



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional**

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Recibo de pago N° 904105

Visto el Informe N° 256-2025-PIEO-UI-FIMEE-UNSLG, emitido la operaria del sistema de antiplagio se emite la siguiente constancia:

**N° 244-2025**

## **CONSTANCIA**

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **Tesis** cuyo título es:

**“INSTAURACIÓN DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL HOSPITAL SOCORRO DE ICA”**

Presentado por:

**POICON BLANCO, JESUS ALBERTO**

**BACHILLER** de la Facultad INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA – Escuela Profesional de INGENIERÍA ELECTRÓNICA. El resultado obtenido es un porcentaje de SEIS POR CIENTO (6%), por el cual se le otorga el calificativo de:

**APROBADO**

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 18 de Agosto del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
  
Dr. José Luis Bonayre Pasosche  
DIRECTOR DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA



**Instauración de un Modelo de Mantenimiento para Equipos  
Biomédicos del Hospital Socorro de Ica**

Línea de investigación

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

**INFORME FINAL DE TESIS**

Autor:

**JESUS ALBERTO POICON BLANCO**

**Ica, Perú**

**2025**

Dedicatoria

A mis padres por su apoyo y  
dedicación durante todas las  
etapas de mi vida.

Agradecimientos

A mis padres por su apoyo incondicional,

A mi esposa por su paciencia.

A mi hija por ser un motivo más para crecer.

## Índice

Dedicatoria	2
Agradecimientos	3
Índice	4
Índice de tablas	6
Índice de figuras	7
Resumen	8
Abstract	9
CUERPO DEL INFORME FINAL	
Capítulo I: Introducción	10
1.1. Descripción De La Realidad Problemática	10
1.2. Justificación E Importancia De La Investigación	11
1.2.1 Justificación De La Investigación	11
1.2.2 Importancia de la Investigación	12
1.3 Antecedentes De La Investigación	14
1.3.1. Antecedentes Internacionales	14
1.3.2 Antecedentes Nacionales	17
1.4 Justificación E Importancia	21
1.5 Finalidad de la Investigación	21
1.6 Bases Teóricas	22
1.6.1 Mantenimiento (X)	22
1.6.2 Mantenimiento Preventivo (X1)	22
Capítulo II Estrategia Metodológica.	26
2.1. Diseño Metodológico	26
2.2. Población y Muestra	26
2.2.1 Población	26
2.2.2. Muestra	27
2.3. Técnicas de Recolección de Datos	27
2.4. Técnicas para el Procedimiento de la Información	27
Capitulo III: Resultados	29
3.1 Resultados	29
3.2. Contrastación de Hipótesis	36
Capítulo IV: Discusión	40
4.1. Discusión	40
Capitulo V: Conclusiones	43

Capitulo VI: Recomendaciones	44
Bibliografía	45
Anexos	47

## Índice de Tablas

Tabla 1. Mantenimiento	29
Tabla 2. Mantenimiento preventivo	30
Tabla 3. Mantenimiento predictivo	31
Tabla 4. Mantenimiento correctivo	32
Tabla 5. Eficiencia	33
Tabla 6. Disponibilidad	34
Tabla 7. Rendimiento	35
Tabla 8. El mantenimiento y la eficiencia	36
Tabla 9. El mantenimiento preventivo y la eficiencia	37
Tabla 10. El mantenimiento predictivo y la eficiencia	38
Tabla 11. El mantenimiento correctivo y la eficiencia	39

## Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Mantenimiento	29
<i>Figura 2.</i> Mantenimiento preventivo	30
<i>Figura 3.</i> Mantenimiento predictivo	31
<i>Figura 4.</i> Mantenimiento correctivo	32
<i>Figura 5.</i> Eficiencia	33
<i>Figura 6.</i> Disponibilidad	34
<i>Figura 7.</i> Rendimiento	35
<i>Figura 8.</i> El mantenimiento y la eficiencia	36
<i>Figura 9.</i> El mantenimiento preventivo y la eficiencia	37
<i>Figura 10.</i> El mantenimiento predictivo y la eficiencia	38
<i>Figura 11.</i> El mantenimiento correctivo y la eficiencia	39

## Resumen

La presente tesis desarrolla un modelo de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos biomédicos del Hospital Socorro de Ica, con el objetivo de garantizar su disponibilidad operativa, prolongar su vida útil y optimizar la calidad del servicio asistencial. La investigación parte del diagnóstico de la situación actual del parque biomédico, donde se identificaron deficiencias en la planificación, ejecución y seguimiento de las labores de mantenimiento, así como la falta de personal capacitado y protocolos técnicos estandarizados.

La propuesta metodológica se basa en un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y diseño no experimental, apoyada en el análisis de registros técnicos, entrevistas a personal de mantenimiento y revisión normativa nacional e internacional sobre gestión tecnológica hospitalaria. El modelo propuesto contempla un sistema de gestión basado en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), la categorización de los equipos según criticidad, la implementación de hojas de vida técnicas, cronogramas de mantenimiento y el uso de indicadores de desempeño (MTBF, MTTR y disponibilidad).

Los resultados muestran que la implementación del modelo contribuiría a reducir los tiempos de inactividad de los equipos en más del 25%, mejorar la trazabilidad de las intervenciones técnicas y asegurar la disponibilidad de los equipos críticos en un promedio superior al 95%. Esta propuesta tiene un impacto directo en la mejora continua del sistema hospitalario y en la calidad de atención al paciente.

**Palabras Claves:** Mantenimiento Biomédico – Equipos Médicos – Gestión Hospitalaria – Hospital Socorro de Ica – Ciclo PHVA – Indicadores de Mantenimiento – Tecnología Médica.

## ABSTRACT

This thesis develops a preventive and corrective maintenance model for the biomedical equipment at Socorro Hospital in Ica, with the aim of ensuring its operational availability, extending its useful life, and optimizing the quality of healthcare services. The research begins with a diagnosis of the current situation of the biomedical equipment, where deficiencies were identified in the planning, execution, and monitoring of maintenance tasks, as well as a lack of trained personnel and standardized technical protocols.

The methodological proposal is based on a quantitative, descriptive approach and non-experimental design, supported by the analysis of technical records, interviews with maintenance personnel, and a review of national and international regulations on hospital technology management. The proposed model includes a management system based on the PDCA (Plan, Do, Check, Act) cycle, the categorization of equipment according to criticality, the implementation of technical life cycles, maintenance schedules, and the use of performance indicators (MTBF, MTTR, and availability). The results show that implementing the model would contribute to reducing equipment downtime by more than 25%, improve the traceability of technical interventions, and ensure the availability of critical equipment by an average of over 95%. This proposal has a direct impact on the continuous improvement of the hospital system and the quality of patient care.

**Keywords:** Biomedical Maintenance – Medical Equipment – Hospital Management – Socorro de Ica Hospital – PDCA Cycle – Maintenance Indicators – Medical Technology..

## I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual del sector salud, la tecnología médica cumple un papel fundamental en la prestación de servicios asistenciales, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de los pacientes. Los equipos biomédicos, como monitores multiparámetros, ventiladores mecánicos, desfibriladores, bombas de infusión, entre otros, son herramientas esenciales que permiten a los profesionales de la salud brindar una atención precisa, segura y oportuna. Sin embargo, su eficacia depende en gran medida de un adecuado sistema de mantenimiento que garantice su operatividad y disponibilidad continua. Ante este escenario, surge la necesidad de implementar modelos de gestión tecnológica que respondan eficientemente a las exigencias del entorno hospitalario, asegurando la funcionalidad de los equipos biomédicos.

El Hospital Socorro de Ica, como institución de referencia en la región, enfrenta diversos desafíos en cuanto a la gestión del mantenimiento de sus equipos biomédicos. Durante los últimos años, se ha evidenciado una alta frecuencia de fallas en dispositivos críticos, tiempos prolongados de inoperatividad, escasa documentación técnica y limitada disponibilidad de recursos humanos y materiales para realizar mantenimientos correctivos y preventivos de manera oportuna. Esta situación impacta directamente en la calidad del servicio asistencial, genera riesgos en la atención del paciente y eleva los costos operativos del hospital.

En este contexto, la presente tesis tiene como objetivo principal desarrollar un modelo de mantenimiento integral que permita mejorar la gestión técnica de los equipos biomédicos del Hospital Socorro de Ica, contribuyendo a la sostenibilidad operativa del sistema hospitalario. El modelo propuesto se sustenta en criterios de eficiencia, seguridad, trazabilidad y optimización de recursos, incorporando estrategias modernas de gestión como el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), la evaluación de criticidad, la estandarización de procedimientos y la implementación de indicadores de desempeño (como MTBF, MTTR, disponibilidad técnica, entre otros).

El planteamiento de esta propuesta responde también a la necesidad de contar con políticas institucionales claras en relación con la gestión del mantenimiento biomédico, alineadas con los lineamientos del Ministerio de Salud del Perú y con estándares internacionales como los de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el International Electrotechnical Commission (IEC) y las buenas prácticas de ingeniería clínica. En este sentido, el modelo no solo busca solucionar una problemática operativa, sino también contribuir a la mejora continua de los procesos internos del hospital, promoviendo una cultura de prevención, control y evaluación técnica.

Desde un punto de vista metodológico, la investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y diseño no experimental. Se emplearon técnicas de recolección de datos como el análisis documental de registros de mantenimiento, entrevistas al personal técnico del área biomédica y observaciones directas del estado funcional de los equipos. Esta información

permitió identificar los principales puntos críticos en la gestión actual y establecer una base diagnóstica sólida para la formulación del modelo de mejora.

Cabe señalar que el mantenimiento de equipos biomédicos no debe limitarse a la simple reparación de fallas, sino que debe concebirse como un proceso sistemático que involucra planificación, ejecución, seguimiento, evaluación y mejora. Este enfoque permite no solo reducir los tiempos de inactividad de los equipos, sino también extender su vida útil, minimizar el riesgo de errores clínicos por mal funcionamiento y garantizar la seguridad del paciente y del personal de salud.

La originalidad del presente trabajo radica en la contextualización del modelo al entorno específico del Hospital Socorro de Ica, teniendo en cuenta sus capacidades técnicas, limitaciones presupuestarias, perfil del personal y características del parque biomédico. Asimismo, se presenta como una herramienta adaptable y escalable que podría ser aplicada en otros establecimientos de salud de similares condiciones, contribuyendo a la mejora de la infraestructura tecnológica del sistema de salud peruano.

Finalmente, esta tesis busca generar aportes significativos tanto desde el punto de vista académico como práctico, ofreciendo una solución concreta a una problemática real, validada mediante indicadores y criterios técnicos objetivos. El resultado esperado es un hospital con mayor capacidad de respuesta técnica, con una gestión más eficiente de sus recursos y, sobre todo, con un entorno más seguro y funcional para los pacientes y el personal asistencial.

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

En la actualidad, la prestación eficiente de los servicios de salud en los hospitales públicos depende, en gran medida, de la disponibilidad y correcto funcionamiento de los equipos biomédicos. Estos dispositivos, que van desde equipos de diagnóstico por imagen hasta instrumentos de monitoreo vital y asistencia terapéutica, forman parte esencial del proceso clínico-asistencial y son determinantes en la calidad de la atención que recibe el paciente. Sin embargo, en muchos hospitales del sistema público peruano, entre ellos el Hospital Socorro de Ica, se evidencian serias deficiencias en la gestión del mantenimiento de dichos equipos, generando consecuencias negativas en la eficiencia operativa y en la seguridad del entorno hospitalario.

El Hospital Socorro de Ica, como establecimiento de salud de nivel II-2, cumple un rol fundamental en la atención de pacientes en la región Ica, tanto en consulta externa, hospitalización, emergencia y cuidados críticos. Sin embargo, enfrenta dificultades persistentes relacionadas con el manejo técnico y operativo de sus equipos médicos, los cuales presentan niveles de obsolescencia, fallas frecuentes, escasa planificación de mantenimiento preventivo y limitada respuesta ante incidentes técnicos. Esta situación se traduce en inoperatividad de equipos críticos, suspensión de servicios, retrasos en

diagnósticos, y en algunos casos, derivación innecesaria de pacientes a otros establecimientos.

Uno de los principales problemas identificados es la **ausencia de un sistema estructurado de mantenimiento preventivo y correctivo**, lo cual genera que las acciones de reparación se realicen de forma reactiva, es decir, solo cuando el equipo ya ha fallado. Esta práctica no solo incrementa los costos operativos del hospital, sino que también compromete la continuidad del servicio médico. Por ejemplo, se han documentado casos en los que equipos como monitores multiparámetros, bombas de infusión o autoclaves han estado fuera de servicio por semanas o incluso meses debido a la falta de repuestos, personal técnico o contratos de servicio.

Asimismo, se ha constatado la **falta de un inventario técnico actualizado y clasificado por criticidad**, lo que impide priorizar adecuadamente las intervenciones técnicas y limita la toma de decisiones informadas en relación con la asignación de recursos. Muchos de los equipos no cuentan con hojas de vida técnicas que registren el historial de mantenimiento, calibración o incidentes, dificultando el análisis de confiabilidad y desempeño. Esta carencia de información técnica confiable es un obstáculo importante para la planificación estratégica del mantenimiento.

Otra problemática latente es la **limitada capacitación del personal responsable del mantenimiento biomédico**. El área técnica del hospital cuenta con recursos humanos escasos y, en muchos casos, sin especialización en ingeniería biomédica o con formación técnica insuficiente frente a la complejidad de los equipos modernos. Esto impide realizar diagnósticos acertados de las fallas, ejecutar mantenimientos con estándares adecuados o establecer protocolos de seguridad eléctrica y funcional. En ese sentido, la brecha de conocimientos técnicos impacta de forma directa en la eficiencia y eficacia del proceso de mantenimiento.

Además, se ha identificado la **ausencia de indicadores de gestión técnica**, tales como el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF), el Tiempo Medio de Reparación (MTTR), o el porcentaje de disponibilidad técnica. Estos indicadores son esenciales para evaluar el desempeño de los equipos, identificar patrones de fallas y establecer políticas de mejora continua. La falta de estos instrumentos limita la posibilidad de realizar una gestión basada en evidencia, y perpetúa un modelo de mantenimiento improvisado y poco efectivo.

Por otro lado, el hospital enfrenta **limitaciones presupuestarias y administrativas** para la adquisición oportuna de repuestos, insumos técnicos o servicios de mantenimiento especializado. Los procesos de compra suelen ser burocráticos y lentos, lo que dificulta atender fallas urgentes. Esta situación se agrava por la carencia de contratos marco o alianzas estratégicas con proveedores técnicos certificados, lo que incrementa el tiempo de respuesta ante incidentes técnicos y expone al hospital a mayores riesgos.

La problemática se acentúa cuando se considera el **impacto que estas fallas técnicas tienen en la atención al paciente**. La inoperatividad de un equipo biomédico puede retrasar un procedimiento, comprometer un diagnóstico, o incluso afectar el pronóstico de un paciente en estado crítico. Además, la percepción de los usuarios se ve negativamente influenciada por la falta de equipos funcionales, generando desconfianza en el servicio público de salud.

