



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA

**SISTEMATIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DE UN HOSPITAL DE LIMA**

Línea de investigación:

Sistemas de Información y Optimización

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Autor:

Palian Avila, Eduardo Andre Ernesto

Asesor:

Rodríguez Figueroa, José Julio

ORCID: 0000-0002-3672-1526

Jurado:

Edward José Flores Masías

César Serapio Peña Carrillo

José Hilarión Rosales Fernández

José Enrique Pastor Castillo

Lima - Perú

2023



SISTEMATIZACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS BIOMEDICOS DE UN HOSPITAL DE LIMA

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	1library.co Fuente de Internet	1%
4	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	<1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA

**SISTEMATIZACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS BIOMEDICOS DE UN HOSPITAL DE LIMA**

Línea de investigación:

Sistemas de Información y Optimización

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Autor:

Palian Avila, Eduardo Andre Ernesto

Asesor:

Rodríguez Figueroa, José Julio

ORCID: 0000-0002-3672-1526

Jurado:

Flores Masías, Edward José

Peña Carrillo, César Serapio

Rosales Fernández, José Hilarión

Pastor Castillo, José Enrique

Lima – Perú

2023

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mis papas, Néstor y Denis, hermanos, familiares y amigos que estuvieron junto a mí, en las diversas caídas que pude tener, así como también a mis tíos, Gloria Palian, Carlos Palian, Juan Palian, que más que tíos son mis padres también y por último se la dedico a mis hermanos, Vanessa y Oswaldo, que siempre los tendré en presentes, los quiero mucho.

Agradecimiento

En primera instancia, agradecer a DIOS por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de brindarme su infinito amor y ayuda en cada obstáculo de la vida.

También me gustaría agradecer a mis padres Néstor y Denis, mis hermanos Vanessa y Oswaldo que siempre me dieron su apoyo cuando más los necesité.

A mis amigos en general, cada uno aportó con sus grandes consejos que recibí de la mejor manera para mi mejora personal y profesional

Para finalizar, un gran agradecimiento a mi asesor Dr. José Julio Rodríguez Figueroa, que me brindó su apoyo constante en el desarrollo de este proyecto y por último al Ing. Edward Flores por su ayuda desinteresada que sin duda ha sido y será siempre parte de esta tesis

ÍNDICE

RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1.Descripción y formulación del problema.....	10
1.2. Antecedentes	12
1.3. Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
1.4. Justificación	17
1.5. Hipótesis	17
II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Bases teóricas sobre el tema de Investigación	18
III. MÉTODO	66
3.1. Tipo de investigación.....	66
3.2. Ámbito temporal y espacial	66
3.3. Variables	66
3.4. Población y muestra.....	66
3.5. Instrumentos.....	67
3.6. Procedimientos.....	68
3.7. Análisis de datos	69
IV. RESULTADOS.....	70
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	78
VI. CONCLUSIONES	79
VII. RECOMENDACIONES.....	80
VIII. REFERENCIAS.....	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estado inicial de los equipos biomédicos de un Hospital de Lima.....	70
Tabla 2. Tipo de equipo biomédico de un Hospital de Lima.....	71
Tabla 3. Mantenimiento aplicado según tipo de servicio en equipos biomédicos.....	72
Tabla 4. Estado final de los equipos biomédicos de un Hospital de Lima	73
Tabla 5. Valores resumen del nivel de disponibilidad en los equipos biomédicos.....	74
Tabla 6. Equipos biomédicos con la sistematización del plan de mantenimiento	75
Tabla 7. Equipos biomédicos post sistematización del planes de mantenimiento.....	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mantenimiento, tipos y calificación.	24
Figura 2. Agitador de bolsas de sangre	35
Figura 3. Artroscopio	36
Figura 4. Audiómetro clínico	37
Figura 5. Autoqueratorefractometro	38
Figura 6. Bilirrubinometro	39
Figura 7. Bomba de jeringa.....	40
Figura 8. Cabina de seguridad biológica.....	40
Figura 9. Coagulómetro	42
Figura 10. Dispensador automático de medios de cultivo	44
Figura 12. Equipo de electroterapia de corrientes múltiples.....	47
Figura 13. Equipo ecógrafo - ultrasonido	49
Figura 14. Equipo nebulizador.....	50
Figura 15. Espirómetro	51
Figura 16. Limpiador a vapor para instrumentos quirúrgicos.....	53
Figura 17. Lavadora de microplacas	54
Figura 18. Lensómetro	54
Figura 19. Monitor multiparamétrico	56
Figura 20. Oftalmoscopio	57
Figura 21. Otoscopio.....	58
Figura 22. Procesador automático de tejidos	59
Figura 23. Retinoscopio	60
Figura 24. Disco giratorio	61
Figura 25. Tanque descalcificador de agua.....	62

Figura 26. Tanque de presión caliente	62
Figura 27. Tanque de compresas frías	63
Figura 28. Estado inicial de los equipos biomédicos de un Hospital de Lima	70
Figura 29. Tipo de equipo biomédico de un Hospital de Lima	71
Figura 30. Mantenimiento aplicado según tipo de servicio en equipos biomédicos	72
Figura 31. Equipos biomédicos de un Hospital de Lima	73
Figura 32. Equipos biomédicos con la sistematización de mantenimiento	75
Figura 33. Equipos biomédicos post sistematización de los planes de mantenimiento.....	76

RESUMEN

El objetivo de este estudio es desarrollar una sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos del Hospital de Lima. Se trata de un estudio aplicado con un diseño experimental, ya que se manipula la variable independiente "Sistematización del plan de mantenimiento de los equipos biomédicos". Para ello, se utilizó la técnica de observación de la variable operativa y la disponibilidad de los equipos. Entre los resultados más relevantes, se observó que, en el estado inicial, el 99,79% de los equipos biomédicos presentaba una condición semifuncional, mientras que el 98,97% se encontraba plenamente funcional en el estado final tras la implementación del plan. La prueba estadística de chi-cuadrado confirmó una relación significativa entre la usabilidad y la disponibilidad de los equipos, lo que evidencia la efectividad de la sistematización del mantenimiento preventivo y correctivo en el hospital.

Palabras claves: Sistematización, Plan de mantenimiento, Correctivo, Preventivo, Funcionalidad, Disponibilidad, Dispositivos biomédicos.

ABSTRACT

The objective of this study is to develop a systematization of the preventive and corrective maintenance plan for biomedical equipment at the Lima Hospital. It is an applied study with an experimental design, as the independent variable "Systematization of the biomedical equipment maintenance plan" is manipulated. The observation technique was used to assess the operational variable and the availability of the equipment. Among the most relevant results, it was observed that, in the initial state, 99.79% of the biomedical equipment was in a semi-functional condition, while 98.97% was fully functional in the final state after the implementation of the plan. The chi-square statistical test confirmed a significant relationship between equipment usability and availability, demonstrating the effectiveness of the systematization of preventive and corrective maintenance at the hospital.

Keywords: Systematization, Maintenance plan, Corrective, Preventive, Functionality, Availability, Biomedical devices.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y formulación del problema

1.1.1. Descripción del problema

El propósito de este trabajo es presentar un modelo de sistematización para el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos en un hospital de Lima. Este modelo busca ofrecer una solución a los problemas no resueltos en el sector salud, originados por diversos factores, los cuales, con el tiempo, han afectado tanto la atención a los pacientes como el desempeño del personal de enfermería del hospital.

En el municipio de Cabimas, Venezuela, se planteó que, ante el avance tecnológico, el desarrollo de la globalización y otros factores, las empresas están obligadas a mejorar su eficiencia, optimizar sus recursos y reducir costos. Del mismo modo, los costos asociados a los dispositivos médicos, que influyen en los resultados y la atención a los residentes, requieren la implementación de mecanismos de gestión que promuevan la optimización en la administración de dichos dispositivos, manteniendo siempre un enfoque centrado en las personas (Castillo et al., 2013).

Aunque las tareas de mantenimiento están completamente desarrolladas, el área de mantenimiento carece de una base de datos actualizada y detallada que centralice la documentación e información relevante. Asimismo, es evidente que no existe un sistema de alertas de mantenimiento que permita seguir el plan según los cronogramas establecidos, lo que ocasiona inconvenientes y costos innecesarios, tanto directos como indirectos. Como consecuencia, se incumplen los plazos de atención acordados, aumentan las quejas y persiste una continua falta de atención adecuada a los pacientes de este hospital.

Con base en esta descripción, es urgente desarrollar e implementar un plan de mantenimiento adecuado para garantizar que el equipo médico de un centro de atención sea

confiable y esté operativo cuando se requiera para procedimientos, diagnósticos, tratamientos y monitoreo de pacientes. Al mismo tiempo, un plan de este tipo prolonga la vida útil del equipo y optimiza los costos de propiedad.

Un plan de mantenimiento eficaz para equipos médicos requiere una cuidadosa planificación, gestión eficiente y la ejecución puntual de las tareas. En primer lugar, la planificación garantiza la asignación adecuada de recursos financieros, materiales y humanos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento de manera óptima. Optar por un enfoque correctivo puede generar múltiples complicaciones, ya que los costos resultan difíciles de prever.

Una reparación accidental y costosa de un dispositivo médico crucial puede generar serios desequilibrios en el presupuesto. Es esencial que los técnicos encargados del mantenimiento preventivo informen cualquier sospecha de mal funcionamiento, lo que contribuye a un sistema eficaz para abordar problemas potenciales y garantiza una planificación presupuestaria más precisa. Además, se debe monitorear continuamente la concordancia entre el presupuesto proyectado y los gastos reales, asegurándose de que sea suficiente para prevenir déficits financieros. En conjunto, la gestión del equipo técnico ha implementado un enfoque integral que combina inspecciones y mantenimientos preventivos con mantenimientos correctivos, tareas que suelen ser complejas de ejecutar en su totalidad (Flores, 2017).

No se han encontrado estudios que aborden las variables de este estudio a nivel regional o local, lo que resalta la importancia de llevar a cabo este trabajo sobre la sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos en un hospital de Lima.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes internacionales

Espinoza (2014) desarrolló una investigación titulada "Plan de atención para la certificación, funciones y calidad de los dispositivos médicos de cuidados intensivos comercializados por Corpomedica Cia Ltda", realizada en la Escuela Politécnica Nacional de Quito, Ecuador. En sus conclusiones, destaca que la implementación de un mantenimiento preventivo periódico reduce las interrupciones inesperadas, lo que incrementa la disponibilidad de los equipos. Esto no solo facilita la confirmación de diagnósticos y tratamientos más precisos, sino que también permite un conocimiento histórico de las fallas de los dispositivos. Este registro es fundamental, ya que la información recopilada optimiza la participación en la planificación del mantenimiento, especialmente en la elaboración de tablas de análisis de modos de fallas e impactos.

López (2017) en su estudio titulado "Diseño e implementación de un modelo de atención integral de gestión del Hospital Base de la Brigada Blindada de las Galápagos, aplicando la normativa orgánica del Ministerio de Salud Pública", se analizó el sistema de gestión del hospital de la Brigada de Caballería Blindada No. 11 "Galápagos" en Riobamba, Ecuador. La investigación concluyó que, tras la evaluación del sistema de gestión según la norma COVENIN 2500-93 "Manual de evaluación de sistemas de mantenimiento industrial", el hospital alcanzó un nivel de productividad del 45.2%. Este resultado se atribuye a fallas en el departamento de mantenimiento, las cuales impactan en la planificación y seguimiento de las actividades de mantenimiento preventivo. El estudio destaca que solo una minoría del personal de mantenimiento posee las competencias adecuadas para cumplir con las tareas asignadas, lo que afecta negativamente la capacidad de mantener los activos de manera eficiente. Además, se identificaron deficiencias en

la dirección de actividades de inversión importantes y en la regularidad con la que se realiza el mantenimiento. También se observó una demanda innecesaria de equipos, herramientas y materiales, lo que repercute en la efectividad del proceso de mantenimiento.

Pérez (2013) llevó a cabo un estudio titulado “Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Equipos Biomédicos en el Departamento Físico-Químico del Laboratorio de Salud Pública del Instituto de Salud de Nariño”, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. En su investigación, concluye que es necesario implementar un control hospitalario riguroso en el centro de salud, especialmente en lo relacionado con el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos. Asimismo, destaca la importancia del cumplimiento de las normas y protocolos por parte de las empresas estatales encargadas de la supervisión, tanto en lo referente a la seguridad de los pacientes como a los operadores y al personal de mantenimiento. Además, subraya que las empresas responsables deben contar con un historial documentado de los mantenimientos realizados para garantizar la calidad del servicio.

Primero et al. (2015) realizaron una investigación titulada “Manual para la Gestión del Mantenimiento Correctivo de Equipos Biomédicos en la Fundación Valle del Lili”, publicada por la Universidad Santiago de Cali, Colombia. En su estudio, concluyeron que la implementación de un protocolo adecuado de atención y la sistematización en los centros de salud permiten que un control efectivo de la atención genere resultados óptimos al centrarse en la prevención en lugar de la corrección. Además, definieron el daño potencial de los dispositivos biomédicos como aquellos problemas que no se pueden prevenir debido a la alta cantidad de dispositivos que pueden causar numerosas enfermedades.

Tenicota (2015) llevó a cabo un estudio titulado “Sistema de gestión del mantenimiento preventivo planificado de equipos críticos con la participación del personal del hospital general

docente de la provincia de Riobamba”. En este estudio, se propuso que el seguimiento adecuado del plan de mantenimiento, el plan de capacitación y el plan de mejora era factible. Uno de los hallazgos más críticos surgió de la auditoría interna de mantenimiento, que mostró una eficiencia del 49.94%, sugiriendo que la ejecución del plan de mantenimiento se basó en un análisis de fallas. El estudio identificó características clave de una buena gestión hospitalaria, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, como una eficiencia del 92% del personal y un 7,4% de productividad en la atención preventiva en neonatología del Hospital General Docente de Riobamba (HPGDR). Además, se desarrolló un plan de gestión que combina recursos, lo que ha permitido acortar el tiempo de implementación de las tareas preventivas.

1.2.2. Antecedentes nacionales

Astete y Palomino (2016) llevaron a cabo un estudio titulado “Plan de mantenimiento preventivo según lineamientos de la OMS para equipos biomédicos en unidades críticas del Hospital Regional del Cusco, 2016”, realizado en la Universidad de los Andes Cusco, Cusco - Perú. En sus conclusiones, los autores indicaron que el plan de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos en las unidades críticas del Hospital Regional del Cusco fue implementado siguiendo los lineamientos de la OMS. Este plan abordó las dificultades del mantenimiento preventivo mediante la aplicación de las normas de la OMS, considerando la criticidad de los equipos de acuerdo con su frecuencia de uso y estableciendo un cronograma anual de mantenimiento preventivo. Sin embargo, el estado actual de los equipos biomédicos en dichas unidades se encuentra por debajo de los estándares de la OMS. La usabilidad de los equipos es del 13,94%, lo que está muy por debajo del límite del 5% establecido por la OMS. La confiabilidad de los equipos biomédicos es del 88,05%, inferior al estándar mínimo del 95% requerido por la OMS. La disponibilidad de los equipos es del 88,50%, cifra que dista considerablemente del

estándar mínimo del 98% establecido por la OMS. Las pruebas realizadas indican que el rendimiento de los equipos biomédicos no cumple con los niveles porcentuales permitidos por la OMS, lo que compromete su funcionamiento óptimo.

