



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA  
DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MÉDICOS EN ESSALUD – VIRÚ 2018”**

**AUTOR:**

Zavala Navarro, Maycold Alexis

**ASESOR:**

Dr. Ricardo Mendoza Rivera

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

TRUJILLO – PERÚ

2018

**JURADO CALIFICADOR**

RUIZ GOMEZ ANDRES ALBERTO  
Presidente

MENDOZA RIVERA RICARDO DARIO  
Secretario

ULLOA BOCANEGRA SEGUNDO GERARDO  
Vocal

## DEDICATORIA

**A Dios**, por ser mi padre y confidente y regalarme días maravillosos, días para cumplir cada una de mis metas.

**A Mis Padres**, Porque gracias a sus consejos y palabras de alientos me han servido a creer como persona y a luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado alcanzar una gran meta los amo mucho.

**A Mi Hija** Ser papa y estudiante es difícil, sobre todo cuando se estudia una carrera profesional y estas en proceso de elaborar una tesis, y es difícil porque sabes que alguien más se está sacrificando para que tú puedas lograr tu sueño y esa persona eres tu mi ALESHKA.

**A Mi Hermana y a Ti en especial** porque gracias a tu apoyo, comprensión, cariño y confianza, por estar en los momentos más importante de mi vida. Este logro también es de ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la universidad privada cesar vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias que son fundamentales para el logro de uno de mis objetivos trazados , y de manera especial a mi asesor en esta investigación mg. Ulloa Bocanegra, Eduardo.

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación titulada “Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos médicos en ESSALUD, para lo cual empleó el métodos deductivo, con una investigación de tipo pre experimental, aplicándolo a una población de 45 equipos pertenecientes a la empresa ESSALU, realizando un análisis de criticidad total de riesgos se logra identificar la disponibilidad actual de los equipos críticos que es equivalente a un promedio de 90%, para lo cual se implementó un plan de mantenimiento preventivo logrando incrementar la disponibilidad de los equipos médicos críticos a un 98%, se ejecutó la prueba de hipótesis estadística planteada T student obteniendo resultados menor a 0.05, lo que permite concluir que el plan de mantenimiento preventivo aumentara la disponibilidad de los equipos médicos de ESSALUD – VIRU.

**Palabras claves:** Plan de Mantenimiento, Mejorar Disponibilidad,

Equipos Medicos

## **ABSTRACT**

In the present research work of preventive maintenance plan for the improve availability of medical equipment in ESSALUD which the deductive method was used with a kind of research pre experimental, applying to a population with 45 equipment's that belong to the enterprise ESSALUD , doing an analysis of total criticality risk. It was possible to identify the current equivalent to an average of 90% for which it was implemented a preventive maintenance plan. Achieving to increase the availability of medical critical equipment to 98%. The statistical hypothesis was executed, getting lowers results than 0.05 that allow to conclude that the plan of preventive maintenance will increase the availability of medical equipment of ESSALUD-VIRU.

**Keywords:** Maintenance plan, Improve availability, medical equipment

## ÍNDICE

INTRODUCCION .....	8
1.1 Realidad Problemática. ....	9
1.2 Trabajos Previos. ....	11
1.3 Teorías Relacionadas .....	13
<b>1.4 Formulación del Problema:</b> .....	20
1.5 Justificación: .....	20
1.6 Hipótesis: .....	20
1.7 Objetivos: .....	21
<b>II. METODO</b> .....	22
<b>2.1 Diseño de investigación</b> .....	22
<b>2.2. Identificación de Variables.</b> .....	22
<b>2.2.1. Descripción de Variables</b> .....	23
2.2.2. Operacionalización de Variables.....	23
2.3 Población y muestra .....	24

2.3.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDES Y CONFIABILIDAD .....	24
<b>2.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.1. Análisis descriptivo .....</b>	<b>25</b>
2.4.2. Análisis inferencial .....	25
<b>2.5. ASPECTOS ÉTICOS .....</b>	<b>25</b>
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. DETERMINAR EL NIVEL ACTUAL DE DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1 BREVE DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2. EQUIPOS DE TODAS LAS AREAS DEL HOSPITAL ESSALUD .....</b>	<b>27</b>
3.1.3. ANALISIS DE FALLAS SEGÚN VALIDACION DE LOS REPORTES ..	28
3.1.4. EJECUCION DIAGRAMA DE PARETO.....	31
3.1.5. DISPONIBILIDAD ACTUAL DE LOS EQUIPOS CRITICOS SEGÚN PARETO.....	39
3.2. DIAGNOSTICO DE ANALISIS A TRAVEZ DIAGRAMA DE ISHIKAWA Y LLUVIA DE IDEAS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2.1. Resultados del Diagrama de Ishikawa. ....	45
3.3. SIMULAR A TRAVÉS DEL PROGRAMA PROMODEL .....	48
3.3.2.2. SIMULACIÓN EN EL PROGRAMA PROMODEL SITUACION MEJORADA .....	53
3.4. COMPARACIÓN DE COMO IMPACTA LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MÉDICOS DE ESSALUD VIRÚ.....	55
Referencias .....	66
ANEXOS .....	68



## **I.INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad Problemática.**

A nivel internacional los equipos biomédicos cumplen un rol muy importante en un sistema de salud, rescatando que hay equipos con características peculiares indispensables en la prevención de enfermedades, en mayo del 2007 la Asamblea Mundial de la Salud adoptó la resolución WHA60.29. Esta resolución se refiere a los problemas derivados del despliegue y la gestión inadecuados de las tecnologías sanitarios y a la necesidad de establecer prioridades en la selección y gestión de estas tecnologías, en particular de los dispositivos médicos la OMS y sus asociados han estado trabajando en la elaboración de un programa de mantenimiento de un plan de acción, instrumental y de equipos biomédicos, este documento forma parte de una colección de documentos de referencia elaborados por un plan, para evitar inversiones voluminosas con altos costos, es vital realizar un programa de mantenimiento preventivo, realizando así una gestión de revisión técnica periódica, para obtener equipos fiables y disponibles para los usuarios mejorando así el servicio de atención.**(Asamblea Mundial de la Salud, 2012).**

Debemos precisar que actualmente que los hospitales nacionales de Essalud no cuentan equipos médicos previamente calibrados por empresas certificadas a nivel internacional, de lo cual pueden provenir una cantidad de inversiones **(inversión realizada por el MINSA-2010)**, los equipos conseguidos por la institución tienen un periodo de garantía no extensible las cuales no fueron inventariadas y programadas para su respectivo mantenimiento, Hoy en día diversas instituciones de Es salud no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, esperan que el equipo falle para aplicar un correctivo o hasta que culmine la vida útil del equipo, estopor lo consiguiente conlleva realizar actividades de manera fortuitas, (acciones reactivas) impactando en paradas que afectan al servicio de salud, lo cual perjudica a todos

los usuarios, esto representa considerables pérdidas económicas en el centro hospitalario y atención al mismo.**(Essalud,2010)**

Las inspecciones en los centros de Essalud regional y local no aseguran su funcionamiento correctamente; las inspecciones de seguridad de mantenimiento no aseguran que los equipos sean seguros en pacientes y los que manejan los equipos para su (MP) prolongándose en la vida útil de los donde se reducirá con frecuencia de desperfectos en los equipos, sin embargo se inspecciona que los equipos están en condiciones de funcionar y no excluir las fallas futuras; donde no permita nuevamente estar en parada. **(Tena Aguilar, 2010).**

En la unidad de estudio de la presente investigación que es el hospital de ESSALUD VIRU que cuentan con 67 trabajadores que vienen laborando desde 2011 actualmente en Virú, El mantenimiento preventivo que se realiza en los equipos de la institución pública Essalud Virú no cuenta con una programación en la cual se detalle los diagnósticos en cada equipo, por lo que están afectando de una manera consecutiva a los usuarios, De continuar esta situación el hospital de ESSALUD VIRÚ, verá incrementar sus problemas por falta de disponibilidad de sus equipos, lo que generará un descontento en la población que no será atendida plenamente y a su vez el desarrollo de enfermedades.

Por todo lo expuesto la presente investigación es de suma importancia ya que buscará la funcionabilidad constantes de los equipos médicos, donde será útil para las áreas de atención sanitaria beneficiando a los usuarios, para que las diversas áreas donde se encuentran los equipos y materiales tengan un desarrollo eficiente acorde con los pacientes, Esta investigación está siendo dirigida a los responsables teniendo la planificación, administrativa de los servicios de tecnología sanitaria en los centros de la Red, donde los equipo Biomédicos requieran de un proceso de calibración donde se calcula el diseño tecnológico, como también los aspectos de atención al cliente trazando como horizonte el óptimo funcionamiento de los equipos tecnológicos.

## **1.2 Trabajos Previos.**

Según **Núñez, (2016)** en su investigación titulada: “Plan de mantenimiento preventivo del área de calderas del hospital regional de Huancavelica”. La investigación realizada fue de nivel descriptivo, aplicado al conocimiento a partir de la técnica de la observación encontrando una propuesta de plan donde se aplicó como instrumento fichas documentarias, los reportes, tablas de datos referentes a los equipos de la institución otorgadas por los colaboradores de la empresa. Encontrando que el mantenimiento actual, desarrollado en todos los equipos e instalaciones de la institución, no ha sido el adecuado, debido a que carece de un cronograma y definido al tipo de mantenimiento que debe realizarse en cada equipo. El estudio fue orientado en análisis de la situación actual de la entidad, y así poder reducir el porcentaje de mantenimiento correctivo ya que actualmente la disponibilidad de equipos se encuentra en porcentaje de 71% de operación, tras diversos análisis se logró incrementar el porcentaje de disponibilidad a un 91%, concluyendo así que es de suma importancia tener un plan de mantenimiento preventivo en los equipos biomédicos, además se enfoca la propuesta de iniciar con un plan de capacitación constante para el personal de operación y mantenimiento de los equipos para establecer la cultura preventiva.

Según Bracamonte (2010), en su tesis “**Instalación, mantenimiento y reparación de equipos médicos en la empresa Meditron, C.A. sartenejas**” en Bolívar, tuvo como objetivo implementar la infraestructura para el área de equipos médicos de la empresa Meditron. Departamento de Alta Tecnología, identificó una funcionalidad de un 79% en los equipos biomédicos para lo cual el investigador utilizó técnicas de recolección de datos, con herramientas como la observación, entrevista, con Revisión Bibliográfica, Diagramas de flujo, realizando programaciones de mantenimiento llegando a tener los resultados de un 90 % de funcionalidad de

mejoras en los equipos médicos con esta técnica, se realizaron una serie reparaciones en los equipos médicos, la posibilidad de la empresa fue mejorar diversas circunstancias de superación a los demás años anteriores satisfaciendo a los cliente que requieren el servicio.

Según el estudio realizado por (Miranda, 2014) En su tesis **“Sistema para la gestión del servicio de mantenimiento en el área biomédica hospitalaria”** en México tuvo como objetivo desarrollar un sistema para la gestión del servicio de mantenimiento y para dicho estudio se realizó un estudio experimental tomándose la técnica de un modelo de prototipos, obteniéndose grandes resultados positivos de una mejora donde la planificación de los equipos y los servicios preventivos superaron la meta por encima del 78% de disponibilidad que se tenía, llegando en un rendimiento del 92% de funcionabilidad, y se pudo lograr un incremento en los procesos productivos mejorando la calidad. Por lo consiguiente se tiene un programa de mantenimiento preventivo elaborado por Miranda, es cual es de gran ayuda en la gestión de servicio del mantenimiento.

Según el estudio realizado por (García, 2014) en su tesis fue **proponer un sistema de gestión de plan de mantenimiento de mejora de instalación en equipos médicos** en una clínica en la ciudad de Lima, como objetivo principal optó por el diseño “Radar de Mantenimiento” con un estudio experimental de un diagnóstico, con herramientas de las Just time, VSM,5S teniendo los resultados de mejora de infraestructura y equipos biomédicos usados por en el servicio estatal; y esto permitió la adecuada operación de los equipos biomédicos, a través del plan de atención y mantenimiento anual de mantenimiento del sistema de gestión con una mejora del 97%, y que anteriormente solo se contaba con un 70% también se realizó una auditoría por área donde se concluye que actualmente la obligación de implementar normas de mantenimiento. Por lo que se debe establecer el plan estratégico elaborado por los colaboradores involucrados de la clínica. Y que está orientada a los esfuerzos del mantenimiento preventivo reduce los costos por mantenimiento de reparación y los costos de mantenimiento correctivo.

Según el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) (2015), con su área de la Oficina de Ingeniería, Mantenimiento y Servicios, Elaboro un “**Plan de Mantenimiento de Equipos Médicos**” empleando un estudio pre experimental, y llevándose a cabo un diagnóstico de observación directa y de entrevista en el establecimiento de las diversas áreas, llegando a la conclusión de encontrarse la mayor parte equipos en mal estado y es debido al desorden que hay en el establecimiento especializado en cáncer, ya que se cuenta con una capacidad de 380 camas, se aplicaron herramientas de las “5s” y Just time, logrando incrementar en un 98% de atención de los servicios asistenciales más que años anteriores donde solo se cumplían 73% de servicios en usos de equipos en la institución, y mediante un mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos médicos se pudo erradicar la demanda insatisfecha .

### **1.3 Teorías Relacionadas**

#### **1.3.1 Concepto de mantenimiento preventivo.**

Es una actividad que se da para garantizar y conservar la calidad en el servicio donde el mantenimiento es programado y se da antes de que la falla suceda. Este mantenimiento es ideal siempre y cuando tengan las condiciones adecuadas. Para ello es de vital importancia neutralizar el deterioro de una máquina, evitando daños directos, manipulación inadecuada de equipos entre otros factores, a su vez este mantenimiento está ligado a la toma de conciencia del cuidado de los trabajadores y a su seguridad. **(Navarro, y otros, 1997).**

#### **Origen del Mantenimiento preventivo**

El origen del mantenimiento preventivo nace por el exceso del mantenimiento correctivo, ya que al llegar la etapa final de la vida útil el equipo es desechado en ocasiones reparados, al pasar de los años el mantenimiento ha ido evolucionando obteniendo nuevas técnicas y cambiando el pensamiento erróneo de muchas personas que solo se aplica cuando una maquina falla. La prevención surge con el desarrollo de la civilización, las prevenciones que deben de tener los equipos son elementos esencialmente fundamentales en la línea del tiempos ya que esto

previene problemas a futuros, en años anteriores el mantenimiento preventivo no era considerado de vital importancia ya que solo era visto como un pérdida de tiempo en la producción, pues al ir evolucionando el mantenimiento esta filosofía abarco el tema de cuidado, orden y limpieza la cual con pasas básicos dio excelentes resultados hoy en día la programación del mantenimiento preventivo conlleva a tener un equipo confiable. **(Duffuaa, 2000).**

### **Plan de mantenimiento preventivo**

Es una de las técnicas empleadas para prevenir paradas fortuitas, lo cual se necesita de una planificación y programación de los trabajos en campo. Para evitar que lo activos tengan defectos se debe realizar inspecciones periódicas en una determinada frecuencia en un tiempo coordinado para contribuir al mantenimiento preventivo, siendo de mucha ayuda analizar los equipos más críticos en un área esto corresponde realizar una gestión que englobe todos los aspectos relacionados con él para alcanzar el grado de excelencia anhelado. Sin duda alguna el mantenimiento preventivo nace de la necesidad de optimizar la producción.**(Tavares, 2003)**

**Plan:** Se basa en un conjunto de acciones que permiten conservar o tener en buen estado un sistema para que esta sus objetivos.