Finalmente, es importante destacar que, si bien existen normas y directivas emitidas por el Ministerio de Salud del Perú que orientan la gestión de la tecnología médica, su aplicación en los establecimientos de salud no siempre es efectiva debido a la falta de supervisión, acompañamiento técnico y recursos para su implementación. En el caso del Hospital Socorro de Ica, muchas de estas directivas no han sido adecuadamente integradas al modelo de gestión interna, lo que limita la institucionalización de buenas prácticas en mantenimiento biomédico.

Ante esta compleja realidad, se hace evidente la necesidad de implementar un **modelo de mantenimiento integral**, que articule adecuadamente la planificación, ejecución, monitoreo y mejora de las actividades técnicas asociadas a los equipos biomédicos. Un modelo que contemple la clasificación por criticidad, el uso de tecnologías de información para la gestión de activos, la capacitación continua del personal y la definición de indicadores de desempeño. Solo de esta manera será posible asegurar la disponibilidad técnica de los equipos, reducir los tiempos de inactividad, optimizar los recursos disponibles y, sobre todo, garantizar la seguridad del paciente y la eficiencia del sistema hospitalario..

## **1.2. Justificación e Importancia de la investigación**

### **1.2.1 Justificación de la Investigación**

El correcto funcionamiento de los equipos biomédicos en un hospital es fundamental para proporcionar atención médica de calidad y garantizar la seguridad de los pacientes. Estos equipos, que incluyen dispositivos de monitoreo, diagnóstico, tratamiento y terapia, son esenciales en el día a día del personal médico y en la eficacia de los tratamientos que se brindan. Sin embargo, la falta de un sistema de mantenimiento adecuado puede generar riesgos tanto para la salud de los pacientes como para la eficiencia operativa del hospital.

En el Hospital Socorro de Ica, se ha observado que, a pesar de contar con una infraestructura médica avanzada, la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos presenta serias deficiencias. La ausencia de un modelo de mantenimiento integral, que contemple tanto el mantenimiento preventivo como correctivo, ha llevado a un incremento en los tiempos de inactividad de los equipos, la aparición de fallas inesperadas y la necesidad de reparaciones costosas y a menudo ineficientes. Estas situaciones no solo afectan el rendimiento de los equipos, sino que también inciden directamente en la calidad del servicio prestado a los pacientes.

La investigación se justifica por la necesidad urgente de implementar un modelo de mantenimiento adecuado y específico para los equipos biomédicos en este hospital. Un modelo de mantenimiento eficiente permitirá:

1. **Mejorar la disponibilidad y fiabilidad de los equipos:** Al establecer procedimientos sistematizados para el mantenimiento preventivo y correctivo, se reducirá la probabilidad de fallas inesperadas y se optimizará el tiempo de funcionamiento de los equipos.
2. **Garantizar la seguridad del paciente:** La correcta calibración y el mantenimiento oportuno de los equipos son esenciales para la correcta monitorización y tratamiento de los pacientes. Equipos mal mantenidos pueden comprometer la calidad del diagnóstico y tratamiento, lo que pone en riesgo la salud del paciente.
3. **Optimización de recursos:** La implementación de un modelo de mantenimiento eficiente también ayudará a optimizar el uso de recursos humanos, técnicos y materiales, lo que se traducirá en un ahorro significativo en costos operativos del hospital. Además, una gestión adecuada de los equipos biomédicos puede prolongar su vida útil, reduciendo la necesidad de adquisiciones costosas de nuevos equipos.
4. **Aumento de la eficiencia operativa:** Con un sistema de mantenimiento bien definido, el hospital podrá reducir los tiempos muertos de los equipos y mejorar la programación de intervenciones médicas, garantizando una atención más eficiente y continua.

En conclusión, esta investigación es fundamental para el Hospital Socorro de Ica, ya que proporcionará un modelo de mantenimiento integral y sostenible para sus equipos biomédicos, mejorando la calidad de atención médica, reduciendo costos operativos y asegurando la seguridad de los pacientes.

### **1.2.2 Importancia de la Investigación**

La importancia de esta investigación radica en su contribución directa a la mejora de la calidad de atención médica en el Hospital Socorro de Ica a través de un modelo de mantenimiento eficiente para los equipos biomédicos. El mantenimiento adecuado de los equipos médicos no solo es esencial para el correcto funcionamiento de los dispositivos, sino también para la seguridad y bienestar de los pacientes. A continuación, se detallan los aspectos clave que resaltan la relevancia de esta investigación:

1. **Mejora en la disponibilidad y fiabilidad de los equipos biomédicos:** Un modelo de mantenimiento bien estructurado garantiza que los equipos biomédicos se mantengan operativos durante su vida útil, reduciendo significativamente los tiempos de inactividad y evitando la interrupción de los servicios médicos. Esto es vital para asegurar que los equipos estén siempre disponibles para su uso en momentos críticos.
2. **Optimización de la seguridad del paciente:** La investigación tiene un impacto directo en la seguridad de los pacientes, ya que equipos bien mantenidos aseguran diagnósticos precisos y tratamientos adecuados. La fiabilidad de estos equipos es crucial para detectar

problemas médicos con exactitud y brindar el tratamiento oportuno sin riesgo de fallas técnicas.

3. **Reducción de costos a largo plazo:** Aunque la implementación de un modelo de mantenimiento preventivo y predictivo implica una inversión inicial, a largo plazo, contribuye a la reducción de costos operativos. Al prevenir fallas y prolongar la vida útil de los equipos, se disminuye la necesidad de reparaciones costosas o la compra anticipada de nuevos dispositivos. Esto contribuye a una gestión financiera más eficiente dentro del hospital.
  4. **Aumento de la eficiencia operativa:** Con un modelo de mantenimiento efectivo, los recursos técnicos y humanos del hospital se optimizan. El personal técnico podrá trabajar de manera más organizada y eficiente, garantizando que las intervenciones de mantenimiento se realicen de forma sistemática y controlada, sin afectar las operaciones diarias del hospital.
  5. **Fortalecimiento de la gestión hospitalaria:** La investigación contribuirá al desarrollo de una infraestructura de gestión más robusta en el hospital, permitiendo la creación de registros y protocolos estandarizados para la gestión de los equipos biomédicos. Esto facilitará el seguimiento y control de las intervenciones realizadas, así como la toma de decisiones basadas en datos confiables.
  6. **Impacto en la calidad del servicio hospitalario:** Un mantenimiento adecuado de los equipos biomédicos no solo aumenta la eficiencia y reduce riesgos, sino que también mejora la percepción de los pacientes sobre la calidad del servicio brindado. Esto puede tener un impacto positivo en la reputación del hospital y en la confianza de los pacientes.
- En conclusión, la importancia de esta investigación radica en que proporcionará al Hospital Socorro de Ica una herramienta clave para garantizar la continuidad y calidad de los servicios médicos. La implementación de un modelo de mantenimiento adecuado no solo optimiza los recursos disponibles, sino que también contribuye a la seguridad de los pacientes, mejora la eficiencia operativa y reduce los costos asociados al mal funcionamiento de los equipos biomédicos.

### **1.3 Antecedentes de la investigación**

#### **1.3.1. Antecedentes internacionales**

La tesis desarrollada por Troya, I. (2016), titulada “Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en el Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico comandante Manuel Fajardo Rivero”, tiene como propósito principal diseñar y proponer un sistema de gestión que permita optimizar los procesos de mantenimiento hospitalario, tanto correctivo como preventivo, a fin de elevar la disponibilidad y eficiencia de los recursos tecnológicos del centro de salud. La investigación surge como respuesta a las múltiples deficiencias detectadas en la gestión del mantenimiento

hospitalario, tales como la ausencia de un plan estructurado, la falta de un inventario técnico actualizado, el bajo control sobre la ejecución de las actividades de mantenimiento, la escasa documentación técnica y la limitada capacitación del personal encargado. Estas condiciones generaban altos índices de inoperatividad en equipos médicos, afectaban la calidad del servicio asistencial y elevaban los costos operativos del hospital. El estudio adopta un enfoque aplicado, con un diseño de tipo descriptivo y de carácter proyectivo. Se parte de un diagnóstico inicial de la situación actual del mantenimiento hospitalario mediante entrevistas, encuestas, revisión documental y observación directa de los procesos técnicos. Este análisis permitió identificar las causas fundamentales del problema y determinar los requerimientos para un sistema de gestión eficiente. A partir de los resultados obtenidos, el autor propone un modelo de gestión de mantenimiento basado en la norma NC-ISO 9001:2008, incorporando principios de la gestión de calidad, mejora continua y control técnico. El modelo contempla la planificación estratégica del mantenimiento, la elaboración de cronogramas periódicos, la creación de hojas de vida técnicas para los equipos, la implementación de procedimientos estandarizados y el uso de indicadores de desempeño como MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas), MTTR (Tiempo Medio de Reparación) y disponibilidad técnica. Además, la propuesta incluye la informatización de la gestión del mantenimiento a través del desarrollo de una base de datos que permita registrar, controlar y consultar las intervenciones técnicas realizadas, los repuestos utilizados y el estado de cada equipo. Esta herramienta digital busca mejorar la trazabilidad y toma de decisiones operativas, al tiempo que permite realizar evaluaciones periódicas del sistema. El modelo propuesto también enfatiza la necesidad de fortalecer las capacidades del personal técnico a través de la formación continua y la actualización en normativas técnicas, seguridad hospitalaria y tecnologías emergentes. De igual forma, se plantea la necesidad de integrar el sistema de mantenimiento al sistema de gestión hospitalaria general, con un enfoque transversal y participativo que involucre a todas las áreas implicadas. Los resultados de la validación del modelo, mediante simulaciones y análisis comparativos, muestran una mejora significativa en la disponibilidad de los equipos, reducción del tiempo de respuesta ante fallas y un incremento en la eficiencia del mantenimiento preventivo. Se concluye que la implementación de este sistema tiene un impacto positivo tanto en el funcionamiento técnico del hospital como en la calidad de atención médica ofrecida a los pacientes.

La tesis desarrollada por Hermosilla, D. (2017), titulada “*Aplicación del Problema de Asignación en Mantenimiento de Equipos Médicos*”, presenta una propuesta innovadora para optimizar la gestión de mantenimiento de equipos médicos mediante

la aplicación de modelos matemáticos de asignación. El objetivo principal del estudio es mejorar la eficiencia operativa y técnica en la distribución de recursos humanos para las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo, utilizando herramientas de la investigación de operaciones. El estudio se enmarca en una problemática recurrente en muchas instituciones de salud: la asignación ineficiente del personal técnico para atender múltiples requerimientos de mantenimiento en equipos biomédicos con diferentes niveles de prioridad, criticidad y ubicación. Esta situación genera demoras en las reparaciones, baja disponibilidad de equipos, acumulación de tareas pendientes y una utilización poco efectiva de los recursos técnicos disponibles. La investigación utiliza el modelo de asignación de costo mínimo (también conocido como el problema de asignación de tareas) para resolver la distribución óptima de técnicos a tareas específicas de mantenimiento, minimizando el tiempo total de ejecución o el costo asociado a cada asignación. Para ello, se recopilaron datos reales de una institución hospitalaria, incluyendo el inventario de equipos médicos, su ubicación, frecuencia de fallas, criticidad clínica, tiempos estimados de reparación, así como la disponibilidad y competencias del personal técnico. A través del uso de métodos cuantitativos, como el método húngaro y técnicas de programación lineal, se elaboraron matrices de asignación entre técnicos y equipos, evaluando diferentes escenarios de carga laboral y restricciones operativas. Los resultados demostraron que la implementación de este enfoque permitió una asignación más equilibrada de tareas, redujo el tiempo de inactividad de los equipos y mejoró la utilización del recurso humano especializado en mantenimiento biomédico. El modelo también considera factores adicionales como la urgencia de las tareas, el tipo de equipo (crítico o no crítico), las competencias técnicas requeridas para cada intervención y la localización física de los equipos dentro del hospital. Esto permitió construir un sistema de asignación flexible y adaptado a las condiciones reales del entorno hospitalario.

Como complemento a la propuesta matemática, la tesis plantea la necesidad de implementar un sistema de información de mantenimiento, donde se registren las órdenes de trabajo, historial de fallas y mantenimientos realizados. Este sistema permitiría alimentar continuamente el modelo de asignación, garantizando que las decisiones técnicas estén basadas en datos actualizados y medibles. La investigación concluye que la aplicación del problema de asignación como herramienta de optimización representa una alternativa eficaz y viable para mejorar la gestión del mantenimiento hospitalario, especialmente en contextos con recursos limitados y alta demanda operativa. El enfoque propuesto no solo contribuye a mejorar los indicadores técnicos del mantenimiento, sino que también incide en la calidad de atención médica al asegurar mayor disponibilidad y confiabilidad de los equipos médicos.

La tesis elaborada por Montaña, C. (2019), titulada “*Propuesta de rediseño del proceso de mantenimiento correctivo en el hospital clínico de la Red de Salud UC Christus*”, plantea una mejora sustancial en la gestión del mantenimiento correctivo de equipos médicos en un hospital de alta complejidad, a través del rediseño de procesos operativos y administrativos que permitan una mayor eficiencia, trazabilidad y control en las actividades técnicas. El estudio surge ante la necesidad de enfrentar problemas como la demora en la atención de fallas, la falta de priorización de equipos críticos, la inexistencia de flujos de trabajo estandarizados y la limitada disponibilidad de información para la toma de decisiones. Estas deficiencias repercuten directamente en la operatividad de los equipos biomédicos, generando tiempos prolongados de inactividad y afectando la continuidad de los servicios clínicos. La investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo y cuantitativo, con un diseño de tipo descriptivo-propositivo. En una primera etapa se realizó un diagnóstico detallado del proceso actual de mantenimiento correctivo, mediante entrevistas al personal técnico y administrativo, revisión de órdenes de trabajo, análisis de tiempos de respuesta y observación directa de las tareas realizadas. Este diagnóstico permitió identificar los principales cuellos de botella, retrasos en la ejecución de reparaciones y falta de mecanismos de control sobre los tiempos y resultados del mantenimiento. A partir del análisis de los problemas detectados, la autora propone un rediseño del proceso de mantenimiento correctivo sustentado en principios de mejora continua, gestión por procesos y herramientas de calidad. El nuevo modelo incluye un flujo de trabajo estructurado desde la detección de la falla hasta el cierre documentado de la orden de trabajo, con roles y responsabilidades claramente definidos para el personal clínico, técnico y administrativo. Entre las propuestas más relevantes se encuentran la implementación de un sistema de categorización de fallas según la criticidad del equipo, el establecimiento de plazos máximos de atención diferenciados por nivel de prioridad, la estandarización de formularios técnicos y la adopción de una plataforma digital para el registro y seguimiento de las intervenciones correctivas.

Además, el modelo propuesto contempla el uso de indicadores clave de rendimiento (KPIs), como el Tiempo Promedio de Respuesta, Tiempo Promedio de Reparación, Porcentaje de cumplimiento de tiempos y Disponibilidad Técnica. Estos indicadores permiten monitorear el desempeño del proceso en tiempo real y facilitan la toma de decisiones basada en evidencia. Los resultados obtenidos en la validación de la propuesta, mediante simulación y comparación con datos históricos, evidencian mejoras significativas en los tiempos de atención de fallas, reducción de los retrabajos técnicos y un mayor control sobre la trazabilidad de las reparaciones. La propuesta de

rediseño se presenta como una herramienta aplicable no solo al hospital en estudio, sino también replicable en otras instituciones de salud con contextos similares. Se concluye que la optimización del proceso de mantenimiento correctivo mediante un enfoque estructurado y basado en datos, contribuye significativamente a elevar los niveles de eficiencia operativa, disponibilidad de equipos críticos y calidad de atención en el entorno hospitalario.

