

---

**Gestión del mantenimiento para incrementar la confiabilidad en los equipos de la casa de fuerza de un hospital.****Management of the maintenance to increase the reliability in the equipments of the house of power of a hospital.****Gerenciamento de manutenção para aumentar a confiabilidade no equipamento da casa de força de um hospital.****Samuel Josué Cossios Risco<sup>1</sup>, Jorge Luis Arévalo Daza<sup>2</sup>**

---

**Resumen**

La presente investigación titulada Gestión de Mantenimiento para el incremento de la confiabilidad en los equipos de la Casa de Fuerza del Hospital Regional Chimbote - 2018; se empleó el método deductivo, investigación de tipo descriptivo, donde se describe la falta de gestión de mantenimiento en los equipos de la casa de fuerza. La muestra estuvo representada por todos los equipos críticos del área de Casa de Fuerza. Para lo cual empleó como herramientas la auditoría técnica de mantenimiento técnicas como el análisis de criticidad, el análisis de confiabilidad, y un plan de mantenimiento preventivo a los equipos de dicha área; se obtuvo como resultado que los equipos críticos en el área de Casa de Fuerza del Hospital Regional fueron: el caldero Attsu con 444 y el Grupo Electrógeno Siemens con 444 respectivamente. Se determinó que la Caldera Attsu tuvo una confiabilidad inicial de 94.92% y una vez aplicado el plan de mantenimiento aumento a 97.15%, de mismo modo el Grupo Electrógeno Siemens tuvo una confiabilidad de 94.31% y una vez aplicado el plan de mantenimiento aumento en 96.96%, esto debido a que el plan de mantenimiento a aplicar se desarrolló mediante un Software que programa califica e indica una frecuencia de falla para cada equipo. En conclusión, aplicar el plan de mantenimiento mediante un software de mantenimiento aumenta la confiabilidad del caldero Attsu en un 2,13% y en el Grupo Electrógeno Siemens aumenta la confiabilidad en un 2.65%.

**Palabras clave:** *Confiabilidad, equipos críticos, gestión de mantenimiento, mantenimiento preventivo, software MP9.*

**Abstract**

The present investigation titled Management of Maintenance for the increase of the reliability in the equipment of the House of Power of the Regional Hospital Chimbote - 2018; the deductive method was used, descriptive type research, where it describes the lack of maintenance management in the force house equipment. The sample was represented by all the critics of the House of Power area. For which it was used as a tool for reliability analysis, reliability analysis, and preventive maintenance plan for the equipment in that area; The results of this work were similar to those obtained in the area of the Force House of the Regional Hospital: The Attsu with the 444 and the Generating Group with 444 respectively. It was determined that the Attsu Caldera had an initial reliability of 94.92% and once the maintenance plan was applied it increased to 97.15%, similarly, the Siemens Generator Group had a reliability of 94.31% and once the increase plan of 96.96% was applied, this is because the maintenance plan is applied through a software program that qualifies and indicates a failure frequency for each equipment. In conclusion, applying the maintenance plan by means of maintenance software increases the reliability of the Attsu risk by 2.13% and in the Siemens Generating Group it increases the reliability by 2.65%.

**Keywords:** *Maintenance Management, Preventive Maintenance, Reliability, Critical equipment, Software MP9.*

**Resumo**

A presente investigação titulou Manejo de Manutenção para o aumento da confiabilidade no equipamento da Casa de Força do Hospital Regional Chimbote - 2018; utilizou-se o método dedutivo, pesquisa descritiva, que descreve a falta de manejo de manutenção no equipamento da casa de força. A amostra foi representada por todas as equipes críticas da área da Casa de Fuerza. Para tanto, utilizou como ferramentas técnicas auditorias técnicas de manutenção, como análise de criticidade, análise de confiabilidade e plano de manutenção preventiva de

