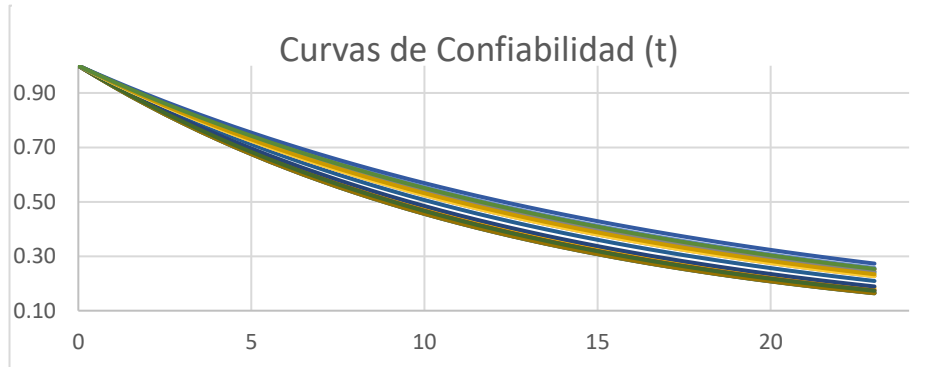
En la figura 4-24 se muestra los datos calculados y obtenidos del MTBF a lo largo de las 12 semanas de estudio después de la implementación de mejoras en la gestión del mantenimiento.

Figura 4-24 Tendencia de disponibilidad durante 12 semanas de post prueba



En la figura 4–25 se muestra las curvas de confiabilidad por semana, estos datos sirvieron para el análisis de los resultados del capítulo 5 y 6 del presente trabajo de investigación.

Figura 4-25 Curvas de confiabilidad durante 12 semanas de post prueba



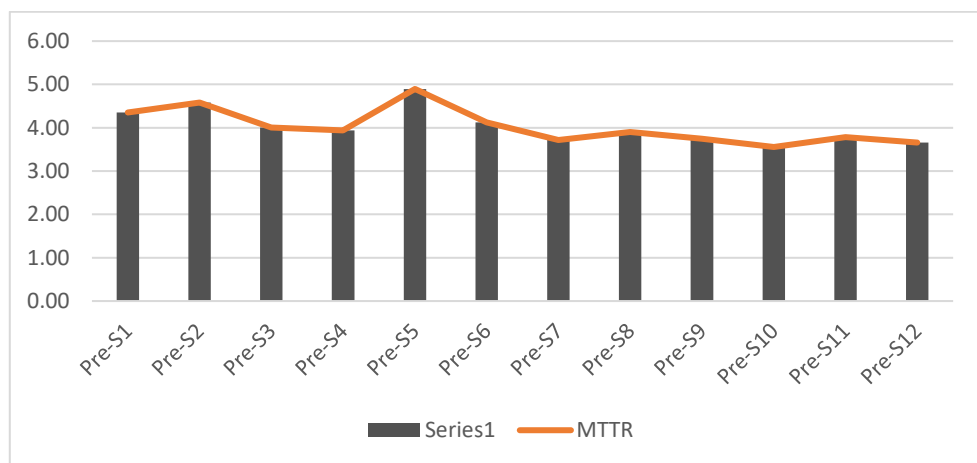
En los anexos se presenta la tabla donde se puede observar los datos de MTBF obtenidos por cada máquina a lo largo de las 12 semanas de pre prueba y las 12 semanas post prueba.

c) *Mantenibilidad promedio de la muestra*

Según lo mencionado en el marco teórico la mantenibilidad tiene una estrecha relación con el MTTR según la ecuación 2.2.

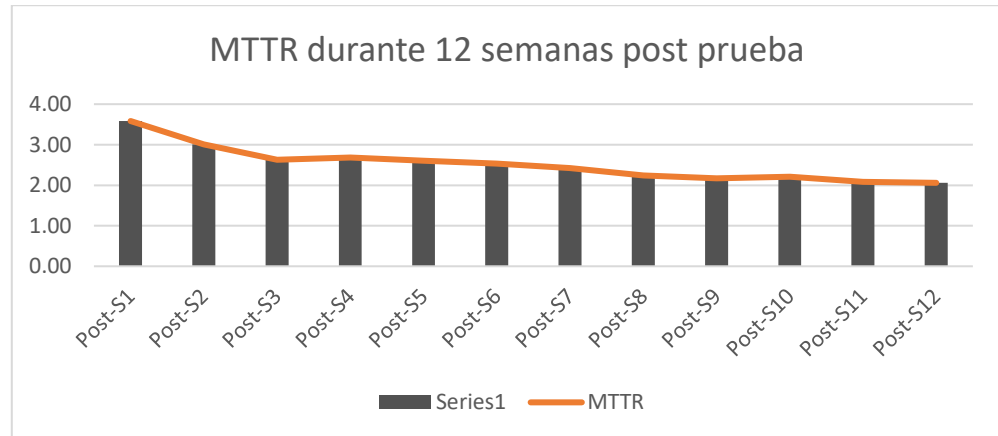
En la figura 4–26 se puede ver los datos calculados y obtenidos del MTTR a lo largo de las 12 semanas de estudio antes de la implementación de mejoras en la gestión del mantenimiento.

Figura 4-26 Tendencia del MTTR durante 12 semanas de pre prueba



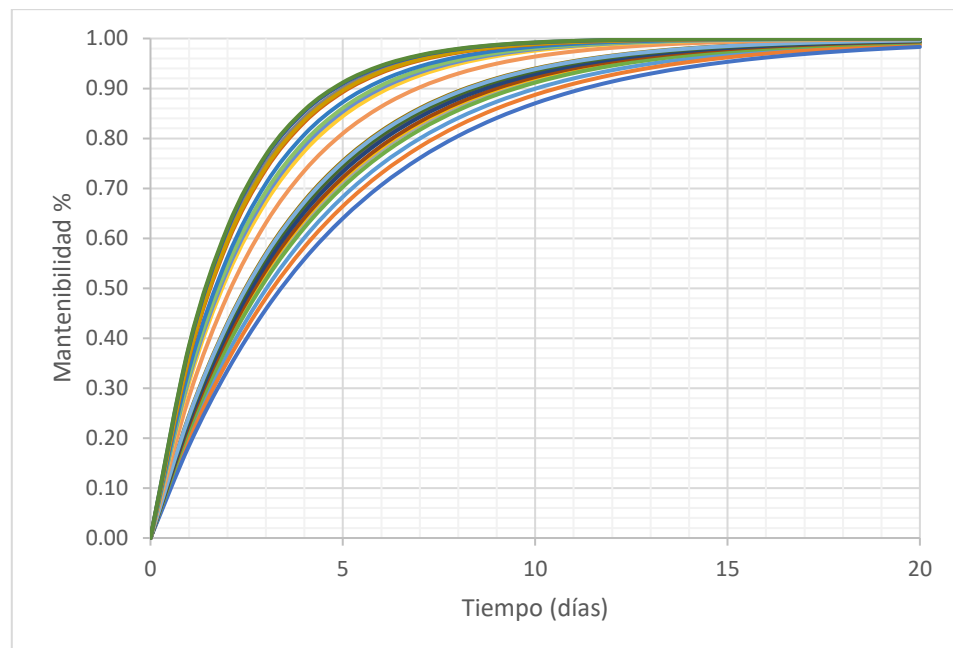
En la figura 4 –27 se muestra los datos calculados y obtenidos del MTTR a lo largo de las 12 semanas de estudio después de la implementación de mejoras en la gestión del mantenimiento.

Figura 4-27 Tendencia del MTTR durante 12 semanas post prueba



En la figura 4–28 se muestra las curvas de mantenibilidad por semana, estos datos sirvieron para el análisis de los resultados del capítulo 5 y 6 del presente trabajo de investigación.

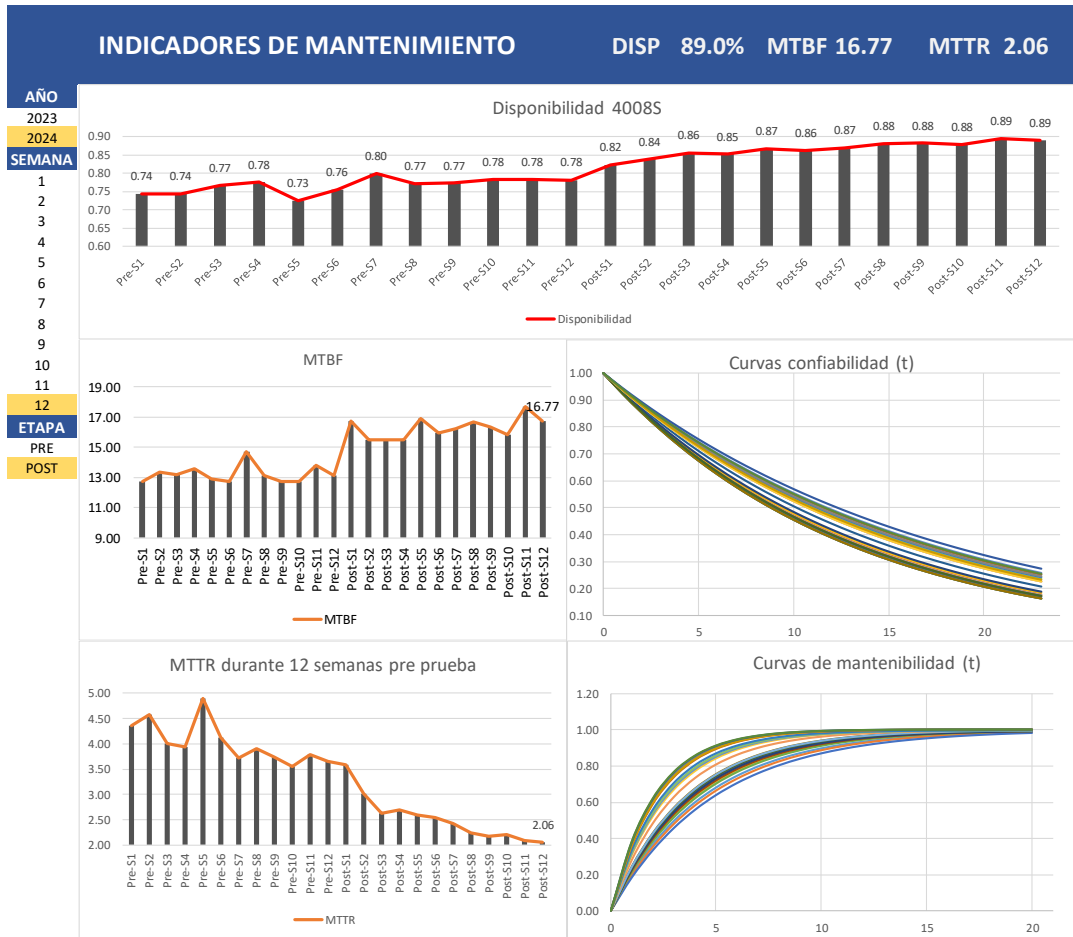
Figura 4-28 Curvas de mantenibilidad durante 12 semanas de post prueba



En los anexos se presenta la tabla donde se puede observar los datos de MTTR obtenidos por cada máquina a lo largo de las 12 semanas de pre prueba y las 12 semanas post prueba.

Para la visualización de datos se creó un dashboard donde se puede identificar los datos de Disponibilidad, MTTBF, curvas de confiabilidad, MTTR y curvas de mantenibilidad. Toda información ordenada según el año, semana y etapa.

Figura 4-29 Dashboard de mantenimiento



4.6.5. Etapas de la implementación en la gestión de mantenimiento

Tabla 4-19 Gantt con las etapas en la auditoría de mantenimiento

N° EDT	Descripción de la tarea	Duración (Días)	PRE PRUEBA					
			SEMANA 1					
			L	M	X	J	V	
1	Auditoría de mantenimiento							
1.1.	Auditoría en la gestión de información de equipos							
1.1.1	Recopilación de información	3	■	■	■			
1.1.2	Mediciones	2			■	■		
1.1.3	Análisis de resultados	2					■	■
1.2.	Auditoría en la gestión de costos de mantenimiento							
1.2.1	recopilación de información	3	■	■	■			
1.2.2	Mediciones	2			■	■		
1.2.3	Análisis de resultados	2					■	■
1.3.	Auditoría en la gestión de planificación y programación de mantenimiento							
1.3.1	recopilación de información	3	■	■	■			
1.3.2	Mediciones	2			■	■		
1.3.3	Análisis de resultados	2					■	■

Tabla 44-19 Gantt con las etapas en la creación de mejoras en la gestión de mantenimiento

N° EDT	Descripción de la tarea	SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4				
		L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V
2	creación de las mejoras en la gestión de mantenimiento															
2.1.	Gestión de información de equipos															
2.1.1	Creación de formato para taxonomía de equipos	2														
2.1.2	Creación de formato de análisis de criticidad	2														
2.1.3	Creación de formato AMEF	2														
2.1.4	Creación de formato de organigrama y manual de funciones	3														
2.1.5	Creación de modelo de DASHBOARD en Excel	3														
2.2.	Gestión de costos de mantenimiento															
2.2.1	ABC de costos	3														
2.2.2	Análisis de rotación de repuestos	2														
2.2.3	Costos de repuestos	2														
2.3.	Planificación y programación del mantenimiento															
2.3.1	Creación de formatos para el diagrama de procesos para un mantenimiento correctivo	4														
2.3.2	Creación de formatos para el diagrama de procesos para un mantenimiento preventivo	4														
2.3.3	Creación de formatos del nuevo plan de mantenimiento	10														
2.3.4	Creación de formatos del nuevo programa de mantenimiento	10														

Tabla 4-20 Gantt con las etapas de la implementación de mejoras en la gestión de mantenimiento

N° EDT	Descripción de la tarea	Días	SEMANA 5 SEMANA 6 SEMANA 7 SEMANA 8 SEMANA 9 SEMANA 10 SEMANA 11 SEMANA 12																																							
			SEMANA 5					SEMANA 6					SEMANA 7					SEMANA 8					SEMANA 9					SEMANA 10					SEMANA 11					SEMANA 12				
			L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V
3	Implementación de las mejoras																																									
3.1.	Gestión de información de equipos																																									
3.1.1	Implementación de la taxonomía de equipos	5	■																																							
3.1.2	Implementación de análisis de criticidad	5						■																																		
3.1.3	Implementación AMEF	10											■																													
3.1.4	Implementación de organigrama y manual de funciones	5	■																																							
3.1.5	Implementación de DASHBOARD en Excel	40	■																																							
3.2.	Gestión de costos de mantenimiento																																									
3.2.1	Implementación de ABC de costos	10	■																																							
3.2.2	Implementación de análisis de rotación de repuestos	40	■																																							
3.2.3	Implementación de costos de repuestos	10	■																																							
3.3.	Planificación y programación del mantenimiento																																									
3.3.1	Diagrama de procesos para un mantenimiento correctivo	40	■																																							

3.3.2	Diagrama de procesos para un mantenimiento preventivo	40	
3.3.3	Implementación del nuevo plan de mantenimiento	40	
3.3.4	Implementación del nuevo programa de mantenimiento	40	

4.6.6. Costos de la implementación en la gestión de mantenimiento

En la tabla 4-22, se detalla los costos de la implementación en la gestión de mantenimiento.

Tabla 4-21 Costos de la implementación en la gestión de mantenimiento

Costos de la implementación en la gestión de mantenimiento		
	Auditor de mantenimiento	Costos por 1 semana
	Auditor interno de gestión de mantenimiento	S/ 2,000.00
	Practicante 1 de OT	S/ 300.00
	Practicante 2 de OT	S/ 300.00
	Útiles de escritorio	S/ 200.00
	Viáticos, personal y auditor	S/ 615.00
	Creación de las mejoras en la gestión de mantenimiento	Costos por 3 semanas
Costos de Pre prueba (12 semanas)	Jefe de operaciones técnicas	S/ 5,000.00
	Analista de operaciones técnicas	S/ 3,000.00
	Practicante 1 de OT	S/ 900.00
	Practicante 2 de OT	S/ 900.00
	Representante de OT	S/ 1,500.00
	Útiles de escritorio	S/ 250.00
	Licencia de Microsoft office (5 usuarios)	S/ 234.00
	Capacitación el personal	S/ 3,000.00
		Implementación de las mejoras en la gestión de mantenimiento
	Analista de operaciones técnicas	S/ 5,300.00
	Practicante 1 de OT	S/ 2,400.00
	Practicante 2 de OT	S/ 2,400.00
	Representante de OT	S/ 4,000.00
	Viáticos para practicantes y representantes	S/ 656.00
	Útiles de escritorio	S/ 250.00
	Licencia de Microsoft office (4 usuarios)	S/ 374.40
Costos de Post prueba (12 semanas)	Medición transversal de la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad	Costos por 12 semanas
	Practicante 1 de OT	S/ 3,600.00
	Licencia de Microsoft office (1 usuario)	S/ 280.80
	Útiles de escritorio	S/ 100.00
	S/ 37,560.20	

4.7. Aspectos éticos en la investigación

Para el desarrollo del proyecto de investigación nos comprometemos cumplir con el código de ética del investigador de la Universidad Nacional del Callao, establecido en el artículo N°8 de los principios éticos del investigador según fue aprobado por la Resolución del Consejo Universitario N°260-2019-CU. - 16 de julio del 2019.