La tesis desarrollada por Muñoz, K. (2008), titulada “Manual de protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos para el Hospital Susana López de Valencia E.S.E”, tiene como propósito diseñar un manual técnico que estandarice los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos del hospital, con el fin de mejorar su disponibilidad, prolongar su vida útil y garantizar la seguridad en el uso clínico de los mismos. El estudio surge como respuesta a la necesidad de contar con directrices claras y sistematizadas para la gestión técnica de los equipos médicos en un contexto donde predominan prácticas empíricas, mantenimientos inadecuadamente documentados y la ausencia de criterios técnicos unificados. Esta situación generaba ineficiencias, aumento en la frecuencia de fallas, uso incorrecto de los equipos, y riesgos tanto para los pacientes como para el personal asistencial. La investigación se desarrolla bajo un enfoque descriptivo y aplicado. Inicialmente, se realizó un diagnóstico del estado del parque biomédico del Hospital Susana López de Valencia E.S.E, incluyendo la revisión de registros técnicos, entrevistas con el personal del área de mantenimiento, observación directa de equipos en uso, y análisis de las rutinas de mantenimiento existentes. Esta fase permitió identificar carencias importantes en la programación de mantenimientos, procedimientos no estandarizados, y una limitada trazabilidad de las acciones técnicas ejecutadas. En base a esta evaluación, se procedió al diseño del manual de protocolos de mantenimiento, considerando los lineamientos técnicos recomendados por fabricantes, normativas nacionales e internacionales, y estándares de seguridad biomédica. El manual incluye procedimientos detallados para el mantenimiento preventivo y correctivo de los principales equipos utilizados en el hospital, tales como monitores de signos vitales, electrocardiógrafos, autoclaves, bombas de infusión, incubadoras y aspiradores quirúrgicos, entre otros. Cada protocolo contiene información técnica específica sobre el funcionamiento del equipo, materiales requeridos, frecuencias recomendadas, pasos detallados para la intervención, medidas de seguridad, criterios de verificación y formatos de registro. Además, se incorpora un sistema de codificación de equipos y la propuesta de hojas de vida técnicas, lo que facilita el seguimiento histórico de cada dispositivo biomédico. Uno de los aportes más significativos de esta tesis es la organización estructurada de la gestión del

mantenimiento biomédico, con una visión preventiva, sistemática y documentada. El manual propuesto no solo mejora la eficiencia de las labores técnicas, sino que también sirve como herramienta de capacitación para el personal, de soporte en auditorías técnicas y como base para futuras estrategias de gestión tecnológica hospitalaria. La validación del manual se realizó mediante la aplicación piloto en un grupo seleccionado de equipos, lo que permitió comprobar su aplicabilidad, claridad operativa y su impacto en la reducción de fallas repetitivas. Los resultados demostraron que la implementación de protocolos estandarizados contribuye significativamente a mejorar la operatividad de los equipos y la calidad del entorno asistencial. Se concluye que la elaboración e implementación de un manual de protocolos de mantenimiento biomédico representa una solución práctica, de bajo costo y de alto impacto técnico, ideal para fortalecer la gestión hospitalaria en instituciones públicas con limitaciones de recursos y alta demanda de servicios.

La tesis elaborada por Anya, J. (2018), titulada “Sistema de información para la adquisición y gestión de equipos biomédicos en instituciones de salud”, propone el desarrollo e implementación de una herramienta informática orientada a mejorar los procesos de adquisición, control, mantenimiento y gestión integral de los equipos biomédicos en establecimientos de salud públicos y privados. Esta investigación surge como respuesta a las múltiples deficiencias observadas en la administración del ciclo de vida de los dispositivos médicos, tales como la falta de trazabilidad, desorganización documental, duplicación de compras y ausencia de criterios técnicos unificados en la toma de decisiones. El objetivo principal del estudio fue diseñar un sistema de información capaz de centralizar y digitalizar los datos relacionados con el inventario biomédico, su historial de mantenimiento, fechas de adquisición, proveedores, vida útil, nivel de criticidad, y estado operativo. Este sistema fue concebido como una solución integral para las áreas de ingeniería clínica, logística y gestión administrativa, buscando reducir errores, optimizar recursos y mejorar la planificación técnica en la gestión de la tecnología médica. La investigación adopta un enfoque cuantitativo con diseño tecnológico-descriptivo. Para el desarrollo del sistema, se realizó inicialmente un diagnóstico en instituciones de salud seleccionadas, mediante encuestas y entrevistas a personal técnico y administrativo, además de la revisión de documentos internos y normativas vigentes. Esta evaluación permitió identificar problemas comunes como inventarios desactualizados, carencia de hojas de vida de los equipos, decisiones de compra sin análisis de criticidad, y pobre control del mantenimiento preventivo y correctivo. Con base en estos hallazgos, se desarrolló un prototipo funcional del sistema de información, utilizando tecnologías web y bases de datos relacionales. El sistema cuenta con módulos para: registro y codificación de

equipos, control de adquisiciones, gestión de mantenimientos (preventivo y correctivo), administración de proveedores, alertas técnicas, y generación de reportes automáticos. Una de las características destacadas del sistema es la inclusión de criterios de evaluación para decisiones de compra, como el análisis costo-beneficio, nivel de uso, soporte técnico disponible, y compatibilidad con tecnologías existentes. Durante la fase de validación, el sistema fue probado en un entorno hospitalario real, mostrando una mejora significativa en la organización del inventario, la programación de mantenimientos, y la toma de decisiones respecto a nuevas adquisiciones. Se redujo el tiempo de búsqueda de información técnica y administrativa, se incrementó la trazabilidad de los mantenimientos realizados, y se optimizó la planificación presupuestal de compras y reemplazos tecnológicos. La tesis concluye que la implementación de un sistema de información especializado en la gestión de equipos biomédicos representa una herramienta estratégica fundamental para los establecimientos de salud que buscan mejorar su eficiencia operativa, reducir el riesgo asociado al uso de equipos defectuosos o mal gestionados, y garantizar la calidad y seguridad en la atención de los pacientes. Asimismo, el autor recomienda la institucionalización de este tipo de sistemas dentro de las políticas de gestión hospitalaria, así como la capacitación continua del personal involucrado en su operación.

La tesis elaborada por Pineda, J. (2015), titulada “Pruebas de seguridad eléctrica en equipos biomédicos de la Clínica Medellín S.A”, tiene como objetivo principal establecer y aplicar un protocolo técnico estandarizado para la realización de pruebas de seguridad eléctrica en equipos biomédicos, con el fin de garantizar condiciones óptimas de operación y minimizar riesgos eléctricos tanto para los pacientes como para el personal clínico. La investigación responde a la creciente preocupación por la seguridad hospitalaria asociada al uso de dispositivos eléctricos en contextos altamente sensibles como las unidades de cuidados intensivos, quirófanos y áreas de diagnóstico. El trabajo parte de la necesidad de implementar prácticas sistemáticas de verificación eléctrica, dado que gran parte de los incidentes clínicos vinculados a fallas tecnológicas están relacionados con derivaciones de corriente, malas conexiones, falta de conexión a tierra o deterioro de los sistemas de aislamiento. En ese sentido, la tesis se orienta a mejorar la cultura preventiva en las instituciones de salud mediante la incorporación de pruebas periódicas y el cumplimiento de estándares internacionales como la norma IEC 60601-1 y las recomendaciones de la Asociación para el Avance de la Instrumentación Médica (AAMI). La metodología de investigación adoptada fue de tipo aplicada, con diseño descriptivo y enfoque cuantitativo. El estudio se llevó a cabo en la Clínica Medellín S.A., donde se seleccionó una muestra representativa de

equipos biomédicos de distintas áreas clínicas, incluyendo monitores multiparámetros, electrocardiógrafos, desfibriladores, incubadoras, bombas de infusión y lámparas quirúrgicas. Cada uno de estos dispositivos fue sometido a pruebas de seguridad eléctrica que incluían: medición de resistencia del conductor de protección, corriente de fuga del chasis, corriente de fuga al paciente, y verificación de aislamiento. Para la ejecución de las pruebas se empleó un analizador de seguridad eléctrica certificado, siguiendo protocolos técnicos previamente validados. Los resultados obtenidos fueron registrados en fichas técnicas que permitieron clasificar los equipos según su grado de conformidad con los estándares. Se identificó un porcentaje significativo de dispositivos con valores fuera del rango permitido, especialmente aquellos con mayor antigüedad o uso intensivo, lo que evidenció la necesidad de establecer rutinas de verificación periódicas y correctivos inmediatos. A partir de los hallazgos, la tesis propone un plan de gestión de seguridad eléctrica, que incluye la calendarización de pruebas periódicas, capacitación del personal técnico, elaboración de registros normalizados, trazabilidad de los resultados, y acciones preventivas para evitar fallos recurrentes. Además, se destaca la importancia de integrar estos procedimientos dentro del sistema general de mantenimiento hospitalario y de adoptar una política institucional orientada a la gestión del riesgo tecnológico. La investigación concluye que las pruebas de seguridad eléctrica constituyen una herramienta fundamental para garantizar la confiabilidad de los equipos biomédicos y la seguridad del entorno clínico. Su aplicación sistemática permite prevenir incidentes, reducir el riesgo eléctrico y promover una cultura de calidad y seguridad en las instituciones de salud. Finalmente, se recomienda la inclusión obligatoria de estas pruebas dentro de los procesos de habilitación y auditoría hospitalaria.

La tesis desarrollada por Torres, G. (2016), titulada “Propuesta inicial de un modelo de gestión de mantenimiento de equipo biomédico para una IPS en Colombia”, tiene como finalidad diseñar un modelo preliminar de gestión de mantenimiento que permita mejorar la eficiencia, disponibilidad y trazabilidad de los equipos biomédicos utilizados en una Institución Prestadora de Servicios de Salud (IPS) del país. Esta propuesta nace como respuesta a las limitaciones detectadas en el mantenimiento técnico de los equipos médicos, tales como la falta de planificación, el bajo nivel de seguimiento, la ausencia de indicadores técnicos, y la escasa sistematización de los procesos de mantenimiento. La investigación se basa en el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento biomédico en la IPS objeto de estudio, donde se evidenció un enfoque correctivo predominante, mantenimientos preventivos no sistematizados, registros técnicos incompletos y la inexistencia de un sistema que integre los aspectos administrativos, técnicos y normativos de la gestión del equipamiento médico. Estos

factores han generado elevados tiempos de inactividad, disminución en la confiabilidad de los equipos y riesgos potenciales para la atención clínica. A partir de este análisis, el autor propone un modelo inicial de gestión que busca organizar y estandarizar los procesos de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, tomando como base las normativas nacionales e internacionales aplicables al sector salud, como la norma ISO 13485 (relacionada con la gestión de dispositivos médicos) y los lineamientos del Ministerio de Salud colombiano. El modelo considera también las recomendaciones del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y las buenas prácticas de ingeniería clínica. La propuesta está estructurada en cuatro componentes fundamentales: planificación técnica, ejecución estandarizada, monitoreo mediante indicadores clave de desempeño (KPI) y mejora continua. En la fase de planificación, se definen criterios de criticidad y prioridad para cada equipo, así como un cronograma de mantenimiento basado en riesgo y frecuencia de uso. La fase de ejecución incluye la implementación de procedimientos técnicos normalizados, la elaboración de hojas de vida de los equipos y el uso de formatos unificados para la documentación de cada intervención técnica. El componente de monitoreo propone el uso de indicadores como el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF), el Tiempo Medio de Reparación (MTTR), la disponibilidad técnica y el cumplimiento de cronogramas. Estos indicadores permiten evaluar objetivamente el desempeño del sistema y tomar decisiones basadas en datos. Finalmente, la fase de mejora continua contempla auditorías internas, retroalimentación del personal técnico y clínico, y actualización constante de los protocolos técnicos conforme a la evolución tecnológica. La tesis concluye que la implementación de un modelo de gestión de mantenimiento biomédico adaptado a las condiciones reales de las IPS en Colombia puede contribuir significativamente a mejorar la eficiencia operativa, reducir fallas imprevistas, garantizar la seguridad del paciente y optimizar los recursos disponibles. Asimismo, se recomienda considerar la escalabilidad del modelo para futuras fases, incluyendo su integración con sistemas informáticos hospitalarios y la formación continua del personal involucrado.

La tesis elaborada por Arango, C. (2019), titulada *“Optimización del inventario y mantenimiento preventivo de equipos biomédicos relacionados al proceso de traslado asistencial de aerosanidad”*, tiene como objetivo principal diseñar e implementar una propuesta de mejora en la gestión del inventario y del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos utilizados durante el proceso de evacuación médica aérea en el sistema de aerosanidad. Esta investigación se desarrolla en el contexto de instituciones sanitarias vinculadas al sector defensa y operaciones de emergencia, donde la disponibilidad, confiabilidad y estado óptimo de los equipos médicos son

factores críticos para la seguridad del paciente y el éxito del traslado. El estudio parte del análisis de la situación actual de la gestión biomédica en las unidades aéreas de evacuación, donde se evidencian fallas como la ausencia de inventarios actualizados, mantenimientos preventivos no calendarizados, procedimientos técnicos no estandarizados y baja trazabilidad de las intervenciones realizadas. Estas condiciones generan riesgo clínico, demoras en las operaciones y un incremento en la dependencia de mantenimientos correctivos, con el consecuente impacto logístico y operativo. La investigación se estructura con un enfoque mixto, de tipo descriptivo y aplicado. En la fase inicial se llevó a cabo un diagnóstico mediante recolección de datos primarios (entrevistas, encuestas, observación directa) y revisión documental, con el fin de identificar los principales puntos críticos en la gestión del inventario y mantenimiento. Posteriormente, se diseñó una propuesta de mejora basada en herramientas de ingeniería de mantenimiento, gestión de activos y normativas internacionales como las emitidas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la norma ISO 13485. La propuesta contempla dos componentes fundamentales: el sistema de control de inventario biomédico, que establece codificación unificada, clasificación por criticidad, hojas de vida técnicas y registros digitalizados; y el plan de mantenimiento preventivo optimizado, que incluye la calendarización sistemática, protocolos técnicos estandarizados y la asignación de responsables capacitados. Ambos elementos están integrados en un sistema digital centralizado, diseñado para ser accesible por el personal operativo en tiempo real, incluso en contextos de movilidad. Además, se incorporan indicadores clave de rendimiento (KPI) como porcentaje de cumplimiento del mantenimiento preventivo, nivel de disponibilidad de equipos críticos y frecuencia de fallas, lo cual permite evaluar la efectividad de la propuesta y orientar la mejora continua. El sistema propuesto fue validado en una unidad de evacuación médica real, y los resultados reflejaron una mejora significativa en la disponibilidad operativa de los equipos (incremento superior al 20%), así como una reducción en la incidencia de fallas inesperadas. La tesis concluye que la optimización del inventario y del mantenimiento preventivo en contextos de aerosanidad no solo incrementa la eficiencia operativa y la seguridad del paciente, sino que además fortalece las capacidades logísticas y estratégicas de las instituciones sanitarias que operan en entornos complejos y de alta exigencia. Se recomienda la implementación progresiva del modelo propuesto en otras unidades operativas y su articulación con sistemas de información sanitaria más amplios.