Flores (2017) llevó a cabo un estudio titulado “Gestión del Programa de Mantenimiento de Equipos Biomédicos en el Servicio de Emergencia de la UCI del Hospital Nacional Sabogal Sologuren 2016” en la Universidad César Vallejo, Lima - Perú. En este estudio, concluyó que existía una disparidad significativa en el control del Plan de Atención de Equipos Biomédicos 2016 del Servicio de Emergencias del Hospital Alberto Sabogal Sologuren, evidenciada por un p-valor de 0,000 (menor a 0,05) y un U de Mann-Whitney de 65.000. Asimismo, se identificó una disparidad notable en el control financiero del Programa de Mantenimiento de Equipos Biomédicos en el Servicio de Emergencia del mismo hospital, con un p-valor de 0,002 (menor a 0,05) y un U de Mann-Whitney de 239.500.

Chávez (2010) llevó a cabo un estudio titulado “Sistema de Información para la Gestión, Seguimiento y Mantenimiento de Equipos Hospitalarios” en la Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú, en 2010. En su investigación, Chávez argumenta que el mantenimiento se ha convertido en un aspecto táctico crucial. En este contexto, el Hospital Central FAP busca mejorar sus capacidades y eficiencia mediante la implementación de técnicas y sistemas avanzados que favorezcan una gestión efectiva. La aplicación de un programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo no solo garantiza una vida útil prolongada del equipo, sino también la continuidad del servicio, y un elevado nivel de seguridad y confiabilidad. Como resultado, se observa una reducción significativa en los costos operativos.

Vásquez (2010) llevó a cabo un estudio titulado “La ingeniería electrónica y soporte vital en pacientes de cuidados intensivos” en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. El estudio

concluye que es imperativo explorar diversas formas de atención en el entorno de cuidados intensivos. Detalla el equipo necesario para monitorear los signos vitales y describe diferentes métodos de atención preventiva y correctiva, así como el uso y manejo de equipos médicos. Además, subraya la importancia de contar con un ingeniero eléctrico para desarrollar planes de mantenimiento y garantizar su efectividad.

Tena (2009) llevó a cabo un estudio titulado "Plan de Mantenimiento Preventivo de Equipos Biomédicos en el Hospital San Juan de Lurigancho – Lima". En este estudio, se establecieron los objetivos, lineamientos y prácticas del sistema de gestión de mantenimiento. Se definieron las actividades, estrategias y condiciones para el sistema de gestión propuesto. Con el propósito de optimizar la gestión de las actividades de mantenimiento, se identificaron los puntos clave, se presentaron los indicadores correspondientes y, finalmente, se elaboró un plan de implementación para la planificación de la gestión de mantenimiento, siguiendo los estándares CO-VENIN 2500-93 para sistemas de soporte en su área de operación..

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Establecer la sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo, de los equipos biomédicos en el Hospital de Lima.

1.3.2. Objetivos específicos

Objetivo específico 1: Medir la operatividad y disponibilidad de los equipos biomédicos del Hospital de Lima, antes de la sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

Objetivo específico 2: Medir la operatividad y disponibilidad de los equipos biomédicos del Hospital de Lima, después de la sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

1.4. Justificación

El informe proporciona una justificación sólida basada en razonamientos prácticos y teóricos para abordar las dificultades de los equipos y máquinas actuales. En el estudio, se implementó con éxito un plan de mantenimiento sistematizado, utilizando datos significativos para la recolección de información. Además, se consideraron otros eventos que influyeron en el desarrollo del proyecto. Desde una perspectiva académica, la justificación se centra en la aplicación de los conocimientos profesionales adquiridos en la carrera de ingeniería electromecánica. En términos económicos, la implementación del plan de prevención y mejora en el Hospital de Lima permitió una reducción significativa de costos.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Sistematizando el actual plan de mantenimiento preventivo y correctivo, se mejorarán la operatividad y disponibilidad de los equipos biomédicos en el Hospital de Lima.

1.5.2. Hipótesis específica

Hipótesis específica 1: La operatividad y disponibilidad de los equipos biomédicos en el Hospital de Lima, antes de la sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo es Semi-operativo.

Hipótesis específica 1: La operatividad y disponibilidad de los equipos biomédicos en el Hospital de Lima, después de la sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo es operativo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de Investigación

El mantenimiento se define como el seguimiento y control diario de edificios y componentes, tales como piezas y maquinaria, con el objetivo de garantizar una eficiencia óptima. Este proceso incluye una serie de tareas de mantenimiento y control necesarias para asegurar el buen funcionamiento general del sistema. Según Muñoz (2017), estas tareas abarcan edificios fijos y móviles, equipos y maquinaria, instalaciones industriales, comerciales, y servicios especiales, así como cualquier tipo de activo productivo.

El propósito del mantenimiento es múltiple: prevenir y reparar daños a los bienes; minimizar la gravedad de defectos inevitables; evitar paros innecesarios o interrupciones en el funcionamiento de las máquinas; reducir accidentes y mejorar la seguridad; conservar los recursos de producción en condiciones de trabajo seguras y predefinidas; reducir costos; y extender la vida económica del activo.

Un mantenimiento exitoso implica prolongar la vida útil de los componentes, mantener su rendimiento aprobado durante un período prolongado, y minimizar la cantidad de fallos o errores (Muñoz, 2017).

2.2. Aplicación de mantenimiento

El mantenimiento es fundamental en la industria, especialmente cuando las máquinas se dañan, las piezas fallan o los edificios se deterioran. La atención y el cuidado en estas áreas son cruciales para todas las industrias. Además, las tareas de mantenimiento, gestión energética y conservación son aspectos esenciales que suelen requerir especialización. Esta especialización a menudo minimiza la necesidad de subcontratar a terceros. Sin embargo, en muchos casos, las industrias deben recurrir a empresas externas para el mantenimiento de sus máquinas. Asimismo,

los empleados tienen la responsabilidad de mantener sus áreas de trabajo lo más limpias posible y de gestionar adecuadamente los insumos utilizados (Zambrano y Pérez, 2021).

2.3. Organización de mantenimiento

Ninguna planificación de mantenimiento puede considerarse completamente eficaz si no aborda adecuadamente los problemas cotidianos. El diseño del plan debe basarse en las experiencias y dificultades de los trabajadores involucrados. Las condiciones específicas de la empresa, ya sean eléctricas, químicas o mecánicas, deben ser fundamentales en la planificación del mantenimiento. Es crucial tener en cuenta que las condiciones que impactan el diseño de la empresa, como el mantenimiento y la adecuación de las tareas realizadas en cada momento, son de mayor relevancia.

Los espacios, oficinas y comercios dedicados al sector servicios son esenciales, ya que, en muchos casos, el área destinada a la reparación de maquinaria puede ser insuficiente. En una organización, la distribución del software también juega un papel importante. Este sector es consciente de la necesidad de una programación, planificación y evaluación diaria para mantener la eficiencia y las ganancias (Peñaloza, 2022).

2.4. Economía de mantenimiento

El mantenimiento es una tarea de gran importancia. La falta de funcionamiento de las máquinas y el consiguiente paro del personal aumentan los costos para la empresa y reducen significativamente la productividad. Sin embargo, los métodos de mantenimiento están en constante evolución. A medida que los niveles de mano de obra y compensación continúan aumentando, y con un número creciente de máquinas que requieren reparación, los costos asociados al mantenimiento de equipos también aumentan. Las empresas están dispuestas a invertir

grandes sumas para garantizar que sus equipos se reparen y vuelvan a operar con la mayor rapidez posible.

2.5. Políticas de mantenimiento

El seguro de mantenimiento debe abordar una amplia gama de incertidumbres, como el estado y el tamaño del área en mantenimiento. La supervisión de las condiciones varía en comparación con la de los trabajadores de mantenimiento calificados, ya que toda la operación se realiza de manera inmediata después de un evento inesperado. El área administrativa debe proyectar sus estrategias a futuro, elaborando directrices que se ajusten a la vida útil esperada en función de las actividades realizadas, al tiempo que se mantienen los costos bajo control.

2.6. Procedimiento y mantenimiento de trabajos asignados

En la mayoría de los casos de mantenimiento, los problemas surgen debido a notificaciones tardías del gerente de producción al área de mantenimiento, informando sobre fallas en el equipo, problemas con los repuestos, y detenciones en la producción. Estas notificaciones suelen requerir una acción inmediata para reanudar la producción.

Durante el trabajo de mantenimiento, se mantiene un control constante, y el personal debe seguir ciertas normas: (i) No se deben realizar tareas sin órdenes de trabajo. (ii) Una vez emitidas, las órdenes de trabajo se completan en su mayoría de manera digital, utilizando archivos de computadora para su posterior procesamiento. (iii) Además, el salario del personal de mantenimiento es fijo y varía según la implicación del equipo y la urgencia del impacto de la operación (Peñaloza, 2022).

2.6.1. Control de mantenimiento

Para elaborar un plan de mantenimiento óptimo, es esencial contar con una documentación adecuada, independientemente del tamaño del área de aplicación. Esta documentación incluye: (i)

Orden de trabajo: Es un requisito previo para realizar cualquier tarea de mantenimiento. (ii) Itinerarios: Definen la planificación de actividades y tiempos asignados. (iii) Gestión de inventarios: Controla la proporción y las unidades de productos, garantizando la disponibilidad de los stocks necesarios en el almacén. (iv) Costes laborales: Registra las horas trabajadas, las cuales pueden variar según la empresa; algunas utilizan sistemas automáticos para el registro, mientras que otras lo hacen manualmente. (v) Costos de materiales: Realiza un seguimiento periódico de los costos asociados al mantenimiento, incluyendo instrumentos, repuestos y horas de trabajo. (vi) Presupuesto: Estima los costos financieros requeridos para el mantenimiento. (vii) Registro de dispositivos: Lleva un inventario y control de los equipos utilizados.

2.7. Planificación y programación actividades de mantenimientos

Estas tareas son particularmente destacadas debido a que se llevan a cabo en diversos tipos de mantenimiento e implican una planificación y programación detalladas. La implementación de un servicio de mantenimiento requiere una planificación exhaustiva, independientemente del tipo de suscripción que se haya adquirido. En situaciones de emergencia, como la reparación de una manguera dañada, la organización del trabajo a menudo se realiza con una planificación mínima o informal. Sin embargo, la mayoría de los trabajos de mantenimiento son rutinarios y no requieren una respuesta de emergencia.

El tamaño y la complejidad de la planificación y del proyecto de mantenimiento dependen de la magnitud y estructura de la organización. El mantenimiento operativo se prevé en dos etapas principales: un plan general para prevenir futuras incidencias y una revisión diaria del plan en caso de emergencias.

En la mayoría de las industrias, se dispone de una variedad de máquinas y repuestos que se retiran en intervalos determinados para su inspección. Si es necesario, también se realiza una revisión más detallada de los equipos (Nieto, 2022).

2.7.1. Sistema de manejo computarizado de mantenimiento

Esta programación pone énfasis en la planificación, el enrutamiento, el control y la finalización de las órdenes de trabajo, abarcando los costos de materiales y mano de obra, así como el seguimiento de los tiempos de inactividad y otros gastos asociados. El área de registro del dispositivo es crucial, ya que el sistema accede a una amplia gama de información, como descripciones, números de serie, entre otros datos relevantes. Este registro es fundamental para la empresa, ya que documenta el momento de compra o reparación de los repuestos. Además, el sistema se conecta con el sector de Recursos Humanos para registrar las horas de trabajo dedicadas a cada tarea de mantenimiento en las diversas actividades diarias.

2.8. Tipos de mantenimiento

2.8.1. Mantenimiento correctivo

Este conjunto de tareas se refiere a la reparación y sustitución de piezas averiadas por repuestos, y se lleva a cabo cuando ocurre una falla. Este sistema se aplica a equipos de cierto grado de complejidad, que suelen contar con componentes electrónicos o donde las fallas no son predecibles. También se utiliza en procesos donde una parada de emergencia es necesaria por razones de seguridad. Además, se aplica a las máquinas que se consideran obsoletas según la fecha de creación indicada por el fabricante.

Las dificultades surgen durante el proceso de mantenimiento, ya que las fallas pueden ocurrir en cualquier momento, a menudo en el momento menos conveniente, precisamente cuando el equipo necesita funcionar con mayor eficacia. Además, algunos defectos pueden no ser

detectados de inmediato y afectan piezas que, si se hubieran reemplazado a tiempo, hubieran tenido un costo mínimo. Estos defectos pueden causar daños graves a otras piezas o componentes adyacentes que estaban en perfecto estado de almacenamiento y uso (Albertos, 2021).

Otra dificultad importante del sistema radica en la gestión del considerable capital invertido en repuestos, que debe ser cuidadosamente administrado por la organización responsable (Muñoz, 2017).

2.8.2. *Mantenimiento preventivo*

El mantenimiento preventivo implica un conjunto de tareas planificadas previamente que pueden incluir controles, inspecciones y reparaciones periódicas, con el objetivo de reducir la frecuencia y el impacto de las fallas del sistema.

Sin embargo, existen algunas desventajas asociadas a este enfoque. En primer lugar, el cambio innecesario de piezas puede ocurrir cuando, al alcanzar la vida útil de una pieza, se determina que la pieza reemplazada aún podría haber sido utilizada durante un período más largo. En algunos casos, el desmontaje de la máquina requiere el reemplazo de piezas menores que, aunque aún están en buenas condiciones, pueden ser reemplazadas a un costo menor que el desmontaje y montaje, lo que representa un ejemplo de sustitución o modificación prematura.

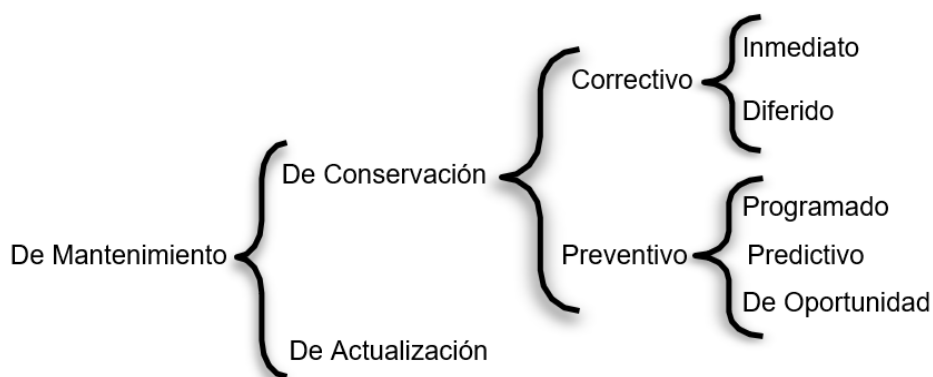
Además, durante el desmontaje y montaje de piezas nuevas, es posible que surjan problemas relacionados con la estabilidad, seguridad o regularidad de la operación inicial, afectando la efectividad del mantenimiento. Los costos de inventario también pueden ser elevados, a pesar de que el control se mantenga.