5. RESULTADOS

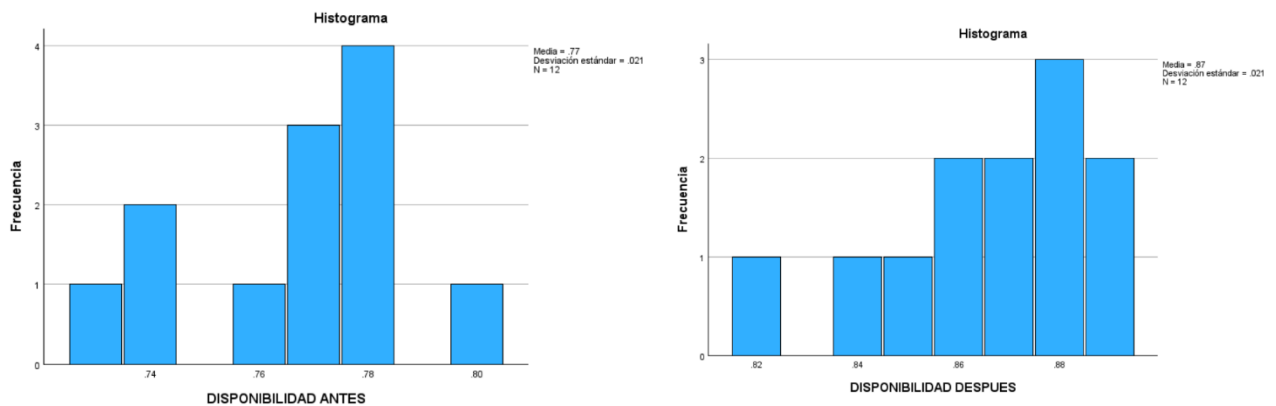
5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. Disponibilidad

Figura 5-1 Procesamiento de datos de la disponibilidad

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DISPONIBILIDAD ANTES	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
DISPONIBILIDAD DESPUES	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

Figura 5-2 Histograma del antes y después de la disponibilidad



Interpretación:

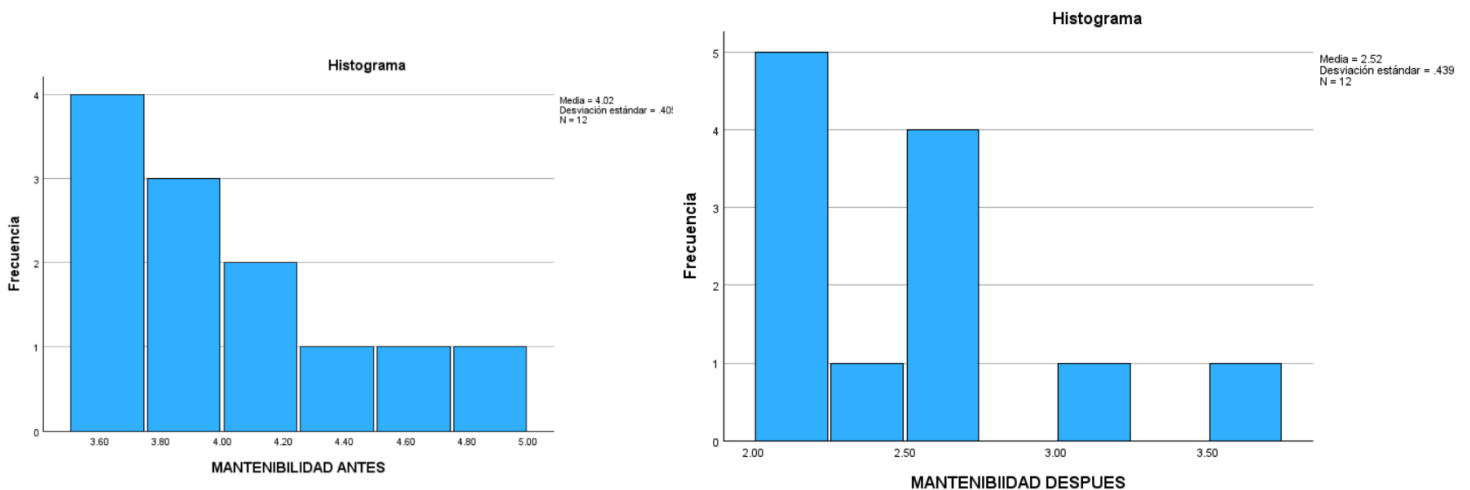
- La media de disponibilidad de antes fue 77.98 y después es 87.92
- La mediana fue de 77.00 y después es de 87.00
- El valor mínimo y máximo de antes fue 0.73 y 0.83 mientras que, después el valor mínimo y máximo es 0.82 y 0.89 respectivamente.
- La desviación estándar antes fue de 0.206 mientras que después es de 0.021

5.1.2. Mantenibilidad

Figura 5-3 Procesamiento de datos de la mantenibilidad

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MANTENIBILIDAD ANTES	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
MANTENIBILIDAD DESPUES	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

Figura 5-4 Histograma del antes y después de la mantenibilidad.



Interpretación:

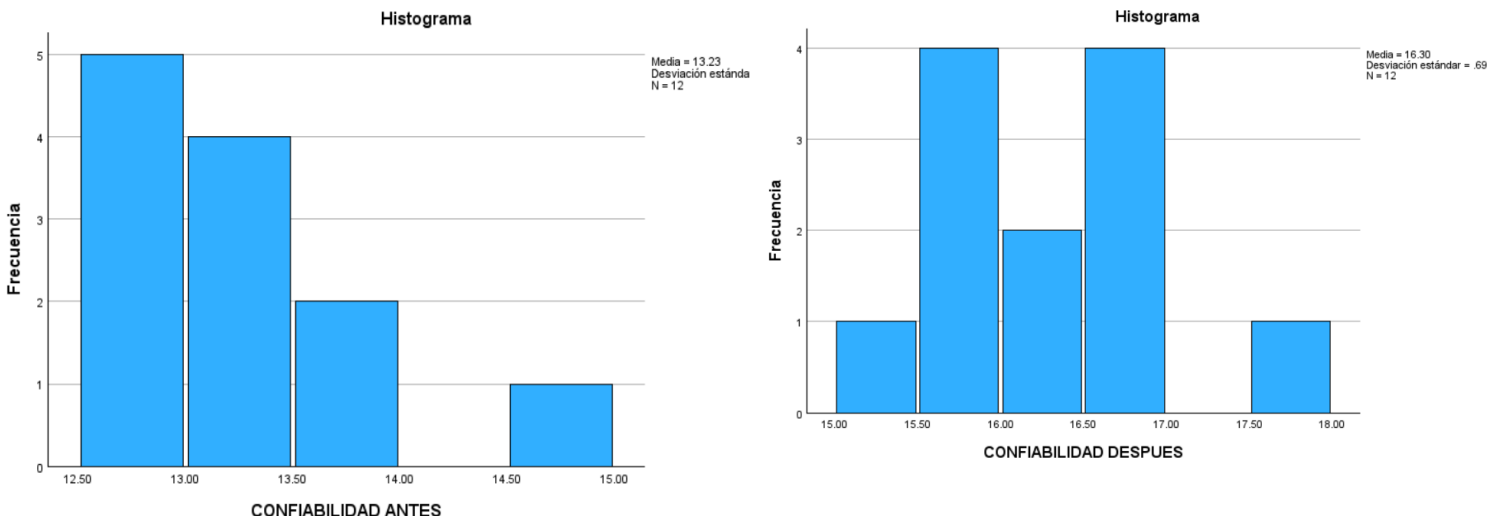
- La media del MTTR de antes fue 4.278 horas y después es 2.799 horas.
- La mediana fue de 3.92 horas y después es de 2.48 horas.
- El valor mínimo y máximo de antes fue 3.56 y 4.90 horas mientras que, después el valor mínimo y máximo es 2.06 y 3.58 horas respectivamente.
- La desviación estándar antes fue de 0.405 mientras que después es de 0.439.

5.1.3. Confiabilidad

Figura 5-5 Procesamiento de datos de la confiabilidad.

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CONFIABILIDAD ANTES	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
CONFIABILIDAD DESPUES	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

Figura 5-6 Histograma del antes y después de la confiabilidad.



Interpretación:

- La media del MTBF de antes fue 16.60 horas y después es 16.74 horas.
- La mediana fue de 13.13 horas y después es de 16.26 horas
- El valor mínimo y máximo de antes fue 12.72 y 14.70 horas mientras que, después el valor mínimo y máximo es 15.49 y 17.72 horas respectivamente.
- La desviación estándar antes fue de 0.582 mientras que después es de 0.690

5.2. Resultados inferenciales

Los resultados obtenidos descriptivamente, se pusieron a prueba las hipótesis utilizando el programa SPSS, verificando la validez o el rechazo de las hipótesis nulas planteadas. Cabe resaltar que para este trabajo se utiliza una confianza de 95%, por lo tanto, el $\alpha=0.05$. Primero, se pusieron a prueba las variables para verificar si es que tienen distribución normal o no; si tiene distribución paramétrica emplearemos el estadístico T-Student; si la distribución es no paramétrica, emplearemos Wilcoxon.

Hipótesis a contrastar:

H₀: Los datos analizados siguen una distribución normal.

H₁: Los datos analizados no siguen una distribución Normal.

Regla de decisión:

Cuando ambos, la **Sig. ≥ 0.05** , aceptamos la hipótesis nula.

Caso contrario, rechazamos la hipótesis nula

5.2.1. Disponibilidad

- **Pruebas de normalidad**

En la prueba de normalidad elegimos de Shapiro-Wilk ($Z \leq 50$), ya que la muestra consta de 32 máquinas de hemodiálisis modelo 4008S.

Figura 5-7 Prueba de normalidad de la disponibilidad

		Pruebas de normalidad			Shapiro-Wilk		
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Estadístico	gl	Sig.
	ETAPA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DISPONIBILIDAD	ANTES	,231	12	,077	,908	12	,203
	DESPUÉS	,166	12	,200 [*]	,918	12	,270

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación: Los datos analizados siguen una distribución normal, es decir **son paramétricas**, por ende, la prueba de hipótesis se hizo con **T-Student**.

Figura 5-8 Prueba T-Student de la disponibilidad.

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	DISPONIBILIDAD ANTES	.7667	12	.02060	.00595
	DISPONIBILIDAD DESPUES	.8658	12	.02109	.00609

- **Pruebas de rangos con signo de T-Student.**

Figura 5-9 Nivel de significancia a la disponibilidad.

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					Significación			
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	DISPONIBILIDAD ANTES - DISPONIBILIDAD DESPUES	-.09917	.01975	.00570	-.11172	-.08662	-17.392	11	<.001	<.001

El valor obtenido de $p=0.01$ es menor que el nivel de significación ($p<0.05$). Se puede evidenciar que la disponibilidad después es mayor que la disponibilidad antes, por lo tanto, podemos afirmar que la gestión de mantenimiento incrementa la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis.

5.2.2. Mantenibilidad

- **Pruebas de normalidad**

En la prueba de normalidad elegimos de Shapiro-Wilk ($Z \leq 50$), ya que la muestra consta de 32 máquinas de hemodiálisis modelo 4008S.

Figura 5-10 Prueba de normalidad de la mantenibilidad.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MANTE ANTES	,177	12	,200*	,901	12	,162
MANTE DESPUES	,183	12	,200*	,880	12	,088

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los datos analizados siguen una distribución normal, es decir **son paramétricas**, por ende, la prueba de hipótesis se hizo con **T- Student de muestras emparejadas**.

- **Pruebas de rangos con signo T-Student de muestras emparejadas.**

Figura 5-11 Prueba T-Student de la mantenibilidad.

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	MANTENIBILIDAD ANTES	4.0208	12	.40520	.11697
	MANTENIBILIDAD DESPUES	2.5200	12	.43919	.12678

Figura 5-12 Nivel de significancia a la mantenibilidad.

Par 1	MANTENIBILIDAD ANTES - MANTENIBILIDAD DESPUES	Muestreo emparejado					Significación			
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
		1.50083	.35852	.10350	1.27304	1.72863	14.501	11	<.001	<.001

El valor obtenido de $p=0.01$ es menor que el nivel de significación ($p<0.05$). Se puede evidenciar que el nivel de significancia es menor que 0.05 antes, por lo tanto, podemos afirmar que la implementación de gestión de mantenimiento incrementa la mantenibilidad en las máquinas de hemodiálisis 4008S.

5.2.3. Confiabilidad

- **Pruebas de normalidad**

En la prueba de normalidad elegimos de Shapiro-Wilk ($Z \leq 50$), ya que la muestra consta de 32 máquinas de hemodiálisis modelo 4008S.

Figura 5-13 Prueba de normalidad de la confiabilidad.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONFIANTES	,189	12	,200 [*]	,835	12	,024
CONFI DESPUES	,125	12	,200 [*]	,931	12	,387

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los datos analizados siguen una distribución normal, es decir **son paramétricas**, por ende, la prueba de hipótesis se hizo con **T student de muestras emparejadas**.

- Pruebas de rangos con signo T student de muestras emparejadas.

Figura 5-14 Prueba T-Student de la confiabilidad.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	CONFIABILIDAD ANTES	13.2325	12	.58232	.16810
	CONFIABILIDAD DESPUES	16.3033	12	.69033	.19928

Figura 5-15 Nivel de significancia de la confiabilidad.

Prueba de muestras emparejadas										
		Diferencias emparejadas						Significación		
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	CONFIABILIDAD ANTES - CONFIABILIDAD DESPUES	-3.07083	.88190	.25458	-3.63117	-2.51050	-12.062	11	<.001	<.001

El valor obtenido de $p=0.01$ es menor que el nivel de significación ($p<0.05$). Se puede evidenciar que el nivel de significancia es menor que 0.05 antes, por lo tanto, podemos afirmar que implementación de la gestión de mantenimiento incrementa la confiabilidad en las máquinas de hemodiálisis 4008S.

6. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

Luego de ver los resultados analizados por la herramienta de Excel se observa como incrementa la disponibilidad también se pudo comprobar a través de las pruebas de significancia en el software SPSS. Luego se tomará estos resultados para demostrar las siguientes hipótesis:

6.1.1. Contrastación con la hipótesis general

Hipótesis nula (H_0): La implementación de gestión de mantenimiento no incrementa la disponibilidad en las máquinas de hemodiálisis 4008S.

Hipótesis alterna (H_1): La implementación de gestión de mantenimiento incrementa la disponibilidad en las máquinas de hemodiálisis 4008S.

Regla de decisión:

Si la sig. ≤ 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula.

Si la sig. >0.05 ; se acepta la hipótesis nula.

En los resultados, la significancia es 0.01, es menor que 0.05; por lo tanto, se pudo demostrar que la implementación de mantenimiento incrementa la disponibilidad en las máquinas de hemodiálisis. Esto se demostró utilizando la prueba paramétrica de T Student de muestra emparejada.

6.1.2. Contrastación con la hipótesis específica 1

Hipótesis nula (H_0): La implementación de gestión de mantenimiento no incrementa la mantenibilidad en las máquinas de hemodiálisis 4008S.

Hipótesis alterna (H_1): La implementación de gestión de mantenimiento incrementa la mantenibilidad en las máquinas de hemodiálisis 4008S.

Regla de decisión:

Si la sig. ≤ 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula.

Si la sig. >0.05 ; se acepta la hipótesis nula.

En los resultados, la significancia es 0.01, es menor que 0.05; por lo tanto, se pudo demostrar que la implementación de mantenimiento incrementa la mantenibilidad en las máquinas de hemodiálisis. Esto se demostró utilizando la prueba paramétrica de T Student de muestra emparejada.

6.1.3. Contrastación con la hipótesis específica 2

Hipótesis nula (H_0): La implementación de gestión de mantenimiento no incrementa la confiabilidad en las máquinas de hemodiálisis 4008S.

Hipótesis alterna (H_1): La implementación de gestión de mantenimiento incrementa la confiabilidad en las máquinas de hemodiálisis 4008S.

Regla de decisión:

Si la sig. ≤ 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula.

Si la sig. >0.05 ; se acepta la hipótesis nula.