La tesis desarrollada por Contreras, D. (2018), titulada “Elaboración de un plan de mantenimiento para los equipos biomédicos de la E.S.E Hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña”, tiene como objetivo fundamental diseñar un plan estructurado y técnico de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos biomédicos del hospital, con el fin de mejorar su operatividad, reducir las fallas recurrentes, y asegurar la calidad de la atención médica brindada a los usuarios. La investigación se justifica en la necesidad de establecer un sistema formal y efectivo de gestión del mantenimiento en una institución de salud que, hasta el momento del estudio, presentaba serias deficiencias en el control, seguimiento y documentación de los procesos técnicos. Entre los principales problemas detectados se encontraba la inexistencia de un inventario actualizado de equipos médicos, la falta de hojas de vida técnicas, mantenimientos realizados de manera reactiva y sin programación, y una baja disponibilidad de los dispositivos clínicos esenciales para la atención diaria. La metodología adoptada en la tesis fue de tipo descriptivo y aplicada, con un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). Se comenzó con un diagnóstico técnico en el que se evaluó el estado físico y funcional de los equipos, se identificaron los dispositivos más críticos por frecuencia de uso y nivel de riesgo, y se realizaron entrevistas al personal encargado del mantenimiento. Esta evaluación permitió determinar los principales factores que limitaban la eficiencia del servicio de mantenimiento biomédico. A partir del diagnóstico, Contreras elaboró un plan de mantenimiento técnico, enfocado principalmente en los equipos de mayor impacto clínico, tales como monitores de signos vitales, desfibriladores, bombas de infusión, autoclaves, electrocardiógrafos, entre otros. El plan incluye la planificación anual de mantenimientos preventivos, protocolos técnicos estandarizados, cronogramas mensuales de ejecución, formatos de registro, y procedimientos para la atención de emergencias técnicas. El plan también contempla la creación y actualización de un inventario biomédico digital, la implementación de hojas de vida por equipo, y la definición de responsables técnicos para cada actividad. Asimismo, se establecen mecanismos de evaluación mediante indicadores como el porcentaje de cumplimiento del mantenimiento preventivo, el tiempo promedio de reparación (MTTR), y la disponibilidad técnica de los equipos críticos. Uno de los aportes más destacados de la investigación es su enfoque pragmático y adaptable a las condiciones reales de una institución pública con recursos limitados. El plan fue validado mediante la aplicación piloto en varios servicios del hospital, demostrando mejoras significativas en la organización del área técnica, reducción del tiempo de inoperatividad, y mejor control de las intervenciones realizadas. La tesis concluye que la implementación de un plan de mantenimiento

estructurado permite no solo mejorar la operatividad de los equipos biomédicos, sino también fortalecer la gestión hospitalaria en general, promover una cultura de prevención técnica y garantizar condiciones más seguras y eficientes para el diagnóstico y tratamiento de los pacientes. Se recomienda la institucionalización del plan y su actualización periódica en función de la incorporación de nuevas tecnologías y necesidades operativas.

### **1.3.2 Antecedentes nacionales**

Cervantes, M. (2018) [11] en su tesis titulada: “Sistema de gestión de mantenimiento de los bienes del Centro de Salud Santa Luzmila, Comas 2018”, el objetivo fue: “Determinar la jerarquía de factores que inciden en el Sistema de Gestión de Mantenimiento de Activos del Centro de Salud Santa Luzmila, Comas 2018”, concluyendo que: De los factores evaluados, solo los ingenieros de proceso tienen un impacto significativo en el sistema de gestión de mantenimiento de los activos del Centro de Salud Santa Luzmila, Comas 2018, observándose que solo los niveles 1 (no influyente) y 2 (moderadamente influyente) fueron significativos en el gestión del mantenimiento de este centro de salud.

Berrospi, R. (2019) [12] en su tesis titulada: “Diagnóstico y Plan de mantenimiento de la infraestructura del Centro de Salud Margos”, el objetivo fue: “La elaboración de un plan de mantenimiento de la infraestructura del Centro de Salud de Margos, teniendo en cuenta su organización administrativa”, concluyendo que: Para el mantenimiento estructural del Centro de Salud de Margos se establecerá una adecuada solución, de acuerdo con la normativa vigente y los lineamientos establecidos en la R.M N° 533-2016-MINSA para la Evaluación Estructural que es un aporte a nuestra región porque hay que evaluar muchos centros de salud del entorno por estar en abandono y poder garantizar la seguridad.

Toccas, C., Mendoza, R., y Riega, V. (2017) [13] en su tesis titulada: “Propuesta de Implementación del Sistema Integrado de Gestión en Mantenimiento y Reparación de Vehículos Livianos Para la Empresa RESERSUR S.A.C.”, el objetivo fue: “Propuesta para la implementación del Sistema Integrado de Gestión en RESERSUR S.A.C”. Mejorar el disfrute del usuario al prestar el servicio en tiempo y forma, renovando el sistema de eliminación de residuos y minimizando las incidencias, llegando a las siguientes conclusiones: La implementación propuesta del SIG dará como resultado mejoras en la rentabilidad en toda la organización, lo que se reflejará en la calidad del servicio y en las mejores prácticas ambientales y de S y SO. El desarrollo de procedimientos por tipo de empresa podrá mejorar el tiempo de desarrollo de los procesos a realizar en la empresa. Además, la propuesta de un plan de formación

ayudará a la organización a mejorar las capacidades y habilidades de los empleados, reduciendo así las incidencias.

Mamani, L. (2019) [14] en su tesis titulada: “Mejora y actualización del plan de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del área central de esterilización del complejo Hospitalario Guillermo Kaelin de la fuente”, el objetivo fue: “Mejorar y actualizar el plan de mantenimiento preventivo de los dispositivos biomédicos del área central de esterilización del Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin De La Fuente”, concluyendo que: En la evaluación del estado operativo inicial de los 21 dispositivos biomédicos del centro de esterilización, de los cuales: en operatividad hay 17, 8 están en condición regular, 4 están en condición no operativa. También se observa que solo el 42,86% del total del equipamiento se encuentra en óptimas condiciones. El programa de mantenimiento mejorado y actualizado extiende la vida útil de los dispositivos biomédicos, ya que la evaluación muestra que el 71,43% de los dispositivos requieren mantenimiento preventivo y el 28,57% restante requiere mantenimiento correctivo; Este plan reducirá el mantenimiento correctivo y, en consecuencia, aumentará los tiempos medios entre fallas, lo que permitirá extender la vida útil de los dispositivos biomédicos.

Moncada, M. (2019) [15] en su tesis titulada: “Plan de mantenimiento preventivo y conservación de los equipos biomédicos del Hospital La Caleta- Chimbote”, el objetivo fue: “Determinar la relación entre el Plan de mantenimiento preventivo y la conservación de los equipos biomédicos del Hospital La Caleta- Chimbote”, concluyendo que: Para una mejor conservación de los dispositivos biomédicos lo primero sería realizar inventarios físicos que permitieran identificar los dispositivos biomédicos que han sido objeto de fallas o fallas y comunicar esto a la gerencia donde se encuentra la aprobación. hecha. del plan de mantenimiento. Se debe tener en cuenta que la evaluación de cualquier dispositivo biomédico con soporte técnico permite obtener información precisa sobre el dispositivo biomédico. Gran parte de los jefes de servicios desean llevar a cabo el plan de mantenimiento.

Carbajal, J., y Chuman, J. (2019) [16] en su tesis titulada: “Gestión de mantenimiento y la eficiencia de los equipos biomédicos en la unidad de cuidados intensivos de un establecimiento de salud nivel 11-2 de la región Callao, periodo 2018-2019”, el objetivo fue: “Determinar cómo se relaciona la gestión del mantenimiento con la eficiencia de los dispositivos biomédicos en la unidad de cuidados intensivos de un establecimiento de salud nivel II-2 de la región Callao en el período 2018-2019”, concluyendo que: “Gestión de Mantenimiento y Eficiencia de Dispositivos Biomédicos en la Unidad de Cuidados Intensivos de un Establecimiento de Salud Nivel II-2 de la Región Callao, Periodo 2018-2019; señala que existe una baja

correlación positiva entre las variables, con una puntuación de Spearman de 0,164 frente a una significancia de 0,001, por lo que la gestión del mantenimiento se relaciona con la eficiencia de los dispositivos biomédicos en la UCI, logrando que la hipótesis general sea rechazada. Asimismo, el personal del área de mantenimiento del Hospital Lima Norte Callao Luis Negreiros Vega obtuvo un nivel alto de 76,67% en relación a la variable eficiencia del equipo biomédico en la UCI y un nivel alto de 66,67% en relación a la variable de gestión de mantenimiento verdadero”.

Alba, F., y Chinchay, W. (2019) [17] en su tesis titulada: “Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos – unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz, 2018”, el objetivo fue determinar cómo el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos biomédicos en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Víctor Ramos Guardia de la provincia de Huaraz 2019, concluyendo que: El plan de mantenimiento preventivo pudo mejorar la disponibilidad inicial, lograr una confiabilidad final del 94%, aumentar la disponibilidad de dispositivos biomédicos en la UCI en un 8% y mejorar la calidad de atención al paciente. al servicio y confianza de los trabajadores de la salud del Hospital Víctor Ramos Guardia. El diagnóstico de situación del plan de mantenimiento del Hospital Víctor Ramos Guardia arrojó que la razón principal de la baja disponibilidad de equipos biomédicos era la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo. Se analizó el funcionamiento de estos equipos para identificar cuáles eran los equipos con menor funcionamiento, identificándose 3 niveles (bueno, normal y malo), con un 55% de los equipos con bajo funcionamiento.

Flores, A. (2017) [18] en su tesis titulada: “Optimización del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017”, el objetivo fue mejorar la productividad de los dispositivos biomédicos mientras se optimizan las teorías existentes, como el mantenimiento preventivo, aumentando la adherencia al programa de mantenimiento y reduciendo el trabajo no planificado, concluyendo que: Se encontró que optimizar el mantenimiento preventivo mejora la productividad del equipo biomédico de 0,41 a 0,80, un aumento de 0,39. Se encontró que era posible aumentar la tasa de mantenimiento programado realizado, lo que significaba que teníamos que dedicar más tiempo al mantenimiento preventivo programado. Esto se refleja en el aumento de la eficiencia de 0,63 a 0,82, lo que supone un aumento de 0,19. La implementación de la metodología del O.M.S. La evaluación de los dispositivos biomédicos en base a su criticidad nos permitió cumplir con los cronogramas mensuales de los dispositivos biomédicos, ya que se editó el cronograma en base a los dispositivos existentes y

críticos, esto se ve reflejado en el aumento de la eficiencia de 0.66 a 0.98, lo que incrementó a 0.32 horas.

Lecca, S., y Zavaleta, M. (2018) [19] en su tesis titulada: “Gestión de mantenimiento de equipos biomédicos del área de Emergencia del Hospital Regional Docente de Trujillo - 2018”, el objetivo fue analizar la gestión de mantenimiento del equipo biomédico del área de emergencia del hospital Regional docente de Trujillo, llegando a las siguientes conclusiones: La investigación analizó el mantenimiento predictivo, donde ninguno de los 27 dispositivos existentes recibió mantenimiento predictivo, lo que provocó que los dispositivos fallaran rápidamente y su vida útil disminuyera debido a que su plan de mantenimiento no contemplaba que brindaran mantenimiento predictivo. Se analizó el mantenimiento preventivo, ninguno de los 27 dispositivos existentes en el Servicio de Urgencias del Hospital Regional Docente de Trujillo recibió mantenimiento preventivo debido a que el mantenimiento preventivo no está incluido en su programa de mantenimiento.

Flores, W. (2017) [20] en su tesis titulada: “Gestión de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el servicio de emergencia-uci del Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren 2016”, El objetivo fue identificar las diferencias en la gestión de un programa de mantenimiento de dispositivos biomédicos en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Alberto Sabogal Sologuren 2016, llegando a las siguientes conclusiones: Existen diferencias significativas en el manejo de un programa de mantenimiento de dispositivos biomédicos en la UCI del Hospital Alberto Sabogal Sologuren 2016 ( $p\text{-value} = 0,000 < 0,05$ , Mann-Whitney  $U = 65.000$ ). Existen diferencias significativas en la gestión financiera de un programa de mantenimiento de equipos biomédicos en la UCI del Hospital Alberto Sabogal Sologuren 2016. ( $p\text{-value} = 0,002 < 0,05$ , Mann-Whitney  $U = 239.500$ ).

#### **1.4 FINALIDAD DE LA INVESTIGACION**

La finalidad de esta tesis es desarrollar y proponer un modelo integral de mantenimiento para los equipos biomédicos del Hospital Socorro de Ica, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa, reducir los costos asociados al mantenimiento y asegurar la disponibilidad continua de los equipos necesarios para la atención médica. Al implementar un sistema de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, la finalidad de esta investigación es optimizar la gestión de los equipos, prolongar su vida útil, minimizar tiempos de inactividad y, en última instancia, mejorar la calidad del servicio médico brindado a los pacientes.

Asimismo, se busca proporcionar un marco de referencia práctico para otros hospitales y centros de salud que enfrenten desafíos similares en la gestión de equipos biomédicos, contribuyendo así a la mejora del sistema de salud en general. La finalidad última es garantizar que los equipos biomédicos estén siempre operativos, eficientemente gestionados

y alineados con los más altos estándares de seguridad y calidad, favoreciendo un entorno hospitalario más seguro y confiable.

## 1.5 Bases teóricas

### **Gestión del Mantenimiento Hospitalario**

La gestión del mantenimiento en el entorno hospitalario abarca el conjunto de acciones técnicas, administrativas y organizativas necesarias para garantizar el funcionamiento seguro y eficiente de los equipos médicos. Según Duffuaa et al. (2000), el mantenimiento es el proceso mediante el cual se preserva o se restaura la funcionalidad de un equipo. En los hospitales, este proceso es crítico, dado que una falla técnica puede afectar directamente la vida del paciente y la continuidad del servicio asistencial.

En este contexto, se distinguen tres tipos principales de mantenimiento:

- **Mantenimiento Correctivo:** Se realiza luego de que ocurre una falla. Aunque es necesario, no debe ser el único enfoque, ya que genera tiempos de inactividad prolongados y mayores costos operativos.
- **Mantenimiento Preventivo:** Basado en un calendario programado y en recomendaciones del fabricante, tiene como objetivo evitar la ocurrencia de fallas.
- **Mantenimiento Predictivo:** Apoyado en mediciones y monitoreo de condiciones, permite anticipar posibles fallos mediante indicadores de deterioro funcional.

La correcta planificación y ejecución del mantenimiento reduce la tasa de fallas, prolonga la vida útil de los equipos y optimiza la inversión institucional.

### **Equipos Biomédicos y su Gestión Técnica**

Los equipos biomédicos comprenden todos aquellos dispositivos utilizados en procedimientos de diagnóstico, tratamiento, monitoreo y rehabilitación de los pacientes. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011), la tecnología biomédica debe gestionarse a través de su ciclo de vida, que incluye: adquisición, instalación, operación, mantenimiento y retiro.