**Mantenimiento:** Es la actividad relacionada con la conservación y la aplicación de las técnicas adecuadas de estatus para lograr el cumplimiento de la vida útil, el mantenimiento se clasificar en diversos tipos **(Tavares, 2003)**

**Tipos de Mantenimiento preventivo.**-Existen diversos tipos que se clasifica en:

**Predictivo.**- Es la técnica en la que predice una falla a base de condición, es decir recopilando los síntomas de un equipos próximo a falla se realiza mediciones y análisis en los quipos para tener un diagnostico contundente de las posibles fallas analizadas por cada de una de las técnicas predictivas, esto puede prevenir desperfecto los equipos.**(Tavares, 2003)**

**Correctivo.**-Es la acción de corregir este de mantenimiento se aplica cuando no equipo ya sufrió el daño. Esto implica sustitución o reemplazo de algunas partes o piezas. **(Tavares, 2003)**

**Mantenimiento integrado o productivo total (TPM)**, este mantenimiento se conoce como mantenimiento autónomo, ya que involucra a los operadores que no son mecánicos, orientándolos y capacitándolos en un mantenimiento básico como limpieza e inspección visual para el apoyo y contribución en el mantenimiento productivo total de una compañía. **Plan de mantenimiento preventivo**, para este tipo de mantenimiento no se debe esperar que el equipo falle, para lo cual se debe realizar un plan en la cual establezca las actividades a realizar en cada equipo baso en condición, para ello tiene que ser programada, planificada y establecida como autodisciplina, este mantenimiento es lo contrario del correctivo, para lograr este mantenimiento se tiene que conocer los parámetros de operación de los equipos, la condición de cada uno de los mismos.**(Garrido, Renovetec, 2009)**

Este mantenimiento busca minimizar el riesgo de falla, realizando actividades rutinarias que ayudaras a su cumplimiento de las cuales son:

**Inspección visual**, Se da con la finalidad de insertar un hábito de ser personas observadoras y analizar la posible falla, tomar rápidos conceptos y evitar los retrasos antes que la falla se materialice

**Revisiones o ajustes**, esto sucede en la línea del tiempo del mantenimiento se logra a través de una la inspección visual con rutas programadas y establecidas para cada equipo basado en condición, este punto es de vital importancia ya que de esto parte determinar los defectos que incurren en el equipos.**(Garrido, Renovetec, 2009)**

**Lubricación**, es una de las actividades más importantes del mantenimiento la lubricaciones es el sistema de bombeo de una máquina, el lubricante es una película

la cual cumple la función de dar vida a un equipo, a través de ella podemos saber el comportamiento de la maquinaria realizando sus respectivos análisis tribológicos esto beneficia al mantenimiento de la siguiente manera.

- ✓ Reducir costos
- ✓ Prolongar la vida útil.
- ✓ Paros de producción imprevistos
- ✓ Ahorro de energía.

**Limpieza**, Es la actividad primordial que para muchos usuarios nos parece tan simple y poco, que erramos en no hacerla por diferentes motivos, pero la limpieza es el primer paso para que el mantenimiento pueda obtener resultado ya que iniciarlo se podrán identificar los siguientes defectos, esta actividad debe realizarse con una determinada frecuencia para que los equipos funciones equitativamente bien. **(Reliability, 2018)**

### **Funciones del Mantenimiento de Equipos Médicos**

Basado en las siguientes funciones:

- ✓ Asegurar el servicio continuo a los usuarios.
- ✓ Suministrar una adecuada alimentación eléctrica para los equipos, basado en el cuidado de altas cargas.
- ✓ Indicar algún defecto de los equipos que disminuyen su rendimiento, produciendo mayor gasto energético.
- ✓ Detectar su nivel de riesgo.
- ✓ Detectar una des calibración.
- ✓ De no cumplir con óptimas condiciones el equipo debe ser apartado.

### **Clasificación del Equipo Médico según el Nivel de Riesgo**



**Equipos de Alto Riesgo.**-Se determina los equipos críticos porque un error puede causar relevantes daños, Donde se encuentran los siguientes equipos: Unidades de Anestesia, Ventiladores de Transporte, Incubadoras de Transporte (neonatal). Monitores de signos vitales, Desfibriladores, Equipo laringoscopia, Aspiradores. **(García, 2011)**

**Equipos de Medio Riesgo.**- Son equipos que en su funcionamiento pueden generar obstáculos en el proceso de cuidado de daños severos al mismo. Autoclaves, Electrocardiógrafos, Microscopio, Campana de Flujo laminar, Monitor fetal, Pulsioxímetro, Balón de oxígeno y monitores fetales.

**Equipos de Bajo Riesgo.**- Estos equipos, no ocasionan severas consecuencias en la salud del paciente, como son: Balanzas electrónicas. Mesas quirúrgicas, Lámparas Cialíticas, Tens, Nebulizadores y tensiómetros.

#### **Disponibilidad de los equipos.**

La disponibilidad es el tiempo que un equipo está operativo en un determinado periodo, para determinar la disponibilidad se tiene que identificar los indicadores de: fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad total. **(Rey Sacristán, 2001).**

#### **Indicadores de gestión para la prevención:**

##### ***Indicadores de costo***

Es aquel involucrado en el costo de mantenimiento verifica los costos de mantenimiento, entre los costos de obtención del equipo.

El indicador de costo/hora permite conocer los costos de la hora de servicio se considera que los centros de mantenimiento.

***El efecto en la disponibilidad total.***-Es aquel indicador que se mide por el tiempo trabajado en un determinado ciclo, encontrándose implícitos tiempos medios entre fallas, tiempos medios de reparación.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

En los hospitales, los aparatos biomédicos se miden en tiempo real trabajado De tal manera que los equipos de la empresa se deben identificar aquellos problemas que tengan alguna entidad dentro de las áreas, obteniendo la disponibilidad de los equipos relevantes, aplicándose la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de algunos equipos significativos}}{\text{Nº de Equipos significativos}}$$

### **Disponibilidad por averías**

Es cuando el equipo presenta índice de reparación y no son programados.

$$\text{Disponibilidad de avería} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada de avería}}{\text{Horas totales}}$$

La disponibilidad se debe de tener en cuenta el tiempo de para. Y se debe calcular aritméticamente por averías y poder obtener datos.

### **MTBF (Tiempo medio entre fallos)**

Es el suceso ocurrido en una línea de tiempo antes de la reparación.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Nº de Horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{Nº de averías}}$$

### **MTTR (tiempo medio de reparación)**

Es aquel que tiene relevancia las averías donde se produce y se debe considerar el tiempo medio a la solución.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Nº de horas de paro por avería}}{\text{Nº de averías}}$$

Realizando el siguiente cálculo podemos deducir lo siguiente.

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

## **Indicador de Gestión de Órdenes de Trabajo**

### **Nº de Órdenes de trabajo generadas en un periodo determinado**

Las ordenes de trabajos tiene la siguiente abreviación (OT), estas son de vital ayuda ya que con este indicador podemos programar y administrar los trabajos a realizar en las distintas frecuencias.

La ordenes de trabajo son generadas según la programación de sistema de planeación cada orden de trabajo debe de ser codificada para obtener un historial de dicho equipo. **(García, 2011)**

**Promodel:** Es un software que se utiliza para simular, administrar, diseñar procesos de producción de mantenimiento de fabricación, este programa tiene herramientas que nos permite graficar y analizar su comportamiento del proceso productivo en el tiempo, es decir es una herramienta de tomas de decisiones en un proceso de circuito continuo o cerrado, este programa abarca una suma de herramientas que simulan nuestros objetivos en el transcurso del desarrollo de un proyecto. La versatilidad de este software es que sus comandos y funciones son adaptables para realizar una simulación.

#### **1.4 Formulación del Problema:**

¿Cuál será el impacto de un plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de los equipos médicos en ESSALUD – Virú?

#### **1.5 Justificación:**

La investigación define a una **Justificación Practica**: que Ayudo a determinar problemas de los equipos y maquinas presentes con una **justificación teórica**, donde la investigación logro que en otras áreas del conocimiento, sirvió de importancia trascendental para la toma de datos donde fueron aplicados a otros fenómenos esto ayudo a explicar lo requerido. En **la justificación académica**, permitió aplicar el conocimiento profesional aprendidos en la carrera profesional de ingeniería Industrial. **Cuya justificación económica**; aumento los beneficios económicos de la institución reduciendo costos y aumento la eficiencia y productividad de la institución. **En la justificación social**; mejoro el desempeño y competitividad de la institución de salud que se contribuye al desarrollo socioeconómico de la región al suministrar servicios que son necesarios para ésta como es la salud, con la ejecución correcta el plan de mantenimiento preventivo logrado.

#### **1.6 Hipótesis:**

El plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos médicos de ESSALUD – Virú.2018

## **1.7 Objetivos:**

### **Objetivo general**

Mejorar la disponibilidad de los equipos médicos en ESSALUD – Virú mediante el Plan de mantenimiento preventivo.

### **Objetivos específicos**

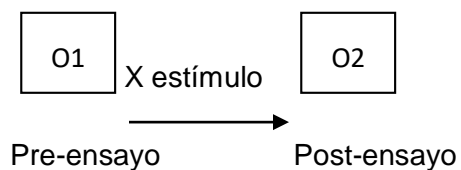
- Realizar un análisis de criticidad total por riesgo (CTR) para los equipos médicos.
- Identificar la disponibilidad los equipos críticos, estableciendo un plan de mantenimiento preventivos en la situación actual de los equipos médicos de Es Salud –Virú
- Simular a través del software Promodel para determinar los indicadores de disponibilidad.
- Determinar la disponibilidad en los equipos después de haber realizado la simulación en Promodel

## II. METODO

### 2.1 Diseño de investigación

El diseño de investigación utilizado para esta investigación es pre-experimental, el cual utilizara un grupo único para la aplicación del pre test y post test. (Hernández Sampieri, Fernández Collado,& Baptista Lucio, 2003), pues se analiza los productos defectuosos generados en un periodo de tiempo antes y después de la mejora de procesos.

#### Diseño de la investigación



Dónde:

Muestra:

O1: Disponibilidad de equipo médico antes

X: Plan de mantenimiento preventivo.

O2: Disponibilidad de equipo médico después

### 2.2. Identificación de Variables.

## 2.2.1. Descripción de Variables

### Variable Independiente

Plan de mantenimiento preventivo: Consiste en la inclusión de un mantenimiento preventivo a las fallas que se producen y que no están consideradas en el mantenimiento de rutina.

### Variable dependiente:

Disponibilidad de equipos médicos: Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

## 2.2.2. Operacionalización de Variables

**Tabla 1. Matriz de Operacionalización de variables**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala
Plan de mantenimiento	Consiste en la inclusión de un mantenimiento preventivo a las fallas que se producen y que no están consideradas en el mantenimiento de rutina.(García Garrido, 2009)	Se puede ejecutar a través de objetivos y dando prioridad a las fallas.	Listado de equipos críticos y relevantes según estándar.  Ficha técnica de equipos clínicos.  Diagrama de Gantt – Planificación mantenimiento preventivo para equipos clínicos.  Hoja de vida de los equipos clínicos  Formato de evaluación del MP preventivo para el equipo clínico	Nominal  Razón  Nominal
Disponibilidad	Es la capacidad de un activo o componente para estar en	Disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	Razón

un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado. (NEWBROUGH E, 2000)	Tiempo promedio entre fallas	$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de Horas Operativas}}{N^{\circ} \text{ de paradas correctivas}}$	Razón
	Tiempo promedio para reparar	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones}}{N^{\circ} \text{ de paradas correctivas}}$	Razón

Fuente. Elaboración Propia

### 2.3 Población y muestra

Debido a que la muestra del número de quipos es accesible a los 45 equipos clínicos, se tomara como universo ya que es un valor cercano a la población, se trabajara con todos los equipos de las áreas del centro hospitalario.

### 2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDES Y CONFIABILIDAD

- Para realizar un diagnóstico de equipos prioritarios (críticos) en los equipos de Es Salud – Virú se empleará como técnica de observación( ficha de tiempo perdido) y como instrumento matriz de criticidad total de riesgo (ver Tabla N°34)
- Para identificar el indicador de disponibilidad actual de los equipos se empleara como técnica observación y como instrumento ficha de tiempos muertos (Ver anexo tabla N°33)
- Para realizar la simulación utilizaremos el programa de Promodel el cual simulara la disponibilidad de los equipos clínicos, para esto se empleara la técnica de Simulación y como instrumento el Programa Promodel (ver anexo imagen N° 13 )
- Para comparar la mejora y el antes luego de haber implementado del plan de mantenimiento preventivo se empleara como técnica la observación y como instrumento cuadros comparativos(Ver anexo figura N° 14)



## **2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

### **2.5.1 Análisis descriptivo**

A nivel descriptivo, se calculan los indicadores de las variables se elaboraran tablas de frecuencias y tablas dinámicas.

### **2.5.2. Análisis inferencial**

Para determinar el impacto en la disponibilidad, A nivel inferencial se probará la hipótesis primero con la prueba de normalidad de ShapiroWilk, donde se determinará si los datos tienen un comportamiento normal, de ser así se aplicará la prueba t-student y si no la prueba estadística de Wilcoxon con un 95% de nivel de confianza, para probar la hipótesis.

## **2.6. ASPECTOSÉTICOS**

Tras la investigación el investigador se compromete a no atentar contra las normas de la compañía protegiendo y haciendo el bueno uso de ella, así como la confiabilidad de los datos confidenciales brindados por la empresa y a no exponer a las personas involucradas en esta investigación.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. REALIZAR UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO (CTR)**

##### **3.1.1 BREVE DESCRIPCION DE LA EMPRESA**

La empresa MEDTECH S.A.C, cuenta con 17 años en el mercado dedica a brindar servicios en el sector salud, brindado asesorías médicas, mantenimiento de equipos y ventas de equipos de última tecnología.

La empresa brinda servicios de mantenimiento a equipos biomédicos, atendiendo al servicio de tercerización por lo cual brinda servicios a entidades del sector privado y estatal.

La empresa cuenta con sedes en distintas ciudades: Trujillo, Chepén, San Pedro de Iloc, Pacasmayo, Guadalupe, Santiago de chuco, Virú, Otuzco, Huamachuco, Bolívar, Julcán, Ascope, Laredo, Moche



**Figura 1. Ubicación de la empresa MEDTECH S.AC**

**Fuente. Google Maps.**

### 3.1.2. EQUIPOS DE TODAS LAS AREAS DEL HOSPITAL ESSALUD

Las áreas del centro hospitalario de ESSALUD se encuentran compuesta por 40 equipos médicos, tal y como se muestra en la tabla N° 2.

**Tabla2. Totalidad de equipos biomédicos del hospital Essalud**

EQUIPOS BIOMEDICOS	AREA
AUTOCLAVE	EMERGENCIA
REFRIGERADORA PARA LABORATORIO	LABORATORIO
ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	EMERGENCIA
MONITOR DE SIGNOS VITALES	EMERGENCIA
DEFIBRILADOR CON PALETAS	EMERGENCIA
MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	EMERGENCIA
CENTRIFUGA DE TUBOS	LABORATORIO
MICROSCOPIO DE COLUMNA	LABORATORIO
TANQUE DE COMPRESAS	CONSULTPRIO EXTERNO
VORDEX	LABORATORIO
CUNA DE CALOR RADIANTE	CONSULTORIO EXTERNO
RAYOS X ESTACIONARIO	LABORATORIO

TANQUE DE PARAFINA	CONSULTORIO EXTERNO
BAÑO MARIA	LABORATORIO
MONITOR FETAL UNIVERSAL	EMERGENCIA
VENTILADOR DE TRANSPORTE	EMERGENCIA
MONITOR FETAL XP	EMERGENCIA
MICROCENTRIFUGA	EMERGENCIA
ELECTROCARDIOGRAFO DE 03 CANALES	CONSULTORIO EXTERNO
ELECTROCARDIOGRAFO	EMERGENCIA
INCUBADORA DE TRANSPORTE	EMERGENCIA
INCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	EMERGENCIA
SISTEMA ULTRASONIDO	LABORATORIO
EQUIPO DE TERAPIA COMBINADA	EMERGENCIA
RAYOS X RODABLE	LABORATORIO
RAYOS X DENTAL	LABORATORIO
MICROSCOPIO CABEZAL	LABORATORIO
ESPECTOFOTOMETRO	LABORATORIO
ROTADOR ORBITAL	LABORATORIO
CAMPANA DE FLUJO	EMERGENCIA
AUTOCLAVE HZ CONFORMER	EMERGENCIA
ECOGRAFO PORTATIL	EMERGENCIA
MESA DE PARTO	EMERGENCIA
LAMPARA CIALITICA	LABORATORIO
UNIDAD DENTAL MAS COMPRESORA	CONSULTORIO EXTERNO
ELECTROCAUTERIO DE POTENCIA BAJA	CONSULTORIO EXTERNO
MAMOGRAFO	CONSULTORIO EXTERNO
SISTEMA DE DIGITALIZACION	EMERGENCIA
INCUBADORA DE CULTIVO	EMERGENCIA
ECOGRAFO DE USO GENERAL	CONSULTORIO EXTERNO
ESTERILIZADOR DE CALOR SECO UPS	EMERGENCIA
DESTILADOR DE AGUA	EMERGENCIA
PULSOXIMETRO	CONSULTORIO EXTERNO
PROCESADOR DE PELICULAS	LABORATORIO
DETECTOR DE LATIDOS FETALES UNIVERSAL	EMERGENCIA

**Fuente. MEDTECH S.A.C**

### **3.1.3. ANALISIS DE FALLAS SEGÚN VALIDACION DE LOS REPORTE**

Para el cumplimiento de uno de los objetivo es saber la disponibilidad actual de los equipos clínicos para ello es necesario descargar los datos de los reportes de paradas no programas de los equipo, los dato obtenido a continuación son con frecuencia trimestral de Enero – Marzo 2018, Según tabla N° 3.