En cuanto a la mano de obra, el mantenimiento preventivo a corto plazo puede requerir una fuerza laboral intensiva y especializada para asegurar que los equipos se mantengan en funcionamiento de manera eficiente. Si el mantenimiento preventivo no se lleva a cabo

correctamente, puede provocar cambios en los tiempos de intervención establecidos, lo que podría deteriorar la calidad del servicio. La planificación para la implementación de este sistema debe incluir la determinación de qué piezas o elementos están cubiertos por el mantenimiento, la evaluación de su vida útil, la decisión sobre el trabajo a realizar en cada caso y la coordinación de acciones en grupo según sea necesario (Muñoz, 2017).

Figura 1

Mantenimiento, tipos y calificación.



2.9. Sistema de diagnóstico de mantenimiento

El objetivo del sistema es reducir la incidencia de cambios injustificados y problemas de comunicación, así como orientar al técnico de mantenimiento para abordar rápidamente el origen de cualquier contratiempo. En operaciones extensas, estos sistemas se utilizan para describir o mitigar las dificultades operativas y diagnosticar problemas en las máquinas. Además, almacenan datos y registros históricos sobre el mantenimiento de los equipos.

El mantenimiento a menudo enfrenta decisiones complejas al determinar el nivel adecuado de mantenimiento preventivo o predictivo para implementar la estrategia más eficaz. Sin embargo, si no se toman las precauciones adecuadas, pueden surgir costos excesivos en reparaciones o

pérdidas de tiempo. En general, un área de servicio no descarta su maquinaria a menos que esta se encuentre en condiciones críticas, por lo que se suelen adoptar diversas medidas preventivas para evitar problemas graves.

2.9.1. Análisis de fallas

2.9.1.1. Causas. Existen diversas causas de averías en las máquinas que están estrechamente relacionadas con el rendimiento del equipo. Entre estas causas se encuentran, en primer lugar, los fallos físicos, que incluyen aspectos como temperatura y presión. En segundo lugar, están los errores funcionales, que afectan las operaciones internas del equipo.

Para abordar estos errores, se han implementado soluciones que han permitido que la mayoría de los equipos sean utilizables nuevamente. Además de realizar inspecciones básicas, el personal operativo siempre verifica el funcionamiento del dispositivo para asegurar su correcta operación.

El análisis de fallas está estrechamente vinculado con la criticidad de las máquinas, que son codificadas para priorizar el mantenimiento preventivo según su nivel de importancia (Castillo, 2022).

Es esencial implementar un plan de seguridad en la fábrica que incluya la disponibilidad de repuestos, piezas de repuesto y materiales para los equipos más críticos.

2.9.1.2. Criticidad. Esta herramienta facilita de manera efectiva la toma de decisiones sobre qué máquina o área de la planta debe priorizarse para el mantenimiento. La criticidad se refiere a la identificación y catalogación de las máquinas según el grado en que cumplen con los objetivos de la planta. Las máquinas críticas son aquellas cuya avería podría comprometer la seguridad de los trabajadores, el medio ambiente, provocar paradas en la producción o generar un aumento significativo en los costos de mantenimiento.

El propósito de esta herramienta es promover una atención enfocada en la satisfacción del cliente y optimizar el uso de los recursos del departamento para realizar de manera precisa las tareas costosas. Para evaluar la criticidad en una planta, es necesario clasificar las características de las máquinas en una escala de cero a diez, teniendo en cuenta cada elemento (Castillo, 2022).

Los principios que guían la evaluación de la criticidad incluyen: seguridad, impacto ambiental, producción, costos, tiempo medio de reparación, frecuencia de fallas y calidad.

2.10. Toma de decisiones

En este puesto, se tiene la autoridad para tomar decisiones que garanticen el mejor desempeño de la empresa mediante la verificación de los datos de cada máquina, su historial y su criticidad, entre otros factores. Estas variables deben ser consideradas en las previsiones de mantenimiento, así como en la gestión de recursos, materiales y repuestos.

El responsable de mantenimiento debe liderar y acelerar el desarrollo general, asegurando que los recursos materiales y el personal estén debidamente capacitados. Su objetivo es maximizar la productividad y eficiencia para el cliente, proteger el medio ambiente y garantizar la seguridad de los empleados involucrados en el proceso. Es decir, el proceso de mantenimiento debe ser evaluado de manera continua para optimizar y mejorar el sistema de calidad y la integridad de la planta (Castillo, 2022).

2.11. Importancia del mantenimiento

El mantenimiento interno de la fábrica es crucial para la producción, ya que un equipo averiado implica la ausencia de ganancias. Todas las máquinas están sujetas a estándares de mantenimiento diseñados para garantizar una alta fiabilidad en la planta.

Durante el proceso de implementación, se reconoce que el mantenimiento implica desarrollar una relación sinérgica entre la máquina y el humano, generando beneficios positivos.

La supervisión y el seguimiento periódico son fundamentales para tomar las mejores decisiones basadas en variables técnicas.

El desempeño de la fábrica depende en gran medida de la calidad del mantenimiento aplicado a todas las partes del equipo. Es esencial anticiparse al futuro, planificar y programar el mantenimiento de manera integral, estableciendo tiempos precisos y optimizando el uso de repuestos y materiales para asegurar un excelente rendimiento. El enfoque del mantenimiento debe centrarse en la mejora continua y la prevención de fallas, promoviendo un diseño que fomente el trabajo en equipo y el aprendizaje constante, para responder de manera eficaz sin afectar la producción. En una empresa, el director de mantenimiento posee habilidades clave para garantizar que las operaciones de mantenimiento se realicen de manera adecuada y eficiente (Castillo, 2022).

2.12. Mantenimiento de mejora continua

La definición de calidad hoy en día se referencia principalmente en términos de medidas de mantenimiento y surgen ideas que mencionamos a continuación.

2.12.1. Mantenimiento productivo total (TPM)

Mantenimiento Productivo Total (TPM), también conocido como el sistema introducido en Japón, La calidad de su diseño está garantizada y los costos se reducen en industrias en constante cambio. Este método de mantenimiento se implementa para mejorar la calidad del sitio y mejorar las limitaciones asociadas con los trabajadores que trabajan junto al equipo. Dado que los trabajadores utilizan constantemente las máquinas, los operadores son quienes pueden detectar o detener el equipo; si los trabajadores están preparados, hay más posibilidades de prevenir daños.

Muchas causas de averías crónicas de las máquinas y/o fallos de los productos provienen de los empleados. Por lo tanto, es imperativo que los empleados estén debidamente autorizados y capacitados para detectar defectos (Cuatrecasas, 2020).

El personal experimentado del departamento de mantenimiento debe capacitar a los operadores para identificar las funciones de la máquina y evitar fallos de funcionamiento. Si hay una avería en la máquina y no se presta atención inmediata o no se detecta la avería, se debe a que el producto está incompleto y la operación logística en el momento de la entrega se retrasa. Para evitar averías, los conductores deben conocer su máquina para identificar un problema específico en caso de avería o informarlo al personal de mantenimiento (Moreira, 2022).

El objetivo de TPM es tener cero accidentes, defectos y fallas. Por lo tanto, TPM se basa en el personal y sus principales pilares son:

- Mejoras focalizadas: Aquellos que se enfocan en corregir el proceso productivo para mejorar la eficiencia de la planta. El cual busca introducir y promover un proceso de mejora continua para eliminar costos excesivos en el proceso productivo, lo que requiere el uso de herramientas analíticas que apoyen la eliminación radical de las dificultades.
- Mantenimiento autónomo: Se refiere a las tareas que deben realizar los usuarios de equipos para mantener su área de trabajo, máquinas, calidad del producto, seguridad y compartir información de su trabajo diario de la manera más precisa posible; esto es parte de TPM o desarrollo central.
- Control de los equipos: Se basa en toda la experiencia enfocada en máquinas de producción, se aplica en relación con la adquisición y/o fabricación de nuevas máquinas para aumentar su durabilidad; También se debe considerar la reducción del tiempo de mantenimiento mediante, entre otras cosas, un acceso eficiente, una mayor confiabilidad, facilidad de limpieza y un buen manejo del equipo. Reducir la cantidad de tiempo que la máquina está inactiva y no beneficia a la industria (Carreras, 2021).

2.12.2. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad MCC

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) se presenta por primera vez en un informe de F.S. Nowlan y H.F. Montón y publicado por el Departamento de Defensa de EE. UU. En 1978. En el que explica los métodos avanzados, luego modernos, utilizados para explicar los programas de mantenimiento de aviones comerciales. Después el desarrollo MCC ha sido ampliamente utilizado en diversas empresas y además ha sido limpiado y clarificado minuciosamente; estas mejoras se han incorporado en varios documentos de implementación y se han compartido entre empresas de todo el mundo y esta documentación es en gran medida coherente con los principios básicos de MCC desarrollados por Nowlan y Heap (Acuña, 2022).

Es un método utilizado para la formalización del sistema, pero también se aplica para asegurar que el activo físico funcione como lo desea el usuario en el entorno laboral. Esta estrategia de MCC establece que el mantenimiento respalda que el producto siga siendo apto para su propósito y garantiza que el rendimiento del activo se determine de acuerdo con las condiciones de aplicación y la capacidad y confiabilidad inherentes asociadas con el uso óptimo del equipo (Vásquez, 2021).

Se basa en análisis relacionados con la función que desempeña el activo, viendo la posibilidad de posibles fallas, luego cuestionar las formas o causas de la falla, conocer sus efectos y analizar los resultados. A partir de su cálculo se determinan los métodos más adecuados para la operación, asegurando su eficiencia técnica y conveniencia económica.

El MCC aborda las deficiencias de los métodos de mantenimiento típicos. Proporciona una definición de las necesidades reales de mantenimiento y la mejor perspectiva de las mismas, dado a incrementar el acceso a recursos para aumentar la confiabilidad del activo y permite determinar estrategias de mejora de mantenimiento; seguridad, capacidad de trabajo de los operadores,

medidas de mantenimiento utilizadas en caso de falla y para reducir su ocurrencia o mitigar sus consecuencias (Acuña, 2022).

El objetivo de la demanda internacional lo cumplió la norma, que creó los estándares básicos para que el proceso de análisis de fallas pudiera denominarse MCC, en 1999 se publicó la norma SAE JA 1011, y en 2002, la norma SAE JA 1012 estableció criterios suficientes que el método para llamarlos MCC no se ha probado, pueden ser manuales o instrucciones de procedimiento.

Para que mi centro de clientes sea óptimo es necesario dirigir la administración, y los recursos se detallan bajo los siguientes encabezados: Priorizar actividades y establecer objetivos; Planificación; Nivel de análisis y límites; Documentación técnica; Organización; Educación; El papel del software informático; Conjunto de datos; Implementación.

2.12.3. Pasos para realizar un mantenimiento preventivo

Debido a la importancia del mantenimiento preventivo para alargar la vida útil de las máquinas, el mantenimiento también debe ser en óptimas condiciones de funcionamiento, se han preparado diez pasos generales para lograr las operaciones de mantenimiento diario.

Los procedimientos suelen definir un patrón de tareas rutinarias para cada máquina. Su aplicación está determinada por las características específicas de cada máquina (Botero, 2021).

Estos procedimientos son los siguientes:

- Control de las condiciones ambientales: Comprobación de las condiciones ambientales donde se encuentra el dispositivo. Cuando todas las piezas y repuestos de la máquina sean cuidadosamente inspeccionados visualmente y con la ayuda de factores de medición para garantizar que se encuentran en perfecto funcionamiento y cumplen con las características técnicas y condiciones de montaje y uso. presentado por los autores. Los pasos utilizados en la evaluación

son: humedad (solo en equipos electrónicos), vibración mecánica (solo en equipos electrónicos), presencia de polvo, seguridad de la instalación y temperatura.

- Limpieza exterior completa: Tomar las medidas adecuadas para evitar por completo la suciedad, los residuos, el polvo, el moho, los residuos de hongos y el exterior de la máquina. Que puede incluir: - Limpieza exterior de aparatos con detergente exterior líquido, papel de lija, pasta detergente exterior. Limpieza de residuos con alta probabilidad de infección utilizando desinfectantes como bactericidas y virus no residuales o corrosivos en máquinas como centrifugas, microcentrifugas, bombas de infusión, analizadores de gases en sangre.

- Control externo del dispositivo: Explorar y analizar cuidadosamente la máquina, las piezas o repuestos que se muestran en la imagen, las piezas no retiradas, las cubiertas, etc., como mangueras, carcasas, cables de alimentación, enchufes, en busca de corrosión, impacto físico, desgaste, vibración, sobrecalentamiento, fatiga o rotura. fugas, piezas faltantes o una indicación que requiere sustituir aquellas piezas deterioradas o elegir el mejor curso de acción para el mantenimiento preventivo o correctivo.

- Limpieza interna completa: Evitar por completo la suciedad, los residuos, el polvo, el moho y los residuos de hongos, desde el interior de la máquina utilizando las medidas adecuadas, que puede incluir: Limpieza interna con limpiador de superficies líquido, lijas, limpiadores de superficies en pasta, etc.; Descontaminación de residuos con alta probabilidad utilizando desinfectantes como bactericidas y virus no residuales o corrosivos en máquinas como centrifugas, microcentrifugas, bombas de infusión y analizadores de gases en sangre; Limpiar tabletas, contactos eléctricos, enchufes, con limpiador de contactos eléctricos, aspirador, cepillo.

- Auditoría interna: Investigar y analizar cuidadosamente las piezas internas de la máquina y sus repuestos en busca de corrosión, impacto físico, desgaste, vibración,

sobrecalentamiento, fatiga, rotura, fugas, piezas faltantes u otros signos de piezas que requieran reemplazo. dañado o seleccionar la acción adecuada para el mantenimiento preventivo o correctivo.

- **Lubricación:** Lubricar de forma natural o a través del tanque, motores, bisagras, cojinetes y todas las juntas que lo requieran. Esto también se debe hacer al analizar el equipo y utilizar los aceites recomendados por el fabricante, etc.