Una adecuada gestión técnica de los equipos biomédicos implica:

- Inventario actualizado.
- Hojas de vida técnicas.
- Clasificación por criticidad (alta, media, baja).
- Indicadores de desempeño técnico.
- Protocolos de calibración y seguridad eléctrica.

La gestión debe estar alineada con estándares internacionales como la norma IEC 60601-1, que establece requerimientos de seguridad eléctrica y funcional de los equipos médicos, y la ISO 13485, que regula sistemas de gestión para dispositivos médicos.

## **Normativa Peruana sobre Tecnología Médica**

En el Perú, el Ministerio de Salud (MINSA) establece las directivas para la gestión y mantenimiento de equipos biomédicos. La Resolución Ministerial N° 665-2007/MINSA, por ejemplo, plantea lineamientos para el uso adecuado de tecnologías sanitarias en los establecimientos de salud. Además, se promueve la existencia de un área de Ingeniería Clínica encargada del soporte técnico.

Asimismo, la Norma Técnica de Salud para el Mantenimiento de Equipamiento Médico establece la necesidad de elaborar planes de mantenimiento anual, implementar registros técnicos, e incorporar el análisis de riesgo tecnológico.

## **Indicadores de Gestión del Mantenimiento**

Los indicadores técnicos permiten evaluar objetivamente el desempeño de los equipos y del sistema de mantenimiento. Entre los más importantes se encuentran:

- MTBF (Mean Time Between Failures): Tiempo medio entre Fallas.
- MTTR (Mean Time To Repair): Tiempo medio de reparación.
- Disponibilidad Técnica (%): Proporción del tiempo que un equipo está operativo.
- **Índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo:** Mide qué porcentaje de las tareas programadas se ejecutaron efectivamente.

Estos indicadores forman parte de un sistema de mejora continua, facilitando la toma de decisiones basada en datos.

## **Modelos de Gestión de Mantenimiento**

Diversos modelos de gestión técnica han sido aplicados con éxito en hospitales de América Latina y Europa. Uno de los enfoques más utilizados es el basado en la norma ISO 9001:2015, que promueve la mejora continua y la gestión por procesos. También se considera el modelo TPM (Total Productive Maintenance), que integra la participación activa del personal clínico en el cuidado básico de los equipos.

El diseño de un modelo de mantenimiento para un hospital público debe ser adaptable, económico, y enfocado en la criticidad clínica de los equipos. La integración con herramientas digitales, como software de gestión de activos, es una práctica recomendada.

## **Importancia del Mantenimiento Biomédico en la Calidad Asistencial**

El mantenimiento adecuado de los equipos biomédicos influye directamente en la calidad y seguridad de la atención médica. Según la OMS, los equipos deben estar disponibles, seguros y calibrados correctamente. Las fallas técnicas no solo generan pérdidas económicas, sino que también representan riesgos clínicos graves.

La eficiencia técnica también incide en la satisfacción del paciente, en los indicadores de productividad hospitalaria, y en la capacidad del sistema de salud para responder ante emergencias.

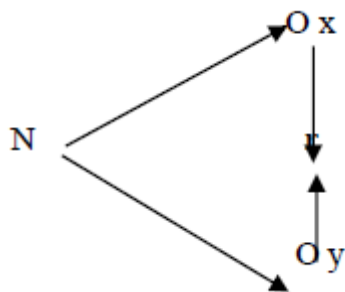
## CAPÍTULO II

### ESTRATEGIA METODOLÓGICA.

#### 2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

##### Tipo de Investigación

De acuerdo con el propósito que busca el tipo de investigación es la básica, también llamada investigación pura o básica. Será descriptivo al proporcionar información diagnóstica de gran valor acerca de las variables, empleando un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental de correlación transaccional. Esto se debe a que las variables analizadas tienen una relación o pueden depender de una variable a otra. Le interesa entender, a través de una muestra de las unidades de observación, la correlación entre las variables estudiadas, tal como se puede apreciar en la figura que se presenta.:



##### Denotación:

N = Población

Ox = Observación, variable independiente.

Oy = Observación, variable dependiente.

r = Relación entre variable.

##### Método de Investigación

Método científico.

##### Estrategia procedimiento de contratación de hipótesis

Las directrices estratégicas empleadas en la prueba de hipótesis son proporcionadas por el paquete estadístico de correlación en su versión descriptiva y comparativa, pues su propósito es que se pueda determinar y establecer el nivel de relación entre las dos variables. Finalmente, se examinaron estadísticamente los resultados a través del coeficiente de correlación..

#### 2.2. Población y muestra

##### 2.2.1 Población

Se considera que la población es un grupo claramente delimitado de unidades de observación que poseen rasgos compartidos y que sean perceptibles. Se representa con la cifra N".

El grupo estará compuesto por 32 empleados del Hospital, quienes serán las unidades de observación que serán encuestadas.

### **2.2.2. Muestra**

Para la muestra de estudio, se tomará en cuenta el total de unidades observadas, es decir, a los 32 empleados del Hospital.

Debido a la escasez de población, se clasifica como una muestra no probabilística, ya que el investigador, al conocer a la población y utilizar un juicio objetivo, determina que las unidades de observación forman parte del grupo. Se empleó la técnica o método de muestreo conocido como muestreo intencional o de opinión, bajo el criterio de conveniencia del investigador. Para ser representativos, se aplica el muestreo a todos los elementos de observación con características similares, de acuerdo con Córdoba (2009, p. 32) en su obra Estadística aplicada a la investigación.

### **2.3. Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas y herramienta empleada en el trabajo se presentan en:

#### **Técnica:**

- Análisis documental.
- Observación.
- Encuesta.

#### **Instrumentos:**

- Fichas bibliográficas, hemerográficas y de investigación.
- Guía de observación.
- Cuestionario de preguntas.

### **2.4. Técnicas para el procedimiento de la información**

#### **Análisis documental**

El análisis de documentos y los instrumentos pertinentes permite la consulta de fuentes bibliográficas, publicaciones especializadas y portales en internet, manteniendo una relación directa con el tema de estudio.

Mediante la entrevista y su herramienta - un cuestionario diseñado por el tesista para este estudio - se recabará información acerca de cada una de las dimensiones de las variables. Las cuestiones se centrarán en los elementos particulares que ayudarán a la recopilación de datos y a identificar las carencias en Vd.

A través de la observación y sus correspondientes instrumentos entendemos los procesos, las relaciones entre las personas, sus circunstancias o situaciones y los sucesos que suceden a lo largo del tiempo, además de los patrones que se forman y los entornos sociales y culturales donde se viven las vivencias humanas; e identificar problemas

**a) Ficha técnica de instrumentos**

La encuesta incluye cuestiones de la Vi y la Vd., y la evaluación se realizará mediante la Escala de Likert, cuyo valor oscila entre 1 y 5.

**b) Administración de los instrumentos y obtención de los datos**

Para que la información sea recopilada, se necesitará un cuestionario fiable y validado. La confiabilidad obtenida al aplicar el cuestionario dos veces a la muestra previamente escogida.

Para que el instrumento tenga validez, se recurre a profesionales formados en el campo del estudio. Al gestionar los cuestionarios, obtiene un valioso respaldo para recolectar la información obtenida de las muestras.

Evaluación Estadística

Se realiza a través del software estadístico SPSS 25.0, utilizado para realizar la interpretación, análisis y debate de las gráficas y figuras estadísticas, con el objetivo de obtener los resultados y extraer las conclusiones que conllevan los objetivos finales e hipótesis derivadas de la investigación.

**Formulación del modelo**

**a. Hipótesis nula.**

Hay pruebas de que los valores medios de los tratamientos no varían de forma significativa estadísticamente.

**b. Hipótesis alterna.**

La media del tratamiento difiere de forma significativamente.

**c. Recolección de datos y cálculos de los estadísticos correspondientes.**

Una vez realizado el tratamiento que corresponde a la muestra, y del procesamiento se utiliza programa estadístico.

**d. Decisión estadística.**

La decisión estadística se adopta al comparar el estadístico de prueba calculado con el obtenido mediante tablas estadísticas que corresponden a la distribución del estadístico de prueba. En otras palabras, si el valor del estadístico de prueba calculado se encuentra en el rango de rechazo, se descarta la hipótesis nula, mientras que si está en el rango de no rechazo, se admite; a saber:

Si:  $F_0 > F_{\alpha, a-1, N-a}$  se rechaza”

## CAPITULO III RESULTADOS

### 3.1 Resultados

Tabla 1. Mantenimiento

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	14	43,8	43,8	43,8
	Media	13	40,6	40,6	84,4
	Alto	5	15,6	15,6	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Fuente: Ficha de observación de los equipos biomédicos

Para una mejor comprensión y comparación, se muestra la siguiente figura:

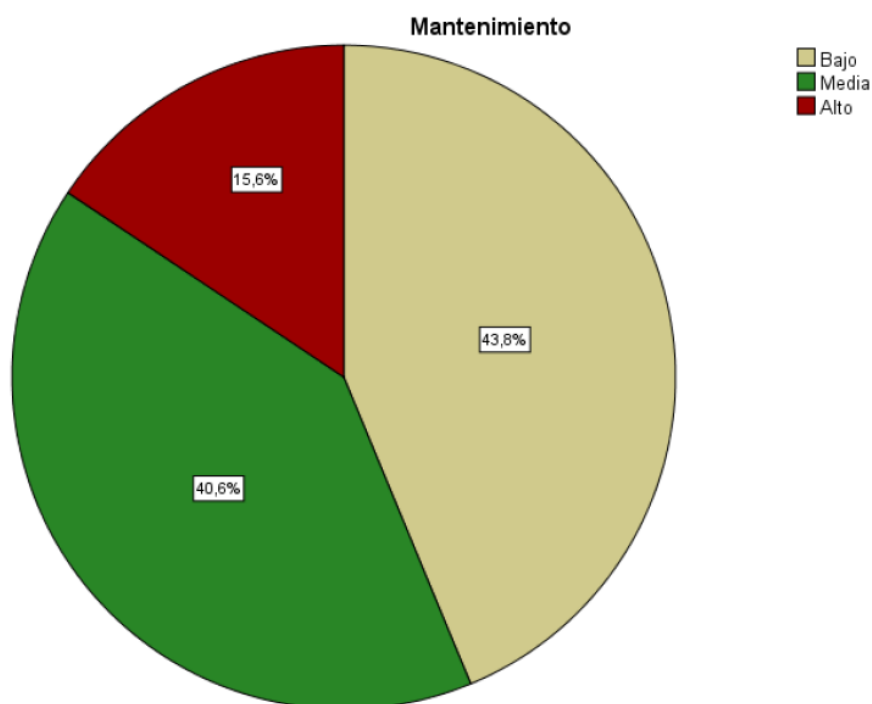


Figura 1. Mantenimiento

Como se muestra en la Figura 1, el 43,8% de los equipos biomédicos del seguro social de salud consideran que la variable de mantenimiento tiene un nivel bajo, el 40,6% considera un nivel medio y el 15,6% considera un nivel alto.

Tabla 2. Mantenimiento preventivo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	16	50,0	50,0	50,0
	Medio	11	34,4	34,4	84,4
	Alto	5	15,6	15,6	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Fuente: Ficha de observación de los equipos biomédicos

Para tener una comprensión y comparación mejor, se aprecia la figura:

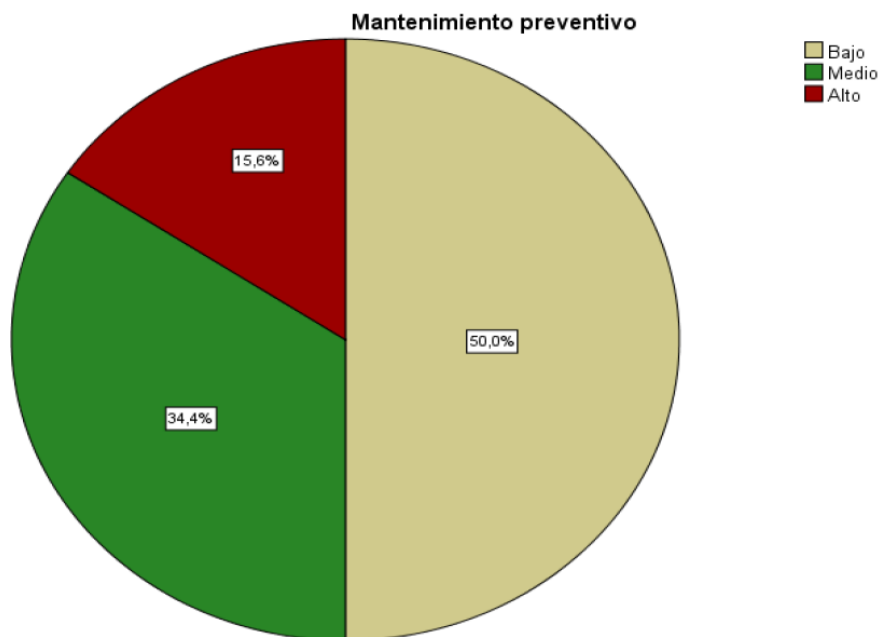


Figura 2. Mantenimiento preventivo

Se puede observar en la Figura 2 que el 50,0% de los equipos biomédicos del Hospital considera que hay un nivel bajo, un 34,4% un nivel medio y un 15,6% un nivel alto en el aspecto de mantenimiento preventivo.

Tabla 3. Mantenimiento predictivo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	13	40,6	40,6
	Medio	14	43,8	84,4
	Alto	5	15,6	100,0
	Total	32	100,0	

Fuente: Ficha de observación realizada del equipo biomédico

Para una comprensión y comparación, se muestra la figura:

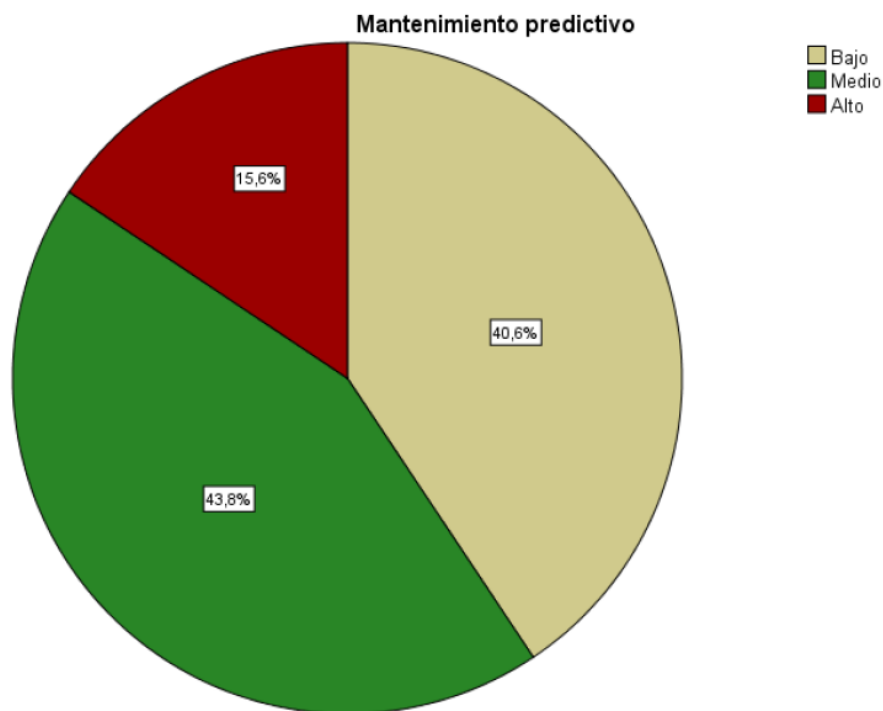


Figura 3. Mantenimiento predictivo

La Figura 3 muestra que el 40,6% de los equipos biomédicos del Hospital considera que la dimensión de mantenimiento predictivo tiene un nivel bajo, el 43,8% considera un nivel medio y el 15,6% considera un nivel alto.