**Tabla 3. Ficha de Tiempos perdidos.**

SUCESO	HORAS PARADAS PARA REPARAR	EQUIPOS	TIEMPO PERDIDO
DESCALIBRACION	62.32	SISTEMA ULTRASONIDO	467.08
	65	MONITOR DE SIGNOS VITALES XP	
	51.2	AUTOCLAVE	
	72.5	MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	
	50	ASPIRACION DE SECRECION RODABLE	
	54.5	DESFIBRILADOR CON PALETAS	
	46	ENCUBADORA NEONATAL	
	23.56	VORDEX	
	42	CENTRIFUGA DE TUBOS	
FALALA DE TARJETA	61.2	AUTOCLAVE	571.03
	48.5	ENCUBADORA NEONATAL	
	50.15	SISTEMA ULTRASONIDO	
	43.48	VORDEX	
	76.22	MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	
	40	MONITOR FETAL UNIVERSAL	
	60	DESFIBRILADOR CON PALETAS	
	53.5	ASPIRACION DE SECRECION RODABLE	
	53.48	TANQUE DE COMPRESAS	
SOBRE TENSION	32	CUNA DE CALOR RADIANTE	477.47
	52.5	MONITOR DE SIGNOS VITALES XP	
	41.2	AUTOCLAVE	
	48.53	SISTEMA ULTRASONIDO	
	54.5	CENTRIFUGA DE TUBOS	
	57	ASPIRACION DE SECRECION RODABLE	
	51.5	DESFIBRILADOR CON PALETAS	
	63.28	MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	
	34.52	VORDEX	
FALLA DE TRASNDUCTORES	32	CUNA DE CALOR RADIANTE	347.16
	43.44	TANQUE DE COMPRESAS	
	51.5	MONITOR DE SIGNOS VITALES XP	
	34	SISTEMA ULTRASONIDO	
	53.5	ASPIRACION DE SECRECION RODABLE	
	41.2	AUTOCLAVE	
	51	MONITOR DE SIGNOS VITALES XP	
	41.5	CENTRIFUGA DE TUBOS	
38.52	TANQUE DE COMPRESAS		
FALLA EN BORNERAS	44	RAYOS X ESTACIONARIO	236.02
	61.2	AUTOCLAVE	
	24.56	TANQUE DE COMPRESAS	
	26	RAYOS X ESTACIONARIO	
	43.44	VORDEX	

SUCESO	HORAS PARADAS PARA REPARAR	EQUIPOS	TIEMPO PERDIDO
FALLA EN BORNERAS	44.26	ENCUBADORA NEONATAL	236.02
	44	CENTRIFUGA DE TUBOS	
	61.2	AUTOCLAVE	
	24.56	TANQUE DE COMPRESAS	
	26	RAYOS X ESTACIONARIO	

	16	TANQUE PARAFINA	
	20	BAÑO MARIA	
FALLA EN FUENTE DE PODER	19	VENTILADOR DE TRANSPORTE	167.74
	11.5	MONITOR FETAL XP	
	43.24	ENCUBADORA NEONATAL	
	12.5	MICROCENTRIFUGA	
	20	ELECTROCARDIOGRAFO 3 CANALES	
	16	TANQUE PARAFINA	
	20	BAÑO MARIA	
	5.5	ELECTROCARDIGRAFO	
	8	INCUBADORA DE TRANSPORTE	
	12	MICROSCOPIO DE COLUMNA	
	FALLA EN ALIMENTACION DE ENERGIA	26	
10		RAYOS RODABLE	
16		TANQUE PARAFINA	
19		VENTILADOR DE TRANSPORTE	
12.5		MONITOR FETAL XP	
11.5		MICROCENTRIFUGA	
6.5		ELECTROCARDIGRAFO	
4		INCUBADORA DE TRANSPORTE	
10		EQUIPO DE TERPIA COMBINADA	
FALLA EN AJUSTE DE BASE	10	RAYOS DENTAL	77
	9	MICROSCOPIO CABEZAL	
	9	ESPECTOFOTOMETRO	
	9	ROTADOR ORBITAL	
	8	CAMPANA DE FLUJO	
	8	ECOGRAFO PORTATIL	
	8	MESA DE PARTO	
	8	LAMPARA CIALITICA	
	8	UNIDAD DENTAL MAS COMPRESORA	

**Fuente. MEDTECH S.A.C**

En la tabla N° 3, se encuentran los registros de las horas que el equipo se encontró en parada en el tiempo Enero – Marzo 2018, esta ficha será de gran utilidad para hallar la disponibilidad de los equipos.

En el centro de salud las paradas programadas son de 256 horas trimestral en el tiempo enero – marzo, en donde ocurre una serie de fallas que afectan a la funcionalidad las cuales son la siguiente:

Descalibración, falla de tarjeta, sobre tensión, falla de transductores, falla en borneras, falla en fuente de poder, falla en alimentación de energía, falla en ajuste de base para lo cual elaboramos una tabla de los equipos que presentan fallas tal y como se muestra en la tabla N°4.

**Tabla 4. Tiempo total de horas paradas en los equipos**

No.	EQUIPOS	Tiempo de paradas (Hrs)
1	AUTOCLAVE	256

2	MONITOR DE SIGBOS VITALES XP	220
3	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	214
4	MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	212
5	DEFIBRILADOR CON PALETAS	210
6	SISTEMA ULTRASONIDO	195
7	CENTRIFUGA DE TUBOENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	182
8	ENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	182
9	TANQUE DE COMPRESAS	160
10	VORDEX	145
11	CUNA DE CALOR RADIANTE	64
12	RAYOS X ESTACIONARIO	52
13	TANQUE DE PARAFINA	48
14	BAÑO MARIA	40
15	MONITOR FETAL UNIVERSAL	40
16	VENTILADOR DE TRANSPORTE	38
17	MONITOR FETAL XP	24
18	MICROCENTRIFUGA	24
19	ELECTROCARDIOGRAFO DE 03 CANALES	20
20	ELECTROCARDIOGRAFO	12
21	INCUBADORA DE TRANSPORTE	12
22	MICROSCOPIO DE COLUMNA	12
23	EQUIPO DE TERAPIA COMBINADA	10
24	RAYOS X RODABLE	10
25	RAYOS X DENTAL	10
26	MICROSCOPIO CABEZAL	9
27	ESPECTOFOTOMETRO	9
28	ROTADOR ORBITAL	9
29	CAMPANA DE FLUJO	8
30	ECOGRAFO PORTATIL	8
31	MESA DE PARTO	8
32	LAMPARA CIALITICA	8
33	UNIDAD DENTAL MAS COMPRESORA	8


**Fuente tabla N° 3**

Para identificar los equipos críticos emplearemos la metodología de análisis de Criticidad total por riesgos.

### **3.1.4. EJECUCION DEL CTR (CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO)**

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia

**Tabla 5. MATRIZ DE CRITICIDAD**

<b>Nombre de Proyecto:</b>	ANALISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS MEDICOS
<b>Código CTR:</b>	ESSALUD 0001 
<b>Área Responsable</b>	MANTENIMIENTO
<b>Encargado del soporte</b>	MAYCOLD ZAVALA

### FUENTE DE ESSALUD

#### 3.1.4.1. IDENTIFICACION DE RIESGOS

Como Siguiete paso identificaremos los riesgos para cada parada no programada detallada en la tabla N°3 se realizará la descripción del suceso, la clasificación y /o categoría al cual pertenece, sus condiciones, las consecuencias que puede ocasionar el riesgo y del equipo que proviene para cuantificar los equipos más críticos según como se muestra en la tabla N° 5.



**Tabla 6. Identificación de Riesgos**

EQUIPO	Título	Descripción	Clasificación / Categoría	Condiciones	Consecuencias
AUTOCLAVE	DESCALIBRACION	Descalibración de configuraciones	4 – Tecnología	Falta de programación M.P	inoperatividad del equipo
MONITOR DE SIGBOS VITALES XP	FALLA EN TARJETA	Continuidad interrumpida	3 - Disponibilidad	Falta de programación M.P	Deterioro de la tarjeta
ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	FALLA EN FILTRO	Filtro Obstruido	3 - Herramientas	Falta de limpieza	Deficiencia de succión
MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	FALLA EN TARJETA	Falso contacto en la tarjeta	4 – Tecnología	Tarjeta reparada	Daño en el circuito
DEFIBRILADOR CON PALETAS	FALLA ELECTRICA	Caída de Tensión	2 – Desarrollo	No tiene guarda motor	Corrientes parasitas
SISTEMA ULTRASONIDO	DESCALIBRACION	Descalibración de configuraciones	3 - Disponibilidad	Falta de programación M.P	inoperatividad del equipo
CENTRIFUGA DE TUBOS	DESCALIBRACION	Descalibración de configuraciones	3 - Disponibilidad	Falta de programación M.P	inoperatividad del equipo
ENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	FALLA ELECTRICA	Sobre tensión	2 – Desarrollo	Llave termo magnética inadecuada	Cortocircuito
TANQUE DE COMPRESAS	FALLA EN FILTRO	Filtro Obstruido	3 - Herramientas	Falta de limpieza	Deficiencia de succión
VORDEX	FALLA EN FUENTE PODER	Batería deteriorada	2 – Desarrollo	Drenaje de acido	Alteración del circuito
CUNA DE CALOR RADIANTE	FALLA EN BORNERAS	Polos invertidos	2 – Desarrollo	Cables en mal estado	Cortocircuito
RAYOS X ESTACIONARIO	FALLA EN FUENTE PODER	Puertos deteriorados	2 – Desarrollo	Raíz de puerto inoperativo	Bloqueo de conexiones
TANQUE DE PARAFINA	FALLA EN FILTRO	Filtro Obstruido	3 - Herramientas	Falta de limpieza	Deficiencia de succión
BAÑO MARIA	FALLA ELECTRICA	Caída de Tensión	2 – Desarrollo	No tiene guarda motor	Corrientes parasitas
MONITOR FETAL UNIVERSAL	FALLA DE TARJETA	Continuidad interrumpida	3 - Disponibilidad	Falta de programación M.P	inoperatividad del equipo
VENTILADOR DE TRANSPORTE	DESBALANCEADO	Desplazamiento inadecuado	2 - Toma de decisiones	Alabes deteriorados	Rotura de autopartes
MONITOR FETAL XP	FALLA EN TARJETA	Falso contacto en la tarjeta	4 - Tecnología	Puerto de tarjeta inoperativo	Bloqueo en conexión

MICROCENFRIFUGA	DESCALIBRACION	Descalibración de configuraciones	3 - Disponibilidad	Falta de programación M.P	inoperatividad del equipo
ELECTROCARDIOGRAFO DE 03 CANALES	FALLA EN FUENTE PODER	Puertos deteriorados	2 – Desarrollo	Raíz de puerto inoperativo	Bloqueo de conexiones
ELECTROCARDIOGRAFO	FALLA ELECTRICA	Temperaturas Elevadas	2 – Desarrollo	Cables desfasados	Incendio
INCUBADORA DE TRANSPORTE	FALLA ELECTRICA	Caída de Tensión	2 – Desarrollo	No tiene guarda motor	Corrientes parasitas
MICROSCOPIO DE COLUMNA	DESCALIBRACION	Descalibración de configuraciones	3 - Disponibilidad	Falta de programación M.P	inoperatividad del equipo
EQUIPO DE TERAPIA COMBINADA	FALLA DE TARJETA	Falso contacto en la tarjeta	4 - Tecnología	Puerto de tarjeta inoperativo	Bloque en conexión
RAYOS X RODABLE	FALLO EN BORNERAS	Borneras en mal estado	2 – Desarrollo	Borneras inadecuadas	Interrupción corriente eléctrica
RAYOS X DENTAL	FALLA ELECTRICA	Sobre tensión	2 – Desarrollo	Llave termo magnética inadecuada	Cortocircuito
MICROSCOPIO CABEZAL	FALLA EN BORNERAS	Polos invertidos	2 – Desarrollo	Cables en mal estado	Cortocircuito
ESPECTOFOTOMETRO	FALLA EN FUENTE PODER	Puertos deteriorados	2 – Desarrollo	Raíz de puerto inoperativo	Bloqueo de conexiones
ROTADOR ORBITAL	FALLA EN BORNERAS	Borneras en mal estado	2 – Desarrollo	Borneras inadecuadas	Interrupción corriente eléctrica
CAMPANA DE FLUJO	DESCALIBRACION	Descalibración de configuraciones	3 - Disponibilidad	Falta de programación M.P	inoperatividad del equipo
ECOGRAFO PORTATIL	DESCALIBRACION	Descalibración de configuraciones	3 - Disponibilidad	Falta de programación M.P	inoperatividad del equipo
MESA DE PARTO	FALLA EN BORNERA	Borneras en mal estado	2 – Desarrollo	Borneras inadecuadas	Interrupción corriente eléctrica
LAMPARA CIALITICA	FALLA EN BORNERA	Polos invertidos	2 – Desarrollo	Cables en mal estado	Cortocircuito
UNIDAD DENTAL MAS COMPRESORA	FALLA ELECTRICA	Caída de Tensión	2 – Desarrollo	No tiene guarda motor	Corrientes parasitas

**Fuente. MEDTECH S.A.C**

## PLANIFICACION Y GESTION DE RIESGOS

La planificación de la Gestión de Riesgos consiste en definir cómo se realizarán las actividades, en donde se aplican los criterios de probabilidad e impacto de criticidad tal y como se encuentran detallado en la tabla N° 7

**Tabla 7. Planificación y gestión de riesgos**

Título	Probabilidad (Porcentaje)	Impacto (Numérico)	Exposición (Numérico)	Prioridad	Fecha límite	Estado	Motivo	Fecha estado
AUTOCLAVE	80%	10	8.00	1	19/06/2018	00 - EN GESTION	Gestión	25/06/2018
MONITOR DE SIGBOS VITALES XP	80%	8	6.40	2	17/06/2018	00 - EN GESTION	Gestión	25/06/2018
ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	60%	10	6.00	3	13/06/2018	00 - EN GESTION	Gestión	17/06/2018
MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	100%	10	10.00	4	12/06/2018	01 - ACTIVACION MITIGACION	Mitigación activada	14/06/2018
DEFIBRILADOR CON PALETAS	100%	10	10.00	5	19/06/2018	01 - ACTIVACION MITIGACION	Mitigación activada	20/06/2018
SISTEMA ULTRASONIDO	100%	8	8.00	6	25/05/2018	01 - ACTIVACION MITIGACION	Mitigación activada	4/06/2018
CENTRIFUGA DE TUBOENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	100%	10	10.00	7	15/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Contingencia activada	17/06/2018
ENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	100%	6	6.00	8	3/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Contingencia activada	09/062018
TANQUE DE COMPRESAS	60%	10	6.00	9	16/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Contingencia activada	19/06/2018

ELECTROCARDIOGRAFO DE 03 CANALES	40%	10	4.00	99	10/06/2018	00 - EN GESTION	Gestión	13/06/2018
CUNA DE CALOR RADIANTE	40%	6	2.40	99	11/06/2018	00 - EN GESTION	Gestión	14/06/2018
RAYOS X ESTACIONARIO	20%	10	2.00	99	15/06/2018	00 - EN GESTION	Gestión	22/06/2018
TANQUE DE PARAFINA	60%	6	3.60	99	18/06/2018	01 - ACTIVACION MITIGACION	Mitigación activada	23/06/2018
BAÑO MARIA	80%	4	3.20	99	9/06/2018	01 - ACTIVACION MITIGACION	Mitigación activada	11/06/2018
MONITOR FETAL UNIVERSAL	40%	6	2.40	99	9/06/2018	01 - ACTIVACION MITIGACION	Mitigación activada	14/06/2018
VENTILADOR DE TRANSPORTE	40%	4	1.60	99	13/06/2018	01 - ACTIVACION MITIGACION	Mitigación activada	16/06/2018
MONITOR FETAL XP	20%	8	1.60	99	14/06/2018	01 - ACTIVACION MITIGACION	Mitigación activada	17/06/2018
MICROCENTRIFUGA	80%	6	4.80	99	19/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Contingencia activada	22/06/2018
CUNA DE CALOR RADIANTE	20%	8	1.60	99	17/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Contingencia activada	19/06/2018
RAYOS X ESTACIONARIO	20%	8	1.60	99	11/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Contingencia activada	17/06/2018
TANQUE DE PARAFINA	20%	6	1.20	99	22/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Mitigación activada	24/06/2018
BAÑO MARIA	40%	6	2.40	99	25/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Mitigación activada	27/06/2018

MONITOR FETAL UNIVERSAL	40%	6	2.40	99	26/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Contingencia activada	27/06/2018
VENTILADOR DE TRANSPORTE	40%	4	1.60	99	27/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Mitigación activada	28/06/2018
MONITOR FETAL XP	40%	6	2.40	99	25/06/2018	98 - RESUELTO	Contingencia finalizada	27/06/2018
MICROCENTRIFUGA	20%	2	0.40	99	28/06/2018	98 - RESUELTO	Contingencia finalizada	28/06/2018
MICROSCOPIO CABEZAL	60%	6	3.60	99	20/06/2018	99 - CERRADO	Contingencia finalizada	21/06/2018
ESPECTOFOTOMETRO	20%	2	0.40	99	25/06/2018	99 - CERRADO	Mitigación finalizada	29/06/2018
ROTADOR ORBITAL	80%	6	4.80	99	15/06/2018	01 - ACTIVACION MITIGACION	Mitigación activada	2/01/1900
CAMPANA DE FLUJO	60%	8	4.80	99	6/06/2018	00 - EN GESTION	Gestión	12/06/2018
MESA DE PARTO	100%	8	8.00	99	6/06/2018	02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	Contingencia activada	12/06/2018

Fuente. MEDTECH S.A.C

## ANALISIS DE LOS ESTADOS DE RIESGO

Luego de haber realizado la planificación y gestión de riesgos de la tabla N° 7 obtenemos el resultado del análisis del estado de riesgos como se muestra en la tabla N° 8.