- **Cambio de determinadas piezas:** La mayoría de las máquinas tienen ciertas piezas que se estropean mientras la máquina está en uso, por lo que se evita el desgaste de otras piezas o sistemas de la máquina. De los cuales tenemos embalajes, dispositivos de protección, carbón, etc. El reemplazo de estas piezas es un avance importante en el mantenimiento preventivo y se realiza durante una inspección.

- **Ajuste y calibración:** Durante el mantenimiento preventivo es obligatorio el ajuste y ajuste de las máquinas, ya sea ajuste o ajuste mecánico, eléctrico o electrónico. Durante la inspección interna y externa de la máquina, se considera lo explicado anteriormente y, si es necesario, se pone en marcha la máquina y se miden sus parámetros importantes para que estén de acuerdo con las normas aplicadas, los datos técnicos del creador o cualquier tipo de referencia para localizar falta de ajuste y ajuste. Finalmente, inevitablemente, se realiza un ajuste o ajuste, se pone en marcha la máquina y se miden los punteros (Sancho, 2023).

Visión general de la seguridad eléctrica

- **Revisión de seguridad eléctrica:** La realización de esta prueba depende del nivel de seguridad requerido de la máquina capturada.

- **Pruebas funcionales completas:** Además de las pruebas funcionales realizadas sobre las funciones anteriores, además de encontrar posibles errores en la máquina, es importante operar

la máquina con el conductor en todos sus modos de funcionamiento conocidos, lo que conducirá a una mejora del tratamiento. el técnico y el usuario, lo que hace que el usuario o el propio técnico tengan una exactitud constante de los fallos encontrados en el curso de su trabajo.

2.12.4. Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento debe permitir una visión sistemática del funcionamiento del área o servicio de mantenimiento en las empresas. El plan de mantenimiento debe conocerse como proyecto, lo que significa: secuencia de obras con objetivos definidos, fecha de inicio y finalización, disponibilidad de recursos, limitaciones impuestas durante el período (Bambarén y Alatrística, 2011).

Algunos trabajos de mantenimiento requieren habilidades técnicas como electricidad, electrónica, termodinámica; También deben tener nuevas relaciones, como el uso de recursos financieros, materiales y tecnológicos, así como el uso de recursos humanos. La herramienta de gestión permite, entre otras cosas, conocer el número de tareas técnicas o solicitudes de los usuarios de la máquina, el punto de partida del tiempo de la máquina y la disponibilidad de recursos.

2.13. Definición conceptual

- **Mantenimiento:** Esta es una tarea necesaria y muy importante en todas las industrias, por ello es importante mantener la disponibilidad de los equipos, edificios y servicios utilizados en las diversas áreas de la empresa, para su correcto funcionamiento, para obtener un retorno de la inversión, ya sean costes de máquina, material o personal.

- **Mantenimiento correctivo (MC):** Se trata de una variedad de reparaciones, se considera la más común en mantenimiento. La idea de mantener los equipos surge cuando se necesitan reparaciones. La reparación se realiza tras la orden de reparación de la máquina. El área

de mantenimiento realiza varias observaciones que toman en cuenta la gravedad y realizan las reparaciones necesarias. Hipotéticamente, el departamento de mantenimiento hará reparaciones correctivas sólo cuando sea necesario o cuando las máquinas ya estén averiadas.

- **Mantenimiento preventivo (MP):** Probablemente lo opuesto al mantenimiento correctivo. Esto se hace antes de que una máquina necesite reparación, lo que reduce la probabilidad de pérdida de producción. Dicho mantenimiento consiste en: diseño e instalación de maquinaria, inspección periódica de plantas y maquinaria para prevenir daños, mantenimiento frecuente, revisiones, inspección de maquinaria y adecuada limpieza, lubricación y pintura de edificación y maquinaria.

- **Plan de mantenimiento:** Un plan de mantenimiento se basa en una asociación de actividades de mantenimiento periódico que pueden o no estar en un grupo que cumple con un determinado criterio y que incluye algunas máquinas en el campo, generalmente no todas. Hay un gran número de máquinas que no se consideran sorprendentes desde el punto de vista preventivo y para las que económicamente es mejor implementar una política puramente correctiva. (Renovetec, 2020).

- **Calibración:** Para asegurar la precisión del dispositivo se realiza este proceso, en el que se mide el nivel de energía o parámetros de medición, luego se compara con los estándares establecidos, por el uso o desgaste se pierde esta cualidad.

- **Evaluación:** Es el valor del conocimiento, actitud y desempeño de una persona o servicio.

- **Desperfecto:** El momento en que no se satisfacen las necesidades funcionales o de seguridad o se produce una falla.

- **Falla:** Un evento o causa que interrumpe la capacidad de un dispositivo para realizar su función perfectamente o hace que deje de funcionar por completo.
- **Eficiencia:** Capacidad para realizar o completar tareas de manera adecuada.
- **Operatividad:** Funciona y da el efecto esperado.
- **Inoperatividad:** Que carece de capacidad o experiencia para actuar y lograr el efecto esperado.
- **Equipo biomédico:** Un dispositivo médico funcional y operativo que contiene múltiples sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos e hidráulicos y/o híbridos que requieren energía eléctrica para funcionar; Vienen con programas informáticos (software) diseñados para impedir que funcionen correctamente.
 - **Sistematización:** Es la provisión de un sistema u orden diseñado para garantizar que se logren los mejores resultados posibles de acuerdo con un objetivo final establecido
 - **Agitador de bolsas de sangre:** Es un dispositivo utilizado en laboratorios para combinar líquidos u organizar soluciones y suspensiones. Una batidora tiene una placa o superficie que vibra horizontalmente bajo la potencia de un motor eléctrico (Bravo, 2015).

Figura 2

Agitador de bolsas de sangre



- **Analizador bioquímico:** Es un equipo para estudiar diferentes químicos y nuevas propiedades en un número determinado de muestras biológicas, la ayuda es mínima. Estas mediciones de sangre y otros fluidos se utilizan para diagnosticar enfermedades.
- **Analizador hematológico automatizado:** Instrumentos utilizados para separar electrolitos séricos y mostrar el control de calidad estadístico de los datos de la memoria y doce puntos de calibración originales en menos de un minuto. Este dispositivo muestra los niveles de sodio, potasio y cloro que se encuentran en muestras de sangre total, suero o plasma.
- **Artroscopio:** Estos son dispositivos utilizados en cirugías comunes. Se basa en un fino tubo de fibra óptica con un sistema de iluminación y una cámara de vídeo que graba y retransmite en su propia pantalla. Este dispositivo se inserta en la articulación afectada a través de una incisión mínima para verla y encontrar la anomalía que causa la afección. (Operarme, 2015)

Figura 3
Artroscopio



- **Aspirador de secreciones:** Son dispositivos que se utilizan para succionar sangre, secreciones, aire o mocos de las cavidades del cuerpo humano. Su función principal es crear un

vacío con una bomba electromecánica que conecta al paciente a un tubo a través del cual se transporta la secreción a un recipiente de vidrio (Minsa, 1998).

- **Audiómetro clínico:** Es un dispositivo indispensable durante el examen de audición y lo utilizan principalmente los audiólogos. Este dispositivo es obligatorio en audiometría y también en acufenometría (Troncoso, 2023).

Figura 4

Audiómetro clínico



- **Autoclave o esterilizador de vapor:** También conocidas como “ollas a presión”, estos dispositivos se utilizan para esterilizar materiales y consisten básicamente en una resistencia eléctrica dentro de una cámara de esterilización, la cual al agregar agua hierve y produce vapor a una determinada presión y temperatura, esterilizando. de ahí los materiales que se encuentran dentro de la cámara. Los centros de esterilización y centros quirúrgicos también cuentan con otro tipo de autoclaves que requieren vapor que proviene de un generador eléctrico conectado al dispositivo o de una caldera en una central eléctrica a través de una red de tuberías (Minsa, 1998)

- Autoqueratorefractometro: Es un dispositivo diseñado para medir el estado óptico de los ojos y emitir una prescripción existente durante el examen. De esta forma, el experto recibe otra información importante sobre el comportamiento visual del paciente en estudio (Sanga, 2021).

Figura 5

Autoqueratorefractometro



- Balanza de pie con tallímetro: Es un dispositivo que se utiliza para precisar el peso de niños y pacientes adultos, ya que es regulable en peso.
- Balanza neonatal: Equipo que concede pesar a los recién nacidos (recién nacidos), ya que cuenta con un "plato" de forma especial sobre el cual se puede colocar al recién nacido.
- Baño maría: Es un dispositivo que consta de un tanque en el que se coloca agua destilada y se mantiene a una temperatura constante superior a la temperatura ambiente (normalmente 37 °C). Su finalidad es calentar muestras y sustancias a la temperatura indicada.
- Bilirrubinómetro: Un Bilirrubinómetro transcutáneo es un instrumento utilizado por personal médico o capacitado que de alguna manera reduce la necesidad de extraer sangre cuando

la piel de un recién nacido se vuelve amarilla debido al pigmento bilirrubina. El sensor de luz captura la luz emitida por la piel amarilla y luego cuenta la luz reflejada al nivel de la piel que no ha sido absorbida por la bilirrubina (Vargas, 2018).

Figura 6
Bilirrubinómetro



- **Bomba de infusión:** Es una máquina electrónica que permite alimentar la mezcla de nutrientes enterales a través de un sistema de bomba peristáltica programable a través de un tubo conectado al tracto digestivo (Renton et al, 2021).
- **Bomba de jeringa:** Este es un instrumento que se utiliza para administrar líquidos intravenosos que pueden contener antibióticos, anestesia regional, antiarrítmicos y agentes quimioterapéuticos. Estos dispositivos proporcionan un volumen de alta precisión y un movimiento ininterrumpido de pequeños volúmenes (60 ml) de potentes agentes farmacológicos, que normalmente se administran a una velocidad de 0,5 a 10 ml/h en el nivel de movimiento. También se utilizan para la hipernutrición o soluciones nutritivas espesas e infusiones epidurales (Potter et al., 2023).

Figura 7
Bomba de jeringa



- Cabina de seguridad biológica – cámara de bioseguridad: Maquinaria electrónica diseñada para mantener un área libre de partículas o potenciales contaminantes que alteren el producto o proceso en uso, alteren la salud del usuario o contaminen el medio ambiente. Son ideales para sellar jeringas creadas cuando se utilizan procedimientos experimentales con agentes biológicos como mezcla, centrifugación o mezcla. Adoptar un ambiente limpio es posible conectando dispositivos electromecánicos (motor, ventilador, filtro, conductos, iluminación, etc.) y procesos físicos (flujo laminar, diferencia de presión) (Ingeniarg, 2016).

Figura 8
Cabina de seguridad biológica



- Calentador: Es un aparato que permite calentar agua para tener agua caliente disponible en el edificio del centro o en las duchas o para alguna rehabilitación.
- Cama clínica eléctrica: Las camas eléctricas nos permiten ajustar la altura de esta cama y la posición del colchón según sea necesario, reduciendo el ciclo de la enfermera y el estrés físico del cambio de posición del paciente. Además de asesoramiento. Viene con accesorios y características de fábrica para ayudar a resolver todas sus necesidades, reduciendo la movilidad de los pequeños, aumentando los ingresos y promoviendo la movilidad a diferentes oficinas. Incluye cabecera con pies de cama desmontables, regulador para facilitar el descenso, soporte para exámenes radiológicos, báscula de cama, transformadores de aislamiento, pértigas y manijas de elevación y doble aislamiento. Habitualmente estas camillas se utilizan en ocasiones como camas de cuidados intensivos, en desastres, incluidas emergencias, cuando la demanda es muy alta de pacientes (Potter et al., 2023).
- Camilla ginecológica: Es una camilla sobre la que descansan las pacientes durante el tratamiento ginecológico o el parto
- Centrifuga de tubos: Una centrífuga de análisis crítico es un dispositivo basado en la fuerza centrífuga generada por un motor eléctrico para la centrifugación de muestras de sangre u orina. Las muestras se colocan en tubos de ensayo que se hacen girar a una velocidad máxima de 3000 rpm.
- Centrifuga para micro hematocrito: La centrífuga de microhematocrito es un dispositivo basado en la fuerza centrífuga generada por un motor eléctrico para centrifugar los capilares con una muestra de sangre. Las muestras se colocan en tubos capilares que se colocan en las ranuras de un disco giratorio que gira a un máximo de 12.000 rpm.

- **Colposcopio:** Básicamente, se trata de un microscopio exclusivamente diseñado para métodos ginecológicos para simplificar al especialista la observación del cuello uterino a través de la vagina e identificar áreas anormales. Por la investigación realizada el dispositivo se llama colposcopia, cuál es una forma eficaz de definir y evaluar el cáncer de cuello uterino, esto le permite ver el área donde se está produciendo la carcinogénesis cervical. También se realizan biopsias dirigidas y se determina la gravedad de las lesiones cervicales, como lo demuestra una prueba preliminar; por ejemplo, una prueba de Papanicolaou siempre es positiva (Nieto et al., 2022)

- **Compresora de aire:** Se trata de dispositivos que proporcionan aire a alta presión que se almacena y utiliza en otros procesos, como las unidades dentales.

- **Coagulómetro:** Es un dispositivo óptimo para autocontrolar el valor INR en sangre. Gracias al seguimiento garantizamos tu mayor estancia en tu área de tratamiento, lo que reduce el riesgo de sangrado y trombosis, ya que el periodo de estudio es de una semana. Sin embargo, algunos equipos requieren muestras de sangre. Dependiendo de la prueba, se pueden añadir diferentes factores de coagulación al plasma sanguíneo (Acasa, 2020).

Figura 9

Coagulómetro



- Cuna de calor radiante: Dispositivos electrónicos diseñados para proporcionar calor radiante a los recién nacidos para mantener su temperatura corporal entre 36-37°C. El interés de apoyar al recién nacido a mantener el equilibrio térmico se basa en asegurar un "ambiente termoneutral" para que su consumo de oxígeno y su metabolismo se mantengan bajos, así como las calorías y nutrientes consumidos, está destinado a la maduración, el desarrollo físico y el crecimiento (Cabero, 2021).
- Desfibrilador: Los dispositivos utilizados para la desfibrilación están diseñados para reanimar a una persona lesionada (Bravo, 2015).
- Destilador: Equipo de laboratorio utilizado para purificar agua ordinaria mediante procesos de evaporación y enfriamiento previamente controlados.
- Detector de latidos fetales de sobremesa: Es un instrumento utilizado en ginecología para diagnosticar a mujeres embarazadas, que utiliza tecnología de ultrasonido para registrar los latidos del corazón fetal.
- Dispensador automático de medios de cultivo: Es un sistema automático para dosificar medio plano o llenar placas con medios de cultivo, con una tasa de dosis alta. Es un paso necesario entre la preparación del medio y la detección y enumeración efectiva de microorganismos, distribuye y deja cultivos. placas en muy poco tiempo, lo que garantiza un medio de cultivo listo y fiable. El riesgo de contaminación se reduce porque la placa se sella con luz ultravioleta inmediatamente después del llenado (Varón et al., 2023).