En los resultados, la significancia es 0.01, es menor que 0.05; por lo tanto, se pudo demostrar que la implementación de mantenimiento incrementa la confiabilidad en las máquinas de hemodiálisis. Esto se demostró utilizando la prueba paramétrica de T Student de muestra emparejada.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares
Investigaciones internacionales:

- ✓ Becerra (2019) en su trabajo titulado “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en ingeniería de confiabilidad para equipo médico en un hospital de alta especialidad”, tuvo como objetivo aplicar un plan de mantenimiento preventivo basado en ingeniería de la confiabilidad como el historial de fallas, diagrama de Ishikawa diagrama de flujo de mantenimiento, también implementó y aplicó los programas de mantenimiento preventivo, logrando incrementar la disponibilidad hasta 98.88%. En la presente investigación se logró incrementar la disponibilidad hasta 88%, realizando auditoría de mantenimiento, un nuevo programa y plan de mantenimiento, se aplicó diagrama de Pareto para determinar los problemas más relevantes en las máquinas y se realizó el diagrama Ishikawa para determinar las causas de la baja disponibilidad.
- ✓ Cabrera y Gómez (2017) en su trabajo titulado “Propuesta de un sistema de gestión mantenimiento de equipos biomédicos en un hospital en el Valle del Cauca”, tuvo como objetivo proponer un plan de gestión de mantenimiento productivo total basado en mejoramiento, para administrar servicios con calidad que garanticen la disponibilidad y confiabilidad, lograron incrementar la disponibilidad en un 10.03%. En la presente investigación se logró incrementar la disponibilidad a un 10%, se mejoró el procedimiento del mantenimiento preventivo, procedimiento del mantenimiento correctivo, se creó un nuevo plan de mantenimiento, se recolectó información para determinar los indicadores de mantenimiento: disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.

Investigaciones nacionales:

- ✓ Aliaga y Lobato (2020) en su tesis titulado: "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", tuvo por objetivo diseñar un sistema de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos médicos basado en el diseño de un sistema de mantenimiento preventivo y la evaluación económica - financiera, logrando incrementar la disponibilidad en un 5%. En la presente investigación se logró incrementar la disponibilidad promedio en un 10%, se mejoró el procedimiento del mantenimiento preventivo, procedimiento del mantenimiento correctivo, se creó un nuevo plan de mantenimiento, se analizó los costos de mantenimiento y se creó el ABC de costos.
- ✓ Alba y Chinchay (2018) en su tesis titulado "Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos - unidad cuidados intensivos, hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz", aplicando programas de mantenimiento, lograron incrementar la disponibilidad en un 8%. En la presente investigación se logró incrementar la disponibilidad a un 10%, se mejoró el procedimiento del mantenimiento preventivo, procedimiento del mantenimiento correctivo, se creó un nuevo plan de mantenimiento, se recolectó información para determinar los indicadores de mantenimiento: disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.
- ✓ Inga, y otros, (2019) en su tesis titulada "Propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento, aplicando la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para los equipos médicos custodiados por la empresa Chejampi Biomedical SAC",

aplicaron la metodología RCM, análisis modo falla y sus efectos, análisis causa- raíz, lograron incrementar la disponibilidad a 14%. En la presente investigación se logró incrementar la disponibilidad a un 10%, se mejoró el procedimiento del mantenimiento preventivo, procedimiento del mantenimiento correctivo, se creó un nuevo plan de mantenimiento, se recolectó información para determinar los indicadores de mantenimiento: disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad y se creó un cuadro de análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) de los equipos donde se determinó las causas de cada falla y las posibles soluciones.

- 6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes**
Nosotros, Collachagua Coz, Nheil Erick, identificado con número DNI 71253604 y Chávez Correa, Vitalina identificado con número de DNI 73605179 declaramos bajo juramento que todo el contenido de esta tesis es veraz, auténtica y cumplen estrictamente con las disposiciones del reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional del Callao.

7. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este estudio se basan en los objetivos planteados al inicio y en los resultados obtenidos (incrementar la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad), a lo largo del proceso de la investigación. A continuación, se presenta un resumen de los resultados principales:

- La implementación de la gestión de mantenimiento en la empresa que brinda servicios postventa de las máquinas de hemodiálisis 4008S logró incrementar la disponibilidad en un 10% esta evaluación se realizó durante 12 semanas. Antes de la implementación de gestión de mantenimiento la disponibilidad promedio era 78%; después de la implementación de las mejoras a esta gestión de mantenimiento el promedio de la disponibilidad incrementó hasta un 88%.
- Con la implementación de la gestión de mantenimiento en la empresa que brinda servicios postventa de las máquinas de hemodiálisis 4008S se logró incrementar la mantenibilidad de estas máquinas en un 8% en promedio. Se evaluó y comparó el antes y el después del MTTR; antes de la implementación de gestión de mantenimiento el MTTR promedio era 4.28 horas, después de la implementación de las mejoras a esta gestión de mantenimiento el promedio del MTTR fue 2.80 horas, logrando una disminución de 1.48 horas de MTTR.
- Una correcta implementación en la gestión de mantenimiento de la empresa que brinda servicios postventa de las máquinas de hemodiálisis 4008S logró incrementar la confiabilidad de estas máquinas en un 6%. Se evaluó y comparó el antes y el después del MTBF. Antes de la implementación de la gestión de mantenimiento el MTBF fue 12.7 horas; después de la implementación de las mejoras a esta gestión de mantenimiento el MTBF en la última semana fue 16.8 horas, logrando un aumento de 4.10 horas de MTBF.

8. RECOMENDACIONES

Se proponen las siguientes recomendaciones para incrementar la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S. estas recomendaciones buscan ofrecer soluciones prácticas, estrategias para futuros estudios y aplicaciones en la gestión de mantenimiento.

- El presente trabajo de investigación demostró la importancia de la gestión de mantenimiento ya que incrementó la disponibilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios postventa, por lo que se debe realizar auditorías de mantenimiento periódicas, las cuales servirán para garantizar una mejora continua e implementar futuras mejoras en el área de mantenimiento para la conservación de las máquinas de hemodiálisis 4008S.
- Implementar herramientas tecnológicas como software de mantenimiento para la recolección de información de las fallas más comunes, los tiempos en reparación, los tiempos entre fallas, los repuestos empleados en cada máquina, etc.; con toda la información recolectada realizar planes de acción las cuales ayudarán a seguir aumentando la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis 4008S.
- Una investigación a nivel general del área de operaciones técnicas podría tomar un tiempo más extenso y con problemas más complejos, por eso, se debe dar una colaboración interdisciplinaria entre ingeniería mecánica, ingeniería de mantenimiento e ingeniería electrónica para abordar los problemas de manera efectiva y de esta manera seguir aumentando la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis 4008S.
- Aplicar las mismas implementaciones de mejora a la gestión de mantenimiento a otras máquinas médicas y de esta manera aumentar la disponibilidad y la conservación otras máquinas similares.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR. 2018.** *Terminología de Mantenimiento: Norma UNE-EN 13306:2018.* Madrid : Asociación Española de Normalización y Certificación, 2018.
- AGUILAR, José, TORRES, Rocío and MAGAÑA, Diana. 2010.** *Análisis de modos de falla, efectos y criticidad.* México : Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V., 2010.
- ALBA, Rosales and CHINCHAY, William. 2018.** *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos- unidad de cuidados intensivos, Hospital Victor Ramos Guardia, Huaraz.* Huaraz : Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- ALIAGA, Janela and LOBATO, Jorge. 2020.** *Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del centro médico María Belen SRL.* Cajamarca : Universodad Privada del Norte, 2020.
- ALIAGA, María and LÓPEZ, Percy. 2021.** *Propuesta de mejora en el proceso de producción de una.* LIMA : s.n., 2021.
- ALVARADO, Karla and PUMISACHO, Victor. 2016.** *Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen,.* Quito : s.n., 2016.
- ÁVILA, Samantha and CRESPO, Santiago. 2022.** *Diseño plan de mantenimiento preventivo para equipos médicos del Hospital Santa Inés.* Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2022.
- BECERRA, Juan. 2019.** *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en ingeniería de confiabilidad para equipo médico en un hospital de alta especialidad.* Veracruz : Universidad de Veracruzana, 2019.
- BERNAL TORRES, Cesar Augusto. 2011.** *Metodología de la investigación: administración economía, humanidades y ciencias sociales.* 3. ed. Bogotá : Pearson Educación, 2011, p. 122 .

Breve reseña de Pruebas de normalidad. **RANY, Keya and RAHMATULLAH, Imon. 2016.** Indiana : Departamento de Ciencias Matemáticas, Ball State University, 2016.

CABRERA, Maria and GOMEZ, Lina. 2017. *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos en un hospital en el Valle de Cauca.* s.l. : Universidad del Valle- sección Zarzal, 2017.

Complicaciones agudas durante la sesión de hemodiálisis. **LORENZO, Victor and LÓPEZ, Juan. 2023.** Madrid : Sociedad Española de Nefrología, 2023.

Effects of six versus three times per week hemodialysis on physical performance, health, and functioning. **HALL, YN, LARIVE, B. and PAINTER, P. 2012.** Washington : Clinical Journal of the American Society of Nephrology, 2012.

ESPINOZA, Ciro. 2010. *Metodología de investigación tecnológica.* Huancayo : UNCP, 2010.

ESPINOZA, Fernando. *Auditoria para la efectividad del mantenimiento.* Talca : Universidad de Talca.

Fresenius Medical Care del Perú S.A. Fresenius Medical Care del Perú S.A. [Online] [Cited: abril 20, 2024.] <https://www.freseniusmedicalcare.com.co/es-co/sector-salud/hemodialisis/maquinas/4008s-classix>.

HERNÁNDEZ, Eileen, CAMARGO, Zulieth and MARTÍNEZ, Paloma. 2014. *Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda.* Arica : s.n., 2014.

HUERTA, R. 2000. El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. [Online] 2000. [Cited: enero 15, 2024.] <https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/364>.

INGA, José and CHOCCELAHUA, Justo. 2019. *Propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento, aplicando la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para los equipos médicos*

custodiados por la empresa Chejampi Biomedical SAC Lima. s.l. : Universidad Antonio Ruiz de Montoya, 2019.

Integrating through-life engineering service knowledge with product design and manufacture. Taylor and Francis. 2015. 2015, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, p. 28.

LOPEZ , Luis. 2017. *Diseño e implementación dde un modelo de gestión integral del mantenimiento para el hospital de la brigada blindada de Galápagos, aplicando el estatuto orgánico del Ministerio de Salud Pública Riombamba.* Riombamba : s.n., 2017.

LORD, Kelvin. 1890. https://es.wikipedia.org/wiki/William_Thomson. [En línea] 1890.

MACHACA, Tanira and PORTUGAL, Rossana. 2018. *Propuesta de Mejora en la Gestión del.* Arequipa : s.n., 2018.

—. **2018.** *Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento de equipos médicos del área de medicina física y rehabilitación de una clínica.* Lima : Universidad Católica San Pablo, 2018.

MAHECHA, Oscar. 2017. *Propuesta metodológica de mantenimiento preventivo aplicado a equipos biomédicos críticos de la secretaria de salud de Cundinamarca Crue.* Bogotá : Universidad Católica de Colombia , 2017.

MORA, Alberto. 2009. *Mantenimiento, planeación, ejecución y control.* México DF : Alfaomega Grupo Editor, 2009.

MUÑANTE, Juan. 2014. *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento.* Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014.

N, Baluch, C, Abdullah and S., Mohtar. 2012. *Measuring OEE in Malaysian Palm Oil Mills.* Malaysia : s.n., 2012.

NOVALES, Alfonso. 2010. *Análisis de Regresión.* Madrid : Departamento de Economía Cuantitativa, Universidad de Complutense, 2010.

ORAS, CONHU. 2022. *Enfermedad renal crónica en los países andinos: Organismo Andino de la Salud - Convenio Hipólito Unanue.* Perú : s.n., 2022.

PIERCE, Jonathan. 2011. *PS Magazine: 60 Years of Supporting.* Washington : s.n., 2011.

TAVARES, Augusto. 1996. *Administración moderna de mantenimiento.* Rio de Janeiro : Universidad Federal de Rio de Janeiro, 1996.

TITO, Abel. 2022. *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la reducción de índices de inoperatividad de equipos médicos para centros médicos.* Lima. s.l. : Universidad Privada del Norte, 2022.

VALDERRAMA, Santiago. 2015. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.* Lima : Editorial San Marcos EIRL, 2015.

—. **2013.** *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.* Lima : San Marcos, 2013. p. 39.

WILLIS, Sebastian and QUISPE, Grimaldo. 2017. *Modelo de reducción del Lead Time para sistemas de producción de arrastre y bajo.* Lima : s.n., 2017.

10. ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cómo implementar la gestión de mantenimiento de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S para incrementar su disponibilidad en una empresa que brinda servicios post venta?	Implementar la gestión de mantenimiento de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S para incrementar su disponibilidad en una empresa que brinda servicios post venta.	La implementación de la gestión de mantenimiento incrementa la disponibilidad de las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta.	<p>Variable independiente</p> <p>Gestión de mantenimiento</p> <p>Dimensiones</p> <p>D1: Gestión de información de equipos.</p> <p>D2: Gestión de costos de mantenimiento.</p> <p>D3: Planificación y programación de mantenimiento.</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Disponibilidad.</p> <p>Dimensiones</p> <p>D1: Mantenibilidad.</p> <p>D2: Confiabilidad.</p>	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Explicativo o causal</p> <p>Diseño: Preexperimental</p> <p>Población: 452 máquinas de hemodiálisis modelo 4008S</p> <p>Muestra: 32 máquinas de hemodiálisis modelo 4008S</p> <p>Técnicas: Observación</p> <p>Instrumentos: Ficha de recolección de datos.</p> <p>Procesamiento de datos: SPSS v25/ Software</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS		
¿Cómo la implementación de gestión de mantenimiento contribuye con el incremento de la mantenibilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta?	Determinar que con la implementación de una adecuada gestión de mantenimiento se logra incrementar la mantenibilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta.	La implementación de gestión de mantenimiento incrementa la mantenibilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta.		
¿Cómo la implementación de gestión de mantenimiento contribuye con el incremento de la confiabilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta?	Determinar que con la implementación de una adecuada gestión de mantenimiento se logra incrementar la confiabilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta.	La implementación de gestión de mantenimiento incrementa la confiabilidad en las máquinas de hemodiálisis modelo 4008S en una empresa que brinda servicios post venta.		

ANEXO 2: Auditoria de gestión de información de máquinas

A. GESTION DE INFORMACION DE MÁQUINAS		NINGUNA	PARCIAL	TODAS	Puntaje
		1	3	5	
A1	¿Posee los catálogos e información técnica de todas las máquinas?			5	5
A2	¿Posee fichas de inventario para cada máquina?			5	5
A3	¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla?	1			1
A4	¿Tiene un layout del parque de equipos que describa e identifique todos los equipos?	1			1
A5	¿Posee registros de los mantenimientos para cada equipo?	1			1
A6	¿Tiene registros de tiempo de cada mantención realizada?	1			1
A7	¿Posee cada equipo un cronograma de mantenimiento?			5	5
A8	¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en almacén?		3		3
A9	¿Tiene un registro de los repuestos usados para el mantenimiento?			5	5
A10	¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	1			1
A11	¿Tiene clasificados a los proveedores de partes, piezas, materiales e insumos?			5	5
A12	¿Se maneja una base de datos para medir los indicadores de mantenimiento?	1			1
A13	¿Se tiene organigrama y manual de funciones del personal del área de mantenimiento?		3		3
A14	¿Tiene un programa de capacitación del personal implementado?		3		3
A15	¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?		3		3
PUNTAJE TOTAL		Total	Promedio	Criterio	
		43	2.87	Regular	

ANEXO 3: Auditoría de gestión de costos de mantenimiento

B. GESTION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO		NINGUNA	PARCIAL	TODAS	Puntaje
		1	3	5	
B1	¿Lleva un control de costos de los repuestos en cada mantenimiento preventivo?			5	5
B2	¿Lleva un control de costos de los repuestos en cada mantenimiento correctivo?			5	5
B3	¿Lleva un control de costos de material en cada mantenimiento preventivo?		3		3
B4	¿Lleva un control de costos de material en cada mantenimiento correctivo?		3		3
B5	¿Puede definir el tamaño del inventario para tener una disponibilidad de repuestos?	1			1
B6	¿Lleva un control estadístico de los costos de mantenimiento por equipo?		3		3
B7	¿Lleva un control estadístico de los costos de transporte logístico?		3		3
B8	¿Sabe con exactitud cuál es el costo de horas hombre de cada mantenimiento?	1			1
B9	¿Sabe con exactitud cuál es el costo movilización y alimentación del personal?	1			1
B10	¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los beneficios del personal del área de mantenimiento?		3		3
PUNTAJE TOTAL		Total	Promedio	Criterio	
		28	2.80	Regular	