**Tabla 8. Análisis de Estados**

Estado	Cantidad
00 - EN GESTION	7
01 - ACTIVACION MITIGACION	9
02 - ACTIVACION CONTINGENCIA	12
98 - RESUELTO	2
99 - CERRADO	2
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>

**Fuente CTR**

Según tabla N° 8, nos proporciona los siguientes resultados.

7 de los problemas se encuentran en gestión

9 en activación mitigación

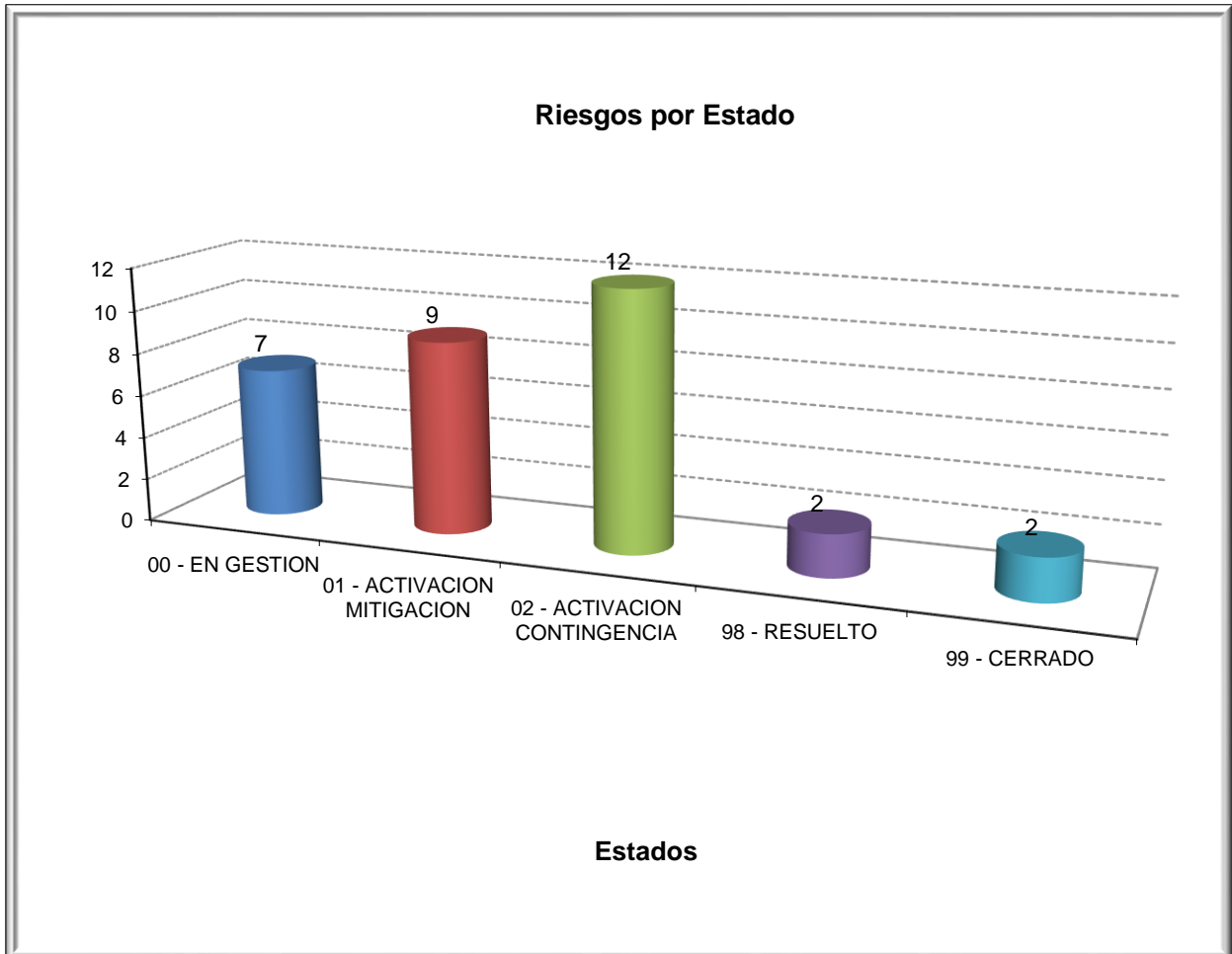
12 en activación de contingencia

2 resuelto

2 cerrado.

## RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE PLAN DE RIESGOS

Tras haber realizado la planificación de riesgos según tabla N°8, tomando en cuenta sus condiciones, prioridad y probabilidad donde obtenemos los siguientes resultado como se puede apreciar en la figura N°2



**Figura 2. Riesgos por Estado**

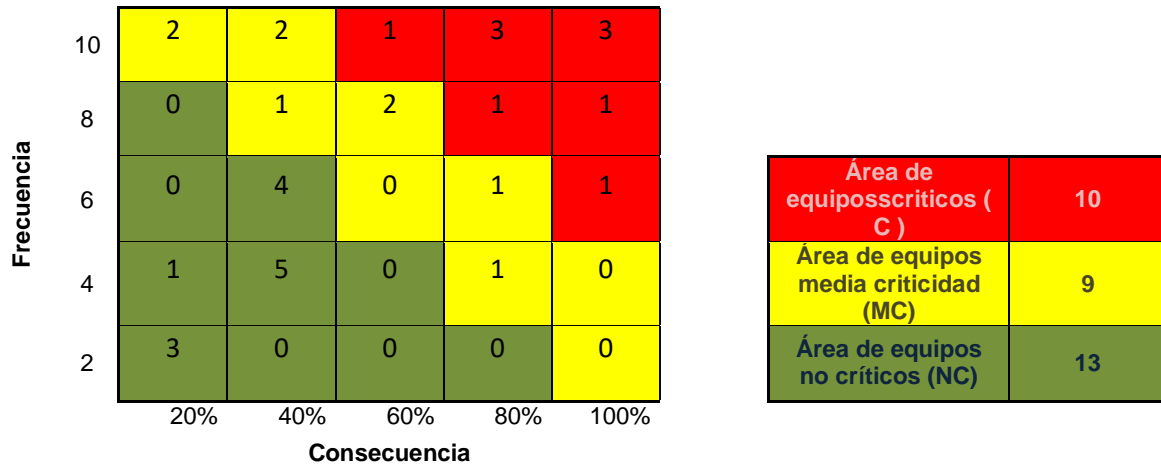
**Fuente. Tabla N° 8**

Según la Figura N° 2, los riesgos por estados se encuentran clasificados según estado para obtener un resultado de criticidad.

## RESULTADO DE LA MATRIZ CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO

Los datos presentados a continuación son obtenidos de la tabla N°7 Y 8, los cuales cumpliendo con los parámetros estándares del CTR se ingresan los datos tal y como se muestra en la tabla N° 9

**Tabla 9. Resultado CTR**



**Fuente. Tabla N° 8**

La tabla N° 9, los valores de la frecuencia y consecuencia son extraídos de la matriz de planificación de riesgo por lo que obtenemos lo siguiente

Área de equipos críticos: 10 equipos biomédicos

Área de equipos de media criticidad: 9 equipos biomédicos

Área de equipos no críticos: 13 equipos biomédicos



Para lo cual evaluaremos los equipos de alta criticidad tal y como se muestra en la tabla N° 10

**Tabla 10. Equipos biomédicos de alta criticidad**

EQUIPOS	HORAS DE PARADAS
AUTOCLAVE	256
MONITOR DE SIGBOS VITALES XP	220
ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	214
MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	212
DEFIBRILADOR CON PALETAS	210
SISTEMA ULTRASONIDO	195
CENTRIFUGA DE TUBOS	182
ENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	182
TANQUE DE COMPRESAS	160
VORDEX	145

**Fuente. Tabla N° 4**

Según la tabla N° 10, tenemos diez equipos críticos el cual ocasionan retraso en las atenciones médicas para lo cual se elaborará un plan de mantenimiento preventivo

### 3.2. DISPONIBILIDAD ACTUAL DE LOS EQUIPOS CRITICOS SEGÚN CTR

La ficha de tiempos perdidos de la tabla N° 3, nos detalla las fallas del proceso por el cual procedemos a calcular la disponibilidad trimestral de Enero a Marzo en cada uno de ellos, tal y cual observamos la tabla N° 11

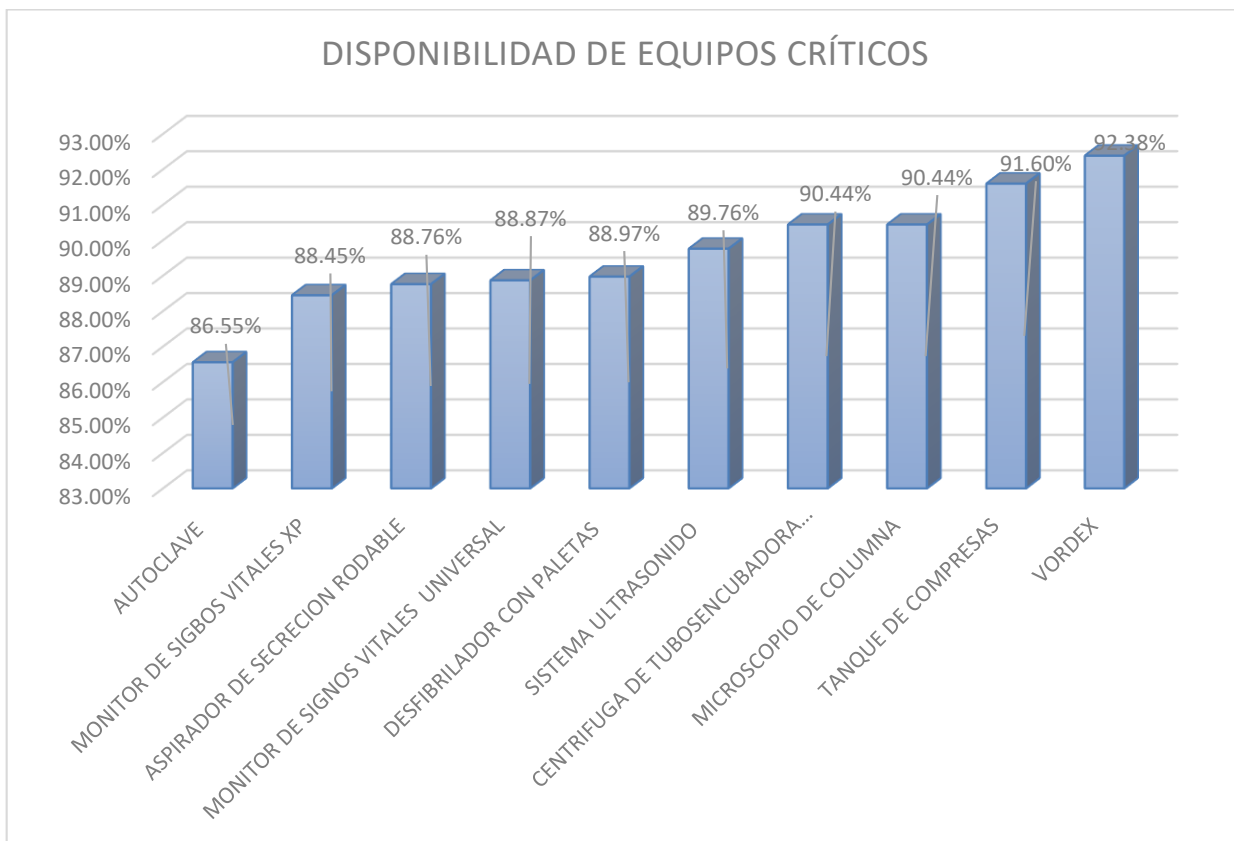
**Tabla 11. Disponibilidad Actual de los equipos biomédicos críticos**

No.	EQUIPOS	Horas de trabajo	Tiempo de paradas (Hrs)	N° de fallas	Mantenimiento preventivo programado	DISPONIBILIDAD	MTTR (Hrs / Falla)	MP + TTR (Mant. Prog + Tiempo de paradas)	MTBF (Hrs Fallas)
1	AUTOCLAVE	2160	256	8	256	86.55%	32.00	512.00	206.00
2	MONITOR DE SIGBOS VITALES XP	2160	220	8	256	88.45%	27.50	476.00	210.50
3	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	2160	214	6	256	88.76%	35.67	470.00	281.67
4	MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	2160	212	6	256	88.87%	35.33	468.00	282.00
5	DEFIBRILADOR CON PALETAS	2160	210	6	256	88.97%	35.00	466.00	282.33
6	SISTEMA ULTRASONIDO	2160	195	5	256	89.76%	39.00	451.00	341.80
7	CENTRIFUGA DE TUBOENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	2160	182	5	256	90.44%	36.40	438.00	344.40
8	ENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	2160	182	4	256	90.44%	45.50	438.00	430.50
9	TANQUE DE COMPRESAS	2160	160	4	256	91.60%	40.00	416.00	436.00
10	VORDEX	2160	145	3	256	92.38%	48.33	401.00	586.33
TOTAL				55		90%	374.33		

**Fuente. Tabla N° 3 Ficha de tiempos perdidos.**

Según la tabla N° 11 el promedio de la disponibilidad actual de los equipos biomédicos críticos equivale a un 90%, en el centro hospitalario Essalud.

En la siguiente figura N° 3, observamos la disponibilidad de los equipos de cada equipo según la tabla N° 11.



**Figura 3. Disponibilidad de equipos críticos**

**Fuente. Tabla N°11**

Los datos obtenidos son referentes a la disponibilidad trimestral de los equipos de la empresa MEDTECH, en el periodo Enero – Marzo 2018.

## PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se realiza la propuesta del plan de mantenimiento tras haber realizado el CTR, para los equipos biomédicos críticos según tabla N° 12

**Tabla 12. Propuesta del plan de mantenimiento**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS MEDICOS DEL CENTRO HOSPITALARIO ESSALUD -VIRU												
ACTIVIDADES/SEMANAS	ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CPACITACION AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO												
APLICACIÓN DEL CHECK LIST												
INVENTARIO DE LOS EQUIPOS MEDICOS												
ACTIVIDADES DE LIMPIEZAS												
ACTIVIDADES DE AJUSTE												
PROGRAMA DE CALIBRACION												
TIEMPO DE USO DE LOS EQUIPOS MEDICOS												

**Fuente. Elaboración Propia**

## ELABORACION PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El plan de mantenimiento preventivo se elaborara aquellos equipos de la tabla N° 10, para determinar su evolución y aplicar a todos los equipos en general de la empresa MEDTECH S.A.

**Tabla 13. Propuesta de elaboración del plan**

<b>EQUIPOS</b>	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>
AUTOCLAVE	PLANIFICACION DE CALIBRACION
MONITOR DE SIGBOS VITALES XP	ELABORAR FICHA DE INVENTARIO
ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	ACTIVIDADES DE LIMPIEZA
MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	REALIZAR FORMATO DE CHECK LIST
DEFIBRILADOR CON PALETAS	PLANIFICACION DE CALIBRACION
SISTEMA ULTRASONIDO	CAPACITACION DE USO DEL EQUIPO
CENTRIFUGA DE TUBOENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	ELABAORAR FICHA DE VIDA UTIL
ENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	REALIZAR FORMATO DE CHECK LIST
TANQUE DE COMPRESAS	INSPECCION TIEMPO DE VIDA DE LOS EQUIPOS

**Fuente. Elaboración propia**

A todas estas actividades se incluirá la elaboración de un inventario

### **PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

#### **a). Planificación del Programa Calibración**

A través del programa, se operará y se estandariza el Mantenimiento preventivo de los equipos clínicos, estableciendo todas las actividades a ejecutar, el tipo de intervención y los plazos determinados para ello, lo que debe constar por escrito y ser aprobado por la más alta autoridad de la Institución. Lo anterior, involucra la disposición y distribución de presupuesto y recurso humano para ejecutar adecuadamente el Programa. El Programa de Mantenimiento Preventivo debe realizarse de forma periódica, según dispongan las recomendaciones de los fabricantes y los recursos con los que cuenta el establecimiento tal y como se muestra en anexos tabla N° 28.