Figura 10*Dispensador automático de medios de cultivo*

- **Ecobiometro:** Es un dispositivo que calcula el tamaño de la lente intraocular y determina cuál mejor se adecúa al tamaño del ojo y características personales de cada paciente. La biometría ocular es un método sencillo que se requiere a la hora de plantearse determinados procedimientos quirúrgicos con implantación de lentes intraoculares, como la cirugía de cataratas, la cirugía refractiva e incluso la cirugía de presbicia. El biometro de ultrasonido envía un haz de ultrasonido que atraviesa varias estructuras del ojo y crea un eco cuando llega a la retina. Estas estructuras tienen un eco particular. El ultrasonido cura a diferentes velocidades dependiendo de la densidad del tejido que atraviesa, por lo que cuanto mayor sea la densidad, mayor será la velocidad (Novovisión, 2018).

- **Ecógrafo:** Es un dispositivo de diagnóstico que se utiliza para realizar ecografías o ecografías. Que utilizan ondas sonoras de alta frecuencia para crear imágenes de órganos y estructuras dentro del cuerpo. Se considera principalmente una herramienta muy útil para controlar el desarrollo fetal durante el embarazo (Scardaccione, 2023).

- Electrobisturí: Es un bisturí que consta de un electrodo activo más pequeño, a menudo con la silueta de una aguja de alta frecuencia, y un electrodo neutro que consta de una placa de zinc. Se utiliza para cortar tejidos blandos y simultáneamente estimular la hemostasia.
- Electrocardiógrafo: Dispositivos utilizados para registrar las corrientes eléctricas producidas por el corazón.
- Electrocauterio: Es un pico formado por un alambre por el que circula una corriente eléctrica y cuya punta es un catéter fijado a una temperatura caliente.
- Equipo ablandador de agua: Se utiliza un descalcificador de agua con piscinas de resina. A través de esta resina fluye agua dura que contiene calcio y magnesio, este proceso se llama "intercambio iónico", iones duros en posiciones de intercambio de agua con iones blandos en piscinas de resina. Gira en agua blanda (Cabrera, 2022).
- Equipo de anestesia: Dispositivos diseñados para administrar una combinación de gases anestésicos y aire al paciente para mantenerlo vivo de modo que pueda respirar y detenerse cuando esté estable y pueda respirar naturalmente, es decir. bajo su propio poder.
- Equipo de calefacción para recién nacido: Es un dispositivo con función de fototerapia, diseñado para incrementar la temperatura de un recién nacido y/o realizar una sesión de fototerapia (tratamiento de la hiperbilirrubinemia). El uso de los dispositivos hace que los procedimientos rutinarios con el recién nacido sean más fáciles y cómodos para el especialista. El controlador proporciona la temperatura preestablecida automáticamente. El colchón se coloca sobre una mesa o sobre una cama equipada con bañera para bebés. Inmediatamente se debe colgar toda la unidad de control en la mesita de noche (Cabero, 2021).

Figura 11

Equipo de calefacción para recién nacido



- Equipo de electroterapia de corriente múltiples: Es un dispositivo que envía una corriente estimulante a través de electrodos (electrodos de vacío, electrodos autoadhesivos, electrodos de placa) al tejido tratado. Dependiendo del tipo de corriente y la elección de los parámetros (intensidad, frecuencia, tiempo de pausa, duración del pulso, forma del pulso), las corrientes estimulantes pueden causar tales resultados en el área de curación: supresión del dolor, estimulación de la circulación sanguínea. y mejora del trofismo, estimulación nerviosa, principalmente en la formación del nerviosismo y tratamiento de la parálisis, estimulación muscular para aumentar y mantener la masa muscular y eliminación de la tensión muscular e iontoforesis (Albornoz et al., 2022).

Figura 12*Equipo de electroterapia de corrientes múltiples*

- Equipo de fototerapia: Estos son dispositivos transmisores de luz con una longitud de onda de aproximadamente 420 a 500 nm y se utilizan para tratar la hiperbilirrubinemia. La hiperbilirrubinemia es una condición clínica del recién nacido caracterizada por una coloración amarillenta de la piel y los ojos (ictericia) debido al exceso de bilirrubina. Debido a la falta de procesamiento del hígado del recién nacido debido a la concentración de bilirrubina en sangre, se destaca como síntoma principal un aumento de la concentración de bilirrubina en sangre por encima de 5 mg/dl. Se compone de lámparas fluorescentes, lámparas halógenas de tungsteno o diodos emisores de luz (LED). Todas estas fuentes de luz filtran la radiación antes de emitirla porque utilizan niveles elevados que dañan los ojos y la piel. Las lámparas fluorescentes no necesitan filtros adicionales porque no transmiten radiaciones nocivas. porque medir la radiación infrarroja o ultravioleta emitida por los LED no tiene sentido. El efecto de la luz azul favorece la descomposición en componentes no tóxicos solubles en agua, que se suprimen completamente en el hígado y finalmente se eliminan por la orina (Vélez y Villarreal, 2022).

- Equipo de laparoscopia: Dispositivo que, con el apoyo de una lente óptica, aseguran la monitorización de la cavidad pélvico-abdominal mediante una fibra óptica, inicialmente emite luz para aumentar la luminosidad de la cavidad, mientras una cámara conectada a la misma lente nos muestra fotografías del interior. Este equipo nos permite realizar tanto procedimientos como sistemas quirúrgicos mínimamente invasivos para tratar o curar enfermedades. Esta herramienta utilizada se llama torre de laparoscopia y se ingresa al paciente a través de una incisión mínima (generalmente de 0,5 a 1,5 centímetros).

- Equipo de magnetoterapia: Equipos utilizados principalmente en clínicas y hospitales, ahora muchos son para uso doméstico. Dependiendo de la zona a tratar se utilizan de forma local o general en el cuerpo, adecuándose a la patología respectiva. Hay dos tipos: de alta intensidad, entre 100 y 8000 Hz, o de baja frecuencia (por debajo de 100 Hz). Generalmente se usan poco, pero hay casos en los que se usan tópicamente siempre y cuando la afección sea leve, aunque es crónica pero fácilmente tratable. El tiempo varía entre unos 60 minutos diarios y para procesos agudos con algunas sesiones de tratamiento de al menos 20 minutos, como artrosis, artritis u osteoporosis. Además de las altas frecuencias, tiene como objetivo tratar zonas localizadas, muy específicas y específicas de tejido blando y tejido superficial. No se utilizan para enfermedades crónicas y áreas en general, porque la baja frecuencia da mejores resultados para estos procesos. Los métodos de tratamiento de alta frecuencia son perfectos para enfermedades agudas o enfermedades asociadas con un trastorno del sistema nervioso (Hernández et al., 2022).

- Equipo de rayos X: Este dispositivo produce una radiación llamada rayos X, que puede usarse para diagnosticar órganos y huesos en ciertas áreas del cuerpo. Las diferentes partes del cuerpo humano tienen diferentes densidades de radiación.

- Equipo destructor de agujas: Se trata de un dispositivo que se utiliza para eliminar las agujas hipodérmicas y sus riesgos de infección, convirtiendo la aguja en un residuo de carbón libre de patógenos y que actúa como una barrera eficaz contra accidentes al utilizar un objeto cortante de alto riesgo biológico. Se utiliza en campos de la salud como policlínicos, bancos de sangre, hemoterapia, etc. (Ortega, 2020).
- Equipos de ultrasonido: Equipos de diagnóstico utilizados para producir ultrasonido en electromedicina. Los aparatos de ultrasonido se incrustan en el cuerpo hasta llegar a los distintos órganos que queremos estudiar, transmitiendo ultrasonidos que el oído humano no puede escuchar. Tras transmitirse a los órganos internos incita un efecto rebote, por el cual el ultrasonido regresa a nosotros en forma de imagen. Los especialistas deberían utilizar la ecografía para diagnosticar la condición del paciente con mayor precisión (Integralmed, 2019).

Figura 13

Equipo ecógrafo - ultrasonido



- Equipos de esterilización: Es un dispositivo que se utiliza para esterilizar materiales a alta temperatura (alrededor de 450°C) durante un tiempo programado. Normalmente, los materiales a esterilizar son metales resistentes al calor, como pinzas, porta gases, bastoncillos de

algodón, instrumentos, etc. El principio de funcionamiento es el calentamiento de aire frío en una cámara hermética, que circula por convección de abajo hacia arriba, repartiendo el aire caliente equitativamente entre los materiales a esterilizar.

- **Nebulizadores:** Dispositivos médicos electrónicos destinados a la administración de medicamentos recetados para el tratamiento de enfermedades respiratorias. Esto convierte el medicamento líquido en un aerosol (pequeñas partículas inhalables) que el usuario inhala a través de una mascarilla o boquilla. De esta forma, el fármaco se puede administrar de forma cómoda y sencilla, y llega directamente a las vías respiratorias, reduciendo los efectos secundarios, a diferencia de otros métodos de administración. Existen diseños donde se puede ajustar el tamaño de las partículas inhalables con un regulador según la patología respiratoria del usuario, asegurando que la dosis más alta de fármaco se deposite en cualquier zona del tracto respiratorio que necesite atención médica (Simón, 2019).

Figura 14

Equipo nebulizador



- **Espirómetro:** Un espirómetro es un pequeño dispositivo que mide la cantidad de aire exhalado mediante exhalación/exhalación forzada. Los especialistas suelen utilizarlo para

evaluar la capacidad pulmonar de un paciente. En caso de asma, problemas bronquiales o incluso problemas respiratorios relacionados con el tabaco, este dispositivo está diseñado para detectarlos de forma inmediata. Se han creado diversos tipos de espirómetros, ahora el espirómetro digital es el más buscado por su efectividad (De Girod, 2017).

Figura 15
Espirómetro



- Estufa de cultivo: Se trata de aislamiento térmico metálico y gabinetes internos, cuyo sistema de calefacción se controla exactamente a 54 grados, que pueden variar de 30 a 100 grados centígrados. También cuentan con control de tiempo por largos periodos que pueden variar hasta 12 horas.
- Glucómetro: Dispositivo creado con fines de evaluación que permite medir de forma efectiva e inmediata la concentración de glucosa existente en la sangre.
- Hemoglobinómetro: Equipo de laboratorio utilizado para determinar la concentración de hemo-globina en sangre. La hemoglobina es la encargada de distribuir oxígeno a diferentes partes del cuerpo y de sacar dióxido de carbono. de los pulmones Esta proteína, además

es responsable de mantener la forma normal de las plaquetas de los glóbulos rojos. El hemoglobinómetro lo utiliza un especialista de laboratorio (Minsa, 2022).

- Incubadora para bebés - incubadora para recién nacidos: Es un dispositivo que proporciona un ambiente atmosférico óptimo para proteger al recién nacido, previene en la medida de lo posible el funcionamiento de su inestable sistema de termorregulación, conserva energía y suficiente contenido de oxígeno.

- Lámpara Cialítica: Estos son los dispositivos encargados de mantener una iluminación óptima durante un procedimiento quirúrgico en el quirófano. Para mantener un alto nivel de técnicas de trabajo, especialmente con las nuevas técnicas de intervención profunda, se necesitan lámparas de alta luminosidad, sin calor, sin sombras y sin distorsión del color y temperatura reales.

- Lámpara de polimerización dental: Es una lámpara de expansión de ondas de transmisión de luz, que es cuando se endurecen los materiales fotopolimerizables que se utilizan en los consultorios dentales.

- Laringoscopio: Este es el dispositivo que se utiliza para realizar una laringoscopia. Este examen consiste en un examen visual del interior de la laringe, que se encuentra dentro de la glotis (laringe) y sus cuerdas vocales. Esta intervención es útil para identificar y delimitar las causas de las enfermedades respiratorias y de la voz. garganta, dificultad para tragar, obstrucción de las vías respiratorias y dolor en la garganta y los oídos. También puede ayudar a reconocer enfermedades de las cuerdas vocales.

- Limpiador a vapor para instrumentos quirúrgicos: Este es el dispositivo encargado de lavar el instrumental quirúrgico después de cualquier procedimiento. Esto se realiza en un baño de detergente y con agitación vigorosa, porque los chorros de vapor y aire se combinan a gran

velocidad, creando fuertes turbulencias bajo el agua. Con este tipo de limpiadores, tenemos que descomprimir y descomprimir los instrumentos. Aunque ambos limpiadores deben evitar la acumulación de instrumentos y la unión de materiales disímiles (Ateuves, 20).

Figura 16

Limpiador a vapor para instrumentos quirúrgicos



- Lavadora de microplacas: La lavadora Elisa es un dispositivo de laboratorio que se utiliza para lavar automáticamente microplacas o pocillos alineados. La lavadora utiliza dispositivos de inyección y succión para aspirar y distribuir automáticamente el líquido para lavar microplacas. Su tarea es eliminar todo exceso de sustancias una vez realizada la prueba. La lavadora contiene dos tanques; en uno se coloca en un tampón de lavado, mientras que en el otro se recogen las sustancias eliminadas por la tecnología Elisa (Barba, 2024).

Figura 17
Lavadora de microplacas



- **Lensómetro:** Un medidor de lentes es un dispositivo utilizado en oftalmología que calcula diferentes características de una lente, como el eje del cilindro, el centro óptico o su potencia, que son obligatorias para determinar si la prescripción prescrita es correcta o si es necesario cambiarla. Con este dispositivo, el oftalmólogo puede calcular la potencia actual de la lente, suponiendo que los rayos de luz inciden paralelos a su eje principal, lo que también asegura la inspección y marcado de lentes de contacto y lentes ópticas (Cadet, 2022).

Figura 18
Lensómetro



- Mesa metálica para operación quirúrgica: Este es un dispositivo utilizado por un especialista durante un procedimiento quirúrgico. Cabe destacar que esta mesa de operaciones debe ser firme y cómoda, con un cojín firme y una base electrohidráulica. Existen discos para diferentes tipos de discos, como el disco general y el disco traumático.
- Microscopio: El equipo utilizado en los laboratorios para analizar una muestra de sangre permite observar los componentes en una imagen de gran aumento, lo que permite leer glóbulos blancos, glóbulos rojos, plaquetas, etc. También se utiliza para analizar la orina e incluso detectar virus como el VIH o la hepatitis B.
- Módulo de tratamiento odontológico o unidad de tratamiento odontológico: Se considera unidad odontológica porque consta de varios dispositivos, todos integrados alrededor de un sillón reclinable, con el fin de extraer o tratar dientes.
- Pantalla de desfibrilación: Este es un dispositivo que puede aplicar una descarga eléctrica al corazón. A través de la pared torácica. Contiene sensores integrados que pueden distinguir el ritmo cardíaco de una persona, así como determinar cuándo desfibrilar y aplicar la fuerza de la descarga cada vez que sea necesario. Lo bueno de estos dispositivos es que son fáciles de usar, pero su alcance es mucho más amplio. Aíslan la frecuencia cardíaca del paciente utilizando electrodos adhesivos que pueden procesarla hasta un nivel normal. El dispositivo envía un mensaje al experto cuando la carga se encuentra en el momento adecuado. Tan pronto como el dispositivo envía una señal, el experto realiza la carga. Este dispositivo es capaz de aplicar una descarga eléctrica al corazón (Cristancho, 2022).
- Monitor fetal: Este dispositivo se utiliza para descubrir y monitorear la frecuencia cardíaca fetal y las contracciones uterinas. Esto se hace habitualmente de forma electrónica en un centro quirúrgico de maternidad.