Tabla 4. Mantenimiento correctivo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	14	43,8	43,8	43,8
	Medio	13	40,6	40,6	84,4
	Alto	5	15,6	15,6	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Fuente: Ficha de observación realizada de los equipos biomédicos

Para una comprensión y comparación, se muestra la figura:

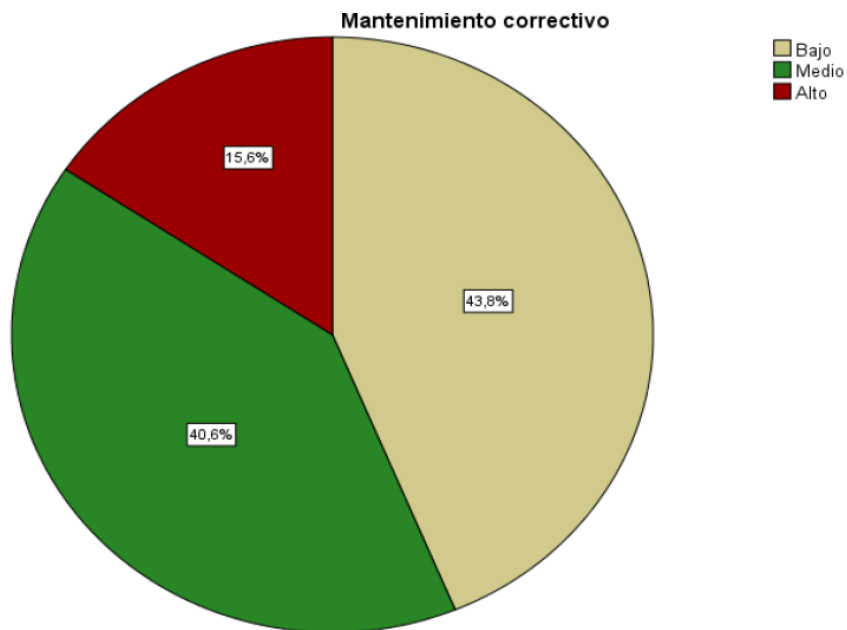


Figura 4. Mantenimiento correctivo

La Figura 4 muestra que el 43,8% de los equipos biomédicos del Hospital considera que hay un nivel bajo, el 40,6% considera un nivel medio y el 15,6% considera un nivel alto en la dimensión de mantenimiento correctivo.

Tabla 5. Eficiencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	13	40,6	40,6	40,6
	Medio	16	50,0	50,0	90,6
	Alto	3	9,4	9,4	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Fuente: Ficha de observación realizada al equipo biomédico

Para una comprensión y comparación, se muestra la figura:

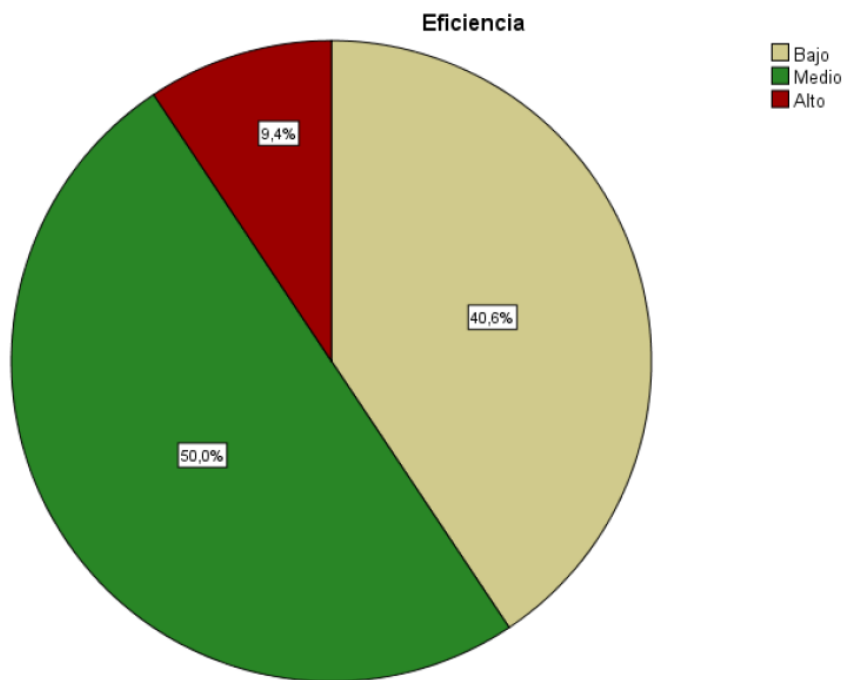


Figura 5. Eficiencia

La figura 5 muestra que el 50,0% de los equipos biomédicos del Hospital proyectan un nivel intermedio, el 40,6% un nivel intermedio y el 9,4% un nivel elevado en la variable eficiencia.

Tabla 6. Disponibilidad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	10	31,3	31,3	31,3
	Medio	19	59,4	59,4	90,6
	Alto	3	9,4	9,4	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Fuente: Ficha de observación realizada a equipos biomédicos

Para una comprensión y comparación, se muestra la figura:

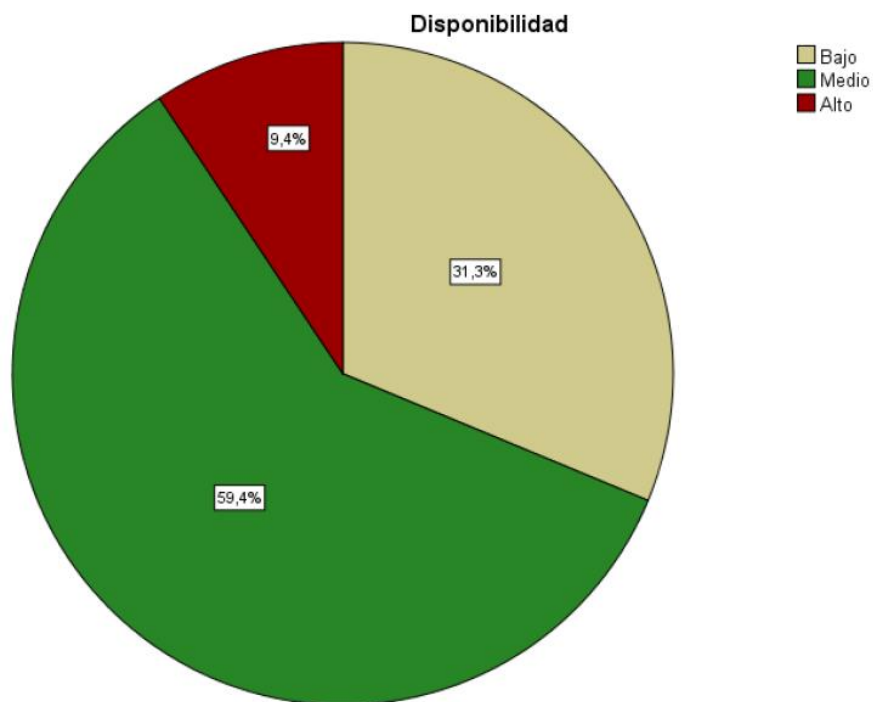


Figura 6. Disponibilidad

La Figura 6 muestra que el 59,4% de los equipos biomédicos del Hospital considera que la dimensión de disponibilidad tiene un nivel medio, el 31,3% considera un nivel bajo y el 9,4% considera un nivel alto.

Tabla 7. Rendimiento

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	21	65,6	65,6	65,6
	Medio	8	25,0	25,0	90,6
	Alto	3	9,4	9,4	100,0
	Total	32	100,0	100,0	

Fuente: Ficha de observación realizada de equipos biomédicos

Para una comprensión y comparación, se muestra la figura:

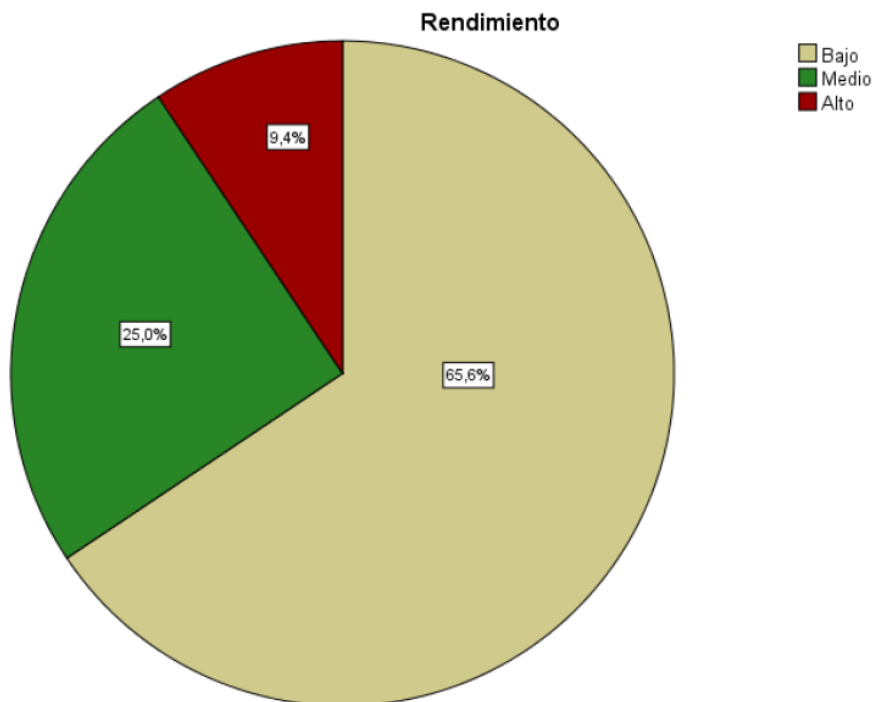


Figura 7. Rendimiento

Como se muestra en la Figura 7, el 65,6% de los equipos biomédicos del Hospital considera que el rendimiento es bajo, el 25,0% considera un nivel medio y el 9,4% considera un nivel alto.

### 3.2. Contrastación de hipótesis

#### Hipótesis General

Hipótesis Alternativa: El mantenimiento tiene un vínculo considerable con la eficacia de los equipos biomédicos en el centro hospitalario.

Hipótesis nula: El mantenimiento no se relaciona significativamente con la eficiencia de los equipos biomédicos en el en el hospital.

Tabla 8. El mantenimiento y la eficiencia

		Mantenimient o		Eficiencia
Rho de Spearman	Mantenimiento	Coefficiente de correlación	1,000	,680**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	32	32
	Eficiencia	Coefficiente de correlación	,680**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	32	32

\*\*\*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Según se evidencia en la Tabla 8, el coeficiente de correlación es  $r=0.680$ , en la que  $p=0.000$  ( $p<0.05$ ), lo que admite la hipótesis alternativa, pero descarta la hipótesis nula. Así pues, se puede emplear la estadística para verificar si hay una relación entre el mantenimiento y la eficacia de los aparatos biomédicos en el hospital.

Es evidente que el coeficiente de correlación posee una magnitud considerable.

Para un entendimiento y comparación más efectivos, se presenta la siguiente figura:

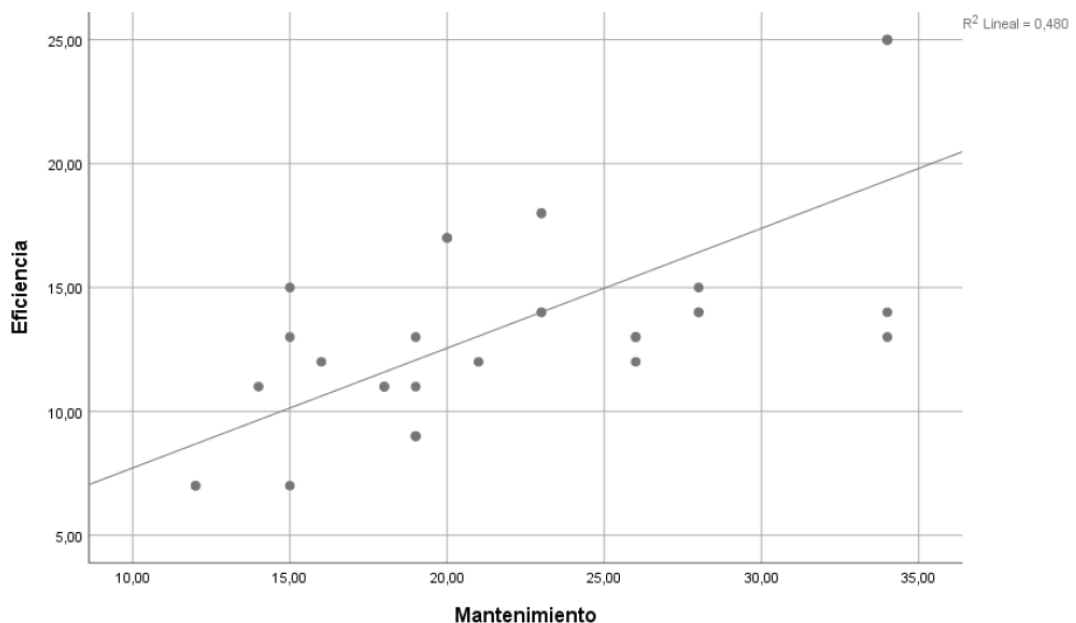


Figura 8. Mantenimiento y eficiencia

### Hipótesis Específica 1

Hipótesis Alternativa: La conservación preventiva tiene un vínculo significativo con la eficacia de los equipos biomédicos en el centro hospitalario.

Hipótesis nula: El mantenimiento preventivo no se relaciona significativamente con la eficiencia de los equipos biomédicos en el hospital.

Tabla 9. El mantenimiento preventivo y la eficiencia

		Mantenimiento preventivo		Eficiencia
Rho de Spearman	Mantenimiento preventivo	Coefficiente de correlación	1,000	,717**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	32	32
	Eficiencia	Coefficiente de correlación	,717**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	32	32

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se puede observar en la Tabla 8, el coeficiente de correlación es  $r=0.717$ , en la que  $p=0.000$  ( $p<0.05$ ), se admite la hipótesis alternativa, pero se descarta la hipótesis original. Así pues, se pueden emplear datos estadísticos para determinar si hay una relación entre el mantenimiento preventivo y la eficacia de los aparatos biomédicos en el hospital.

Es evidente que el coeficiente de correlación posee una magnitud significativa. Para un entendimiento y comparación más efectivos, se presenta la siguiente figura.