ANEXO 4 Auditoría de planificación y programación del mantenimiento

C. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO		NINGUNA	PARCIAL	TODAS	Puntaje
		1	3	5	
C1	¿Se tiene una ruta preestablecida de intervenciones diarias?	1			1
C2	¿Se tiene un plan de mantenimiento para las máquinas?		3		3
C3	¿Se tiene la planificación de mantenimiento preventivo según la criticidad de la máquina?	1			1
C4	¿tiene la planificación de mantenimiento preventivo según la criticidad de la máquina?	1			1
C5	¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo?	1			1
C6	¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo?	1			1
C7	¿Se tiene definido el personal para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos?		3		3
C8	¿Se tiene cronograma de mantenimiento preventivo anual de las máquinas?	1			1
C9	¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones?	1			1
C10	¿Se tiene organigrama y manual de funciones del personal del área de mantenimiento?	1			1
C11	¿Tiene un programa de capacitación del personal implementado?		3		3
C12	¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	1			1
C13	¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?		3		3
C14	¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?		3		3
C15	¿Sabe cuánto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?		3		3
C16	¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por período mensual?	1			1
C17	¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos?	1			1
C18	¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo?	1			1
C19	¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados?	1			1
C20	¿Se lleva un control del estado de avance de las órdenes del trabajo (O.T.)?	1			1
PUNTAJE TOTAL		Total	Promedio	Criterio	
		32	1.60	Deficiente	

ANEXO 5: Datos de la muestra de las máquinas 4008S

N°	N° DE SERIE	HOSPITAL/CLINICA	EQUIPO	MANTTO	F. INSTALACIÓN	STATU S	CIUDAD O DISTRITO	ZONA
1	9SXA0VGE	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
2	9SXA0VG3	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
3	9SXA0Vfq	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
4	9SXA0VFP	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
5	9SXA0VG2	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
6	9SXA0VGA	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
7	9SXA0VGD	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
8	9SXA0VG0	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
9	9SXA0VGC	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
10	9SXA0VFY	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
11	9SXA0VfV	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
12	9SXA0VFZ	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
13	9SXA0W2X	EJERCITO PERUANO	4008S V10	ANUAL	22/12/2019	VENTA	SAN BORJA	ESTE
14	1SXA2KWA	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
15	1SXA2KW B	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
16	1SXA2KW C	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
17	1SXA2KW D	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
18	1SXA2KW E	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
19	1SXA2KW F	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
20	1SXA2KW G	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
21	1SXA2KW H	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
22	1SXA2KWJ	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
23	1SXA2KW K	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
24	1SXA2KW L	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
25	1SXA2KW M	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
26	1SXA2KW N	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
27	1SXA2KW P	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
28	1SXA2KW Q	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
29	1SXA2KW R	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
30	1SXA2KW S	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
31	1SXA2KW T	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE
32	1SXA2KW U	EUQOR COMPANY S.A.C.	4008S V10	ANUAL	31/07/2021	VENTA	SAN BORJA	ESTE

ANEXO 6: Antiguo Plan de mantenimiento

El antiguo plan de mantenimiento es según el manual del fabricante, antes de realizar la implementación de mantenimiento.

TIPO	No.	DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE OPERACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CHECK
	1	INSPECCIÓN VISUAL			
TSC	1.1	El fusible accesible desde el exterior corresponde al indicado, el valor o el sello no están dañados.	APAGADO		
TSC	1.2	Las etiquetas e identificaciones están presentes y son legibles.	APAGADO		
TSC	1.3	El estado mecánico permite un uso más seguro. No hay signos de daños o contaminación que afecten el correcto funcionamiento.	APAGADO		
TSC	1.4	Los rotores deben estar limpio. Los rotores de las bombas de rodillos de línea no muestran signos de daño y son completamente funcionales. La codificación de colores del rotor es comprobada.	APAGADO		
TSC	1.5	El cable de alimentación no está dañado	APAGADO		
	2	MEDIDAS PREVENTIVAS			
MA	2.1	Los émbolos de sellado en varillas de succión son reemplazados y lubricados; los remaches son reemplazados.	APAGADO		
MA	2.2	Se revisó que el sello de goma de retención de las cámaras de enjuague sea adecuado y está funcionando.	APAGADO		
MA	2.3	Los filtros (F71 y F72) de los tubos de aspiración son sustituidos.	APAGADO		
MA	2.4	Se reemplazaron la válvula de ventilación (V92) y válvula de retención (V117), con la opción CDS.	APAGADO		
MA	2.5	Filtro / tamiz filtrante sustituido: F74 (antes de la bomba UF), F76 (después de V43), F148 (entre V100 y cámara de enjuague), F149 (con opción CDS), filtro de tubo de aspiración desinfectante.	APAGADO		
MA	2.6	Filtro de dializado (F73) o tamiz reemplazado.	APAGADO		
MA	2.7	Se reemplazaron O-ring en los acoplamientos del dializador.	APAGADO		
MA	2.8	La válvula de muestreo funciona correctamente.	APAGADO		
MA	2.9	Se reemplazó el filtro del ventilador.	APAGADO		
MA	2.10	Se reemplazó la banda de rodadura y el segmento de tubo de la bomba de separación de aire.	APAGADO		

MA	2.11	Válvula de desinfección (V84) reemplazada después de 2 años (solo si es usada el puristeril).	APAGADO		
MA	2.12	Filtro (F210) reemplazado (si está presente).	APAGADO		
MA	2.13	Sustituir el conector bigbag y O-ring.	APAGADO		
MA	2.14	Verificar que no hay tubos socios o en mal estado.	APAGADO		
MA	2.15	Cada 4 años, cambiar la batería y el acumulador.	APAGADO		
3 CONTROLES GENERALES					
TSC	3.1	Comprobación de PCB y de los interruptores DIP. LP 1631 (CPU1):	APAGADO		
		* Sin sistema de entrega central:			
		Matriz 2, interruptor 7 está encendido.			
		* Con sistema de entrega central:			
		Matriz 2, el interruptor 8 está encendido.			
TSC	3.2	Comprobación de PCB y de los interruptores DIP. LP 1632 (CPU2):	APAGADO		
		*matriz 1, interruptor 3 está apagado			
		*matriz 2, interruptor 5 está apagado			
4 DIASAFE PLUS					
MA	4.1	Vida útil de filtro diafase plus comprobada	APAGADO		
MA	4.2	Filtro hidrofóbico (F111) y válvula de prueba (F184) reemplazado	APAGADO		
5 BIGBAG					
MA	5.1	Presión de conmutación del PSW 134 comprobada: 130mbar+30mbar	DIÁGNOSTICO		
6 OCM					
MA	6.1	Temperatura/ conductividad de compensación completada.	CALIBRACIÓN		
7 REVISIÓN DE PARTES HIDRÁULICAS , todas las presiones deben comprobarse con manómetros no amortiguados					
MA	7.1	Presión de entrada de agua(reducida): 0.9 bar ± 1.4 bar	CALIBRACIÓN		
MA	7.2	Presión de carga: 1.45bar ± 0.05 bar	CALIBRACIÓN		
MA	7.3	Presión negativa de la bomba de desgasificación: 0.81 bar ± 0.85 bar	CALIBRACIÓN		
MA	7.4	Presión de alivio de la cámara de equilibrio a 800ml/min: 2.2 bar ± 0.05bar	CALIBRACIÓN		
8 SISTEMA DE ULTRAFILTRACIÓN Y BOMBAS DE MEMBRANA					
TSC	8.1	Bomba UF: 1 carrera = 1ml; 60 carreras = 60ml ± 0.5ml	CALIBRACIÓN		
MA	8.2	Calibración de la bomba de concentrado: volúmenes eliminados de números de trazos.	CALIBRACIÓN		
MA	8.3	Calibración de bicarbonato: volumen eliminado/ números de emboladas.	CALIBRACIÓN		
9 COMPONENTES EXTRACORPÓREOS					

MA	9.1	Visualización de la presión arterial comprobada con dispositivo de referencia.	CALIBRACIÓN		
MA	9.2	Visualización de la presión venosa con un dispositivo de referencia.	CALIBRACIÓN		
TSC	9.3	Bombas de sangre: comprobación de la velocidad de la sangre (BP-Rate, revisión)	CALIBRACIÓN		
TSC	9.4	Presión de conmutación de una sola aguja comprobada según la tabla.	CALIBRACIÓN		
10 MODO DE DIÁLISIS					
MA	10.1	Presión del dializado:	CALIBRACIÓN		
		Punto cero comprobado (flujo fuera)			
		pendiente comprobada			
TSC	10.2	Alarma de corte de energía- sonido continuo-texto mostrado: fallo de alimentación	PREPARACIÓN		
TSC	10.3	Separación de aire: activación de la bomba de separación de aire. Visualización de texto con mayor separación de aire y sangre detectada (detector óptico oscuro): programa de llenado.	PREPARACIÓN		
TSC	10.4	Se ha comprobado la alarma e parada de bomba de sangre.	PREPARACIÓN		
TSC	10.5	La pinza de oclusión venosa de cierre tras la alarma de sangre.	PREPARACIÓN		
TSC	10.6	Presión 2bar aproximadamente en el captador de burbujas venoso. La presión no debe descender más de 0.1bar en 3 minutos.	PREPARACIÓN		
TSC	10.7	Visualización de conductividad comprobada con dispositivo de referencia (se utiliza bigbag).	PREPARACIÓN		
TSC	10.8	Temperatura deseada: 36.5°C (± 0.2°C), comprobada con dispositivo de referencia.	DIÁLISIS	°C	
11 BPM (OPCIONAL)					
MA	11.1	Conexión del tubo correctamente conectada al dispositivo	APAGADO		
MA	11.2	Módulo interno de presión arterial, placas de circuito impreso, cable. conexiones correctamente conectadas.	APAGADO		
TSC	11.3	Prueba de fuga: tasa de fuga de presión inferior a 6 mmHg/min	DIAGNOSTICOS		
TSC	11.4	Prueba de presión: (valores de presión/ tolerancia)	DIAGNOSTICOS		
		* 250 mmHg / ±3 mmHg			
		* 200 mmHg / ±3 mmHg			
		* 150 mmHg / ±3 mmHg			
		* 100 mmHg / ±3 mmHg			
		* 50 mmHg / ±3 mmHg			

TSC	11.5	Válvula de seguridad: vaciado a 320 mmHg \pm 10mmHg	PREPARACIÓN		
TSC	11.6	Se realizó la medición de la preparación arterial	PREPARACIÓN		
	12	COMPROBACIÓN DE SUGURIDAD ELÉCTRICA según DIN en 62353:2008, IEC 62353:2007			
TSC	12.1	Inspección visual realizada según el punto 1.	APAGADO		
TSC	12.2	Medición de la resistencia eléctrica de tierra de protección realizada, máximo 0.3 Ω con cable de alimentación.	APAGADO		
TSC	12.3	Corriente de fuga del dispositivo medido:	PREPARACIÓN		
		Medición de corriente diferencial según figura 5:			
		medición de corriente directa, según figura 4:			
		Tensión nominal de la fuente de alimentación: ----V		V	
		Polaridad de red de corriente de fuga del dispositivo 1: ---mA		mA	
		Tensión de línea: ---V		V	
		Escala nominal de voltaje (máximo a 500 uA)		uA	
	13	PRUEBA FUNCIONAL			
TSC	13.1	Prueba T1 realizada	T1 TEST		

ANEXO 7: Nuevo plan de mantenimiento

El nuevo plan de mantenimiento es según el manual del fabricante y en base a juicios del experto en el área, después de realizar la implementación de mantenimiento.

Plan de mantenimiento 4008S						
Ítem	Actividad	TIPO	COND. DE OPERACIÓN	FRECUENCIA	MO	HH
1	El fusible accesible desde el exterior corresponde al indicado, el valor o el sello no están dañados.	IV	APAGADO	Q	P	1
2	Las etiquetas e identificaciones están presentes y son legibles.	IV	APAGADO	Q	P	2
3	El estado mecánico permite un uso más seguro. No hay signos de daños o contaminación que afecten el correcto funcionamiento.	IV	APAGADO	Q	P	2
4	Los rotores deben estar limpio. Los rotores de las bombas de rodillos de línea no muestran signos de daño y son completamente funcionales. La codificación de colores del rotor es comprobada.	L	APAGADO	D	T	2
5	El cable de alimentación no está dañado	IV	APAGADO	D	T	1
6	Los émbolos de sellado en varillas de succión son reemplazados y lubricados; los remaches son reemplazados.	MP	APAGADO	D	T	2
7	Se revisó que el sello de goma de retención de las cámaras de enjuague sea adecuado y está funcionando.	MP	APAGADO	D	T	1
8	Los filtros (F71 y F72) de los tubos de aspiración son sustituidos.	MP	APAGADO	M	P	3
9	Se reemplazaron la válvula de ventilación (V92) y válvula de retención (V117), con la opción CDS.	MP	APAGADO	M	P	1
10	Filtro / tamiz filtrante sustituido: F74 (antes de la bomba UF), F76 (después de V43), F148 (entre V100 y cámara de enjuague), F149 (con opción CDS), filtro de tubo de aspiración desinfectante.	MP	APAGADO	M	P	3
11	Filtro de dializado (F73) o tamiz reemplazado.	MP	APAGADO	SE	P	2
12	Se reemplazaron O-ring en los acoplamientos del dializador.	MP	APAGADO	SE	P	3
13	La válvula de muestreo funciona correctamente.	MP	APAGADO	SE	P	3
14	Se reemplazó el filtro del ventilador.	MP	APAGADO	SE	P	1
15	Se reemplazó la banda de rodadura y el segmento de tubo de la bomba de separación de aire.	MP	APAGADO	SE	P	1
16	Válvula de desinfección (V84) reemplazada después de 2 años (solo si es usada el puristeril).	MP	APAGADO	A	P	2

17	Filtro (F210) reemplazado (si está presente).	MP	APAGADO	A	P	3
18	Sustituir el conector bigbag y O-rings.	MP	APAGADO	A	P	3
19	Verificar que no hay tubos sucios o en mal estado.	MP	APAGADO	M	P	3
20	Cada 4 años, cambiar la batería	MP	APAGADO	4A	P	1
21	Comprobación de PCB y de os interruptores DIP. LP 1631 (CPU1): * Sin sistema de entrega central: Matriz 2, interruptor 7 está encendido * Con sistema de entrega central: Matriz 2, el interruptor 8 está encendido.	CG	APAGADO	M	P	1
22	Comprobación de PCB y de os interruptores DIP. LP 1632 (CPU2): *matriz 1, interruptor 3 está apagado *matriz 2, interruptor 5 está apagado	CG	APAGADO	S	P	1
23	Vida útil de filtro Diafase plus comprobada	MP	APAGADO	S	P	3
24	Filtro hidrofóbico (F111) y válvula de prueba (F184) reemplazado	MP	APAGADO	SE	P	1
25	Presión de conmutación del PSW 134 comprobada: 130mbar+30mbar	MP	DIAGNÓSTICO	S	P	3
26	Temperatura/ conductividad de compensación completada.	MP	CALIBRACIÓN	Q	P	2
27	Presión de entrada de agua(reducida): 0.9 bar \pm 1.4 bar	MP	CALIBRACIÓN	Q	P	3
28	Presión de carga: 1.45bar \pm 0.05 bar	MP	CALIBRACIÓN	Q	P	2
29	Presión negativa de la bomba de desgasificación: 0.81 bar \pm 0.85 bar	MP	CALIBRACIÓN	Q	P	1
30	Presión de alivio de la cámara de equilibrio a 800ml/min: 2.2 bar \pm 0.05bar	MP	CALIBRACIÓN	Q	P	3
31	Bomba UF: 1 carrera = 1ml; 60 carreras = 60ml \pm 0.5ml	CG	CALIBRACIÓN	Q	P	2
32	Calibración de la bomba de concentrado: volúmenes eliminados de números de trazos.	MP	CALIBRACIÓN	Q	P	3
33	Calibración de bicarbonato: volumen eliminado/ números de emboladas.	MP	CALIBRACIÓN	Q	P	1
34	Visualización de la presión arterial comprobada con dispositivo de referencia.	MP	CALIBRACIÓN	Q	P	1
35	Visualización de la presión venosa con un dispositivo de referencia.	MP	CALIBRACIÓN	Q	P	3
36	Bombas de sangre: comprobación de la velocidad de la sangre (BP-Rate, revisión)	CG	CALIBRACIÓN	Q	P	3
37	Presión de conmutación de una sola aguja comprobada según la tabla.	CG	CALIBRACIÓN	Q	P	2
38	Presión del dializado: Punto cero comprobado (flujo fuera) pendiente comprobada	MP	CALIBRACIÓN	S	P	1
39	Alarma de corte de energía- sonido continuo-texto mostrado: fallo de alimentación	CG	PREPARACIÓN	S	P	2
40	Separación de aire: activación de la bomba de separación de aire. Visualización de texto con mayor separación de aire y sangre detectada	CG	PREPARACIÓN	A	P	3