- **Monitor multiparamétrico:** También llamado monitor cardíaco, se define como un dispositivo diseñado para contar los signos vitales del usuario para determinar su estado. Como su nombre indica, se basa en una pantalla, donde se reflejan en pantalla diversos indicadores vitales, como la saturación de oxígeno, dióxido de carbono, frecuencia respiratoria, presión invasiva y no invasiva, etc. Funciona de manera diferente para cada signo vital. Por ejemplo, para medir la frecuencia cardíaca, la actividad eléctrica del corazón se recoge mediante electrodos y se amplifica. Recoge y fortalece los movimientos respiratorios del tórax para reducir la frecuencia respiratoria. El dispositivo lee el pulso del paciente para determinar su nivel de oxígeno. En general, estos parámetros se controlan por separado en el monitor de constantes vitales. Si alguno de ellos puede estar por debajo o por encima de la edad normal del usuario o si hay alguna otra actividad adversa, la alarma se activará automáticamente para avisar a los expertos. Estas alertas pueden ser audibles y visuales y, por lo general, pueden silenciarse rápidamente en un intento de resolver el problema que ocurrió cuando se activaron. Esta monitorización de los signos vitales se realiza con mayor frecuencia en personas que están bajo anestesia, reciben medicamentos o necesitan una terapia establecida, cambios en la medicación o reemplazo de volumen, como un expansor de plasma (Sheridan, 2023).

Figura 19

Monitor multiparamétrico



- **Negatoscopio:** Un dispositivo con pantalla iluminada, compuesta por vidrio esmerilado y con iluminación en la parte trasera; Se colocan rayos X u otras placas encima para una mejor transparencia y una visión clara.
- **Oftalmoscopio:** Es un dispositivo médico con el que se ve más ampliamente el fondo del ojo del paciente, exactamente donde se encuentra la retina. Consta de varias lentes y espejos conectados a una fuente de luz que permite observar el interior del ojo. Este dispositivo se utiliza para realizar una oftalmoscopia, un examen ocular que examina el interior del ojo, el área que contiene la retina, el disco óptico, la coroides y los vasos sanguíneos. Con este dispositivo, el especialista revisa el ojo e indica si está en buen estado o presenta signos de enfermedad (De la Cruz et al., 2024)

Figura 20

Oftalmoscopio



- **Otoscopio:** Un otoscopio es un dispositivo utilizado en el campo médico para examinar el oído. Este dispositivo emite una luz que permite examinar el oído externo, el tímpano y también evaluar el oído medio. La función de foco también se utiliza para comprobar las fosas nasales (rinoscopia) y para comprobar la cavidad bucal y la faringe. Un otoscopio es un dispositivo indispensable para médicos de familia, pediatras y otorrinolaringólogos. Aunque a veces se piensa

que es sólo para pacientes humanos, no estamos lejos de la realidad. Los veterinarios también lo utilizan para evaluar los oídos de las mascotas (Sanagustín, 2018).

Figura 21

Otoscopio



- Oxímetro de pulso: Se trata de un dispositivo que calcula la saturación de oxígeno de la sangre de un paciente de forma indirecta, en lugar de hacerlo directamente mediante un análisis de sangre. La mayoría de los oxímetros son sensibles a los cambios en el volumen sanguíneo de la piel.

- Pantoscopio: Aparato utilizado para la ayuda del especialista en la evaluación de exámenes de ojos, oídos, nariz, garganta, ojos, otoscopio, laringoscopio, soporte universal, cargador de baterías y/o baterías, estuche y accesorios ayudan al especialista en el diagnóstico. El pantoscopio cumple los requisitos. Además de ser muy práctico, tiene muchas funciones porque nos permite examinar al paciente siempre que haya lesiones en aquellas partes del cuerpo a las que es difícil acceder por sí solo, porque este dispositivo ofrece sencillez y rapidez para optimizar la atención al paciente (Medmedic, 2023).

- Procesador automático de tejidos: Equipo utilizado para la deshidratación, presaturación e infiltración automática de muestras biológicas. El primero es ejecutado. sumergir la muestra en concentraciones crecientes de etanol; el segundo sumergió la muestra en xileno; y el tercero por inmersión en parafina líquida (Usón et al., 2023).

Figura 22

Procesador automático de tejidos



- Refrigerador de medicamentos: Son dispositivos electromecánicos que se utilizan para congelar o almacenar muestras, vacunas, medicamentos, etc. por debajo de la temperatura ambiente. La temperatura de la cámara o gabinete se reduce mediante un proceso termodinámico de gas freón que circula a través de tuberías de cobre.
- Retinoscopio: Dispositivo con un sistema de iluminación que permite colocar al paciente en el ojo; observar los reflejos existentes en el ojo y conocer el poder refractivo del paciente. Esto quiere decir que este dispositivo se basa en un sistema de iluminación muy sencillo, emite una franja de luz que ilumina la retina, el epitelio pigmentario y la coroides del ojo

examinado. En esta iluminación, es posible cambiar la dirección girando y su convergencia de convergente a divergente y viceversa (Sánchez, 2023).

Figura 23

Retinoscopio



- **Disco giratorio:** Es un dispositivo esencial para mezclar y agitar varios tipos de muestras en cualquier laboratorio biológico, clínico o industrial. Consiste en una unidad de motor eléctrico simple para accionar una plataforma móvil, cubierta, placa de identificación, rodillo, tambor u otra plataforma sobre la que se colocan las muestras, generalmente con un adaptador. La velocidad del motor es ajustable, lo que resulta en un movimiento de mezcla suave para una mezcla enérgica a altas velocidades. Los rotores están diseñados para rotar muestras horizontal o verticalmente en modelos ajustables para lograr inclinaciones en todos los ángulos intermedios. Muchos rotadores están controlados por microprocesador y ofrecen programación basada en funciones, pantallas digitales y alarmas (Mimeur, 2021).

Figura 24*Disco giratorio*

- Sierra para cortar yeso: Una sierra para yeso es un dispositivo electromecánico utilizado para cortar yeso y moldes de plástico después de la fijación y reparación ortopédica en hospitales, clínicas y salas de emergencia. Ofrece un corte rápido y seguro sin excesiva presión porque varían de 12.000 a 21.000 rpm (Jiménez et al., 2022).
- Tanque descalcificador de agua: Es un instrumento que ablanda el agua mediante un proceso de intercambio iónico para disminuir la acumulación de incrustaciones en instrumentos quirúrgicos y de laboratorio. El agua dura entra en contacto con perlas de resina sobresaturadas de iones. sodio (Na^+), rara vez están con iones de potasio (K^+). Las pequeñas perlas son responsables de excluir los minerales duros del agua en un proceso llamado "intercambio iónico". Si el agua está en el fondo del tanque, es blanda (Bautista et al., 2022).

Figura 25

Tanque descalcificador de agua



- Tanque de presión caliente: Este es un recipiente duradero de acero inoxidable para almacenar bolsas térmicas húmedas. Este instrumento está controlado por un termostato que asegura una temperatura terapéutica óptima, el cual se encarga de calentar las compresas húmedas a una temperatura constante, el calor permite que el tejido se estire y se estire mucho, especialmente cuando su temperatura sube entre 30-44. °C (Díaz y Berrenche, 2022).

Figura 26

Tanque de presión caliente



- **Tanque de compresas frías:** Es un dispositivo que se utiliza para enfriar compresas reutilizables de crioterapia o termoterapia a la temperatura adecuada para la aplicación de estas técnicas. Es enchufable y consta de un generador de acero inoxidable con estantes, bandejas o cajas para facilitar su refrigeración y manipulación. y radiadores que rondan los -17°C (Cagigao, 2021).

Figura 27

Tanque de compresas frías



- **Tanque de parafina:** Es un dispositivo electrónico que calienta cera de parafina de manera eficiente y continua, ofreciendo diferentes temperaturas desde 55°C hasta 70°C ; que te permite configurar la temperatura deseada, también incluye una función de protección térmica que mantiene la cera en estado líquido por más tiempo, lo que ofrece el mayor confort, su volumen es de 2000 ml, entonces podrás instalar una placa de seguridad que nos deje suficiente espacio para bajar los pies, los codos o las manos (De Oliveira, 2021).

- **Tensiómetro:** Es uno de los dispositivos más habituales para calcular la presión arterial. Se aplica una presión superior a la presión arterial sistólica a la altura del antebrazo, y tras

empujar la arteria, cuando la sangre deja de fluir, se desinfla lentamente. Durante este tiempo, se puede utilizar el estetoscopio para sentir cuando la sangre comienza a fluir nuevamente, la lectura del manómetro muestra la presión sistólica. Si no escuchamos el sonido del flujo sanguíneo, la lectura del manómetro muestra la presión diastólica.

- Termómetro de oído: Se trata de dispositivos electrónicos que utilizan radiación infrarroja para bajar la temperatura de la parte interna del canal auditivo. Se les conoce como termómetros vibratorios (Mayo Clinic, 2023).

- Tonómetro: Dispositivo diseñado para medir indirectamente la presión intraocular o tonometría. Es decir, es la presión que experimentan los fluidos del interior del globo ocular (líquido vítreo y humor acuoso) en su distribución sólida. El más utilizado es el tonómetro de aire: que se basa en dirigir un pequeño chorro de aire hacia la córnea con el objetivo de poder nivelarlo; calcular la presión del aire utilizada para aplanar la superficie corneal mostrará en última instancia el valor de la presión intraocular (Uribe y Uribe, 2021)

- Torre de videoendoscopia: Dispositivos compuestos por múltiples elementos de imagen y auxiliares conectados estratégicamente entre sí de manera conveniente para realizar exámenes y tratamientos endoscópicos. Como videogastroskopios, videocolonoskopios, procesador de imágenes digitales, fuente de luz, monitor y torre, que deben dimensionarse con precisión para acomodar todos los equipos pertenecientes a la torre de endoscopia. (Ladrón, 2021).

- Unidad de electrocirugía: Es un dispositivo que requiere energía de corriente alterna de alta frecuencia para cortar o coagular tejido biológico. Consta de un electrodo neutro o de retorno (placa de zinc) y un electrodo activo (Lápiz) (Soto y Gómez, 2023).

- Ventilador mecánico de volumen: Dispositivos electrónicos que son fáciles de mover y se utilizan para apoyar la ventilación alveolar a largo plazo en pacientes. Por lo general,

utiliza presión positiva para proveer gas a los pulmones a una frecuencia respiratoria y un volumen corriente normales a través de un tubo endotraqueal, un tubo de traqueotomía o una máscara. Incluye un sistema de control y señalización. Se pueden utilizar diferentes maneras de ciclismo y formas de ventilación. Hay ventiladores que funcionan con red eléctrica y/o con baterías internas/externas.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Este trabajo corresponde a un tipo de investigación aplicada porque se buscan aplicaciones prácticas (investigación aplicada) en el diseño o mejora de productos, procesos industriales o máquinas y equipos.

3.2. *Ámbito temporal y espacial*

3.2.1. *Ámbito temporal*

La presente investigación se desarrolla durante 15 de junio del 2021 al 15 de noviembre del 2022.

3.2.2. *Ámbito espacial*

Nuestra investigación se desarrolla en Lima.

3.3. Variables

3.3.1. *Variables independientes*

Sistematización del Plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos.

3.3.2. *Variables dependientes*

- Calidad en el funcionamiento de los equipos biomédicos
- Mejorar la eficiencia y eficacia con la que se realizará la sistematización del plan

de mantenimiento de los equipos biomédicos.

3.4. Población y muestra

3.4.1. *Población*

Por la naturaleza de la investigación, se establece como unidad de observación los equipos biomédicos, y como unidad de análisis la orden de trabajo de mantenimiento que producen los equipos biomédicos.

Toda la información será recogida de las Ordenes de Trabajo de Mantenimiento que generen el total de equipos biomédicos.

3.4.2. Muestra

La muestra de la población es de tipo probabilística, por cuanto cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser elegido.

Además, para seleccionar a los elementos de la muestra se utilizó un procedimiento aleatorio.

Para calcular el tamaño de la muestra se aplicó un nivel de confianza del 95% y un error muestral del 5% para ello usamos la formula correspondiente a tamaño de muestra para poblaciones conocidas con varianza desconocida

Siendo $N=12$

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

- N = Total de la población
- Z_{α} = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)
- q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)
- d = precisión (en su investigación use un 5%).

3.5. Instrumentos

Este proyecto de investigación utilizó una técnica observacional para estudiar variables funcionales y disponibilidad de equipos biomédicos. El instrumento contiene 18 ítems que miden las dimensiones del estudio. Se procede al análisis de datos: Operativo: 1 punto; Semi-operativo: 2 puntos; Inoperativo: 3 puntos.

3.5.1. Validez del cuestionario

Esta evaluación fue creada para medir la funcionalidad de los equipos biomédicos del Hospital de Lima. El cambio de alcance de la sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos del Hospital de Lima

3.6. Procedimientos

La variable de funcionalidad utilizó la siguiente información:

a. Información registrada en el formulario de orden de trabajo del Área de Servicio (OTM). La orden de trabajo contiene información general, por ejemplo: el nombre del solicitante, servicio u oficina.

La descripción del dispositivo incluye el nombre del dispositivo, la marca, el modelo, la serie y el código clave. Se detecta el estado original del dispositivo y se encuentra en funcionamiento, semifuncionando e inoperativo.

También una descripción del estado del equipo e información sobre el trabajo realizado. Esto culmina en conocer el tipo de trabajo a realizar, ya sea mantenimiento correctivo o mantenimiento preventivo.

b. El plan de mantenimiento fue sistematizado originalmente en Microsoft Excel 2010.

c. La base de datos fue programada con el programa Visual Basic.

d. Registro de fechas e identificación de equipos biomédicos de usos múltiples, independientemente de si fueron realizados antes o después de la sistematización, si están registrados en el sistema o no, la unidad o institución a la que pertenece, el tipo de atención o mantenimiento, las acciones a tomar, conclusiones, recomendaciones, repuestos utilizados o requeridos y el estado final de funcionamiento del dispositivo biomédico.

e. Para la variable disponibilidad se registró la siguiente información: Una fórmula definida por la cantidad de horas programadas para cada dispositivo biomédico menos las horas de funcionamiento reales entre las horas programadas:

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{Horas totales} - \textit{Hora por mantenimiento}}{\textit{Horas totales}}$$

3.7. Análisis de datos

La interpretación consiste en encontrar un significado más amplio y detallado de los principios importantes de la investigación. Por lo tanto, las variables destacadas en este estudio deben combinarse.