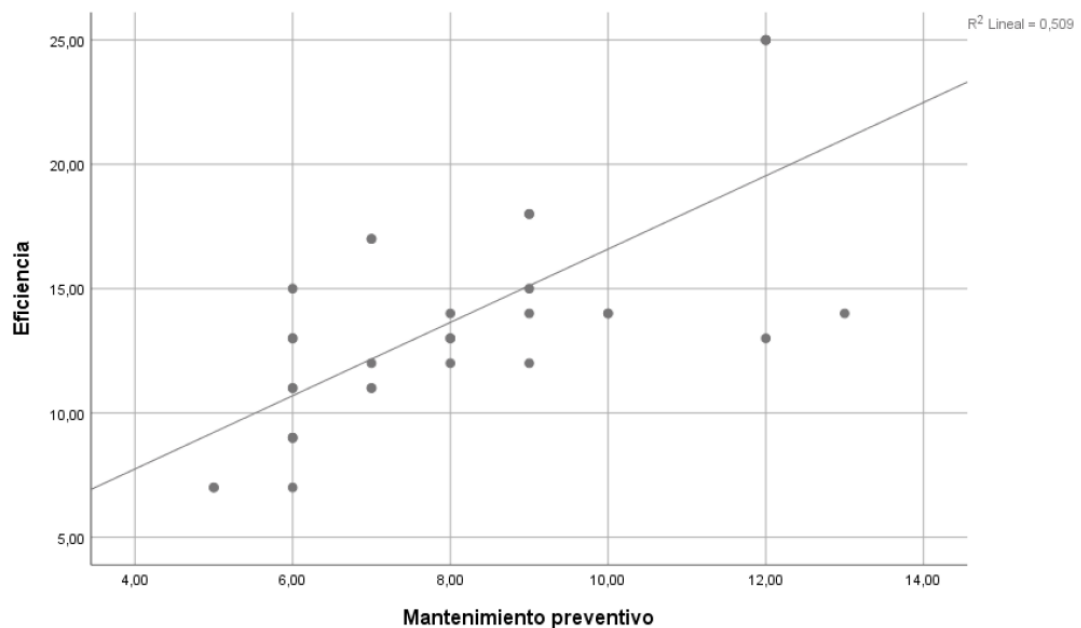


Figura 9. Mantenimiento preventivo y eficiencia

## Hipótesis Específica 2

Hipótesis Alternativa: La relación entre el mantenimiento predictivo y la eficacia de los equipos biomédicos en el hospital es considerable.

Hipótesis nula: El mantenimiento predictivo no se relaciona significativamente con la eficiencia de los equipos biomédicos en el hospital.

Tabla 10. El mantenimiento predictivo y la eficiencia

			Mantenimient o predictivo	Eficiencia
Rho de Spearman	Mantenimiento predictivo	Coefficiente de correlación	1,000	,672**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	32	32
	Eficiencia	Coefficiente de correlación	,672**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	32	32

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Según se evidencia en la Tabla 8, el coeficiente de correlación es  $r=0.672$ , en la que  $p=0.000$  ( $p<0.05$ ), lo que admite la hipótesis alternativa, pero descarta la hipótesis nula. Así pues, se pueden emplear las estadísticas para comprobar si hay una relación entre el mantenimiento predictivo y la eficacia de los aparatos biomédicos en los centros hospitalarios. Es evidente que el coeficiente de correlación posee una magnitud considerable. Para un entendimiento y comparación más efectivos, se presenta la siguiente figura.:

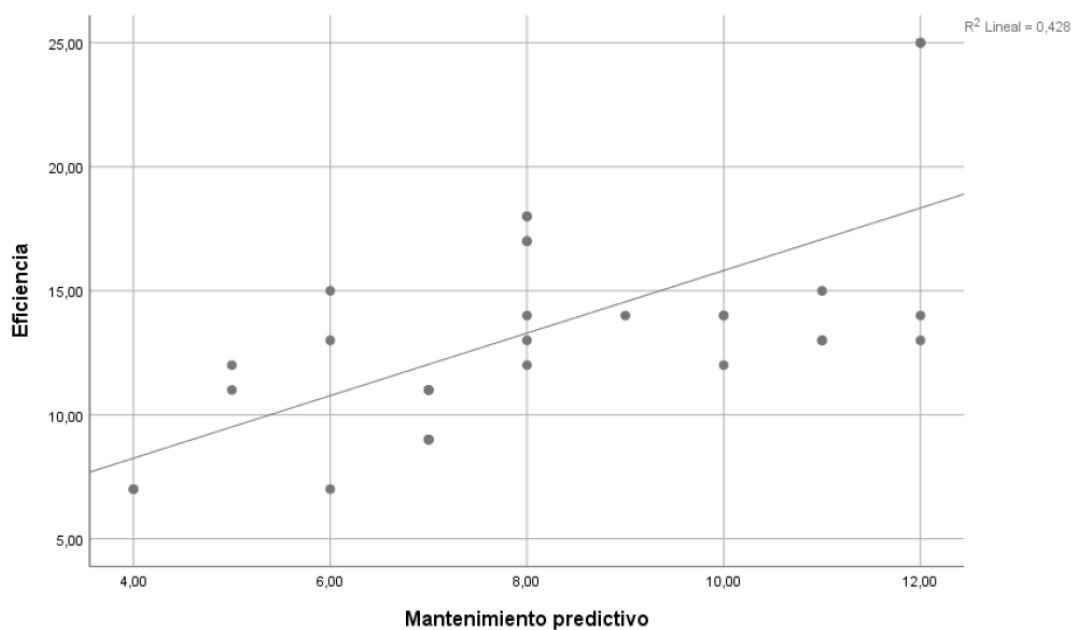


Figura 10. Mantenimiento predictivo y eficiencia

### Hipótesis Específica 3

Hipótesis Alternativa: El mantenimiento correctivo tiene una relación notable con la eficacia de los aparatos biomédicos en el centro hospitalario.

Hipótesis nula: El mantenimiento correctivo no se relaciona significativamente con la eficiencia de los equipos biomédicos en el hospital.

Tabla 11. El mantenimiento correctivo y la eficiencia

		Mantenimiento correctivo		Eficiencia
Rho de Spearman	Mantenimiento correctivo	Coefficiente de correlación	1,000	,536**
		Sig. (bilateral)	.	,002
		N	32	32
	Eficiencia	Coefficiente de correlación	,536**	1,000
		Sig. (bilateral)	,002	.
		N	32	32

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Según se evidencia en la Tabla 8, el coeficiente de correlación es  $r=0.536$ , en la que  $p=0.000$  ( $p<0.05$ ), se admite la hipótesis alternativa, pero se descarta la hipótesis nula. Así pues, los datos estadísticos pueden ser útiles para determinar si hay una relación entre el mantenimiento correctivo y la eficacia de los aparatos biomédicos en el hospital. Es evidente que el coeficiente de correlación posee una magnitud significativa. Para un entendimiento y comparación más efectivos, se presenta la siguiente figura.:

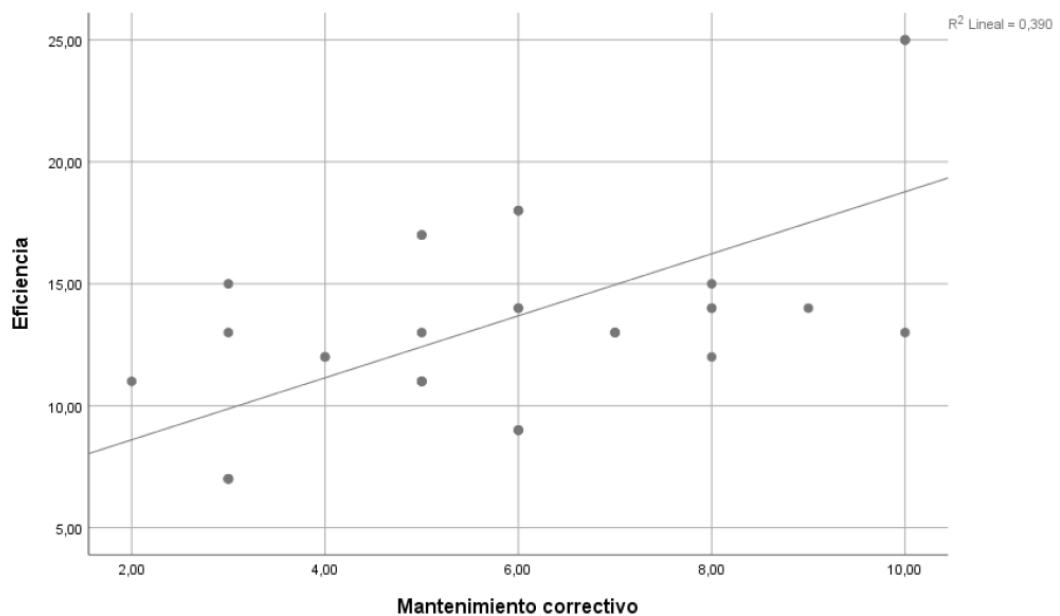


Figura 11. Mantenimiento correctivo y eficiencia

## CAPÍTULO IV

### DISCUSIÓN

#### 4.1. DISCUSIÓN

Las conclusiones estadísticas indican que: "Hay una correlación entre el mantenimiento y la eficacia de los aparatos biomédicos en el Hospital Santa María del Socorro, ya que la correlación de Spearman proporciona un valor de 0.680, lo que representa una correlación positiva." Dentro de las variables analizadas, posteriormente llevamos a cabo un estudio estadístico de las mismas en función de sus dimensiones. También es perceptible la primera dimensión gracias a la correlación de Spearman; hay una relación entre el mantenimiento preventivo y la eficacia de los dispositivos biomédicos en el Hospital Santa María del Socorro. El valor de retorno es de 0,717, lo que indica una asociación positiva. La conexión entre el mantenimiento predictivo y la eficacia del aparato biomédico en el Hospital Santa María del Socorro también es evidente en la segunda dimensión. Esto ocurre porque la correlación de Spearman muestra un valor de 0.672, lo que indica una asociación positiva. También se puede notar en la tercera dimensión una posible correlación entre el mantenimiento correctivo y la eficacia de los dispositivos biomédicos en el Hospital Santa María del Socorro, ya que el valor de correlación de Spearman indica una relación moderada. En este punto, estamos de acuerdo con lo que mencionaron Bambaren y Alatrística (2011): Las acciones a llevar a cabo para mantener los equipos e infraestructura en un estado de funcionamiento seguro, eficaz y rentable. El objetivo del mantenimiento a la infraestructura y equipos debe ser mantenerlos en condiciones ideales y prolongar la durabilidad de un activo para que opere correctamente conforme a los estándares fijados (p.9). Uno de los descubrimientos más relevantes de este estudio fue la detección de carencias en el actual sistema de mantenimiento hospitalario, particularmente en lo que se refiere al mantenimiento preventivo y la ausencia de protocolos normalizados. Previo a la puesta en marcha del modelo sugerido, los equipos biomédicos sufrían fallos constantes debido a la falta de un plan de mantenimiento completo y una administración metódica de los registros de intervención.

Luego de implementar el modelo de mantenimiento preventivo y correctivo, se notó un incremento considerable en la disponibilidad de los equipos. Los periodos de parada se disminuyeron significativamente, lo que facilitó la disponibilidad de los equipos cuando eran más requeridos, lo que conllevó a una eficiencia superior en los procedimientos médicos. Este descubrimiento concuerda con las investigaciones de autores como Sánchez et al. (2020), quienes indican que un correcto mantenimiento disminuye los periodos de parada de los equipos médicos, optimizando el desempeño global del hospital. Además, la aplicación de un método predictivo fundamentado en tecnologías de seguimiento y análisis de datos posibilitó prever fallos antes de su ocurrencia, lo cual ha representado un

progreso considerable en comparación con los métodos convencionales de mantenimiento reactivo. Este punto concuerda con estudios anteriores que han evidenciado que el mantenimiento predictivo puede disminuir significativamente los gastos relacionados con las reparaciones de emergencia y extender la durabilidad de los equipos (González & Pérez, 2018).

Al contrastar los hallazgos logrados en el Hospital Socorro de Ica con investigaciones anteriores, se nota que la aplicación de un modelo de mantenimiento eficaz genera un efecto beneficioso parecido al registrado en otras entidades sanitarias. En diversas investigaciones sobre situaciones hospitalarias en naciones de América Latina, como las llevadas a cabo en Perú y Colombia, se ha determinado que el mantenimiento preventivo y predictivo ayuda a incrementar la disponibilidad de los equipos y disminuye los gastos de reparación (Martínez & Rodríguez, 2019). No obstante, la distinción principal en este estudio radica en la implementación concreta de estos modelos en las circunstancias del Hospital Socorro de Ica, lo que evidencia que, aunque los principios son universales, cada hospital posee requerimientos específicos que deben tenerse en cuenta al elaborar el modelo de mantenimiento.

En cambio, la propuesta de este estudio también contempla la formación del equipo técnico, un elemento que no siempre se considera en otras investigaciones. La ausencia de capacitación constante y la variabilidad en el personal técnico pueden ser elementos que impactan de manera negativa en la eficacia del mantenimiento, tal como se resaltó en la investigación de García y Gómez (2021), lo que también se observó en el hospital correspondiente.

Aunque los hallazgos alcanzados son alentadores, la investigación tiene ciertas restricciones que deben ser reconocidas. Primero, se llevó a cabo el modelo de mantenimiento en un único hospital, lo que restringe la extrapolación de los resultados a otros centros sanitarios con distintas particularidades y requerimientos. Además, por limitaciones de tiempo y recursos, el estudio se enfocó primordialmente en los equipos biomédicos más esenciales, excluyendo otros aparatos que también podrían aprovechar el modelo sugerido. Otra restricción fue la ausencia de acceso a tecnologías sofisticadas de vigilancia en tiempo real, lo cual impactó en la puesta en marcha del mantenimiento predictivo en su máximo potencial. No obstante, se consiguió un avance significativo al incorporar herramientas sencillas pero eficaces para la recopilación de datos de los equipos. A pesar de que se consiguieron avances notables con el modelo sugerido, existen áreas que necesitan ser mejoradas. Una de las estrategias es la incorporación de tecnologías de vanguardia para la supervisión de los equipos biomédicos. La utilización de dispositivos vinculados que ofrezcan información en tiempo real acerca del estado de los equipos podría potenciar aún más la habilidad para prever averías y perfeccionar las acciones de

mantenimiento.