	(detector óptico oscuro): programa de llenado.					
41	Se ha comprobado la alarma e parada de bomba de sangre.	CG	PREPARACIÓN	SE	P	3
42	La pinza de oclusión venenosa de cierre tras la alarma de sangre.	CG	PREPARACIÓN	S	P	1
43	Presión 2bar aproximadamente en el captador de burbujas venoso. La presión no debe descender más de 0.1bar en 3 minutos.	CG	PREPARACIÓN	D	T	1
44	Visualización de conductividad comprobada con dispositivo de referencia (se utiliza bigbag).	CG	PREPARACIÓN	S	P	3
45	Temperatura deseada: 36.5°C ($\pm 0.2^{\circ}\text{C}$), comprobada con dispositivo de referencia.	CG	DIÁLISIS	S	P	1
46	Conexión del tubo correctamente conectada al dispositivo.	MP	APAGADO	S	P	3
47	Módulo interno de presión arterial, placas de circuito impreso, cable. conexiones correctamente conectadas.	MP	APAGADO	SE	P	1
48	Prueba de fuga: tasa de fuga de presión inferior a 6 mmHg/min.	CG	DIAGNÓSTICO	SE	P	1
49	Prueba de presión: (valores de presión/ tolerancia) * 250 mmHg / ± 3 mmHg * 200 mmHg / ± 3 mmHg * 150 mmHg / ± 3 mmHg * 100 mmHg / ± 3 mmHg * 50 mmHg / ± 3 mmHg	CG	DIAGNÓSTICO	SE	P	1
50	Válvula de seguridad: vaciado a 320 mmHg ± 10 mmHg.	CG	PREPARACIÓN	S	P	1
51	Se realizó la medición de la preparación arterial.	CG	PREPARACIÓN	S	P	3
52	Inspección visual realizada según el punto 1.	CG	APAGADO	SE	P	3
53	Medición de la resistencia eléctrica de tierra de protección realizada, máximo 0.3 Ω con cable de alimentación.	CG	APAGADO	SE	P	2
54	Corriente de fuga del dispositivo medido:	CG	PREPARACIÓN	M	P	1
55	Medición de corriente diferencial según figura 5:	CG	PREPARACIÓN	M	P	1
56	medición de corriente directa, según figura 4:	CG	PREPARACIÓN	M	P	2
57	Tensión nominal de la fuente de alimentación: ----V	CG	PREPARACIÓN	M	P	2
58	Polaridad de red de corriendo de fuga del dispositivo 1: ---mA	CG	PREPARACIÓN	M	P	2
59	Tensión de línea: ---V	CG	PREPARACIÓN	M	P	3
60	Escala nominal de voltaje (máximo a 500 uA)	CG	PREPARACIÓN	M	P	2
61	Prueba T1 realizada	CG	T1 TEST	D	T	2

ANEXO 8: Programación anual de mantenimiento máquinas 4008S

Programación de mantenimiento							S1							S2							S3							S4						
							L	M	W	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S	D
N°	ACTIVIDAD	TIPO	COND. DE OPERACIÓN	HH	Días	FQC	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	El fusible accesible desde el exterior corresponde al indicado, el valor o el sello no están dañados.	IV	APAGADO	#	#	Q																												
2	Las etiquetas e identificaciones están presentes y son legibles.	IV	APAGADO	#	#	Q																												
3	El estado mecánico permite un uso más seguro. No hay signos de daños o contaminación que afecten el correcto funcionamiento.	IV	APAGADO	#	#	Q																												
4	Los rotores deben estar limpio. Los rotores de la bomba de rodillos de línea no muestran signos de daño y son	L	APAGADO		1	D																												

10	Filtro / tamiz filtrante sustituido: F74 (antes de la bomba UF), F76 (después de V43), F148 (entre V100 y cámara de enjuague), F149 (con opción CDS), filtro de tubo de aspiración desinfectante.	MP	APAGADO	#	SE					
11	Filtro de dializado (F73) o tamiz reemplazado.	MP	APAGADO	#	SE					
12	Se remplazaron O-rings en los acoplamientos del dializador.	MP	APAGADO	#	SE					
13	La válvula de muestreo funciona correctamente.	MP	APAGADO	#	SE					
14	Se remplazó el filtro del ventilador.	MP	APAGADO	#	SE					
15	Se remplazó la banda de rodadura y el segmento de tubo de la bomba de separación de aire.	MP	APAGADO	#	SE					
16	Válvula de desinfección (V84) reemplazada después de 2 años (solo si es usada el puristeril).	MP	APAGADO	#	A					

17	Filtro (F210) reemplazado (si está presente).	MP	APAGADO	#	A															
18	Sustituir el conector bigbag y O-rings.	MP	APAGADO	#	A															
19	Verificar que no hay tubos sucios o en mal estado.	MP	APAGADO	#	M															
20	Cada 4 años, cambiar la batería	MP	APAGADO	0	4A															
21	Comprobación de PCB y de os interruptores DIP. LP 1631 (CPU1): * Sin sistema de entrega central: Matriz 2, interruptor 7 está encendido. * Con sistema de entrega central: Matriz 2, el interruptor 8 está encendido.	CG	APAGADO	#	M															
22	Comprobación de PCB y de os interruptores DIP. LP 1632 (CPU2): *matriz 1, interruptor 3 está apagado *matriz 2, interruptor 5 está apagado	CG	APAGADO	7	S															
23	Vida útil de filtro Diafase plus comprobada	MP	APAGADO	7	S															

33	Calibración de bicarbonato: volumen eliminado/ números de emboladas.	MP	CALIBRACIÓN	#	Q						
34	Visualización de la presión arterial comprobada con dispositivo de referencia.	MP	CALIBRACIÓN	#	Q						
35	Visualización de la presión venosa con un dispositivo de referencia.	MP	CALIBRACIÓN	#	Q						
36	Bombas de sangre: comprobación de la velocidad de la sangre (BP-Rate, revisión)	CG	CALIBRACIÓN	#	Q						
37	Presión de conmutación de una sola aguja comprobada según la tabla.	CG	CALIBRACIÓN	#	Q						
38	Presión del dializado: Punto cero comprobado (flujo fuera) pendiente comprobada	MP	CALIBRACIÓN	7	S						
39	Alarma de corte de energía- sonido continuo-texto mostrado: fallo de alimentación	CG	PREPARACIÓN	7	S						

ANEXO 9: Disponibilidad por máquina antes

Antes de la implementación de mejoras del mantenimiento

D N° serie	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO			
	Pre-S1	Pre-S2	Pre-S3	Pre-S4	Pre-S5	Pre-S6	Pre-S7	Pre-S8	Pre-S9	Pre-S10	Pre-S11	Pre-S12
9SXA0V GE	0.76	0.75	0.76	0.79	0.71	0.78	0.79	0.79	0.75	0.78	0.79	0.78
9SXA0V G3	0.75	0.72	0.79	0.78	0.75	0.75	0.81	0.79	0.76	0.79	0.76	0.76
9SXA0V FQ	0.74	0.72	0.76	0.75	0.74	0.75	0.81	0.78	0.79	0.81	0.81	0.79
9SXA0V FP	0.76	0.75	0.76	0.78	0.72	0.75	0.82	0.75	0.79	0.76	0.76	0.76
9SXA0V G2	0.72	0.76	0.78	0.76	0.75	0.78	0.82	0.79	0.78	0.78	0.78	0.78
9SXA0V GA	0.75	0.76	0.76	0.79	0.74	0.76	0.81	0.78	0.78	0.81	0.81	0.79
9SXA0V GD	0.75	0.72	0.78	0.79	0.71	0.74	0.79	0.75	0.79	0.76	0.81	0.79
9SXA0V G0	0.76	0.76	0.76	0.78	0.71	0.75	0.78	0.79	0.78	0.76	0.76	0.76
9SXA0V GC	0.72	0.72	0.76	0.79	0.72	0.75	0.82	0.78	0.78	0.79	0.79	0.76
9SXA0V FY	0.72	0.76	0.75	0.75	0.74	0.74	0.79	0.78	0.79	0.78	0.81	0.78
9SXA0V FV	0.72	0.74	0.78	0.79	0.72	0.76	0.78	0.76	0.76	0.76	0.79	0.78
9SXA0V FZ	0.76	0.72	0.78	0.78	0.74	0.75	0.79	0.78	0.76	0.81	0.78	0.81
9SXA0W 2X	0.75	0.76	0.78	0.78	0.71	0.76	0.82	0.78	0.76	0.79	0.76	0.79
1SXA2K WA	0.74	0.76	0.76	0.76	0.71	0.78	0.81	0.76	0.75	0.81	0.76	0.81
1SXA2K WB	0.74	0.75	0.79	0.76	0.74	0.75	0.78	0.75	0.79	0.76	0.78	0.81
1SXA2K WC	0.72	0.75	0.78	0.78	0.72	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.78	0.78
1SXA2K WD	0.72	0.74	0.76	0.75	0.74	0.78	0.82	0.78	0.79	0.76	0.79	0.76
1SXA2K WE	0.72	0.76	0.75	0.76	0.71	0.75	0.81	0.76	0.79	0.78	0.79	0.79
1SXA2K WF	0.74	0.75	0.76	0.79	0.71	0.76	0.78	0.75	0.76	0.79	0.78	0.78
1SXA2K WG	0.75	0.75	0.75	0.78	0.74	0.75	0.79	0.78	0.78	0.78	0.78	0.76
1SXA2K WH	0.76	0.72	0.75	0.79	0.72	0.74	0.82	0.75	0.78	0.79	0.79	0.76
1SXA2K WJ	0.74	0.74	0.78	0.79	0.71	0.78	0.79	0.78	0.79	0.81	0.78	0.76
1SXA2K WK	0.74	0.75	0.75	0.78	0.72	0.75	0.78	0.78	0.75	0.78	0.81	0.81
1SXA2K WL	0.76	0.76	0.75	0.79	0.71	0.76	0.82	0.76	0.75	0.76	0.79	0.81
1SXA2K WM	0.75	0.72	0.76	0.76	0.71	0.75	0.81	0.76	0.76	0.79	0.81	0.78

1SXA2K WN	0.74	0.72	0.76	0.79	0.74	0.74	0.79	0.75	0.76	0.76	0.76	0.79
1SXA2K WP	0.76	0.72	0.78	0.76	0.74	0.74	0.79	0.76	0.76	0.81	0.79	0.81
1SXA2K WQ	0.76	0.75	0.75	0.75	0.75	0.78	0.81	0.79	0.78	0.76	0.78	0.76
1SXA2K WR	0.72	0.75	0.75	0.79	0.75	0.78	0.79	0.75	0.76	0.79	0.79	0.79
1SXA2K WS	0.76	0.72	0.79	0.79	0.71	0.75	0.81	0.76	0.78	0.79	0.78	0.76
1SXA2K WT	0.75	0.76	0.79	0.75	0.71	0.75	0.82	0.78	0.76	0.76	0.79	0.81
1SXA2K WU	0.76	0.76	0.75	0.78	0.75	0.74	0.78	0.79	0.76	0.79	0.76	0.76
Promedio	0.74	0.74	0.77	0.78	0.73	0.76	0.80	0.77	0.77	0.78	0.78	0.78

ANEXO 10: Disponibilidad por máquina después

Después de la implementación de mejoras del mantenimiento

D N° serie	FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	Post -S1	Post -S2	Post -S3	Post -S4	Post -S5	Post -S6	Post -S7	Post -S8	Post -S9	Post- S10	Post- S11	Post- S12
9SXA0 VGE	0.81	0.82	0.86	0.85	0.89	0.85	0.85	0.90	0.90	0.86	0.88	0.88
9SXA0 VG3	0.85	0.83	0.83	0.88	0.88	0.88	0.85	0.88	0.88	0.90	0.92	0.89
9SXA0 VFQ	0.82	0.86	0.83	0.83	0.89	0.85	0.86	0.88	0.90	0.86	0.90	0.89
9SXA0 VFP	0.81	0.86	0.85	0.83	0.88	0.86	0.86	0.89	0.90	0.88	0.90	0.88
9SXA0 VG2	0.81	0.82	0.86	0.83	0.89	0.85	0.88	0.86	0.90	0.86	0.88	0.89
9SXA0 VGA	0.86	0.83	0.86	0.83	0.89	0.85	0.89	0.86	0.88	0.86	0.89	0.88
9SXA0 VGD	0.82	0.82	0.85	0.88	0.86	0.89	0.86	0.88	0.86	0.88	0.89	0.89
9SXA0 VG0	0.82	0.85	0.85	0.85	0.85	0.86	0.89	0.90	0.89	0.86	0.90	0.90
9SXA0 VGC	0.82	0.86	0.88	0.88	0.88	0.86	0.88	0.88	0.89	0.88	0.90	0.92
9SXA0 VFY	0.83	0.82	0.83	0.86	0.85	0.88	0.85	0.89	0.89	0.86	0.90	0.88
9SXA0 VFV	0.81	0.85	0.83	0.86	0.85	0.86	0.89	0.88	0.89	0.88	0.90	0.90
9SXA0 VFZ	0.83	0.86	0.85	0.88	0.86	0.88	0.89	0.86	0.86	0.86	0.92	0.92
9SXA0 W2X	0.82	0.82	0.85	0.88	0.89	0.85	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	0.88
1SXA2 KWA	0.82	0.82	0.85	0.85	0.85	0.85	0.89	0.88	0.90	0.90	0.89	0.88
1SXA2 KWB	0.82	0.83	0.88	0.83	0.89	0.85	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90
1SXA2 KWC	0.82	0.86	0.88	0.85	0.85	0.85	0.89	0.90	0.86	0.90	0.88	0.92
1SXA2 KWD	0.82	0.83	0.86	0.85	0.86	0.86	0.88	0.89	0.88	0.86	0.90	0.89
1SXA2 KWE	0.82	0.83	0.86	0.86	0.88	0.85	0.88	0.88	0.88	0.86	0.92	0.92
1SXA2 KWF	0.82	0.85	0.88	0.88	0.88	0.89	0.88	0.90	0.89	0.89	0.90	0.89
1SXA2 KWG	0.83	0.82	0.86	0.83	0.85	0.89	0.85	0.90	0.86	0.89	0.88	0.90
1SXA2 KWH	0.81	0.83	0.86	0.86	0.85	0.85	0.89	0.89	0.88	0.89	0.92	0.90
1SXA2 KWJ	0.85	0.85	0.88	0.83	0.85	0.89	0.89	0.86	0.90	0.86	0.88	0.90

1SXA2 KWK	0.81	0.85	0.88	0.85	0.85	0.88	0.86	0.88	0.86	0.88	0.88	0.89
1SXA2 KWL	0.85	0.85	0.86	0.83	0.88	0.85	0.86	0.89	0.88	0.88	0.89	0.88
1SXA2 KWM	0.82	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85	0.86	0.89	0.86	0.86	0.90	0.89
1SXA2 KWN	0.83	0.85	0.85	0.85	0.86	0.89	0.85	0.86	0.88	0.86	0.90	0.88
1SXA2 KWP	0.83	0.85	0.85	0.88	0.89	0.88	0.85	0.89	0.89	0.89	0.92	0.88
1SXA2 KWQ	0.81	0.82	0.85	0.85	0.85	0.88	0.86	0.88	0.88	0.89	0.90	0.89
1SXA2 KWR	0.82	0.83	0.85	0.85	0.86	0.88	0.88	0.89	0.88	0.90	0.89	0.88
1SXA2 KWS	0.85	0.82	0.88	0.83	0.88	0.85	0.85	0.86	0.90	0.86	0.88	0.88
1SXA2 KWT	0.82	0.82	0.83	0.85	0.86	0.85	0.85	0.86	0.88	0.90	0.90	0.90
1SXA2 KWU	0.82	0.85	0.88	0.86	0.89	0.88	0.89	0.89	0.88	0.90	0.88	0.90
Prome dio	0.82	0.84	0.86	0.85	0.87	0.86	0.87	0.88	0.88	0.88	0.89	0.89