Para la tecnología de procesamiento y análisis de datos se utilizó el software estadístico (Statistical Package for the Social Sciences) versión 23, que permitió procesar y analizar variables a través de la presentación de estadísticas descriptivas e inferenciales, creando un vínculo de confiabilidad con los resultados obtenidos

IV. RESULTADOS

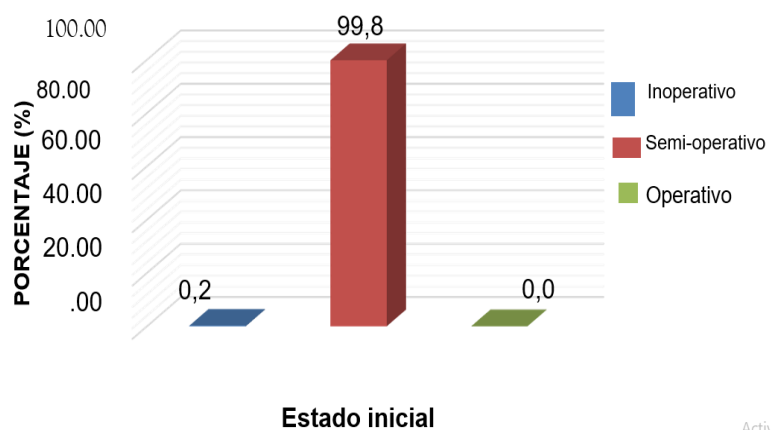
Tabla 1

Estado inicial de los equipos biomédicos de un Hospital de Lima

Estado Inicial	Frecuencia	Porcentaje (%)
Inoperativo	1	0,2
Semi-operativo	483	99,8
Operativo	0	0,00
Total	484	100,0

Figura 28

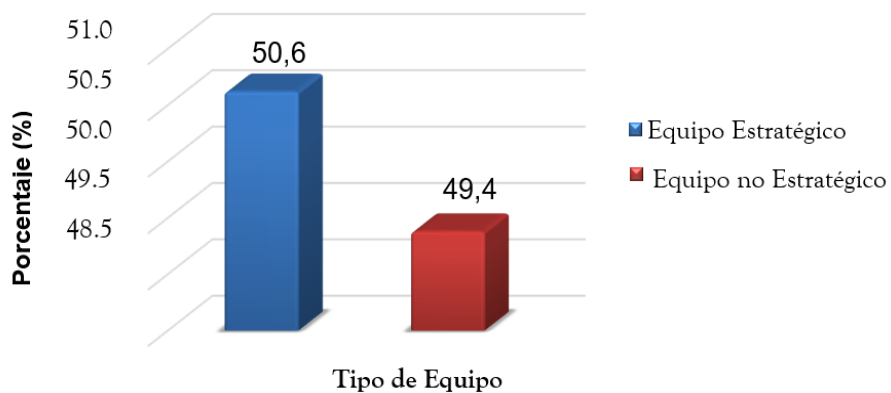
Estado inicial de los equipos biomédicos de un Hospital de Lima



Los resultados muestran el estado inicial de los equipos biomédicos antes de la Sistematización del Plan Mantenimiento de un Hospital de Lima. Se observa que el 99,8% los equipos se encuentran Semi-operativo

Tabla 2*Tipo de equipo biomédico de un Hospital de Lima*

Tipo de Equipo	Frecuencia	Porcentaje (%)
Equipo Estratégico	245	50,6
Equipo No Estratégico	239	49,4
Total	484	100,0

Figura 29*Tipo de equipo biomédico de un Hospital de Lima*

Los resultados muestran el tipo de equipo biomédico que tiene el Hospital, donde el 50,6% son equipos estratégicos y el 49,4% son equipos no estratégicos

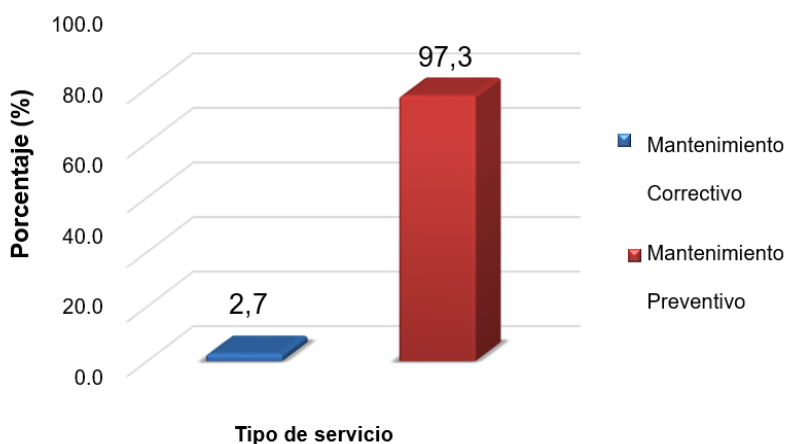
Tabla 3

Mantenimiento aplicado según tipo de servicio en equipos biomédicos del Hospital de Lima

Tipo de Servicio	Frecuencia	Porcentaje (%)
Mantenimiento Correctivo	13	2,7
Mantenimiento Preventivo	471	97,3
Total	484	100,0

Figura 30

Mantenimiento aplicado según tipo de servicio en equipos biomédicos del Hospital de Lima



Los resultados muestran el mantenimiento aplicado según tipo de servicio en equipos biomédicos de un Hospital de Lima, donde el 97,3% tienen un mantenimiento preventivo y sólo el 2,7% tiene un mantenimiento correctivo.

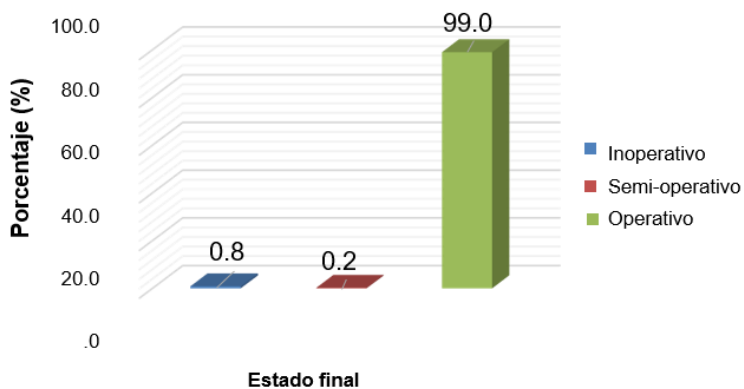
Tabla 4

Estado final de los equipos biomédicos de un Hospital de Lima

Estado Final	Frecuencia	Porcentaje (%)
Inoperativo	4	0,8
Semi-operativo	1	0,2
Operativo	479	99,0
Total	484	100,00

Figura 31

Estado final de los equipos biomédicos de un Hospital de Lima



Los resultados muestran el estado final de los equipos biomédicos después del plan de Sistematización. Se observa que el 99,0% los equipos se encuentran operativos.

Tabla 5

Valores resumen del nivel de disponibilidad en los equipos biomédicos de un Hospital de Lima

Puntaje	Momento	
	Disponibilidad pre-sistematización	Disponibilidad pos-sistematización
Media aritmética	88,53	92,59
Mediana	88,61	92,00
Moda	88,89	91,11
Desviación estándar	2,49	1,91
Coefficiente de variación	6,19	3,65
Mínimo	80,00	88,89
Máximo	97,78	98,67
Número	484	484
Prueba de T Student: 44.339	Valor p=0.000	

Los resultados muestran los valores del resumen del nivel de disponibilidad en los equipos biomédicos del Hospital de Lima donde la prueba de T Student es = 44.339, con nivel de significancia $p=0.000$, donde la media aritmética de la disponibilidad pre sistematización en los equipos biomédicos del Hospital de Lima del plan de mantenimiento preventivo y correctivo es 88.53% y la media aritmética de la disponibilidad post sistematización en los equipos biomédicos del Hospital de Lima del plan de mantenimiento preventivo y correctivo es 92.59%.

Tabla 6

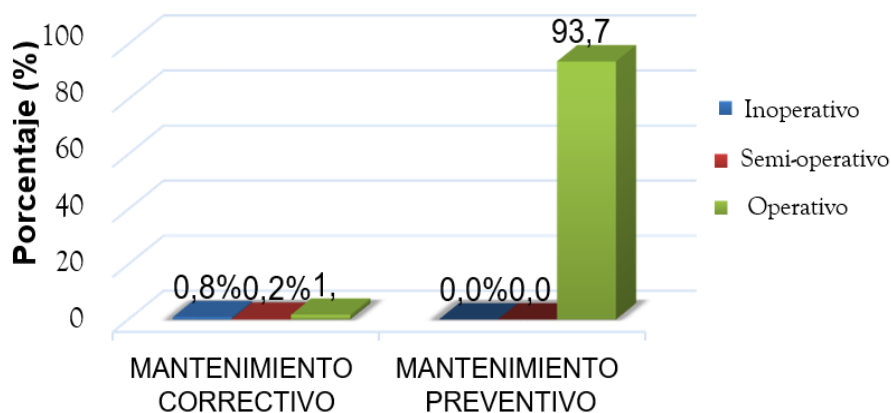
Equipos biomédicos del Hospital de Lima con la sistematización del plan de mantenimiento

Estado final del equipo	Momento					
	Mantenimiento correctivo		Mantenimiento preventivo		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%
Inoperativo	4	0,8	-	0,0	4	0,8
Semi-operativo	1	0,2	-	0,0	1	0,2
Operativo	8	1,7	471	93,7	479	99,0
Total	13	2,7	471	93,7	484	100,0

Prueba estadística X^2 : 183.045

Figura 32

Equipos biomédicos del Hospital de Lima con la sistematización del plan de mantenimiento



Los resultados muestran la prueba estadística del chi cuadrado es $x^2 = 183.045$, con nivel de significancia $p = 0.000$ y $gl = 2$, donde el 93,7% de la sistematización del plan de mantenimiento preventivo con el estado final de los equipos biomédicos del Hospital de Lima es operativo.

Tabla 7

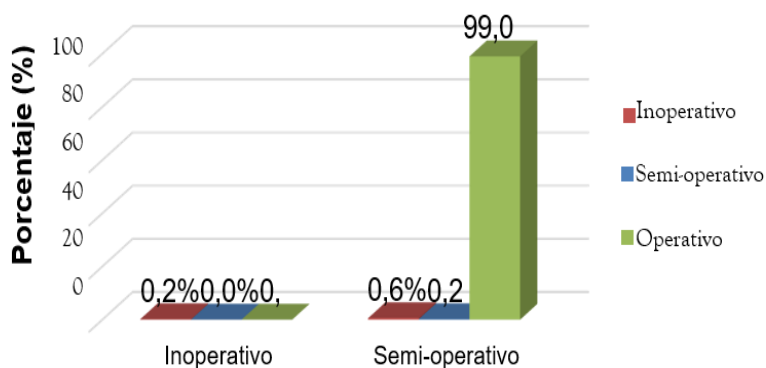
Equipos biomédicos del Hospital de Lima post sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo

Estado final del equipo	Estado inicial del equipo					
	Inoperativo		Semi-operativo		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%
Inoperativo	1	0,2	3	0,6	4	0,8
Semi-operativo	-	0,0	1	0,2	1	0,2
Operativo	-	0,0	479	99,0	479	99,0
Total	1	0,2	483	99,8	484	100,0

Prueba estadística X²: 120.248 Chi2 p = 0.000

Figura 33

Equipos biomédicos del Hospital de Lima post sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo



Los resultados muestran la prueba estadística de chi cuadrado es $x^2 = 120.248$, con nivel de significancia $p = 0.000$ y $gl = 2$, donde el 99,0% del estado inicial de los equipos biomédicos del Hospital de Lima es Semi-operativo con la post sistematización el estado final de los equipos biomédicos del Hospital de Lima operativo

Considerando los resultados obtenidos, el Hospital de Lima dispone de un sistema de mantenimiento de equipos médicos (OTM) que se registra y actualiza continuamente. Sin embargo, no se cumplen los horarios acordados, lo que provoca malestar y costos directos e indirectos menores. Esta situación lleva al incumplimiento del programa de mantenimiento establecido, genera un aumento en las quejas y, en ocasiones, afecta la calidad de la atención a los pacientes.

Estos hallazgos contrastan con otros estudios, como el de Flores (2017) en Lima, que indican que el tratamiento restaurativo suele ser problemático debido a la dificultad para calcular los costos asociados. En el caso de una reparación inesperada y costosa de un dispositivo médico crítico, se podría enfrentar una inestabilidad presupuestaria significativa. No obstante, estos problemas son predecibles en la medida en que los expertos responsables de la prevención reportan posibles fallos.

Para mitigar estos problemas, es fundamental establecer un procedimiento de resolución de problemas que incluya una planificación presupuestaria adecuada. La correspondencia entre el presupuesto previsto y los costos reales debe ser monitoreada y ajustada de manera rigurosa para evitar déficits presupuestarios. Además, en la gestión del personal, los expertos suelen encargarse de una combinación de tareas, que incluyen tanto trabajos de inspección y mantenimiento preventivo como tareas de mantenimiento correctivo.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio se centró en dos variables clave: la sistematización del plan de mantenimiento y la evaluación de la funcionalidad y usabilidad de los equipos biomédicos. Para analizar estas variables, se utilizó el Archivo de Orden de Trabajo Asistencial, una herramienta crucial empleada por el Hospital de Lima para gestionar y registrar todas las actividades relacionadas con el mantenimiento de equipos médicos.

El uso de esta metodología ofreció vari Los resultados muestran as ventajas significativas. En primer lugar, permitió una notable optimización en la ejecución del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos. La existencia de un registro detallado de las tareas realizadas y programadas facilitó una planificación más efectiva y una ejecución oportuna de las actividades de mantenimiento. Esto aseguró que el mantenimiento se realizara de manera eficiente y conforme a los tiempos establecidos.