#### **b). Capacitación al personal de mantenimiento.**

Debido a las carencias de conocimiento sobre el mantenimiento y la aplicación de estas técnicas es por el cual la jefatura ha decidido capacitar a cada uno de sus trabajadores para lograr un mejor eficacia en su desenvolvimiento laboral, la capacitación se realizara con una frecuencia semanal donde el trabajador obtendrá conocimientos y las herramientas necesarias para el mantenimiento, para llevar un control de los trabajadores que recibirán la capacitación es que se realizara el registro en un formato de capacitación tal como se muestra en los anexos tabla N° 32.

#### **c) Aplicación inspección del Check List**

La aplicación del Check List, es de vital importancia ya que se utilizan para hacer comprobaciones sistemáticas de actividades garantizando que el trabajador no se olvide de nada importante, es por esto que el Check List realiza inspecciones donde deja constancia de cuales han sido los punto inspeccionados, verificando las operaciones recopilando datos a futuro para un siguiente análisis, es por el cual se aplicará este formato como se muestra en los anexos 31.

#### **d). Tiempo de uso de los equipos**

El tiempo de vida útil es la duración estimada que un equipo puede tener, trabajando correctamente en condiciones normales.

El tiempo de vida útil de los equipos lo determina el fabricante y del cumplimiento de ellos depende del usuario ya que dependerá de los mantenimientos y la buena conservación de los equipos para el cumplimiento de la vida útil, es por ello que se establecerá este formato tal y como se muestra en la tabla N° 29.

#### **e). Inventario de los equipos Biomédicos.**

Para la elaboración del inventario de los equipos clínicos, es recomendable que cada uno de ellos se identifique con un código, consistente en una combinación alfanumérica que dé cuenta de la existencia del mismo tal y como se muestra en el anexo tabla N° 29.

**f). Actividades de limpieza y ajuste**

Para prevenir las futuras fallas los técnicos que realizan el mantenimiento en el centro hospitalario Essalud, tendrán que realizar actividades básicas tal como limpieza externa e interna del equipo, inspección, lubricación, re engrase ajuste y calibración, revisiones eléctricas como se muestra en los anexos tabla N° 27.

Después de haber implementado paso a paso estas etapas para la planificación y cumplimiento de mantenimiento preventivo, mejorara la disponibilidad de los mismos

### 3.3. SIMULAR A TRAVÉS DEL PROGRAMA PROMODEL

#### 3.3.1. SIMULACIÓN ACTUAL

A través de este programa buscamos simular la disponibilidad de los equipos médicos para determinar la importancia del plan de mantenimiento preventivo a los equipos médicos.

Ingresaremos las fallas y datos obtenidos en la tabla N° 6 para simular en el programa la cual observamos en la figura N°4

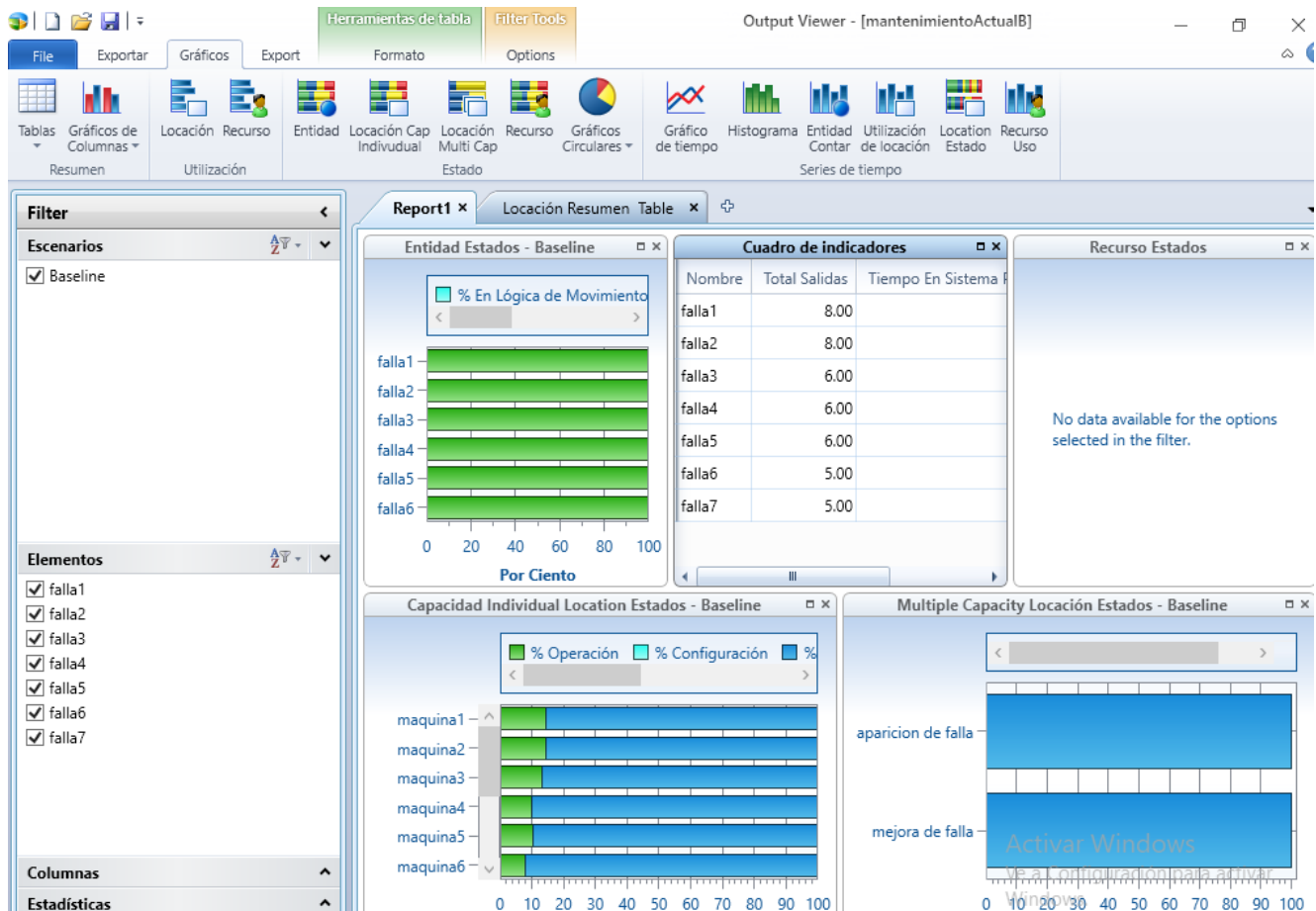


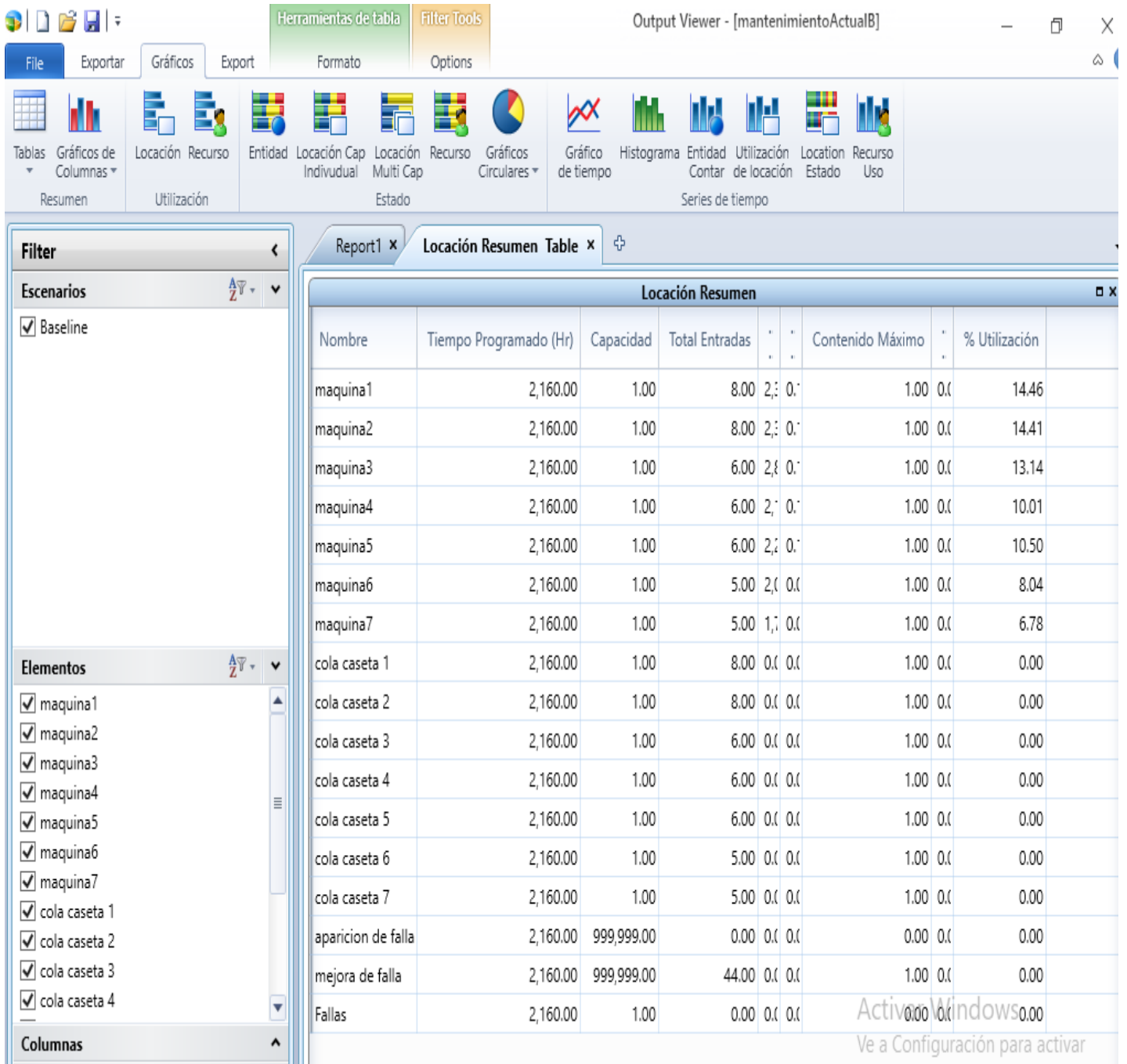
Figura 4. Simulación situación actual

Fuente. Promodel

En la figura N° 4 capturada del programa Promodel, observamos la cantidad de fallas que suceden en los equipos.



Para lo cual simularemos el porcentaje de paralización de los equipos biomédicos, esto se puede apreciar en la figura N° 5



**Figura 5. Porcentaje de Paralización**

**Fuente. Promodel**

Es aquí donde observamos la disponibilidad de los equipos biomédicos el cual equivalen a los siguientes porcentajes:

Maquina 1:  $100\% - 14.46\% = 85.54\%$

Maquina 2;  $100\% - 14.41\% = 85.59\%$

Maquina 3:  $100\% - 13.14\% = 86.86\%$

Maquina 4:  $100\% - 10.01\% = 89.99\%$

Maquina 5:  $100\% - 10.50\% = 89.50\%$

Maquina 6:  $100\% - 8.04\% = 91.96\%$

Maquina 7:  $100\% - 6.78\% = 93.22\%$

En donde obtenemos la disponibilidad de los equipos más críticos que presentan la empresa MEDTECH.

De acuerdo a la figura N° 5, Calculamos el margen de error en cada uno de los equipos clínicos que lo detallamos a continuación:

Maquina N° 1 -  $86.55\% - 85.54\% = 1.01\%$

Maquina N° 2 -  $88.45\% - 85.59\% = 2.86\%$

Maquina N° 3 -  $88.96\% - 86.86\% = 2.10\%$

Maquina N° 4 -  $88.87\% - 89.99\% = 1.12\%$

Maquina N° 5 -  $88.97\% - 89.50\% = 1.53\%$

Maquina N° 6 -  $89.96\% - 91.96\% = 2.00\%$

Maquina N° 7 -  $90.44\% - 93.22\% = 2.78\%$

El margen de error máximo es de 2.86%, por lo que la simulación si es confiable.

### 3.3.2. SIMULACION MEJORADA

Luego de emplear un eficaz plan de mantenimiento preventivo los equipos tienen un mejor control y cuidado logrando así disminuir los mantenimientos correctivos y las horas de paradas no programadas como se muestra en la tabla N° 14

**Tabla 14. Paradas no programadas Abril - Junio**

SUCESO	HORAS PARADAS PARA REPARAR	EQUIPOS
DESCALIBRACION	21	SISTEMA ULTRASONIDO
	32	AUTOCLAVE
	32	MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL
	30	ASPIRACION DE SECRECION RODABLE
	24	DEFIBRILADOR CON PALETAS
	16	ENCUBADORA NEONATAL
	19	CENTRIFUGA DE TUBOS
FALATA DE TARJETA	32	AUTOCLAVE
	16	ENCUBADORA NEONATAL
	21	SISTEMA ULTRASONIDO
	11	VORDEX
	20	MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL
	24	DEFIBRILADOR CON PALETAS
	25	ASPIRACION DE SECRECION RODABLE
SOBRE TENSION	14	TANQUE DE COMPRESAS
	19	CENTRIFUGA DE TUBOS
	11	VORDEX
	14	TANQUE DE COMPRESAS

**Fuente Essalud**

Luego procedemos a calcular el tiempo total de paradas en cada equipo tal y como se muestra en la tabla N° 15.

**Tabla 15. Tiempo total de paradas**

EQUIPO	TIMPO TOTAL DE PARADAS
AUTOCLAVE	64
MONITOR DE SIGBOS VITALES XP	62
ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	55
MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	52
DEFIBRILADOR CON PALETAS	48
SISTEMA ULTRASONIDO	42
CENTRIFUGA DE TUBOENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	38
ENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	32
TANQUE DE COMPRESAS	28
VORDEX	22

**Fuente. Tabla N° 14**

### 3.3.2.1. DISPONIBILIDAD DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El cálculo es elaborado es elaborado con frecuencia trimestral Abril – Junio, obteniendo una cantidad de horas 2160 horas trimestrales, teniendo los datos de la tabla N°16 procedemos a realizar los cálculos.

**Tabla 16. Disponibilidad mejorada**

No.	EQUIPOS	Horas de trabajo	Tiempo de paradas (Hrs)	N° de fallas	Mantenimiento preventivo programado	DISPONIBILIDAD	MTTR	MP + TTR	MTBF (Hrs Fallas)
1	AUTOCLAVE	2160	64	4	256	96.64%	16.00	320.00	460.00
2	MONITOR DE SIGNOS VITALES XP	2160	62	4	256	96.74%	15.50	318.00	460.50
3	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	2160	55	4	256	97.11%	13.75	311.00	462.25
4	MONITOR DE SIGNOS VITALES UNIVERSAL	2160	52	4	256	97.27%	13.00	308.00	463.00
5	DEFIBRILADOR CON PALETAS	2160	48	3	256	97.48%	16.00	304.00	618.67
6	SISTEMA ULTRASONIDO	2160	42	3	256	97.79%	14.00	298.00	620.67
7	CENTRIFUGA DE TUBOS	2160	38	3	256	98.00%	12.67	294.00	622.00
8	ENCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	2160	32	2	256	98.32%	16.00	288.00	936.00
9	TANQUE DE COMPRESAS	2160	28	2	256	98.53%	14.00	284.00	938.00
10	VORDEX	2160	22	2	256	98.84%	11.00	278.00	941.00
				<b>31</b>	<b>2560</b>	<b>98%</b>			

**Fuente. Tabla N° 14 Y 15**

Como podemos observar el promedio de disponibilidad es de 98% para los equipos biomédicos.