Igualmente, se sugiere ampliar el modelo a otros departamentos del hospital que no se incluyeron en este estudio, con el objetivo de valorar su utilidad y eficacia en distintos escenarios dentro del mismo centro sanitario. Además, es vital implementar un sistema de monitoreo constante que posibilite valorar de forma regular el rendimiento del modelo y realizar modificaciones de acuerdo a las demandas variables del hospital. Una futura línea de investigación podría enfocarse en la automatización del proceso de mantenimiento a través de la implementación de inteligencia artificial y aprendizaje automático. Esto permitiría a los sistemas anticipar fallos con mayor exactitud y administrar las intervenciones de mantenimiento de manera autónoma. Igualmente, resultaría beneficioso analizar el efecto del modelo sugerido en la satisfacción de los pacientes y en los resultados de salud a largo plazo, para valorar de forma más completa las ventajas de un mantenimiento apropiado de los equipos biomédicos. La puesta en marcha del modelo de mantenimiento para dispositivos biomédicos en el Hospital Socorro de Ica ha probado ser una táctica eficaz para optimizar la disponibilidad y el desempeño de los equipos, lo cual impacta directamente en la calidad del cuidado a los pacientes. Aunque hay áreas que necesitan mejora, los resultados alcanzados hasta el momento corroboran la factibilidad y la relevancia de disponer de un sistema de mantenimiento organizado y personalizado para las demandas particulares de cada entidad. Este análisis enfatiza la importancia de la correcta administración de los equipos biomédicos en el ámbito hospitalario, y pone los cimientos para futuras mejoras en la infraestructura sanitaria del país.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

- La implementación del modelo de mantenimiento propuesto ha demostrado ser altamente efectiva en la mejora de la eficiencia operativa del Hospital Socorro de Ica. La introducción de un sistema de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo ha permitido reducir significativamente los tiempos de inactividad de los equipos, lo que garantiza su disponibilidad continua para el personal médico y contribuye a una atención más ágil y segura para los pacientes.
- Un hallazgo clave de esta investigación es que un mantenimiento adecuado de los equipos biomédicos tiene un impacto directo en la seguridad de los pacientes. La reducción de fallas inesperadas y la correcta calibración de los dispositivos han permitido evitar posibles riesgos para la salud de los pacientes, asegurando diagnósticos más precisos y tratamientos efectivos, lo cual es crucial en un entorno hospitalario.
- La implementación del modelo ha mostrado que la optimización de los recursos humanos y materiales es posible mediante la programación adecuada de intervenciones de mantenimiento. Esto ha permitido que el personal técnico se enfoque en tareas críticas y planificadas, evitando reparaciones de emergencia costosas y reduciendo la necesidad de adquisiciones de nuevos equipos antes de lo previsto. Esto se traduce en una reducción de los costos operativos del hospital.
- A pesar de la inversión inicial necesaria para implementar el modelo de mantenimiento, los resultados indican que a largo plazo se genera un ahorro significativo. La prolongación de la vida útil de los equipos biomédicos, así como la disminución de costos por fallas imprevistas y reparaciones urgentes, demuestra que la inversión en mantenimiento preventivo y predictivo es rentable a nivel económico.
- La investigación también destacó la importancia de la revisión periódica del modelo de mantenimiento para adaptarse a las nuevas tecnologías y equipos que puedan incorporarse al hospital. Es esencial mantener una actualización constante en los procedimientos y en las herramientas utilizadas para el mantenimiento, lo que permitirá continuar optimizando los recursos y mejorando la calidad del servicio médico.

## **CAPITULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que el Hospital Socorro de Ica implemente de manera continua el modelo de mantenimiento propuesto, asegurando que se mantenga actualizado y adaptado a las necesidades cambiantes del hospital. Es esencial que se sigan los procedimientos establecidos para el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, con el fin de maximizar la disponibilidad de los equipos y reducir costos asociados a reparaciones imprevistas.
- Es fundamental que el personal técnico y médico reciba capacitación constante y actualizaciones periódicas sobre el manejo y mantenimiento de los equipos biomédicos. La inversión en la formación del personal contribuirá a la eficiencia de los procedimientos de mantenimiento y garantizará que se manejen de manera adecuada los equipos más avanzados y las nuevas tecnologías que puedan incorporarse al hospital.
- Se recomienda que el hospital explore la implementación de tecnologías avanzadas, como sistemas de monitoreo en tiempo real y sensores conectados, para mejorar la eficacia del mantenimiento predictivo. Estos sistemas permitirían una mayor precisión en la detección de fallas y una respuesta más rápida a posibles inconvenientes, minimizando los tiempos de inactividad de los equipos.
- La implementación de un software de gestión de mantenimiento digitalizado permitirá al hospital llevar un control más eficiente de los registros de mantenimiento, programaciones y tiempos de intervención. Este sistema proporcionaría una base de datos centralizada con toda la información relevante sobre los equipos, lo que facilitaría la toma de decisiones y el seguimiento de las intervenciones realizadas.
- Aunque el modelo de mantenimiento propuesto se centró en los equipos biomédicos más críticos, se recomienda que se amplíe a otros dispositivos dentro del hospital, como equipos de laboratorio, sistemas de climatización y equipos de infraestructura hospitalaria. Esta expansión garantizará una gestión integral de los recursos del hospital y mejorará la operatividad en todas las áreas.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Revilla, G., Borba, F., Taborda, R., & Simini, F. (2018). Comparación de las normas para autorización de equipos biomédicos de Argentina, Brasil, México y Uruguay.
- [2] Troya, I. en su tesis titulada: “Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en el Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico Comandante Manuel Fajardo Rivero, 2016
- [3] Hermosilla Aedo, Daniela Catalina del Pilar, et al. Aplicación del problema de asignación en mantenimiento de equipos médicos. 2018.
- [4] Montaña Werner, C. F. (2019). Propuesta de rediseño del proceso de mantenimiento correctivo en el Hospital Clínico de la Red de Salud UC Christus.
- [5] Anya, J. (2018). Sistema de información para la adquisición y gestión de equipos biomédicos en instituciones de salud. Colombia
- [6] Pineda, J. (2015) “Pruebas de seguridad eléctrica en equipos biomédicos de la Clínica Medellín S.A”, de la Clínica Medellín S.A
- [7] Arvizu, E., Alaniz, D., y Bravo, I. (2018). Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí, durante el II semestre del 2017 (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
- [8] Torres, G. (2016). Propuesta inicial de un modelo de gestión de mantenimiento de equipo biomédico para una IPS en Colombia (Tesis de pregrado). Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales, Bogotá, Colombia
- [9] Arango, C. (2019). Optimización del inventario y mantenimiento preventivo de equipos biomédicos relacionados al proceso de traslado asistencial de aerosanidad SAS, basado en el cumplimiento normativo y las buenas prácticas (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
- [10] Contreras, D. (2018). Elaboración de un plan de mantenimiento para los equipos biomédicos de la E.S.E Hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña (Tesis de pregrado). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña, Colombia
- [11] ERVANTES VALDIVIA, María Victoria. Sistema de gestión de mantenimiento de los bienes del Centro de Salud Santa Luzmila, Comas 2018.
- [12] BERROSPI ORTEGA, Rocio. Diagnóstico y plan de mantenimiento de la infraestructura del centro de salud Margos. 2019.
- [13] TOCCAS ORTIZ DE CCUNO, Celly; MENDOZA ALI, Rodolfo; RIEGA BENAVENTE, Victor Hugo. Propuesta de implementación del sistema integrado de gestión en mantenimiento y reparación de vehículos livianos para la empresa Resersur SAC. 2017
- [14] MAMANI CABELLOS, Luis Miguel. Mejora y Actualización del Plan de Mantenimiento Preventivo de Los Equipos Biomédicos del Área Central de Esterilización del Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin de la Fuente. 2019.

- [15] Moncada, M. (2019) Plan de mantenimiento preventivo y conservación de los equipos biomédicos del Hospital La Caleta- Chimbote, del Hospital La Caleta- Chimbote
- [16] Carbajal, J., y Chuman, J. (2019). Gestión de mantenimiento y la eficiencia de los equipos biomédicos en la unidad de cuidados intensivos de un establecimiento de salud nivel II-2 de la Región Callao, periodo 2018-2019 (Tesis de posgrado). Universidad Nacional del Callao, Callao
- [17] Alba, F., y Chinchay, W. (2019). “Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos – unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz, 2018 (Tesis de posgrado). Universidad César Vallejo, Huaraz
- [18] Flores, A. (2017). Optimización del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017 (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- [19] Lecca, S., y Zavaleta, M. (2018). Gestión de mantenimiento de equipos biomédicos del área de Emergencia del Hospital Regional Docente de Trujillo – 2018 (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú
- [20] 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 posgrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú

**CONFIABILIDAD**

**FORMULACIÓN**

El alfa de Cronbach sigue siendo el promedio ponderado de las correlaciones entre las variables (o elementos) en la tabla de relaciones. Puede calcularse de dos maneras: según las diferencias o la relevancia del proyecto. Es bueno indicar que ambas fórmulas son la misma versión y se pueden derivar una de la otra.

**A partir de las varianzas**

A partir de las varianzas, el alfa de Cronbach se calcula de la siguiente manera:

$$\alpha = \left[ \frac{K}{K-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_t^2} \right],$$

donde

- $S_i^2$  es la varianza del ítem  $i$ ,
- $S_t^2$  es la varianza de la suma de todos los ítems y
- $K$  es el número de preguntas o ítems.

**A partir de las correlaciones entre los ítems**

Según la correlación entre los ítems, el cálculo de  $\alpha$  de Cronbach es el siguiente:

$$\alpha = \frac{np}{1 + p(n-1)},$$

donde

- $n$  es el número de ítems y
- $P$  es el promedio de la correlación lineal entre cada de los ítems.

**Midiendo los ítems del cuestionario**

**Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,885	13

Anexo N° 02: Tabla de datos

N	Mantenimiento															ST1	X
	Mantenimiento preventivo					Mantenimiento predictivo					Mantenimiento correctivo						
	1	2	3	S1	D1	4	5	6	S2	D2	7	8	S3	D3			
1	2	3	1	6	Bajo	3	2	3	8	Medio	2	3	5	Bajo	19	Bajo	
2	2	1	2	5	Bajo	1	2	1	4	Bajo	2	1	3	Bajo	12	Bajo	
3	3	2	5	10	Medio	2	5	3	10	Medio	5	3	8	Medio	28	Medio	
4	5	2	5	12	Alto	2	5	5	12	Alto	5	5	10	Alto	34	Alto	
5	2	4	2	8	Medio	4	2	5	11	Medio	2	5	7	Medio	26	Medio	
6	1	3	3	7	Bajo	3	3	2	8	Medio	3	2	5	Bajo	20	Medio	
7	3	2	1	6	Bajo	2	1	4	7	Bajo	1	4	5	Bajo	18	Bajo	
8	4	2	3	9	Medio	2	3	3	8	Medio	3	3	6	Medio	23	Medio	
9	3	1	2	6	Bajo	1	2	4	7	Bajo	2	4	6	Medio	19	Bajo	
10	5	3	5	13	Alto	3	5	4	12	Alto	5	4	9	Alto	34	Alto	
11	2	2	3	7	Bajo	2	3	2	7	Bajo	3	2	5	Bajo	19	Bajo	
12	3	3	1	7	Bajo	3	1	1	5	Bajo	1	1	2	Bajo	14	Bajo	
13	3	4	2	9	Medio	4	2	2	8	Medio	2	2	4	Bajo	21	Medio	
14	4	2	3	9	Medio	2	3	3	8	Medio	3	3	6	Medio	23	Medio	
15	2	3	4	9	Medio	3	4	4	11	Medio	4	4	8	Medio	28	Medio	
16	5	2	5	12	Alto	2	5	5	12	Alto	5	5	10	Alto	34	Alto	
17	3	2	3	8	Medio	2	3	5	10	Medio	3	5	8	Medio	26	Medio	
18	4	1	2	7	Bajo	1	2	2	5	Bajo	2	2	4	Bajo	16	Bajo	
19	2	3	1	6	Bajo	3	1	2	6	Bajo	1	2	3	Bajo	15	Bajo	
20	3	1	2	6	Bajo	1	2	4	7	Bajo	2	4	6	Medio	19	Bajo	
21	2	3	3	8	Medio	3	3	3	9	Medio	3	3	6	Medio	23	Medio	
22	5	2	5	12	Alto	2	5	5	12	Alto	5	5	10	Alto	34	Alto	
23	2	3	1	6	Bajo	3	1	2	6	Bajo	1	2	3	Bajo	15	Bajo	
24	2	3	1	6	Bajo	3	1	2	6	Bajo	1	2	3	Bajo	15	Bajo	
25	2	1	2	5	Bajo	1	2	1	4	Bajo	2	1	3	Bajo	12	Bajo	
26	3	2	5	10	Medio	2	5	3	10	Medio	5	3	8	Medio	28	Medio	
27	5	2	5	12	Alto	2	5	5	12	Alto	5	5	10	Alto	34	Alto	
28	2	4	2	8	Medio	4	2	5	11	Medio	2	5	7	Medio	26	Medio	
29	1	3	3	7	Bajo	3	3	2	8	Medio	3	2	5	Bajo	20	Medio	
30	3	2	1	6	Bajo	2	1	4	7	Bajo	1	4	5	Bajo	18	Bajo	
31	4	2	3	9	Medio	2	3	3	8	Medio	3	3	6	Medio	23	Medio	
32	3	1	2	6	Bajo	1	2	4	7	Bajo	2	4	6	Medio	19	Bajo	

N	Eficiencia										
	Disponibilidad					Rendimiento				ST2	Y
	9	10	11	S1	D1	12	13	S2	D2		
1	3	2	3	8	Medio	1	4	5	Bajo	13	Medio
2	1	1	1	3	Bajo	2	2	4	Bajo	7	Bajo
3	2	3	3	8	Medio	5	1	6	Medio	14	Medio
4	5	5	5	15	Alto	5	5	10	Alto	25	Alto
5	3	3	2	8	Medio	2	3	5	Bajo	13	Medio
6	1	4	4	9	Medio	3	5	8	Medio	17	Medio
7	3	2	3	8	Medio	1	2	3	Bajo	11	Bajo
8	4	3	4	11	Medio	3	4	7	Medio	18	Medio
9	2	1	2	5	Bajo	2	2	4	Bajo	9	Bajo
10	2	2	2	6	Bajo	5	3	8	Medio	14	Medio
11	3	3	1	7	Bajo	3	1	4	Bajo	11	Bajo
12	2	3	3	8	Medio	1	2	3	Bajo	11	Bajo
13	1	5	2	8	Medio	2	2	4	Bajo	12	Bajo
14	3	2	4	9	Medio	3	2	5	Bajo	14	Medio
15	3	2	3	8	Medio	4	3	7	Medio	15	Medio
16	5	5	5	15	Alto	5	5	10	Alto	25	Alto
17	2	2	3	7	Bajo	3	2	5	Bajo	12	Bajo
18	2	3	2	7	Bajo	2	3	5	Bajo	12	Bajo
19	5	3	2	10	Medio	1	4	5	Bajo	15	Medio
20	2	1	2	5	Bajo	2	2	4	Bajo	9	Bajo
21	3	3	3	9	Medio	3	2	5	Bajo	14	Medio
22	3	2	3	8	Medio	1	4	5	Bajo	13	Medio
23	1	1	1	3	Bajo	2	2	4	Bajo	7	Bajo
24	3	2	3	8	Medio	1	4	5	Bajo	13	Medio
25	1	1	1	3	Bajo	2	2	4	Bajo	7	Bajo
26	2	3	3	8	Medio	5	1	6	Medio	14	Medio
27	5	5	5	15	Alto	5	5	10	Alto	25	Alto
28	3	3	2	8	Medio	2	3	5	Bajo	13	Medio
29	1	4	4	9	Medio	3	5	8	Medio	17	Medio
30	3	2	3	8	Medio	1	2	3	Bajo	11	Bajo
31	4	3	4	11	Medio	3	4	7	Medio	18	Medio
32	2	1	2	5	Bajo	2	2	4	Bajo	9	Bajo