ANEXO 11: MTBF por máquina antes

El MTBF antes de la implementación de las mejoras

MTBF N° serie	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO			
	Pre-S1	Pre-S2	Pre-S3	Pre-S4	Pre-S5	Pre-S6	Pre-S7	Pre-S8	Pre-S9	Pre-S10	Pre-S11	Pre-S12
9SXA0VGE	11.0	13.5	13.8	11.4	12.8	11.2	14.3	11.4	10.8	18.7	11.4	9.3
9SXA0VG3	13.5	10.4	19.0	18.7	13.5	18.0	11.6	19.0	9.2	14.3	11.0	18.3
9SXA0VFQ	17.7	8.7	11.0	10.8	17.7	10.8	19.3	14.0	11.4	9.7	19.3	14.3
9SXA0VFP	11.0	18.0	9.2	9.3	13.0	13.5	11.8	18.0	19.0	13.8	9.2	11.0
9SXA0VG2	10.4	13.8	18.7	13.8	10.8	9.3	9.8	9.5	11.2	18.7	9.3	14.0
9SXA0VGA	10.8	9.2	13.8	19.0	17.7	11.0	11.6	14.0	18.7	14.5	14.5	19.0
9SXA0VGD	18.0	13.0	9.3	11.4	17.0	13.3	11.4	9.0	9.5	18.3	9.7	14.3
9SXA0VG0	13.8	11.0	18.3	11.2	12.8	13.5	9.3	11.4	11.2	13.8	18.3	18.3
9SXA0VGC	17.3	10.4	11.0	14.3	13.0	9.0	14.8	18.7	11.2	14.3	9.5	11.0
9SXA0VFY	8.7	18.3	18.0	18.0	8.8	10.6	11.4	9.3	9.5	9.3	11.6	14.0
9SXA0VFX	8.7	17.7	14.0	14.3	17.3	18.3	18.7	11.0	13.8	11.0	14.3	9.3
9SXA0VFZ	18.3	17.3	18.7	18.7	17.7	13.5	19.0	14.0	18.3	9.7	9.3	11.6
9SXA0W2X	13.5	9.2	18.7	9.3	17.0	9.2	9.8	11.2	13.8	19.0	18.3	11.4
1SXA2KWA	8.8	18.3	11.0	18.3	17.0	14.0	11.6	18.3	18.0	11.6	9.2	14.5
1SXA2KWB	13.3	10.8	9.5	18.3	10.6	18.0	18.7	10.8	14.3	18.3	9.3	14.5
1SXA2KWC	10.4	10.8	18.7	9.3	13.0	9.3	14.0	11.4	9.5	11.4	11.2	18.7
1SXA2KWD	8.7	13.3	9.2	13.5	10.6	14.0	19.7	11.2	9.5	9.2	14.3	13.8
1SXA2KWE	17.3	13.8	9.0	13.8	12.8	13.5	9.7	18.3	11.4	9.3	19.0	9.5
1SXA2KWF	17.7	13.5	18.3	14.3	17.0	9.2	18.7	9.0	11.0	9.5	11.2	11.2
1SXA2KWG	10.8	18.0	9.0	14.0	10.6	18.0	19.0	9.3	9.3	11.2	18.7	11.0
1SXA2KWH	18.3	10.4	9.0	11.4	10.4	17.7	19.7	10.8	18.7	14.3	19.0	11.0
1SXA2KWJ	10.6	17.7	11.2	11.4	12.8	14.0	19.0	9.3	9.5	11.6	18.7	9.2

1SXA2KWK	8.8	9.0	13.5	11.2	8.7	13.5	18.7	14.0	10.8	9.3	19.3	9.7
1SXA2KWL	18.3	18.3	13.5	11.4	8.5	11.0	19.7	18.3	10.8	11.0	14.3	9.7
1SXA2KWM	9.0	13.0	13.8	9.2	8.5	18.0	11.6	13.8	11.0	11.4	19.3	18.7
1SXA2KWN	8.8	10.4	11.0	14.3	8.8	8.8	14.3	18.0	13.8	18.3	11.0	11.4
1SXA2KWP	9.2	10.4	11.2	13.8	17.7	8.8	9.5	18.3	18.3	11.6	19.0	19.3
1SXA2KWQ	18.3	13.5	9.0	9.0	18.0	9.3	11.6	9.5	11.2	9.2	14.0	11.0
1SXA2KWR	10.4	18.0	18.0	11.4	9.0	9.3	9.5	9.0	11.0	14.3	9.5	14.3
1SXA2KWS	18.3	17.3	9.5	14.3	8.5	10.8	14.5	11.0	14.0	11.4	11.2	13.8
1SXA2KWT	9.0	9.2	11.4	18.0	8.5	10.8	19.7	18.7	18.3	11.0	9.5	11.6
1SXA2KWU	9.2	11.0	13.5	18.7	13.5	17.7	18.7	11.4	9.2	9.5	18.3	11.0
Promedio	12.75	13.34	13.20	13.61	12.92	12.72	14.70	13.16	12.72	12.76	13.80	13.11

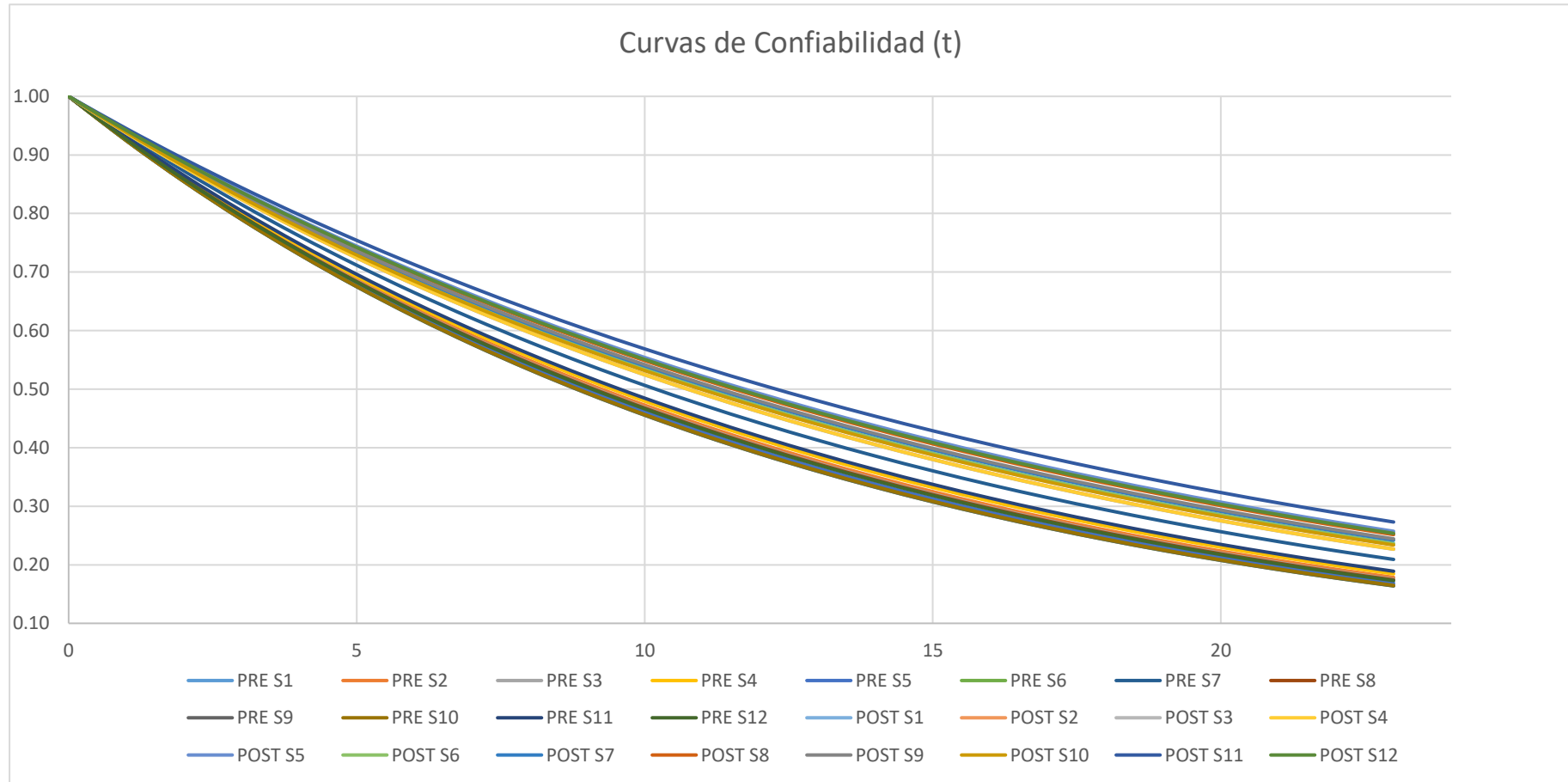
ANEXO 12: MTBF por máquina después

El MTBF después de la implementación de las mejoras

MTBF	FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	N° serie	Post-S1	Post-S2	Post-S3	Post-S4	Post-S5	Post-S6	Post-S7	Post-S8	Post-S9	Post-S10	Post-S11
9SXA0VGE	19.3	19.7	12.4	12.2	21.3	12.2	20.3	21.7	16.3	15.5	15.8	21.0
9SXA0VG3	20.3	12.0	12.0	12.6	21.0	12.6	12.2	12.6	12.6	16.3	22.0	12.8
9SXA0VFQ	11.8	12.4	15.0	15.0	16.0	15.3	20.7	12.6	21.7	12.4	21.7	21.3
9SXA0VFP	19.3	12.4	20.3	15.0	12.6	15.5	15.5	21.3	13.0	12.6	16.3	12.6
9SXA0VG2	14.5	14.8	12.4	15.0	16.0	20.3	12.6	15.5	21.7	12.4	21.0	16.0
9SXA0VGA	20.7	15.0	15.5	12.0	21.3	15.3	21.3	12.4	21.0	20.7	21.3	15.8
9SXA0VGD	19.7	19.7	15.3	21.0	12.4	16.0	20.7	21.0	12.4	21.0	21.3	12.8
9SXA0VG0	11.8	20.3	20.3	20.3	15.3	15.5	12.8	21.7	12.8	20.7	13.0	13.0
9SXA0VGC	19.7	15.5	12.6	15.8	12.6	15.5	15.8	15.8	21.3	12.6	21.7	16.5
9SXA0Vfy	15.0	19.7	15.0	20.7	20.3	15.8	15.3	12.8	16.0	12.4	21.7	15.8
9SXA0VfV	19.3	15.3	15.0	15.5	12.2	20.7	12.8	12.6	21.3	21.0	21.7	13.0
9SXA0VfZ	15.0	12.4	12.2	12.6	20.7	21.0	16.0	20.7	20.7	20.7	22.0	13.2
9SXA0W2X	19.7	11.8	15.3	15.8	16.0	12.2	21.3	16.0	21.3	16.0	21.0	21.0
1SXA2KWA	19.7	19.7	20.3	20.3	20.3	20.3	12.8	12.6	13.0	13.0	21.3	12.6
1SXA2KWB	14.8	20.0	21.0	15.0	21.3	12.2	12.8	12.8	16.3	16.3	13.0	21.7
1SXA2KWC	19.7	15.5	12.6	12.2	20.3	12.2	21.3	16.3	15.5	16.3	12.6	13.2
1SXA2KWD	14.8	15.0	12.4	12.2	20.7	12.4	15.8	12.8	21.0	15.5	16.3	12.8
1SXA2KWE	14.8	20.0	12.4	20.7	12.6	20.3	21.0	12.6	15.8	12.4	13.2	16.5
1SXA2KWF	11.8	20.3	12.6	15.8	15.8	16.0	12.6	16.3	16.0	16.0	13.0	16.0
1SXA2KWG	12.0	11.8	15.5	12.0	15.3	16.0	15.3	21.7	12.4	21.3	15.8	21.7
1SXA2KWH	14.5	15.0	15.5	15.5	15.3	12.2	16.0	16.0	12.6	12.8	13.2	21.7
1SXA2KWJ	20.3	15.3	12.6	15.0	15.3	16.0	21.3	12.4	16.3	20.7	21.0	21.7

1SXA2KWK	11.6	12.2	21.0	15.3	20.3	21.0	15.5	21.0	15.5	12.6	12.6	21.3
1SXA2KWL	20.3	12.2	12.4	15.0	12.6	15.3	15.5	12.8	15.8	12.6	21.3	15.8
1SXA2KWM	19.7	20.7	20.7	20.7	15.5	20.3	20.7	21.3	15.5	15.5	21.7	16.0
1SXA2KWN	15.0	12.2	20.3	15.3	12.4	16.0	15.3	20.7	12.6	12.4	16.3	12.6
1SXA2KWP	20.0	12.2	12.2	15.8	21.3	15.8	12.2	21.3	16.0	12.8	16.5	21.0
1SXA2KWQ	14.5	11.8	15.3	15.3	15.3	12.6	12.4	21.0	12.6	16.0	16.3	21.3
1SXA2KWR	14.8	20.0	20.3	12.2	12.4	21.0	12.6	16.0	15.8	16.3	21.3	21.0
1SXA2KWS	12.2	14.8	12.6	20.0	21.0	15.3	20.3	12.4	16.3	20.7	15.8	15.8
1SXA2KWT	19.7	11.8	20.0	12.2	20.7	15.3	12.2	20.7	15.8	16.3	13.0	13.0
1SXA2KWU	19.7	15.3	12.6	12.4	16.0	12.6	16.0	16.0	15.8	13.0	12.6	16.3
Promedio	16.74	15.51	15.49	15.50	16.94	15.95	16.21	16.66	16.32	15.83	17.72	16.77

ANEXO 13: Curvas de confiabilidad



ANEXO 14: MTTR por máquina antes

El MTTR antes de la implementación de las mejoras

MTTR N° serie	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO			
	Pre-S1	Pre-S2	Pre-S3	Pre-S4	Pre-S5	Pre-S6	Pre-S7	Pre-S8	Pre-S9	Pre-S10	Pre-S11	Pre-S12
9SXA0VGE	3.4	4.5	4.3	3.0	5.3	3.2	3.8	3.0	3.6	5.3	3.0	2.7
9SXA0VG3	4.5	4.0	5.0	5.3	4.5	6.0	2.8	5.0	2.8	3.8	3.4	5.7
9SXA0VFG	6.3	3.3	3.4	3.6	6.3	3.6	4.7	4.0	3.0	2.3	4.7	3.8
9SXA0VFP	3.4	6.0	2.8	2.7	5.0	4.5	2.6	6.0	5.0	4.3	2.8	3.4
9SXA0VG2	4.0	4.3	5.3	4.3	3.6	2.7	2.2	2.5	3.2	5.3	2.7	4.0
9SXA0VGA	3.6	2.8	4.3	5.0	6.3	3.4	2.8	4.0	5.3	3.5	3.5	5.0
9SXA0VGD	6.0	5.0	2.7	3.0	7.0	4.8	3.0	3.0	2.5	5.7	2.3	3.8
9SXA0VG0	4.3	3.4	5.7	3.2	5.3	4.5	2.7	3.0	3.2	4.3	5.7	5.7
9SXA0VGC	6.7	4.0	3.4	3.8	5.0	3.0	3.3	5.3	3.2	3.8	2.5	3.4
9SXA0VGY	3.3	5.7	6.0	6.0	3.2	3.8	3.0	2.7	2.5	2.7	2.8	4.0
9SXA0VGV	3.3	6.3	4.0	3.8	6.7	5.7	5.3	3.4	4.3	3.4	3.8	2.7
9SXA0VFZ	5.7	6.7	5.3	5.3	6.3	4.5	5.0	4.0	5.7	2.3	2.7	2.8
9SXA0W2X	4.5	2.8	5.3	2.7	7.0	2.8	2.2	3.2	4.3	5.0	5.7	3.0
1SXA2KWA	3.2	5.7	3.4	5.7	7.0	4.0	2.8	5.7	6.0	2.8	2.8	3.5
1SXA2KWB	4.8	3.6	2.5	5.7	3.8	6.0	5.3	3.6	3.8	5.7	2.7	3.5
1SXA2KWC	4.0	3.6	5.3	2.7	5.0	2.7	4.0	3.0	2.5	3.0	3.2	5.3
1SXA2KWD	3.3	4.8	2.8	4.5	3.8	4.0	4.3	3.2	2.5	2.8	3.8	4.3
1SXA2KWE	6.7	4.3	3.0	4.3	5.3	4.5	2.3	5.7	3.0	2.7	5.0	2.5
1SXA2KWF	6.3	4.5	5.7	3.8	7.0	2.8	5.3	3.0	3.4	2.5	3.2	3.2
1SXA2KWG	3.6	6.0	3.0	4.0	3.8	6.0	5.0	2.7	2.7	3.2	5.3	3.4
1SXA2KWH	5.7	4.0	3.0	3.0	4.0	6.3	4.3	3.6	5.3	3.8	5.0	3.4
1SXA2KWJ	3.8	6.3	3.2	3.0	5.3	4.0	5.0	2.7	2.5	2.8	5.3	2.8

1SXA2KWK	3.2	3.0	4.5	3.2	3.3	4.5	5.3	4.0	3.6	2.7	4.7	2.3
1SXA2KWL	5.7	5.7	4.5	3.0	3.5	3.4	4.3	5.7	3.6	3.4	3.8	2.3
1SXA2KWM	3.0	5.0	4.3	2.8	3.5	6.0	2.8	4.3	3.4	3.0	4.7	5.3
1SXA2KWN	3.2	4.0	3.4	3.8	3.2	3.2	3.8	6.0	4.3	5.7	3.4	3.0
1SXA2KWP	2.8	4.0	3.2	4.3	6.3	3.2	2.5	5.7	5.7	2.8	5.0	4.7
1SXA2KWQ	5.7	4.5	3.0	3.0	6.0	2.7	2.8	2.5	3.2	2.8	4.0	3.4
1SXA2KWR	4.0	6.0	6.0	3.0	3.0	2.7	2.5	3.0	3.4	3.8	2.5	3.8
1SXA2KWS	5.7	6.7	2.5	3.8	3.5	3.6	3.5	3.4	4.0	3.0	3.2	4.3
1SXA2KWT	3.0	2.8	3.0	6.0	3.5	3.6	4.3	5.3	5.7	3.4	2.5	2.8
1SXA2KWU	2.8	3.4	4.5	5.3	4.5	6.3	5.3	3.0	2.8	2.5	5.7	3.4
Promedio	4.35	4.58	4.01	3.94	4.90	4.12	3.71	3.91	3.74	3.56	3.78	3.65