### 3.3.2.2. SIMULACIÓN EN EL PROGRAMA PROMODEL SITUACION MEJORADA

El registro de tiempo de fallas en cada equipo es ingresado en el programa para hallar los porcentajes de disponibilidad y fallas, tal y como se muestra en La figura N° 6

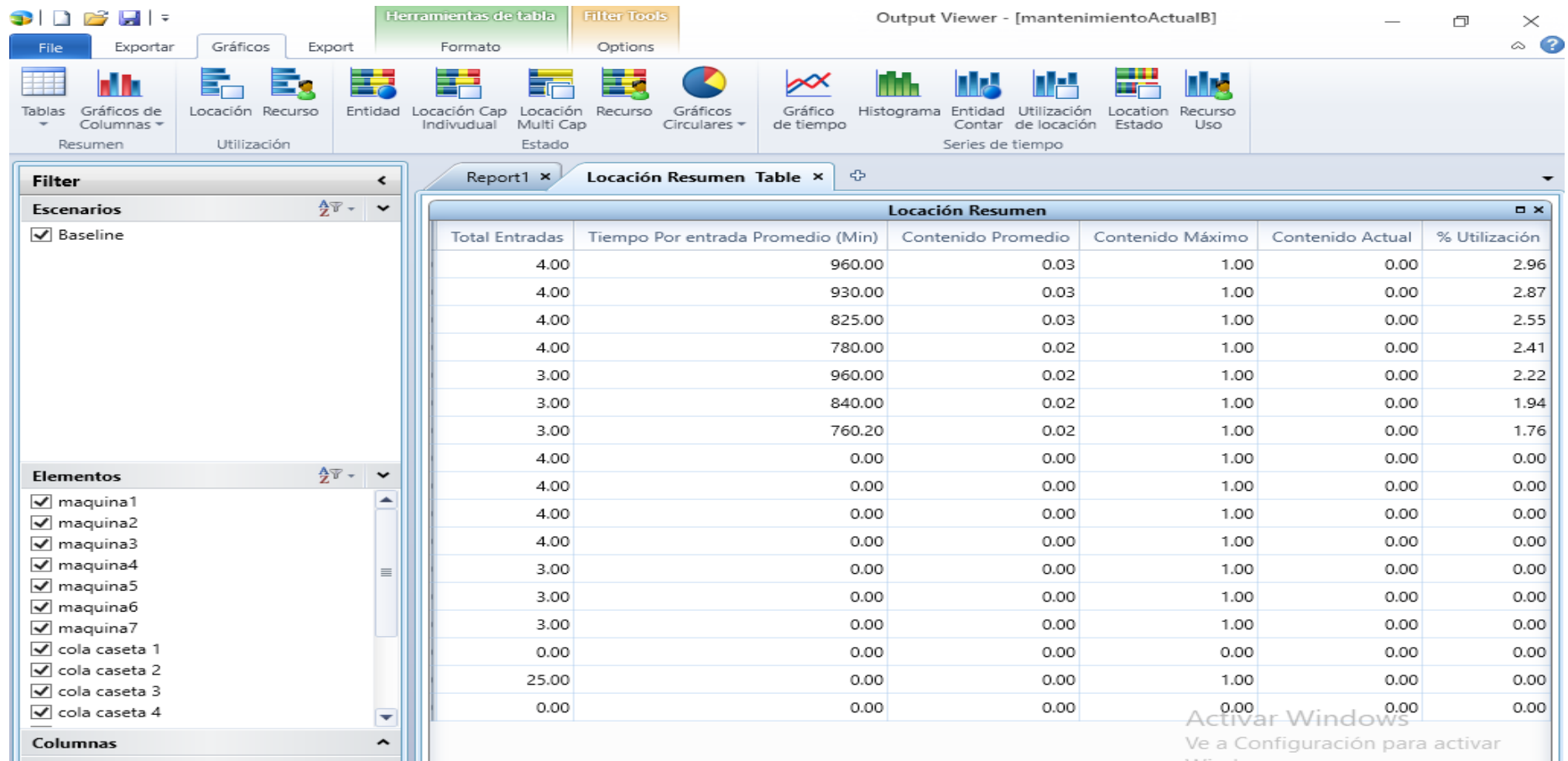


Figura 6. Simulación situación mejorada

Es aquí donde observamos la disponibilidad de los equipos biomédicos el según la figura N° 6 cual equivalen a los siguientes porcentajes:

Maquina 1:  $100\% - 2.96\% = 97.04\%$

Maquina 2:  $100\% - 2.87\% = 97.13\%$

Maquina 3:  $100\% - 2.55\% = 97.45\%$

Maquina 4:  $100\% - 2.41\% = 97.59\%$

Maquina 5:  $100\% - 2.22\% = 97.78\%$

Maquina 6:  $100\% - 1.94\% = 98.06\%$

Maquina 7:  $100\% - 1.76\% = 98.24\%$

Después de haber empleado el mantenimiento preventivo empresa MEDTECH, obtendrá una excelente rentabilidad.

De acuerdo a la figura N° 6, Calculamos el margen de error en cada uno de los equipos clínicos que lo detallamos a continuación:

Margen de Error: (valor absoluto)

$96.64\% - 97.04\% = 0.40\%$

$96.74\% - 97.13\% = 0.39\%$

$97.11\% - 97.45\% = 0.36\%$

$97.27\% - 97.59\% = 0.22\%$

$97.48\% - 97.78\% = 0.30\%$

$97.79\% - 98.06\% = 0.27\%$

$98.00\% - 98.24\% = 0.24\%$

El error máximo es de 0.40%, lo que genera la confianza que los resultados en la realidad se den con un margen de error pequeño.

### 3.4. Determinar la disponibilidad en los equipos después de haber realizado la simulación en Promodel

Luego de haber simulado en Promodel la situación actual y mejorada, se analizará la disponibilidad de ambos y cómo impacta el mantenimiento preventivo, tal y como se muestra en la figura N° 7

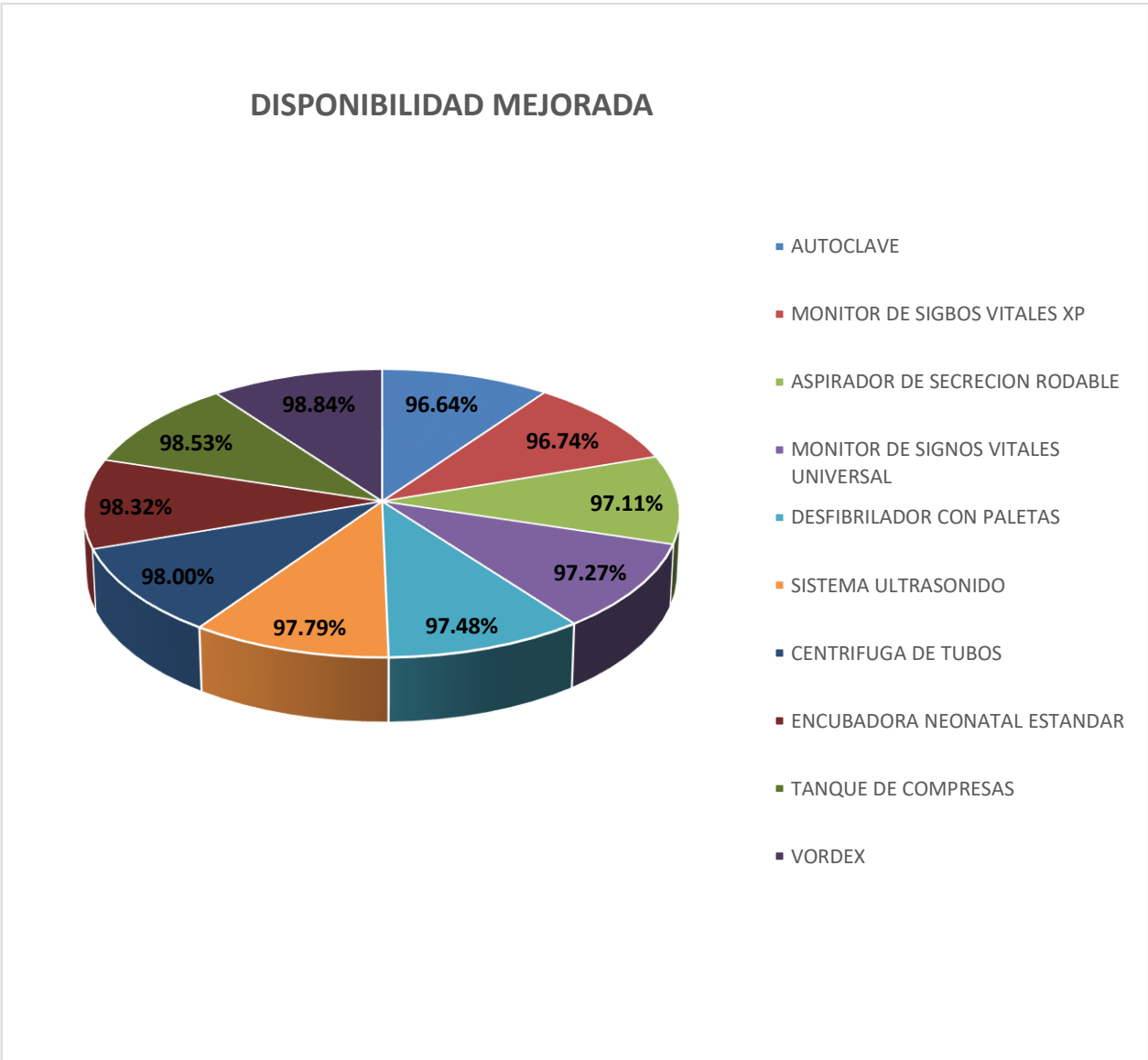


**Figura 7. Disponibilidad actual**

**Fuente. Tabla N° 13**

En la figura N° 7, la disponibilidad de los equipos biomédicos de la empresa MEDTECH, presenta una disponibilidad de 90%, en el periodo enero - Marzo

Después de haber implementado el plan de mantenimiento preventivo, la disponibilidad de los equipos biomédicos presenta un crecimiento notable, tal como y como se muestra en la figura N°8



**Figura 8. DISPONIBILIDAD MEJORADA**

**Fuente tabla N° 16**

Luego de analizar los dos sistemas el actual y el mejorado la diferencia que existe es de un porcentaje de 8%, para MEDTCH es un porcentaje muy significativo ya que se está trabajando con equipos que se atienden seres humanos, en donde hasta los segundos cuentan, es de vital importancia establecer el plan de mantenimiento preventivo en los equipos biomédicos es de gran aporte tan y como se muestra en la figura N°9.



## COMPARACION DE LA SIMULACION ACTUAL Y MEJORADA

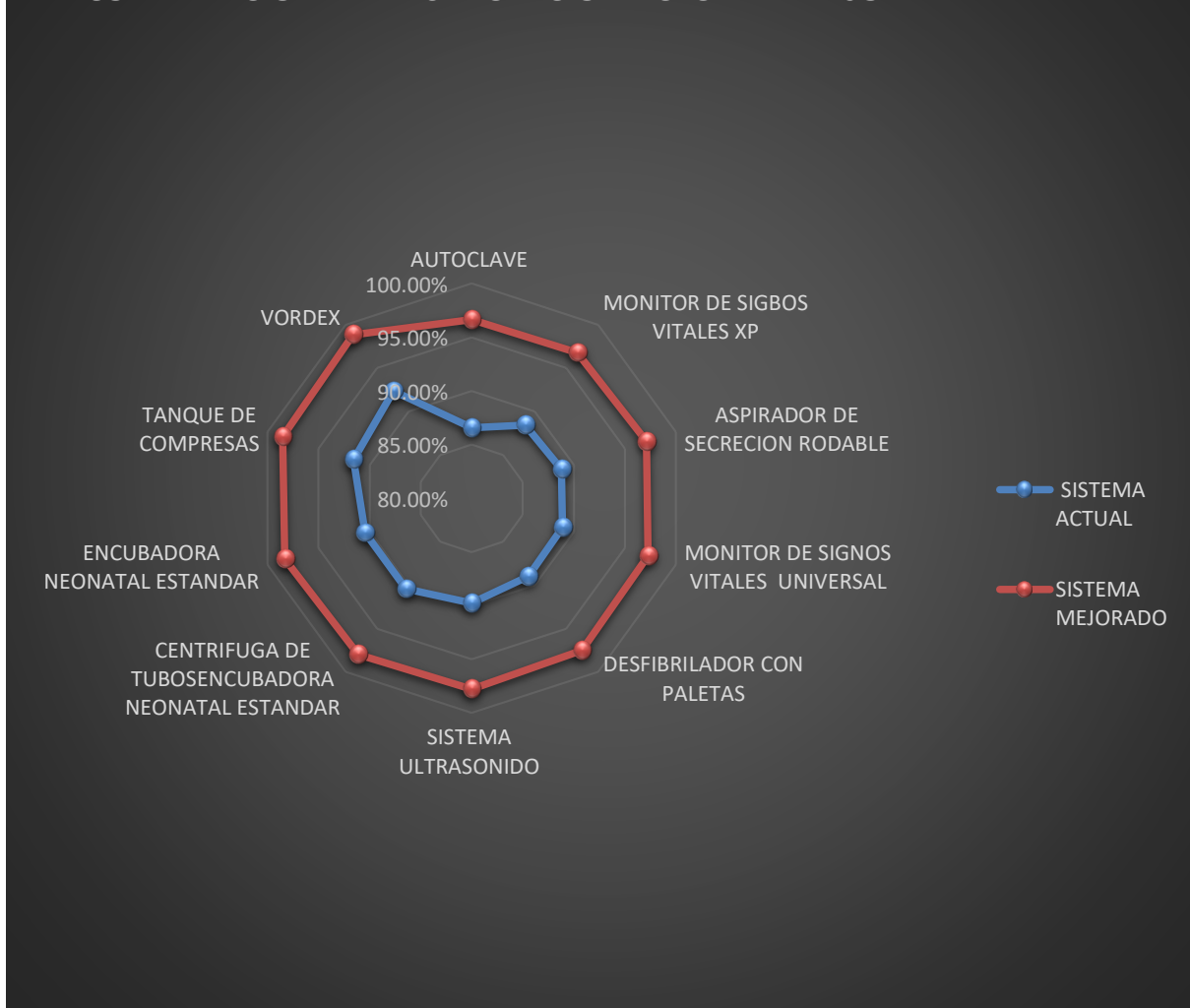


Figura 9. Comparación Sistema actual y Mejorado

Fuente. Figura N° 6 y 7

### 3.4.1. Determinación de costos

Lo que el proyecto de implementación buscar reducir los costos de mantenimientos correctivos.

#### 3.4.1.1. Costos por mantenimiento correctivo

Costos de reparación por mantenimiento correctivo de los equipo biomédicos está incluido los insumos, autopartes en los equipos: Autoclave, monitor de signos vitales XP, aspirador de secreción rodable, monitor de signos vitales universal, desfibrilador con paletas, sistema ultrasonido, centrifuga de tubos, incubadora neonatal estándar, tanques de compresas, vordex, tal y como se muestra la tabla N° 17.

**Tabla 17. Costos de reparación de los equipos**

<b>EQUIPOS</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>
Autoclave	S/.15,866.50	S/.17,455.00	S/. 1,988.00
Monitor de signos vitales XP	S/.10,450.00	S/.11,550.50	S/.12,575.20
Aspirador de secreción rodable	S/. 9,599.00	S/.10,082.65	S/.11,585.00
Monitor de signos vitales universal	S/. 7,685.00	S/. 9,755.00	S/.10,698.60
Desfibrilador con paletas	S/. 6,450.40	S/. 8,575.00	S/. 9,756.45
Sistema ultrasonido	S/. 5,985.75	S/. 6,895.78	S/. 8,682.80
Centrifuga de tubos	S/. 4,365.85	S/. 5,756.78	S/. 7,689.98
Incubadora neonatal estándar	S/. 3,567.35	S/. 4,682.45	S/. 5,664.28
Tanques de compresas	S/. 2,998.72	S/. 3,896.59	S/. 5,942.92
Vordex	S/. 1,684.86	S/. 2,999.00	S/. 4,394.86
<b>TOTAL</b>	S/.68,653.43	S/.81,648.75	S/.78,978.09

**Fuente. MEDTECH S.A.C**

En la tabla N° 15, refleja los costos reparación en la primera frecuencia trimestral de enero a marzo. La suma de los 3 meses equivale a S/.246,180.27.

#### **3.4.1.2. Costos del mantenimiento correctivo tras la implementación del plan de mantenimiento preventivo.**

Costos de reparación después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipo biomédicos: Autoclave, monitor de signos vitales XP, aspirador de secreción rodable, monitor de signos vitales universal, desfibrilador con paletas, sistema ultrasonido, centrifuga de tubos, incubadora neonatal estándar, tanques de compresas, vordex, tal y como se muestra la tabla N° 18.