Además, la implementación del Archivo de Orden de Trabajo Asistencial contribuyó a una gestión más eficaz de los recursos. Esto no solo mejoró la eficiencia del mantenimiento preventivo, sino que también elevó la calidad y seguridad de la atención médica proporcionada en el Hospital de Lima. En consecuencia, el estudio demuestra que una sistematización adecuada del mantenimiento puede tener un impacto positivo significativo en la operatividad y seguridad de los equipos biomédicos, beneficiando tanto al personal médico como a los pacientes.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1 Los equipos biomédicos del Hospital ubicado en Lima presentan un estado semi-operativo. Al analizar el tipo de equipo biomédico, se observa que la institución dispone de una amplia variedad de equipos estratégicos, y que el mantenimiento preventivo es el tipo de servicio predominante utilizado para su cuidado.
- 6.2 La elaboración y aplicación del plan de sistematización de mantenimiento ha llevado a una mejora significativa en el estado operativo de los equipos. Tras implementar el plan, se ha alcanzado una operatividad del 93.7% en los equipos con mantenimiento preventivo. Los resultados estadísticos, obtenidos mediante la prueba chi-cuadrado, muestran un valor de $\chi^2 = 183.045$, con un nivel de significancia de $p = 0.000$ y grados de libertad (gl) = 2, lo que confirma la robustez de los resultados.
- 6.3 La situación inicial de los equipos, que eran semi-operativos antes de la sistematización del plan de mantenimiento, ha cambiado drásticamente. Ahora, con la implementación del plan, la operatividad de los equipos ha aumentado al 99.0%. La prueba chi-cuadrado para estos resultados muestra un valor de $\chi^2 = 120.248$, con un nivel de significancia de $p = 0.000$ y $gl = 2$, evidenciando la efectividad del plan en la mejora del estado operativo de los equipos biomédicos.
- 6.4 En ese sentido, puede determinarse que, la sistematización del plan de mantenimiento ha demostrado ser altamente efectiva en mejorar la operatividad de los equipos biomédicos del Hospital de Lima. La transición de un estado semi-operativo a uno completamente operativo refleja el impacto positivo de un mantenimiento preventivo bien implementado, con una mejora significativa en la calidad y eficiencia de los equipos.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1 Para mejorar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos en el Hospital de Lima, se recomienda personalizar el enfoque combinando los tiempos de mantenimiento sugeridos por los fabricantes con las condiciones específicas de operación de cada equipo. Esto implica realizar un análisis exhaustivo de la carga de trabajo, el entorno operativo y las necesidades particulares del hospital. Incorporar técnicas de monitoreo continuo permitirá la detección temprana de fallos o desgastes, facilitando una intervención oportuna. Además, establecer un sistema de retroalimentación para ajustar el plan basado en la experiencia práctica del personal garantizará su adaptación y eficacia a lo largo del tiempo. Es decir, la mejora del plan debe integrar las recomendaciones del fabricante con un enfoque adaptado a las circunstancias del hospital, respaldado por una retroalimentación constante para asegurar la optimización continua
- 7.2 Para evaluar de manera efectiva los resultados y definir los tipos de mantenimiento aplicables a los equipos biomédicos del Hospital de Lima, es crucial llevar a cabo una revisión exhaustiva de los datos recopilados. Esto incluye un análisis detallado de las intervenciones realizadas, la frecuencia de mantenimiento y los equipos involucrados. Con base en esta revisión, se debe elaborar un plan de mantenimiento detallado en formato de Orden de Trabajo de Mantenimiento (OTM), que especifique claramente las tareas a realizar, los recursos necesarios, los tiempos estimados y las responsabilidades asignadas. Este plan debe ser comprensible y exhaustivo, con el objetivo de garantizar la eficiencia operativa, minimizar los tiempos de inactividad y asegurar la calidad y seguridad en los servicios de salud proporcionados.

VIII. REFERENCIAS

- Acasa, J. (20 de marzo de 2020). Coagulómetro: Definición, tipos y consejos para su uso. *Farmacia a casa*. <https://acortar.link/1G5F1N>
- Acuña, J. (2022). *Ingeniería de confiabilidad*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Albertos, M. (2021). *El mantenimiento industrial desde la experiencia*. Ediciones Universidad de Valladolid.
- Albornoz, M., Maya, J. y Toledo, J. (2022). *Electroterapia práctica. Avances en investigación clínica*. Elsevier Health Sciences.
- Astete, R. y Palomino, F. (2016). *Plan de mantenimiento preventivo bajo los lineamientos de la OMS de los equipos biomédicos de las unidades críticas del Hospital Regional del Cusco 2016*. [Tesis de pregrado]. Universidad Andina del Cusco. <https://acortar.link/CH4aDI>
- Ateuves. (15 de diciembre de 2015). Cuidado y mantenimiento de material quirúrgico. *Grupo Asís Biomedica*. <https://acortar.link/oa4Kjg>
- Bambarén, C. y Alatrística, S. (2011). *Mantenimiento de los establecimientos de salud. Una guía para la mejora de la calidad y seguridad de los servicios*. SINCO editores. <https://acortar.link/jFPs6A>
- Barba, M. (2024). Lavadora de Microplacas ELISA. *Bioser*. <https://www.bioser.com/productos/elisa-microplate-washer-1ud/>
- Bautista, J., Castillo, C. y Uscanga, R. (2022). *Elaboración de una modernización virtual de un sistema de automatización y control aplicado a una planta desmineralizadora de agua*. [Tesis de pregrado]. Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional “Adolfo López, Mateos” Zacatenco. <https://acortar.link/crM4wN>

- Botero, L. (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Universidad EAFIT.
- Bravo, B. (2015). *Gestión y apoyo al proceso de mantenimiento de equipos biomédicos de Proinsalud S.A.* [Tesis de pregrado]. Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/1592/1/91296.pdf>
- Cabero, M. (2021). *Manual práctico de clínica pediátrica*. Editorial Universidad de Cantabria.
- Cabrera, D. (2022). *Diseño y construcción de un sistema de tratamiento de agua, utilizada en la ESPOCH para uso de los equipos del laboratorio de procesos industriales*. [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20256>
- Cadet, C. (2022). *Breves conceptos, nociones y análisis básicos de la profesión de Óptico*. Tinta Libre Ediciones.
- Cagigao, Y. (2021). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de un centro de fisioterapia y rehabilitación física para público en general*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/14718>
- Carreras, M. (2021). *Lean Manufacturing. Herramientas para producir mejor*. Ediciones Diaz de Santos S.A.
- Castillo, R. (2022). *Ajuste, puesta en marcha y regulación de los sistemas mecánicos*. IC Editorial.
- Castillo, R., Prieto, A., y Zambrano, E. (2013). Elements of maintenance management in public institutions of higher education Cabimas Municipality. *Negotium. Revista Científica electrónica de ciencias gerenciales*, 25(9), 55-85. <https://acortar.link/Vw9qo7>

- Chávez, V. (2010). *Sistema de información para el control, seguimiento y mantenimiento del equipamiento hospitalario*. [Tesis de pregrado]. Universidad Ricardo Palma. <https://acortar.link/OcJW5H>
- Cristancho, W. (2022). *Fundamentos de fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica*. Editorial El Manual Moderno Colombia.
- Cuatrecasas, Ll. (2020). *Manual de organización e ingeniería de la producción y gestión de operaciones*. Profit Editorial.
- De Girod, M. (20 de febrero de 2017). Espirómetro: para qué sirve. *Girodmedical*. <https://acortar.link/YqDkKI>
- De la Cruz, E., Hernández, J., Ramírez, J. y Carbajal J. (2024). Desarrollo de un oftalmoscopio electrónico de bajo costo y portátil: Fase de prototipo físico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 9766-9776. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12115
- De Oliveira, I. (2021). *Biotecnología industrial*. Editora Blucher
- Díaz, V. y Berrenche, R. (2021). *Acondicionamiento térmico de los edificios*. Nobuko.
- Espinoza, E. (2014). *Plan de mantenimiento para la certificación, funcionamiento y calidad de equipos médicos de cuidado crítico comercializados por la empresa CorpoMédica Cia Ltda*. [Tesis de pregrado]. Escuela Politécnica Nacional. <https://acortar.link/FnerEI>
- Flores, W. (2017). *Gestión de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el servicio de emergencia UCI del Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren 2016*. [Tesis de maestría]. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23631>
- Hernández, D., Clarett, M. Silva, N., Montiel, N., Félix, N., García, D., Peralta, F., Argento, F., Breliz, L. y Zanier, M. (2022) *Técnicas kinésicas y rehabilitación. Una mirada integral basada en la evidencia y orientada a la práctica clínica*. Eudeba

- Ingeniarg S.A. (19 de marzo de 2019). Funcionamiento de las cabinas de bioseguridad. *Ingeniarg Blog*. <https://acortar.link/fRTOIL>
- Integralmed. (2 de setiembre de 2019). ¿Qué es un ecógrafo? *Integralmed Equipamiento médico*. <https://integralmed.com.ar/que-es-un-ecografo/>
- Jiménez, D., Murcia, M., Rodríguez, L., Gonzáles, S. y Florez, C. (2022). Revolución tecnológica en ortopedia, fisioterapia y medicina del deporte más que una necesidad. *Scientific & Education Medical Journal*, 5(2), 160-189. <https://acortar.link/ew6h53>
- Ladrón, J. (2021). *Pliego de prescripciones técnicas para el suministro de una torre de endoscopia para el servicio de ORL del Hospital Bidasoa perteneciente a la OSI Bidasoa*. Zuzendaritza Nagusia. <https://acortar.link/8o5anq>
- López, L. (2017). *Diseño e implementación de un modelo de gestión integral de mantenimiento para el Hospital Básico de la Brigada Blindada Galápagos, aplicando el Estatuto Orgánico del Ministerio de Salud Pública*. [Tesis de maestría]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://acortar.link/meEA4s>
- Mayo Clinic (11 de enero de 2023). Termómetros: Comprender las opciones. *MayoClinic.org*. <https://acortar.link/u0efCE>
- Medmedic. (27 de noviembre de 2023). Pantoscopio: La visión integral en el diagnóstico médico. *Medmedic*. <https://medmedic.pe/2023/11/27/pantoscopio/>
- Mimeur, R. (2021). *Electromecánica de precisión*. Reverte.
- Minsa. (1998). *Guía de acciones preventivas de mantenimiento para centros y puestos de salud*. Programa de fortalecimiento de servicios de la salud. Ministerio de Salud. <https://acortar.link/WVtf5H>

- Minsa. (2022). *Guía Técnica: Procedimiento para la determinación de la hemoglobina mediante hemoglobínómetro portátil*. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. <https://acortar.link/0HikIn>
- Moreira, O. (2021). *Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecánico industrial en una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil*. [Tesis de maestría]. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22961>
- Muñoz, B. (2016). *Mantenimiento industrial*. Universidad Carlos III de Madrid. <https://acortar.link/MLBMAI>
- Nieto, A., Cscates, P. y Quiñonero, J. (2022). *Obstetricia y Ginecología*. Elsevier Health Sciences.
- Nieto, E. (2022). *Mantenimiento industrial práctico (2a ed.)*. Fidestec.
- Novovisión (19 de diciembre de 2018). Biómetro óptico. ¿Qué es y para qué sirve? *Novovisión Clínica oftalmológica*. <https://acortar.link/fNSTFi>
- Operarme. (27 de octubre de 2015). ¿Qué es un artroscopio y para qué sirve? *Operarme Especialistas en Cirugía*. <https://acortar.link/9Ue1rj>
- Ortega, G. (2020). *Importación de equipo de laboratorio clínico: Destructor de agujas y jeringas hipodérmicas portátil procedente de la India para su comercialización a centros clínicos en Lima Metropolitana*. [Tesis de pregrado]. Universidad de San Martín de Porres. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/7374>
- Peñaloza, G. (2022). *Mantenimiento industrial aplicado*. Imaginante editorial.
- Pérez, D. (2013). *Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos en la sección fisicoquímica del laboratorio de salud pública perteneciente al Instituto Departamental de*

- Salud de Nariño*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Nariño.
<https://sired.udenar.edu.co/2168/>
- Potter, P., Perry, A., Stockert, P. y Hall, A. (2023). *Fundamentos de enfermería*. Elsevier Health Sciences.
- Primero, D., Díaz, J., García, L., y Gonzáles, A. (2015). Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la Fundación Valle del Lili. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 9(18):81-87. <https://acortar.link/ihzBph>
- Renovetec (1 de diciembre de 2020). El plan de mantenimiento. *Blog energía*.
<https://acortar.link/rSzTpg>
- Renton, S., McGuinness, C. y Strachan, E. (2021). *Procedimientos de enfermería clínica*. Elsevier España, S.L.U.
- Sanagustín, A. (2018). ¿Qué son los otoscopios y para qué sirven? *Blog de medicina, psicología y salud*. <https://acortar.link/oFVFye>
- Sánchez, P. (2023). *Labor del optómetra en el tiro olímpico de precisión*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/63098>
- Sancho, J. (2023). *Montaje y mantenimiento mecánico*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Sanga, J. (2021). *Sistematización del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos del Hospital Regional Moquegua, año 2019*. [Tesis de pregrado]. Universidad José Carlos Mariátegui. <https://acortar.link/58jrer>
- Scardaccione, M. (2023). *Manual para técnicos en anestesiología Volumen II*. Editorial Autores de Argentina
- Sheridan, S. (2023). *Sistema de monitoreo de señales vitales*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Nordeste. <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/52241>

- Simón, B. (marzo de 2019). ¿Qué es un nebulizador y cuándo debe utilizarse? *El blog de la Fisioterapia Respiratoria*. <https://www.fisiorespiracion.es/blog/nebulizador/>
- Soto, O. y Gómez N. (2023). Estudio de rinofima tratado con electrocirugía de alta frecuencia: reporte de 20 casos. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 21(3), 221-227. <https://acortar.link/YaHK2M>
- Tenicota, A. (2015). *Sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos que interviene el personal propio del Hospital Provincial General Docente Riobamba*. [Tesis de maestría]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4415>
- Troncoso, R. (2023). *Audiometría: Procedimientos e interpretación*. Ediciones UC
- Uribe, A. y Uribe, D. (2021). *Manual para el examen físico del normal y métodos de exploración*. Corporación para investigaciones Biológicas CIB.
- Usón, A., Fernández, N. y Hernández, J. (2023). *Manual del técnico de anatomía patológica y citodiagnóstico*. Amazing Books
- Vargas, P. (5 de mayo de 2018). Bilirrubinómetro transcutáneo. *Consultorios Médicos Paitilla*. <https://acortar.link/JAmhPr>
- Varón, M., Ocampo, M., Gallego, J., Ángel, L., Romero, S., González, Y. y Becerra, L. (2023). *Manual de laboratorio en microbiología general*. Universidad de Tolima.
- Vásquez, E. (2021). *Mantenimiento Centrado en la Realidad*. Independently Published.
- Vásquez, J. (2010). *La Ingeniería Electrónica y el Soporte de los signos vitales en pacientes de unidades de cuidado intensivo*. [Tesis de pregrado]. Universidad Ricardo Palma. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/73>

Vélez, P. y Villarreal, J. (2022). Fototerapia neonatal: Vigilando la dosis óptima. *Revista Ecuatoriana de Pediatría*, 23(3), 174-182. <https://doi.org/10.52011/169>

Zambrano, J. y Pérez, J. (2021). Estudio de la aplicación del mantenimiento predictivo en motores diésel en la provincia de Manabí. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 4(8), 96-116. <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespdic.0053>