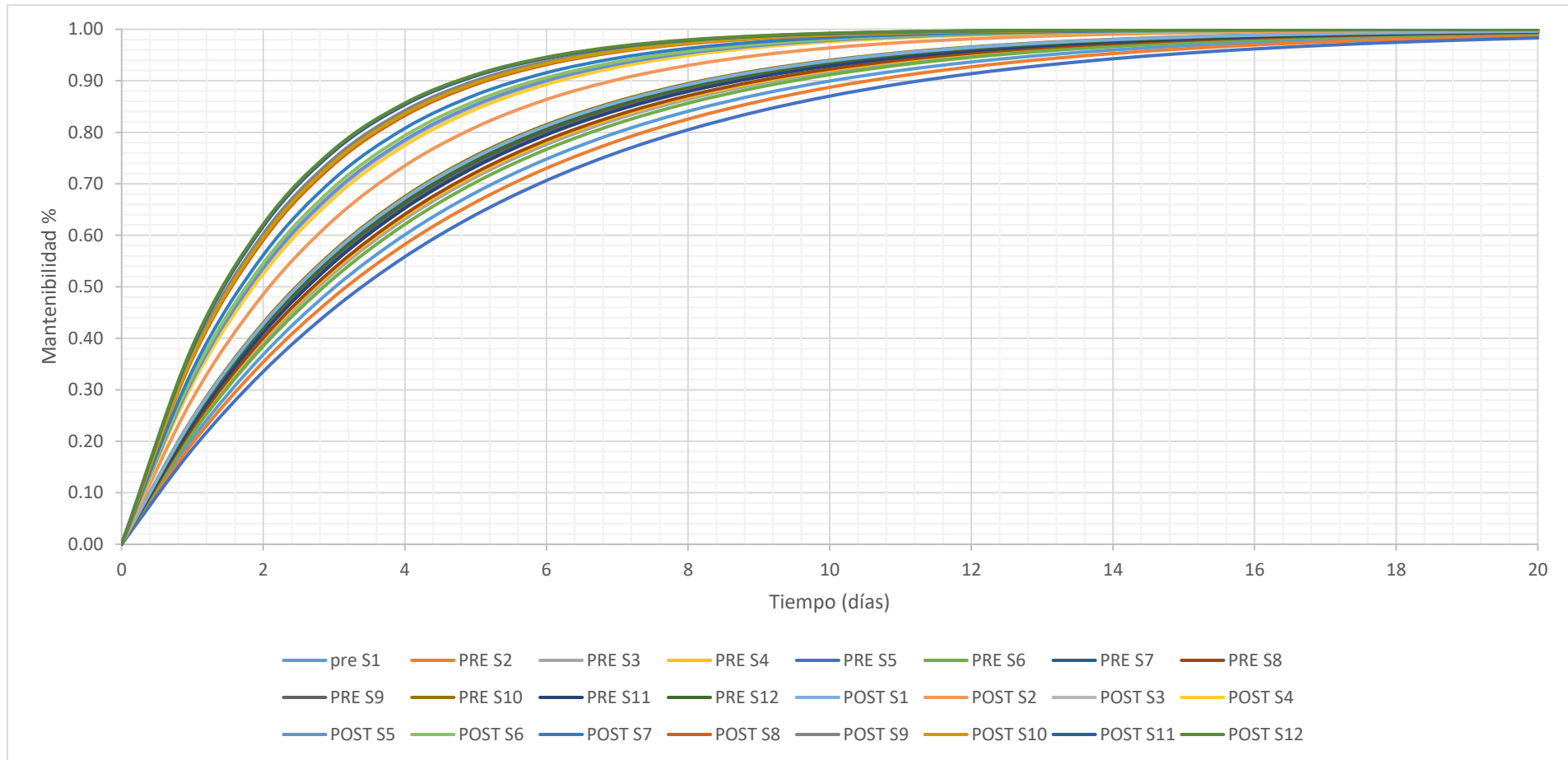
ANEXO 15: MTTR por máquina después

El MTTR después de la implementación de las mejoras

MTTR	FEBRERO				MARZO				ABRIL			
N° serie	Post-S1	Post-S2	Post-S3	Post-S4	Post-S5	Post-S6	Post-S7	Post-S8	Post-S9	Post-S10	Post-S11	Post-S12
9SXA0VGE	4.7	4.3	2.0	2.2	2.7	2.2	3.7	2.3	1.8	2.5	2.3	3.0
9SXA0VG3	3.7	2.4	2.4	1.8	3.0	1.8	2.2	1.8	1.8	1.8	2.0	1.6
9SXA0VFG	2.6	2.0	3.0	3.0	2.0	2.8	3.3	1.8	2.3	2.0	2.3	2.7
9SXA0VFP	4.7	2.0	3.7	3.0	1.8	2.5	2.5	2.7	1.4	1.8	1.8	1.8
9SXA0VG2	3.5	3.3	2.0	3.0	2.0	3.7	1.8	2.5	2.3	2.0	3.0	2.0
9SXA0VGA	3.3	3.0	2.5	2.4	2.7	2.8	2.7	2.0	3.0	3.3	2.7	2.3
9SXA0VGD	4.3	4.3	2.8	3.0	2.0	2.0	3.3	3.0	2.0	3.0	2.7	1.6
9SXA0VG0	2.6	3.7	3.7	3.7	2.8	2.5	1.6	2.3	1.6	3.3	1.4	1.4
9SXA0VGC	4.3	2.5	1.8	2.3	1.8	2.5	2.3	2.3	2.7	1.8	2.3	1.5
9SXA0VGY	3.0	4.3	3.0	3.3	3.7	2.3	2.8	1.6	2.0	2.0	2.3	2.3
9SXA0VGV	4.7	2.8	3.0	2.5	2.2	3.3	1.6	1.8	2.7	3.0	2.3	1.4
9SXA0VFZ	3.0	2.0	2.2	1.8	3.3	3.0	2.0	3.3	3.3	3.3	2.0	1.2
9SXA0W2X	4.3	2.6	2.8	2.3	2.0	2.2	2.7	2.0	2.7	2.0	3.0	3.0
1SXA2KWA	4.3	4.3	3.7	3.7	3.7	3.7	1.6	1.8	1.4	1.4	2.7	1.8
1SXA2KWB	3.3	4.0	3.0	3.0	2.7	2.2	1.6	1.6	1.8	1.8	1.4	2.3
1SXA2KWC	4.3	2.5	1.8	2.2	3.7	2.2	2.7	1.8	2.5	1.8	1.8	1.2
1SXA2KWD	3.3	3.0	2.0	2.2	3.3	2.0	2.3	1.6	3.0	2.5	1.8	1.6
1SXA2KWE	3.3	4.0	2.0	3.3	1.8	3.7	3.0	1.8	2.3	2.0	1.2	1.5
1SXA2KWF	2.6	3.7	1.8	2.3	2.3	2.0	1.8	1.8	2.0	2.0	1.4	2.0
1SXA2KWG	2.4	2.6	2.5	2.4	2.8	2.0	2.8	2.3	2.0	2.7	2.3	2.3
1SXA2KWH	3.5	3.0	2.5	2.5	2.8	2.2	2.0	2.0	1.8	1.6	1.2	2.3
1SXA2KWJ	3.7	2.8	1.8	3.0	2.8	2.0	2.7	2.0	1.8	3.3	3.0	2.3

1SXA2KWK	2.8	2.2	3.0	2.8	3.7	3.0	2.5	3.0	2.5	1.8	1.8	2.7
1SXA2KWL	3.7	2.2	2.0	3.0	1.8	2.8	2.5	1.6	2.3	1.8	2.7	2.3
1SXA2KWM	4.3	3.3	3.3	3.3	2.5	3.7	3.3	2.7	2.5	2.5	2.3	2.0
1SXA2KWN	3.0	2.2	3.7	2.8	2.0	2.0	2.8	3.3	1.8	2.0	1.8	1.8
1SXA2KWP	4.0	2.2	2.2	2.3	2.7	2.3	2.2	2.7	2.0	1.6	1.5	3.0
1SXA2KWQ	3.5	2.6	2.8	2.8	2.8	1.8	2.0	3.0	1.8	2.0	1.8	2.7
1SXA2KWR	3.3	4.0	3.7	2.2	2.0	3.0	1.8	2.0	2.3	1.8	2.7	3.0
1SXA2KWS	2.2	3.3	1.8	4.0	3.0	2.8	3.7	2.0	1.8	3.3	2.3	2.3
1SXA2KWT	4.3	2.6	4.0	2.2	3.3	2.8	2.2	3.3	2.3	1.8	1.4	1.4
1SXA2KWU	4.3	2.8	1.8	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0	2.3	1.4	1.8	1.8
Promedio	3.58	3.01	2.63	2.69	2.60	2.54	2.43	2.24	2.17	2.21	2.08	2.06

ANEXO 16: Curvas de mantenibilidad



ANEXO 17: Costos de repuestos

DESCRIPCIÓN	NOMBRE COMERCIAL	ROTACIÓN	Delivery	Quantity	TP euros	Tipo Cambio euros	SOLES	% IMPOR	TP en almacen	C. IMPREAL (AXALMACEN)	Margen Local	Valor Venta (SIN IGV)	DIF (Val. venta-Cimp)	Precio de Venta Tentativo (CON IGV)	PRECIO 2024 C/IGV
FILTRO DIASAFE PLUS	FILTRO DE ENDOTOXINAS	FME	1,000PCE	1	8.51	3.8	32.34	28%	41.39		75%	165.57	124.18	195.37	cambiar con Ventas
SOPORTE CÁMARA ARTERIAL SIMPLE		ALTA	1,000PCE	1							75%				52.80
MANUAL CONTROL SWITCH WITH SHOCK KEY *NOVO CE/XSK/TO P X 220	(MANDO CON TECLA SHOCK NOVO CE/XSK/TO P X)	BAJA	1,000PCE	1	74.06	3.8	281.43	28%	360.23		75%	1,440.91	1,080.68	1,700.28	1,700.00
LOCK RUBBER FOR RINSE CHAMBER 4008 2008A /	GOMA CIERRE CAÑA PARA MÁQUINA MODULAR	BAJA	10,000 PCE	1	0.14	3.8	0.53	28%	0.68	0.56	75%	2.72	2.04	3.21	18.64

HYDROP HOBIC FILTER W. LINE 220MM 4008SV10	FILTRO HIDROFO BO INTERNO MOD. DET. AIRE	MEDIA	1,000PCE	1	1.9	3.8	7.22	28%	9.24	8.20	75%	36.97	27.72	43.62	45.32
BUBBLE CATCHER HOLDER2 0+22MM W/O SENSORS		BAJA	1,000PCE	1	13.80	3.8	52.44	28%	67.12		75%	268.49	201.37	316.82	326.32
COVER RING BLUE 96 MM FOR BIBAG 4008	ARO AZUL GRANDE BI BAG 96MM 4008	BAJA	5,000PCE	1	0.92	3.8	3.50	28%	4.47	3.61	75%	17.90	13.42	21.12	21.75
LP 928 SMT CAN BUS DISTRIBU TOR 4008B/S		BAJA	1,000PCE	1	25.88	3.8	98.34	28%	125.88	394. 71	75%	503.52	377.64	594.16	611.98
LP941 HPU W. DISTRIBU TING BAR 4008/S V10 (LP- 941 HPU)	UNIDAD PROCESA D. HIDRÁULI CA	MEDIA	1,000PCE	1	126.5 0	3.8	480.7 0	28%	615.30	561. 21	75%	2,461.18	1,845.89	2,904.20	2,991.33

TOUCH PANEL (SPANISH) 4008S	PANEL FRONTAL 4008S	MEDIA	1,000PCE	1	126.50	3.8	480.70	28%	615.30		75%	2,461.18	1,845.89	2,904.20	2,991.33
RETROFIT KIT ONLINE PLUS 4008B/S		MEDIA	1,000PCE	1	958.65	3.8	3,642.87	28%	4,662.87	3693.36	75%	18,651.49	13,988.62	22,008.76	22,669.03
CONDUCTIVITY CELL FOR NTC3+109 4008	CELULA CONDUCTIVIDAD 2 SENSORES	ALTA	1,000PCE	1	20.70	3.8	78.66	28%	100.68	88.48	75%	402.74	302.05	475.23	489.49
IC-PULLER		BAJA	1,000PCE	1	14.70	3.8	55.86	28%	71.50	61.80	75%	286.00	214.50	337.48	337.48
CONDUCTIVITY CELL BIBAG 4008 -143	CÉLULA CONDUCTIVIDAD BIBAG	BAJA	1,000PCE	1	20.70	3.8	78.66	28%	100.68	87.05	75%	402.74	302.05	475.23	489.49
LP 922 SMT DISPLAY BOARD 4008S/S V10	LP 922 SMT DISPLAY BOARD 4008S/S V10	MEDIA	1,000PCE	1	86.25	3.8	327.75	28%	419.52	1618.82	75%	1,678.08	1,258.56	1,980.13	3,825.00
CABEZAL BI BAG 4008 NEW	CABEZAL BI BAG 4008 NEW	BAJA	1,000PCE	1	51.75	3.8	196.65	28%	251.71		75%	1,006.85	755.14	1,188.08	1,188.08

DIALYZER HOLDER 4008/2008 /GENIUS/ MFT	SOPORTE DIALIZADOR	ALTA	1,000PCE	1	21.85	3.8	83.03	28%	106.28	104.12	75%	425.11	318.84	501.63	500.00
TEMPERATURE SENSOR TITAN 4008/4008 S V10	SENSOR DE TEMPERATURA	MEDIA	1,000PCE	1	10.93	3.8	41.53	28%	53.16	62.81	75%	212.65	159.49	250.93	258.46
SMALL SOLENOID VALVE W. 1 NOZZLE 5008/S		ALTA	1,000PCE	1	9.20	3.8	34.96	28%	44.75	38.50	75%	179.00	134.25	211.21	211.21
P.C.B. LP 450-2 SMT FOR LEVEL DETECTOR		ALTA	1,000PCE	1	60.38	3.8	229.44	28%	293.69	263.82	75%	1,174.75	881.06	1,386.21	1,427.80
MANGUITO BPM 13 - 20 CM SIN LATEX (PEDIATRICO)		MEDIA	1,000PCE	1	12.08	3.8	45.90	28%	58.76	116.03	75%	235.03	176.27	277.33	285.65

P.C.B. LP 630 MOTHER BOARD 4008/4008 SV10		BAJA	1,000PCE	1	92.00	3.8	349.6 0	28%	447.49		75%	1,789.95	1,342.46	2,112.14	2,175.50
SD CARD SW11.40 4008S V10		BAJA	1,000PCE	1	6.33	3.8	24.05	28%	30.79	26.1 6	75%	123.16	92.37	145.32	149.68
IV-POLE 4008SV10	PARANTE	BAJA	1,000PCE	1	46.00	3.8	174.8 0	28%	223.74		75%	894.98	671.23	1,056.07	1,056.07
RETROFI T KIT BPM *4008S V10	KIT BPM 4008S V10	BAJA	1,000PCE	1	300.8 1	3.8	1,143. 08	28%	1,463.14		75%	5,852.56	4,389.42	6,906.02	6,906.02
RETROFI T MODIF. KIT POWER SUPPLY 4008	KIT DE FUENTE DE PODER	MEDIA	1,000PCE	1	270.2 5	3.8	1,026. 95	28%	1,314.50		75%	5,257.98	3,943.49	6,204.42	6,205.00
MICROVA LVULA DESAIRE ACION	VALVULA DE 3 VIAS	ALTA	1,000PCE	1							75%				370.00

ANEXO 18: Análisis modo efecto de falla - AMEF

ANALISIS MODO EFECTO DE FALLA-AMEF DE MÁQUINA DE HEMODIALISIS 4008S							
Descripción de la máquina	Función de la máquina	Sistema del equipo	Función del sistema	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa de falla	Acciones recomendadas
Máquina de hemodiálisis 4008S	Máquina biomédica encargada de realizar la diálisis, esta máquina extrae la sangre del paciente mediante una bomba de sangre y lo dirige hacia el dializador donde se filtran las toxinas de la sangre, luego del filtrado la	Hidráulico	Preparar el líquido dializante y llevarlo al dializador a una temperatura, presión y caudal adecuada para el paciente.	Fuga de líquido interna	Fuga de líquido dializante	Falta de inspección	Inspección semanal de las líneas hidráulicas
				Falla de válvula 39 en desinfección	Parada de la máquina durante la desinfección	Error en la válvula 39	Reducir el intervalo de cambio de repuesto
				Falla de válvula 39 en TEST	Parada de la máquina y alarma visual	Error en la válvula 39	Reducir el intervalo de cambio de repuesto
				Alarma de flujo en tratamiento	Parada de la máquina durante el tratamiento	Baja presión de suministro de líquido dializante	Mantenimiento planta de agua

sangre es retornada al paciente.	Alarma de flujo en TEST	Alarma visual y sonora	Baja presión de suministro de líquido dializante	Mantenimiento planta de agua
	Alarma de flujo en desinfección	Alarma visual y sonora	Baja presión de suministro de líquido dializante	Mantenimiento planta de agua
	Falla en celda de conductividad	Parada de la máquina	Nivel bajo de suministros	Reducir el intervalo de cambio de repuesto
	Falla F04 en tratamiento	Parada de la máquina durante el tratamiento	Error en la válvula 84	Reducir el intervalo de cambio de repuesto
	Fallo de válvula 91 en desinfección	Parada de la máquina durante la desinfección	Error en la válvula 91	Reducir el intervalo de cambio de repuesto
	Error de presión positiva A16 en TEST	Alarma visual y sonora	Suciedad generada por el desinfectante	Limpieza semanal de sistema hidráulico