**Tabla 18. Costo correctivo después del mantenimiento preventivo**

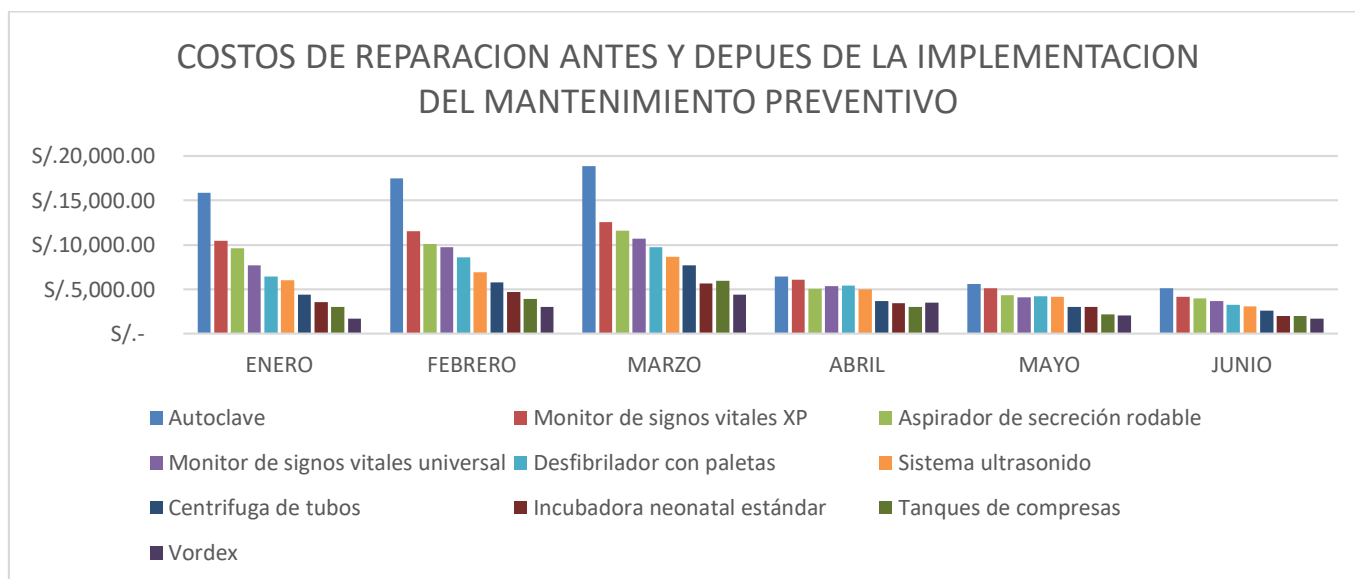
EQUIPOS	ABRIL	MAYO	JUNIO
Autoclave	S/. 6,432.98	S/. 5,589.00	S/. 5,089.32
Monitor de signos vitales XP	S/. 6,050.62	S/. 5,098.54	S/. 4,129.85
Aspirador de secreción rodable	S/. 5,050.23	S/. 4,356.89	S/. 3,999.00
Monitor de signos vitales universal	S/. 5,342.76	S/. 4,098.54	S/. 3,654.64
Desfibrilador con paletas	S/. 5,431.73	S/. 4,235.65	S/. 3,245.89
Sistema ultrasonido	S/. 4,999.00	S/. 4,145.67	S/. 3,056.87
Centrifuga de tubos	S/. 3,678.45	S/. 3,012.34	S/. 2,598.00
Incubadora neonatal estándar	S/. 3,456.87	S/. 2,990.89	S/. 2,016.79
Tanques de compresas	S/. 3,010.98	S/. 2,145.67	S/. 1,990.00
Vordex	S/. 3,478.65	S/. 2,076.54	S/. 1,684.86
TOTAL	S/.46,932.27	S/. 37,749.73	S/.31,465.22

**Fuente. MEDTECH S.A.C**

En la tabla N° 18, refleja los costos directos en la primera frecuencia trimestral de enero a marzo, la suma de los 3 meses equivale a S/.116,147.22.

### 3.4.1.3 Análisis de los costos de mantenimiento antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo

A continuación se muestra el análisis de la reducción de costos de mantenimiento correctivo durante el primer trimestre y segundo trimestre del año como lo muestra la siguiente figura N° 10.



**Figura 10. Costos de fallas Actual y Mejorado**

**Fuente. Tabla N° 18**

Según la figura N° 10, La reducción del costo de mantenimiento en el segundo trimestre equivale a S/.130,033.05

### 3.4.2. Comparación de la Disponibilidad a nivel inferencial.

#### 3.4.2.1. Prueba De Normalidad:

##### Disponibilidad de equipos.

H1: Los datos de la disponibilidad presentan un comportamiento normal

H0: Los datos de la disponibilidad no presentan un comportamiento normal

##### Supuestos:

$P \leq 0.05$  se aprueba H0

$p > 0.05$  se aprueba H1

Para realizar la prueba de normalidad se hizo con la herramienta estadística SPSS tomando los datos de la diferencia de la disponibilidad del antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

**Tabla 19. Prueba de Normalidad**

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	,220	10	,187	,935	10	,495

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Fuente. : Software SPSS VS 22**

**Interpretación:** Como son 10 datos se usa la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, el cual se usan para datos menores a 50, dando un valor  $p = 0.495$  por lo cual se aprueba H1, por lo tanto, se debe utilizar una prueba paramétrica, T student

## Disponibilidad de Equipos:

H2: La implementación del plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de los equipos médicos en la empresa ESSALUD, en el año 2018

H0: La implementación del plan de mantenimiento preventivo no aumenta la disponibilidad de los equipos médicos en la empresa ESSALUD, en el año 2018

## Supuestos

$P < 0.05$  se aprueba H2

$p \geq 0.05$  se aprueba H02

**Tabla 20. Prueba estadística T- Student**

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	ANTES - DESPUES	-8.15000	1.03038	0.32584	-8.88709	-7.41291	-25.013	9	0.000

**Fuente. : Software SPSS VS 22**

**Interpretación:** Como el valor p de la prueba de T student da 0.000 se aprueba la hipótesis H2, que dice que la implementación plan de mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos médicos en el año 2018

## IV.DISCUSION

**4.1.** Para lograr identificar los equipos más críticos del área se realiza un análisis criticidad total por riesgo (CTR), con el cual se obtiene 7 equipos críticos, 17 equipos de media criticidad, 13 equipos de quipos no críticos esta técnica fue aplicada por Rodrigo Jaramillo Astudillo **(Astudillo, 2016)** mejoro significativamente los indicadores de disponibilidad por otro lado se facilita y optimiza el proceso de toma de decisiones así se direccionan eficientemente los recursos. El modelo de criticidad por riesgo es un proceso de análisis semi cuantitativo, bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo **(Márquez, 2012)**

**4.2.** Para lograr hallar la disponibilidad actual de los equipos críticos se evaluaron los indicadores de la disponibilidad los cuales son MTBF (tiempo promedio entre fallas) y MTTR (tiempo promedio entre reparaciones), identificando una disponibilidad del 90% en la situación actual, esta técnica fue aplicada por **Segundo Juan Arrufo Delgado**. Para ello se establecieron los indicadores de mantenimiento preventivo los cuales permitieron analizar el sistema de mantenimiento en general. En primera instancia se realizó un diagnostico total determinar la medida de los indicadores establecidos, para lo cual ejecutó fórmulas para cálculo de determinados indicadores MTBF y MTTR lo que permiten el cálculo de la disponibilidad siendo 63% **(Delgado, 2017)**. La disponibilidad es el tiempo que un equipo está operativo en un determinado periodo, para determinar la disponibilidad se tiene que identificar los indicadores de: fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad total **(Rey Sacristán, 2001)**.

**4.3.** Al realizar la simulación en el programa ProModel, determinará la disponibilidad actual en el primer trimestre. La simulación nos brinda la información que el valor máximo de índice de error con valor absoluto es equivalente a 1.77% en el primer trimestre, a su vez la simulación se realiza para el segundo trimestre comprendido del mes de abril a junio, La simulación nos brinda la información que el valor máximo de índice de error con valor absoluto es equivalente a 0.80%, lo que genera confianza del 99.20%, Este software es usado por **Viviana Gacharna** (Sanchez, 2013) el cual determino que el tiempo de ciclo promedio para la producción de 240 blusas semanales disminuye de 574,61min a 506,64min, es decir una reducción del 12%. Promodel es un simulador con animación y optimización para hacer modelos de simulación y optimizarlo, sirve para hacer simulación de diferentes procesos fabricación de varias piezas, procesos de ensamblaje, proceso de producción, este programa tiene herramientas que nos permite graficar y analizar su comportamiento del proceso productivo en el tiempo(**Eduardo, 2006**)

**4.4** Al realizar la comparación de simulaciones tras haber realizado la implementación del mantenimiento preventivo, las mejoras han causado un impacto de reducción de fallas y mantenimientos correctivos en los equipos, ya que resultados indican una mayor prevención de fallas funcionales, lo que reduce costos de mantenimiento correctivo a S/.130,033.05, luego de haber implementado el plan de mantenimiento preventivo aumento la disponibilidad en un 98%, esta técnica fue empleada por **(Hernandez, s.f.)** Redujo el porcentaje de mantenimiento correctivo aumentado el porcentaje de 71% de disponibilidad, a un porcentaje de 91% de disponibilidad, Implementando un plan de mantenimiento preventivo, concluyendo así que es de suma importancia tener un plan de mantenimiento preventivo en los equipos biomédicos. El plan de mantenimiento preventivo es una de las técnicas empleadas para prevenir paradas fortuitas, lo cual se necesita de una planificación y programación de los trabajos a realizar previniendo las fallas. (**Duffuaa, 2000**)

## **V. CONCLUSION.**

**5.1.** Se determinó a través del análisis de criticidad total por riesgo (CTR) que existen 10 equipos críticos, 17 equipos de media criticidad, 13 equipos de equipos no críticos para la propuesta del plan de mantenimiento preventivo de acuerdo al tipo de fallas que presenta los siguientes equipos críticos los cuales son : Autoclave, monitor de signos vitales XP, aspirador de secreción rodable, monitor de signos vitales universal, desfibrilador con paletas, sistema ultrasonido, centrifuga de tubos, incubadora neonatal estándar, tanques de compresas, vordex

**5.2.** Para identificar la disponibilidad de los equipos críticos se emplearon fórmulas los cuales son MTBF (tiempo promedio entre fallas) y MTTR (tiempo promedio entre reparaciones), Se identificaron los números de fallas que tuvieron durante el primer trimestre enero a marzo, las cuales sumaron en total 61. Se calculó el tiempo de reparaciones fue de 290.5 horas, con lo cual se determinó que el índice de disponibilidad de los equipos biomédicos con respecto al primer trimestre enero a marzo fue de 90 %.

**5.3.** Se utilizó el programa ProModel para realizar la simulación de la disponibilidad de los equipos críticos lo cual se clasificó de la siguiente manera de 10 equipos críticos que se detalla a continuación Autoclave, monitor de signos vitales XP, aspirador de secreción rodable, monitor de signos vitales universal, desfibrilador con paletas, sistema ultrasonido, centrifuga de tubos, incubadora neonatal estándar, tanques de compresas, vordex, hallando en la simulación el valor máximo de índice de error con valor absoluto es equivalente a 1.77% en el primer trimestre, a su vez la simulación se realiza para el segundo trimestre comprendido del mes de abril a junio, La simulación nos brinda la información que el valor máximo de índice de error con valor absoluto es equivalente a 0.80%,

**5.4.** Se comparó ambas simulaciones tras haber realizado la implementación del mantenimiento preventivo y realizando una prueba de hipótesis, que las mejoras han causado un impacto de reducción de fallas y mantenimientos correctivos en los equipos, ya que resultados indican una mayor prevención de fallas funcionales, lo que reduce costos de mantenimiento correctivo a S/.130,033.05, luego de haber implementado el plan de mantenimiento preventivo aumento la disponibilidad en un 98% en los equipos biomédicos.



## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la organización llevar un registro completo del mantenimiento preventivo para un mejor control del estado de las máquinas, optimización de los insumos y stock de repuestos, a fin de dar soluciones inmediatas a las averías o desgastes que se presenten.

Se recomienda realizar capacitación permanente a los trabajadores del área de mantenimiento preventivo para garantizar la eficiencia de los trabajos y la operatividad de máquinas y equipos a un 100%, logrando la satisfacción de los clientes y la preferencia en los requerimientos de los servicios que presta la empresa.

Se recomienda realizar los trabajos cuidando la salud de los trabajadores y evitando causar daños materiales a los vehículos pesados, cumpliendo las leyes y las normas de seguridad, salud ocupacional y medioambiente

Se recomienda a investigadores futuros complementar la técnica del mantenimiento, para establecer un mantenimiento productivo total para garantizar la eficacia de la operación.

## Referencias

Abad, L. d. (2002). Introducción a la simulación y la teoría de colas . España .

circulotec.tv. (2013). Obtenido de circulotec.tv:

<http://www.circulotec.tv/documents/3096396/6163899/CTVMKV0003.pdf/8e7589d1-c82a-42c9-acca-2636a2400a95>

Cortez, N. D. (2015). Modelo matemático de líneas de espera para minimizar los tiempos de atención al cliente en el centro de contacto del banco de crédito del Perú. Trujillo .

Duffuaa, S. (2000). Sistemas de mantenimiento; Planeación y Control. México: Limusa.

Educación, P. (2012). Dirección de Marketing. México.

Ferreira, M. (2004). Monografias.com. Obtenido de Monografias.com:

<http://www.monografias.com/trabajos18/teoria-colas/teoria-colas.shtml>

García Garrido, S. (2009). Ingeniería del mantenimiento.

Garrido, S. G. (2009). Renovetec. Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>

Garrido, S. G. (03 de Octubre de 2016). Mantenimiento 3.0 - RENOVETEC. Obtenido de <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Formulas-de-calculo-de-indicadores-de-disponibilidad+115450>

Genesis. (22 de Abril de 2014). Mantenibilidad. Obtenido de <http://mantenibilidadiuteblog.blogspot.pe/>

Hernandez, F. E. (s.f.). ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD CASO LINEA SEIS DE PEPSICO ALIMNETOS S.C.A. Obtenido de <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/16893/1/Trabajo%20Final%20de%20Grado%20Fabi%C3%A1n%20Bravo.pdf>

Mantenimiento, R. (s.f.). TIPOS DE MANTENIMIENTO. Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>

net, F. -p. (2016). Flexsim. Obtenido de <https://flexsim.programas-gratis.net/>

NEWBROUGH E, T. (2000). Administración de Mantenimiento Industrial. México.

- OEE. (2018). Eficiencia General de los equipos. Obtenido de <http://edinn.com/es/oe.html>
- Renovetec. (2009). RCM. Obtenido de <http://www.renovetec.com/269-desarrollo-de-rcm>
- Rey Sacristán, F. (2001). Manual del mantenimiento integral en la empresa. Madrid España: CONFEMETAL.
- Sifuentes Inostroza, M. T. (2016). Repositorio UCV. Obtenido de Estudio de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los motores asíncronos trifásicos de la empresa Cogorno S.A Trujillo: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/9617?show=full>
- YLIQUIN, J. M. (Abril de 2014). repositorio UNAC. Obtenido de PLAN DE MANTENIMIENTO PARA: [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/257/JehyssonMiguel\\_Tesis\\_tituloprofesional\\_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/257/JehyssonMiguel_Tesis_tituloprofesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

# **ANEXOS**

LOCACIÓN		Centro de Salud Laredo					
TEMA		PARTICIPACION LLUVIAS DE IDEAS					
N.	Nombre del participante	DNI	Cargo	Dirección	Teléfono	Correo electrónico	Firma del participante
1	Elena Zavala	40514672	Med.	Copallones	969001923		
2	Huber Costas	46723842	Med	Porta Alegre	963842001		
3	Prudin Gonzalez	48161530	Med	Vista Hermosa	961107756		
4	Rosa Alva	40487246	Med	Mongevote	961207902		
5	Choni Garcia	70483888	Med	San Nazario	969740028		
6	Ronne Siccha	70404688	Med	Porvenir	979606803		
7	Mery Aguilar	4070814	Med	Laredo	976467502		
8	Thulloni Rodria	46701433	Med	Esperanza	948695381		
9	Alexandro Alva	98383324	Obs.	Caxicaba	990229215		
10	Gloria Rafael	72380836	Obs.	Mo Logan	978801235		
11	Flore Garcia	46080074	Obs	Huanchaco	999915701		
12	Andy Norbuena	46407272	Anestesia	Alfonso Hugo	955204613		
13	Juan Calderon	70258667	Dentista	25 Diciembre	959502828		
14	Sergio Voldillo	72008624	Dentista	24 Febrero	928769324		
15	Aldo Guarniz	46877993	Ginecologo	8 Octubre	964774581		
16	Goby Novares	46700877	Farmacéu	Huancabamba	930620528		
17	Pilar Flores	72253608	Enfermera	20 Octubre	971917824		
18	Martin Solis	46723808	Tecnólogo	Suan Poble II	980790597		
19	Carlos Rodriguez	38428466	Tec. Inf.	Miraflores	949777608		
20	Alberto Mand.	38232117	Tec. Inf.	Av America	999666000		
21	Jivonne Legono	38141120	Enfermera	Honuco	946017806		
22	Carlos Aguirre	46408011	Dentista	Jos In Kor	970573961		
23	Agustin Totoje	38142321	Med. Giny.	Av España	992264615		
24	Suan Chan	42144916	Enfermera	Av. Ejército	951670620		
25	Angel Coronado	48164315	Medico	Francisco de	931371921		
26	Gorge Gomarra	38420811	Med	Yohua Huca	958770234		
27	Esmer Costillo	70264640	Tecnólogo	Pachacuti	963943002		
28	Daniel Pomier	38432010	Obstetric	Av. Venganza	989002325		

Figura 11. Formato de registro de capacitación

Fuente. MEDTECH S.A.C





## COMPARACION DE LA SIMULACION ACTUAL Y MEJORADA




**Figura 14. Comparación después de implementar el mantenimiento preventivo**

**Fuente. MEDTECH S.A.C**





**Tabla 23. Registro de capacitación y entrenamiento**

		Registro de capacitación y entrenamiento					Fecha: 15/06/2018	
							Código: TH-FT-003	
EMPRESA		MEDTECH S.A.C						
LOCACIÓN			Centro de Salud Laredo					
TEMA		Mantenimiento de Autoclaves						
N.	Nombre del participante	DNI	Cargo	Dirección	Teléfono	Correo electrónico	Firma del participante	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								

Fuente. MEDTECH S.A.C



**Tabla 25. Hoja de vida de los equipos clínicos**

**HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS CLÍNICOS**

CODIGO

Nombre del Equipo: \_\_\_\_\_

Número de Serie \_\_\_\_\_

Marca de Equipos \_\_\_\_\_

Fecha de ingreso \_\_\_\_\_

Actividades básicas de la mantención

Actividad	
1	Limpieza Integral Externa
2	Inspección del equipo
3	Limpieza Integral Interna
4	Inspección interna

Actividad	
5	Lubricación y engrase
6	Reemplazo de piezas
7	Ajuste y calibración
8	Revisión de seguridad eléctrica

Fecha de MP realizada según carta de Gantt	Próxima fecha de MP programación según carta de Gantt	Cumple con las actividades operativas básicas de la mantención		N° de factura, orden u otro documento de MP	Fecha de reprogramación
		SI	NO		

**Fuente. Elaboración Propia**

**Tabla 26. Ficha técnica de los equipos clínicos**

<b>FICHA TECNICA DE EQUIPOS CLINICOS</b>		CODIGO: <input type="text"/>
Nombre del Equipo:	<input type="text"/>	
Número de serie y/o placa	<input type="text"/>	
Marca del equipo:	<input type="text"/>	
Características mecánicas/eléctricas y electrónicas		
<input type="text"/>		
Fecha de compra:	...../...../...../	
Fecha de garantía:	...../...../...../	
Contactos del fabricante:		
Teléfonos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Email	<input type="text"/>	

**Fuente. Elaboración Propia**

**Tabla 27. Actividades del mantenimiento**

Actividad	Procedimientos
Limpieza Integral Externa	Se utiliza limpiador de superficies líquido, lija, limpiador de superficies en pasta, etc. Incluye la limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes.
Inspección externa del equipo:	Revisión de componentes mecánicos para determinar falta de lubricación, desgaste de piezas, sobrecalentamiento, roturas, etc. Y revisión de indemnidad de los componentes eléctricos
Limpieza integral interna:	Se utiliza limpiador de superficies líquido, lija, limpiador de superficies en pasta, etc. Incluye la limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes.
Inspección interna:	Revisión general interna del equipo y sus componentes mecánicos y eléctricos, lo que incluye los sistemas neumáticos e hidráulicos, de aislamiento, cables internos, conectores, etc.
Lubricación y engrase:	Ya sea directa o a través de un depósito, se realiza lubricación de motores, bisagras, baleros y cualquier otro dispositivo que lo necesite.
Reemplazo:	Cambio de piezas desgastadas o que no se encuentran en óptimo estado
Ajuste y calibración:	Operaciones que reestablece los valores de las cantidades indicadas por un instrumento o sistema de medida en un equipo y la referencia de los valores estándar. La calibración puede ser mecánica, eléctrica o electrónica.
Revisión de seguridad eléctrica:	Inspección periódica de los niveles de aislamiento, temperatura (bobinas y soportes), desgastes, lubricación, en torno al sistema eléctrico del equipo.

**Fuente. Elaboración Propia**

**Tabla 28. Cronograma de calibración**

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACION				
Nombre del equipo:		Fecha:		
Marca:				
Modelo:				
Serie:				
observaciones:				
Año:				
CALIBRACION	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MES PROGRAMADO	MES EJECUTADO	RESPONSABLE
Preventivo Mensual	Mensual	mayo		
		Junio		
		Julio		
Observacion:				

**Fuente. Elaboración Propia**

**Tabla 29. Tiempo de uso de los equipos**

N°	CODIGO PATRIMINIAL	NOMBRE DEL EQUIPO BIOMEDICO	MARCA	AÑO DE COMPRA
1	834289	MONITOR DE SIGNOS VITALES	PHILIPS	2011
2	834239	DEFIBRILADOR CON PALETAS	PHILIPS	
3	834211	MONITOR DE SIGNOS VITALES	PHILIPS	
4	834626	AUTOCLAVE	TUTTNAUER	
5	834226	MONITOR DE SIGNOS VITALES	PHILIPS	
6	835123	ELECTROCARDIOGRAFO DE 03 CANALES	EDAM	
7	834296	DEFIBRILADOR CON PALETAS	PHILIPS	
8	834370	VENTILADOR DE TRANSPORTE	WIENM	
9	834278	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	CAMI	
10	834333	MESA DE PARTO	NUOVA	
11	834279	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	CAMI	
12	834339	CUNA DE CALOR RADIANTE	MEDIX	
13	835131	PULSOXIMETRO	NELLCOR	
14	834348	INCUBADORA DE TRANSPORTE	MEDIX	
15	834347	LAMPARA CIALITICA	RIMSA	
16	548276	INCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	FANEN	
17	834903	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	TUTTNAUER	
18	834890	UNIDAD DENTAL MAS COMPRESORA	GNATUS	
19	834891	UNIDAD DENTAL MAS COMPRESORA	GNATUS	
20	835767	SISTEMA ULTRASONIDO	GNATUS	
21	834948	ELECTROCAUTERIO DE POTENCIA BAJA	WEN	
22	835132	MONITOR FETAL	EDAM	
23	548251	ELECTROCARDIOGRAFO	BIOCARE	
24	831103	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	CAMI	
25	834561	TANQUE DE PARAFINA	CARCI	
26	328395	TANQUE DE COMPRESAS	DJO CHATTANOOGA	
27	834567	TANQUE DE PARAFINA	CARCI	
28	834551	EQUIPO DE TERAPIA COMBINADA	DJO CHATTANOOGA	
29	330879	MAMOGRAFO		
30	834509	RAYOS X ESTACIONARIO	SHIMADZU	
31	834510	RAYOS X RODABLE	SHIMADZU	
32	834892	RAYOS X DENTAL	PLAMENCA INTRA	
33	835507	SISTEMA DE DIGITALIZACION	KONICA MINOLTA	
34	834605	BAÑO MARIA	MENMMERT	
35	834637	MICROSCOPIO	RADICAL	
36	834592	MICROCENTRIFUGA	THERMOCIENTIFIC	
37	834598	VORDEX	THERMOCIENTIFIC	
38	833426	CENTRIFUGA DE TUBOS	THERMOCIENTIFIC	
39	836655	ESPECTOFOTOMETRO	JENWAY	
40	834636	ROTADOR ORBITAL	THERMOCIENTIFIC	

**Fuente. Elaboración Propia**



Tabla 30. Inventario de los equipos biomédicos

HOSPITAL VICTOR SOLES GARCIA I VIRU								
N°	CODIGO PATRIMINIA	NOMBRE DEL EQUIPO BIOMEDICO	MARCA	MODELO	SERIE	AREA	UBICACIÓN	
1	834289	MONITOR DE SIGNOS VITALES	PHILIPS	MP20	DET2855374	E M E R E N C I	OBSERVACION	
2	834239	DESFIBRILADOR CON PALETAS	PHILIPS	HEARTSTART	US00588192			
3	834211	MONITOR DE SIGNOS VITALES	PHILIPS	MP20	DET2855374			
4	834628	AUTOCLAVE	TUTTNAUER	2545EA	1003917		ESTERILIZACION	
5	834228	MONITOR DE SIGNOS VITALES	PHILIPS	MP20	DET2855338		R E A N I M A C I O N	R E A N I M A C I O N M I N I M A
6	835123	ELECTROCARDIOGRAFO DE 03 CANAL	EDAM		SE3B22310B1288			
7	834296	DESFIBRILADOR CON PALETAS	PHILIPS	PMS M4735A	US00588191			
8	834370	VENTILADOR DE TRANSPORTE	WIENM	LIFE BASE 4N	1616			
9	834278	ASPIRADOR DE SECRECION RODABL	CAMI	NEW HOSPIC	7988			
10	834333	MESA DE PARTO	NUOVA	BN93	1385	S P A D R L E T A O	S A L A D E P A R T O	
11	834279	ASPIRADOR DE SECRECION RODABL	CAMI	NEW HOSPIC	7932			
12	834339	CUNA DE CALOR RADIANTE	MEDIIX	SM401	3995-10			
13	835131	PULSOXIMETRO	NELLCOR	N560	G09808194			
14	834348	INCUBADORA DE TRANSPORTE	MEDIIX	TR-200	1846-10			
15	834347	LAMPARA CIALITICA	RIMSA	-----	12636			
16	548276	INCUBADORA NEONATAL ESTANDAR	FANEN	VISION 2186	CJ3927	C O N S U L T O R I O	C O N S U L T O R I O D E N T A L	
17	834903	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	TUTTNAUER	2340 EA	2908741			
18	834890	UNIDAD DENTAL MAS COMPRESORA	GNATUS	INOVA NEW	4658909008			
19	834891	UNIDAD DENTAL MAS COMPRESORA	GNATUS	INOVA NEW	4658909008			
20	835767	SISTEMA ULTRASONIDO	GNATUS	JET SONIC	4695670010			
21	834948	ELECTROCAUTERIO DE POTENCIA BA	WEN	HF-120	5585			
22	835132	MONITOR FETAL	EDAM	CADENCE II				
23	548251	ELECTROCARDIOGRAFO	BIOCARE	ECOG-101	108111453			
24	831103	ASPIRADOR DE SECRECION RODABL	CAMI	HOSPIC 350	7075			
25	834561	TANQUE DE PARAFINA	CARCI	3020-1	03052010-005			
26	328395	TANQUE DE COMPRESAS	DJO CHATTANOOG	M-2	17710			
27	834567	TANQUE DE PARAFINA	CARCI	3020-1	03052010-003			
28	834551	EQUIPO DE TERAPIA COMBINADA	DJO CHATTANOOG	INTELECT	T1330			
29	330879	MAMOGRAFO						
30	834509	RAYOS X ESTACIONARIO	SHIMADZU	FH20HR	46210003803			
31	834510	RAYOS X RODABLE	SHIMADZU	MUX 10	0562P80109			
32	834892	RAYOS X DENTAL	FLAMENCA INTRA	D-7115B	ITMC84026			
33	835507	SISTEMA DE DIGITALIZACION	KONICA MINOLTA	REGIUS 110HC	40400282			
34	834605	BAÑO MARIA	MENMMERT	WNB10	L3100659	L T A B O R A T O R I O	H E M A T O L O G I A	
35	834637	MICROSCOPIO	RADICAL	RKLR-3B	31586			
36	834592	MICROCENTRIFUGA	THERMOCIENTIFIC	CL17	41135289			
37	834598	VORDEX	THERMOCIENTIFIC	NOIMIX II	C1861100928478			
38	833428	CENTRIFUGA DE TUBOS	THERMOCIENTIFIC	IEC CL10	40911881			
39	836655	ESPECTOFOTOMETRO	JENWAY					
40	834636	ROTADOR ORBITAL	THERMOCIENTIFIC					

Fuente. Elaboración Propia

**Tabla 31. Aplicación del Check List.**

C APLICACIÓN INSPECCION DEL CHECK LIST								
servicio	correlativo	descripcio	marca	modelo	orden	actividad	SI	NO
SERV. EMERGENCIA	547772	DEFIBRILADOR CON MONITOR PARA AMBULANCIAS	PHILIPS	HEARTSTAR MRX	1	REVISION DEL SISTEMA DE CONEXIÓN ELECTRICA		
					2	REVISION Y LIMPIEZA DE ELECTRODOS.LIMPIEZA EXTERNA GENERAL DEL EQUIPO Y COMPONENTES		
					3	EFECTUAR PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y CALIBRACION EN LA POSICION DE 1mV/Div, PARA ECG.REVISION DE CARGA DE BATERIAS		
					4	SI EL EQUIPO ES CONTROLADO POR MICROPROCESADOR, EFECTUAR EL AUTOTEST Y MODIFICAR O CALIBRAR LOS PARAMETROS		
					5	REVISION DE LA FUENTE DE ALIMENTACION		
					6	REVISION DE LAS TARJETAS ELECTRONICAS		
					7	REVISION,AJUSTE Y LIMPIEZA DEL PANEL DE CONTROL Y REGULACION DEL EQUIPO		
					8	REVISION,AJUSTE,CALIBRACION Y LIMPIEZA DE LOS AMPLIFICADORES,FILTRO Y SISTEMAS INTERNOS MEDIANTE OSCILOSCOPIO		
					9	SI EL EQUIPO ES DE ULTIMA GENERACION, REALIZAR LAS SECUENCIAS DE CONTROL QUE ESPECIFICA EL FABRICANTE		
					10	SI EL EQUIPO CUENTA CON UN REGISTRADOR REALIZAR LA REVISION Y AJUSTE DEL MOTOR, DEL CABEZAL DE IMPRESIÓN Y DEL		
					11	REALIZAR LAS PRUEBAS CORRESPONDIENTES CON UN ANALIZADOR ELECTRONICO DE DEFIBRILACION		
					12	REALIZAR LA PRUEBA DE SEGURIDAD Y AISLAMIENTO ELECTRICO DEL EQUIPO		
					13	CAMBIO DE REPUESTOS DE SER NECESARIO		
SERV. CENTRAL DE ESTERILIZACION	5 4 9 1 3 3	AUTOCLAVE (15 A 25 LITROS)	TUTTNAUER	2540 EVS	1	EFECTUAR LA LIMPIEZA DEL EQUIPO , DESMOLVAR Y ELIMAR TODA SUSTANCIA Y CUERPO EXTRAÑO		
					2	REVISION Y LIMPIEZA DE LA CUBIERTA DE LA CAMARA		
					3	REVISION Y LIMPIEZA DE LA BOMBA DE ALIMENTACION DEL CALDERO.		
					4	LUBRICACION Y LIMPIEZA DE LAS ARTICULACIONES MECANICAS		
					5	LIMPIEZA DEL CALDERO		
					6	REVISION DE LA EMPAQUETADURA DE LA PUERTA Y CABLEADO INTERNO		
					7	REALIZAR PRUEBA HIDRAULICA DE LA CHAQUETA DEL AUTOCLAVE		
					8	REVISION Y LIMPIEZA DEL SISTEMA ELECTRONICO , INCLUYENDO LA IMPRESORA SI LO TUVIERA		
					9	REALIZAR PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO		
					10	REEMPLAZO DE REPUESTO SI ES NECESARIO		

**Fuente. Elaboración Propia**

**Tabla 32. Capacitación del personal de mantenimiento**

REGISTRO DE CAPACITACION				
N°	NOMBRE DEL PARTICIPANTE	DNI	CARGO	FIRMA DEL PARTICIPANTE
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				

**Fuente. Elaboración Propia**





**Figura 15 Aspirador de Secreción**

**Fuente. Essalud**



**Figura 16.Desfibrilador**

**Fuente. Essalud**



**Figura 17. Monitor de signos Vitales**

**Fuente. Essalud**



**Figura 18. Autoclave**

**Fuente. Essalud**



**Figura 19. Vortex**  
**Fuente. Essalud**



**Figura 20. Ecógrafo Portátil**

**Fuente. Essalud**



**Figura 21. Cuna transporte**

**Fuente. Essalud**



**Figura 22. Cuna Radiante**

**Fuente. Essalud**