			Fallo de sistema F04 en desinfección	Alarma visual	Error en la válvula 84	Reducir el intervalo de cambio de repuesto	
			Alarma de conductividad en TEST	Alarma visual y sonora	Nivel bajo de suministros	Reducir el intervalo de cambio de conductímetro	
			Falla de conductividad en tratamiento	Parada de la máquina durante el tratamiento	Nivel bajo de suministros	Reducir el intervalo de cambio de repuesto	
		Módulo exterior	Extraer la sangre del paciente mediante una bomba de sangre y lo dirigirlo hacia el dializador, luego del filtrado de las toxinas, la sangre limpia es retornada al paciente, evitando la coagulación de la sangre durante todo el proceso de diálisis.	Fuga de sangre detectada	Alarma visual y sonora	líneas de sangre con fuga	Reducir el intervalo de cambio de líneas de sangre
			Sensor detector de aire descalibrada	Alarma visual y sonora	Falla en el sensor de aire	Reducir el intervalo de cambio de repuesto	
			Bomba de heparina trabada	Parada de la máquina	Falla en bomba de heparina	Reducir el intervalo de cambio de repuesto	
			Alarma recurrente de detector de aire	Alarma visual y sonora	Falla en el sensor de aire	Reducir el intervalo de cambio de repuesto	

				Error de BPM	Alarma visual y sonora		Reducir el intervalo de cambio de repuesto
				Tapa de sensor de aire roto	Alarma visual y sonora	Falla en la tapa de sensor de aire	Reducir el intervalo de cambio de repuesto
		Electrónico	Generar, transmitir, recibir y almacenar información de las computadoras para controlar todos los componentes eléctricos y electrónicos.	Fallo de fuente voltaje	Parada de la máquina en 15 minutos	Batería fuera de servicio	Reducir el intervalo de cambio de repuesto
				Falla CP1	Alarma visual	Computadora falso contacto o fuera de servicio	Reducir el intervalo de cambio de repuesto
				Falla CP2	Alarma visual	Computadora falso contacto o fuera de servicio	Reducir el intervalo de cambio de repuesto

Mensaje	Causa	Posible solución del problema
Fallo Detect. aire (sólo para cebado / recirculación y durante los programas de limpieza)	Test Detector de aire defectuoso.	En el programa de limpieza no es posible subsanar errores (precirculación no permitida). Después de la limpieza: Realizar test T1. Informe al servicio técnico.
Fallo Detect. Óptico (sólo para cebado / recirculación y durante los programas de limpieza)	Test detector óptico defectuoso.	En el programa de limpieza no es posible subsanar errores (precirculación no permitida). Después de la limpieza: Realizar test T1. Informe al servicio técnico.
¡ Cambiar filtro !	Fallo detectado en el test T1. (test de mantenimiento de presión no superado.) Vida útil del filtro excedido. Número máximo de desinfecciones admisibles con Sporojoal alcanzado.	Seleccionar otro programa de limpieza y ejecutar cambio de filtro (ver capítulo 4.4.1.4 página 4-84). Si no se lleva a cabo un cambio de filtro, ya no será posible un tratamiento.
Alarma de flujo	Tubos del líquido de diálisis acodados.	Revise los tubos. El mensaje se borra automáticamente. Informe al servicio técnico.
Fallo sistema F01 Fallo sistema F03	Fallo V84	Para confirmar pulse la tecla Desinfección . Informe al servicio técnico.
Fallo sistema F02	Fallo V84	Conectar y desconectar el monitor pulsando la tecla Conec./Desc. . Informe al servicio técnico.
	En el programa de desinfección Sensor de nivel / concentrado no detecta líquido.	En el programa de desinfección (PGM5): Conecte desinfectante.
Fallo sistema F#	Error en programa de limpieza	Conectar y desconectar el monitor pulsando la tecla Conec./Desc. . Informe al servicio técnico.
Fallo sistema F07	Caída de presión en PSW 124.	Informe al servicio técnico.
	Mensaje de error intermitente con el mensaje NO APAGUE LA MÁQUINA ¡No apague el monitor hasta que haya transcurrido 1 minuto!	
Fallo sistema F08	Caída de presión en PSW 123.	Informe al servicio técnico.
	Mensaje de error intermitente con el mensaje NO APAGUE LA MÁQUINA ¡No apague el monitor hasta que haya transcurrido 1 minuto!	



PERÚ

Ministerio de Salud

Seguro Integral de Salud

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ
"Año de Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

CONTRATO DE SERVICIOS DE SALUD N° 066-2015-SIS

"CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE ATENCIÓN AMBULATORIA DEL PACIENTE CON INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA TERMINAL"

PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE CONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD N° 05-2015-SIS

Conste por el presente documento, la Contratación del Servicio de Atención Ambulatoria del Paciente con Insuficiencia Renal Crónica Terminal, que celebran de una parte el **SEGURO INTEGRAL DE SALUD - SIS**, con RUC N° 20505208626, con domicilio legal en Calle Carlos Gonzales N° 212 - 214 y Calle Intisuyo N° 215 Urb. Maranga, distrito de San Miguel, provincia y departamento de Lima, debidamente representado por la Directora General de la Oficina General de Administración de Recursos, **ECON. HILDA ROXANA RODRÍGUEZ ESCOBAR**, identificada con DNI N° 09083985, designada mediante Resolución Jefatural N° 045-2014-SIS, y facultada mediante Resolución Jefatural N° 186-2014-SIS, de fecha 02 de Setiembre del 2014, a quien en adelante se le denominará **LA IAFAS**; y, de la otra parte la empresa **EUQOR COMPANY SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA S.A.C.**, con RUC 20515139835, señalando como domicilio legal en Av. José Gálvez Barrenechea N° 655, Urb. Corpac, distrito de San Borja, provincia y departamento de Lima; debidamente representada por su Gerente General, **Sra. PATRICIA ISABEL ROQUE QUISPE**, identificada con DNI N° 41198612, según facultades inscritas en la Partida Electrónica N° 11972248 del Registro de Personas Jurídicas, de la Zona Registral N° IX, Sede Lima - Oficina Registral de Lima, a quien en adelante se le denominará **LA IPRESS**; en los términos y condiciones siguientes:

EUQOR COMPANY S.A.C.
PATRICIA ISABEL ROQUE QUISPE
Gerente General

CLÁUSULA PRIMERA: DEFINICIONES

Para los efectos de la presente norma y sin perjuicio de otras definiciones comprendidas en la Ley y el Reglamento, se tendrán como válidas las siguientes definiciones:

1. **Asegurado o Afiliado:** Toda persona radicada en el país que esté bajo cobertura de alguno de los regímenes del Aseguramiento Universal de Salud (AUS)
2. **Cobertura:** Protección contra pérdidas específicas por problemas de salud, extendida bajo los términos de un convenio de aseguramiento.
3. **Exclusiones:** Conjunto de intervenciones prestaciones o gastos no cubiertos, detallados en el plan o programa de salud.
4. **Mecanismos de Pago:** Es la forma en la que se realiza la retribución económica por los servicios de salud prestados según convenio o contrato entre IAFAS e IPRESS.
5. **Prestación de Salud:** Es una atención de salud otorgada a un residente en el país en los establecimientos de salud autorizados.
6. **Requerimiento Técnico Mínimo:** Requisitos mínimos indispensables que deben reunir los bienes y servicios a contratar.

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS
HILDA ROXANA RODRÍGUEZ ESCOBAR

SEGURO INTEGRAL DE SALUD
COMITÉ ESPECIAL PERMANENTE
E. BARBOZA

CLÁUSULA SEGUNDA: ANTECEDENTES

1. Mediante Acta de Reunión de Evaluación de Expresión de Interés - Contratación del Servicio de Atención Ambulatoria del Paciente con Insuficiencia Renal Crónica Terminal, de fecha 23 de noviembre del 2015, el Comité Especial Permanente, señala que se recepcionó la expresión de interés de la IPRESS: **EUQOR COMPANY SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA S.A.C.**, y tras la evaluación efectuada es declara **ELEGIBLE**.
2. Con Nota Informativa N° 151-2015-SIS-CEP-D.S. N° 017-2014-SA PECSS N° 005-2015-SIS, de fecha de recepción del 23 de noviembre del 2015, del Presidente del Comité Especial Permanente, informa a la Oficina General de Administración de

B	D	F	G	I	N	O	P	Q	R	S	T	U
Número de serie	Denominación	Orden	Cla	Cst.tot.	Texto breve	Pti	Status sli	Fe.inicio r	Fecha fin	Posici	Cliente	Lista
95XA0VFQ	4008S classix BASIC VERSION	S211880066	ZFT2	69.31	FALLA: TAPA DE SENSOR DE AIRE ROTO	L88	CERR NOTI	08/01/2021	08/01/2021	000270	920067520	EJERCITO PERUANO
95XA0VG2	4008S classix BASIC VERSION	S211880067	ZFT2	69.31	FALLA: TAPA DE SENSOR DE AIRE ROTO	L88	CERR NOTI	08/01/2021	08/01/2021	000270	920067520	EJERCITO PERUANO
95XA0W2X	4008S classix BASIC VERSION	S211880068	ZFT2	69.31	FALLA: TAPA DE SENSOR DE AIRE ROTO	L88	CERR NOTI	08/01/2021	08/01/2021	000270	920067520	EJERCITO PERUANO
95XA0VFZ	4008S classix BASIC VERSION	S211880069	ZFT2	69.31	FALLA: PUERTA DE SENSOR DE AIRE ROTO	L88	CERR NOTI	08/01/2021	08/01/2021	000270	920067520	EJERCITO PERUANO
95XA0VGC	4008S classix BASIC VERSION	S211880070	ZFT2	69.31	FALLA: PUERTA DE SENSOR DE AIRE ROTO	L88	CERR NOTI	08/01/2021	08/01/2021	000270	920067520	EJERCITO PERUANO
95XA0VGO	4008S classix BASIC VERSION	S211880071	ZFT2	69.31	FALLA: PUERTA DE SENSOR DE AIRE ROTO	L88	CERR NOTI	08/01/2021	08/01/2021	000270	920067520	EJERCITO PERUANO
95XA0VGD	4008S classix BASIC VERSION	S211880072	ZFT2	69.31	FALLA: TAPA DE SENSOR DE AIRE ROTO	L88	CERR NOTI	08/01/2021	08/01/2021	000270	920067520	EJERCITO PERUANO
95XA0VG4	4008S classix BASIC VERSION	S211880073	ZFT2	69.31	FALLA: TAPA DE SENSOR DE AIRE ROTO	L88	CERR NOTI	08/01/2021	08/01/2021	000200	920066925	RIO BRANCO INVERSIONES MEDI
95XA0VFP	4008S classix BASIC VERSION	S211880074	ZFT2	69.31	FALLA: TAPA DE SENSOR DE AIRE ROTO	L88	CERR NOTI	08/01/2021	08/01/2021	000270	920067520	EJERCITO PERUANO
85XA0FF9	4008S classix BASIC VERSION	S211880075	ZFT2	63.56	FALLA: FALLO DE CONDUCTIVIDAD EN TRATAMI	L88	CERR NOTI	28/01/2021	28/01/2021	000010	920078754	RENAL GLOBAL S.A.C.
95XA0VZ	4008S classix BASIC VERSION	S211880076	ZFT2	63.56	FALLA: SENSOR DETECTOR DE AIRE DESCALIBR	L88	CERR NOTI	29/01/2021	29/01/2021	000270	920067520	EJERCITO PERUANO
85XA0ICJ	4008S classix BASIC VERSION	S211880077	ZFT2	63.56	FALLA: FUGA DE SANGRE DETECTADA	L88	CERR NOTI	03/02/2021	03/02/2021	000110	920067239	CENTRO DE DIALISIS CALLAO S.A.
85XA0IC7	4008S classix BASIC VERSION	S211880078	ZFT2	63.56	FALLA: ALARMA DE DETECTOR DE AIRE	L88	CERR NOTI	03/02/2021	03/02/2021	000110	920067239	CENTRO DE DIALISIS CALLAO S.A.
85XA0IC9	4008S classix BASIC VERSION	S211880079	ZFT2	63.56	FALLA: FUGA DE LIQUIDO INTERNA	L88	CERR NOTI	05/02/2021	05/02/2021	000110	920067239	CENTRO DE DIALISIS CALLAO S.A.
95XA0W32	4008S classix BASIC VERSION	S211880080	ZFT2	127.12	FALLA: ALARMA DE FLUJO EN TRATAMIENTO	L88	CERR NOTI	12/02/2021	12/02/2021	000090	920066882	PLUSVIDA SERVICIOS MEDICOS S.
85XA0ICB	4008S classix BASIC VERSION	S211880107	ZFT2	1,149.17	FALLA: FALLO DE BPM(OPCION NO DISPONIBLE	L88	CERR NOTI	19/02/2021	19/02/2021	000060	920067239	CENTRO DE DIALISIS CALLAO S.A.
95XA1HQT	4008S classix BASIC VERSION	S211880123	ZFT2	63.56	FALLA: FALLO SENSOR DETECTOR DE AIRE	L88	CERR NOTI	05/03/2021	05/03/2021	000010	920105428	CENTRO DE HEMODIALISIS SAGR
75XAXM87	4008S classix BASIC VERSION	S211880124	ZFT2	159.11	FALLA: FALLO F04 EN DESINFECCION	L88	CERR NOTI	01/03/2021	01/03/2021	000010	920069222	ESSALUD GERENCIA DEP. LA LIBE
75XAXN01	4008S classix BASIC VERSION	S211880125	ZFT2	133.52	FALLA: FALLO DE VALVULA 91 EN DESINFECCI	L88	CERR NOTI	26/02/2021	26/02/2021	000010	920066950	SEGURO SOCIAL DE SALUD - ESSA
75XAXN18	4008S classix BASIC VERSION	S211880126	ZFT2	127.12	FALLA: ALARMA DE FLUJO SUPERIOR	L88	CERR NOTI	10/03/2021	10/03/2021	000010	920066950	SEGURO SOCIAL DE SALUD - ESSA
85XA0EFQ	4008S classix BASIC VERSION	S211880129	ZFT2	95.42	FALLA: ALARMA DE PRESION POSITIVA A16 EN	L88	CERR NOTI	19/03/2021	19/03/2021	000010	920067239	CENTRO DE DIALISIS CALLAO S.A.
85XA0ICK	4008S classix BASIC VERSION	S211880130	ZFT2	0.00	FALLA: ERROR PRESION POSITIVA A16 EN TES	L88	LIB. DMNV KKMP MOVN NLIQ.PREC			000000	920067239	CENTRO DE DIALISIS CALLAO S.A.
85XA0ICX	4008S classix BASIC VERSION	S211880147	ZFT2	95.42	FALLA: ERROR EN TEST DE PRESION POSITIVA	L88	CERR NOTI	19/03/2021	19/03/2021	000110	920067239	CENTRO DE DIALISIS CALLAO S.A.
85XAYM65	4008S classix BASIC VERSION	S211880274	ZFT2	63.56	FALLA: FALLO EN CONDUCTIVIDAD A07	L88	CERR NOTI	02/05/2021	02/05/2021	000110	920067137	SERVICIOS ESPECIALIZADOS SAN
75XAXH44	4008S CLASSIX BASIC VERSION	S211880276	ZFT2	107.15	FALLA: SALIDA DE AGUA POR MANGUERA DE RE	L88	CERR NOTI	05/05/2021	05/05/2021	000010	920068590	SALUD GAINVA S.A.C.
55XACP95	4008S classix BASIC VERSION	S211880302	ZFT2	63.56	FALLA: FALLO EN CELDA DE CONDUCTIVIDAD D	L88	CERR NOTI	03/05/2021	03/05/2021	000010	99992223	Nefro Salud Chiclayo
45XA1H10	4008S classix BASIC VERSION	S211880304	ZFT2	137.12	INSTALACION DE RENUELO DE	L88	CERR NOTI	13/05/2021	13/05/2021	000000	90003336	Centro Médico de Urgencias