---

<sup>1</sup> Escuela de Ingeniería Industrial. Bachiller. Universidad Cèsar Vallejo. Chimboe. Perú. [Leo.5.94@hotmail.com](mailto:Leo.5.94@hotmail.com)

<sup>2</sup> Escuela de Ingeniería Industrial. Doctor. Universidad Cesar Vallejo. Chimbote. Perú. [Coco.arevalo.ja@gmail.com](mailto:Coco.arevalo.ja@gmail.com).  
<https://orcid.org/0000-0001-5516-8642>

equipamentos nessa área; O resultado foi que o equipamento crítico na área da Casa de Fuerza do Hospital Regional foi: o caldeirão Attsu com 444 e o Grupo Siemens Electrogene com 444, respectivamente. Determinou-se que a caldeira Attsu tinha uma fiabilidade inicial de 94,92% e uma vez que o plano de manutenção aumentou para 97,15%, de igual modo, a Siemens grupo gerador tinha uma fiabilidade de 94,31% e uma vez que o aumento plano de manutenção aplicada 96,96 aplicado %, isso se deve ao fato de que o plano de manutenção a ser aplicado foi desenvolvido através de um programa de software que qualifica e indica uma frequência de falhas para cada equipamento. Em conclusão, a aplicação do plano de manutenção por meio de software de manutenção aumenta a confiabilidade do caldeirão Attsu em 2,13% e no Grupo Gerador da Siemens aumenta a confiabilidade em 2,65%.

**Palavras-chave:** *Confiabilidade, equipamentos críticos, gerenciamento de manutenção, manutenção preventiva, software MP9.*

## Introducción

En todos los países del mundo, cuando se acude a establecimientos de salud se espera que los métodos o procedimientos médicos sean de calidad, que se puedan dar atenciones médicas personalizadas, oportunas y sobre todo que se cuente con equipos de alta tecnología, que sean confiables y que garanticen una mejora en la salud; sin embargo esto no ocurre, por lo general los establecimientos de salud que son más antiguos, tienen equipos caducados, y esto debido a la falta de interés por la gestión de mantenimiento que se le puede dar a los equipos, que pueden afectar la salud de los pacientes tanto directa como indirectamente.

La Organización Panamericana de la salud los análisis de la situación de los países que lo conforman, ponen en manifiesto que las políticas, planeación y mantenimiento de establecimientos de salud frecuentemente no han tenido una aplicación real. Debido a la necesidad de atender situaciones de emergencia, se ha descuidado el tema primordial del mantenimiento, ya que este no es, en manera alguna, un fenómeno estático. Por el contrario, y aunque parezca paradójico, es fundamentalmente un concepto evolutivo. (Bambaren Luis, p.54)

Esta situación podemos verla reflejada en la mayoría de países de América Latina y Centroamérica, en la que los servicios hospitalarios básicos se han visto afectados a causa de la falta de interés por darle mantenimiento a los equipos médicos que se utiliza para el tratamiento de enfermedades. Sumándose a esto una crisis cada vez más evidente, los pacientes tienen que esperar por ser atendidos en estos centros médicos y esta espera puede tardar meses, poniendo en juego la vida de millones de personas en el mundo debido a la falta de equipos especializados en darle atención a los pacientes. (Comercio, 2014, párr. 2)

Por otro lado, la situación de los Hospitales en nuestro país no es esquivada a lo ocurrido en la mayoría de países de Latinoamérica, por el contrario, es muy parecido. Uno de las causas principales que hace mención es la disminución del PBI para el ámbito de la salud y es que en el año 1980 el PBI era de 8,7% para salud y hoy solo se cuenta con un 3,4%, sumado a este problema se suma la falta de interés y desconocimiento por parte de los Hospitales en el tema del mantenimiento de equipos, porque si se diera un mantenimiento adecuado se reduciría en un 18% las atenciones de salud en los centros de salud de nuestro país. (Marquina José, p. 58)

En el libro del Ministerio de Salud indica que el mantenimiento es el proceso que integra un conjunto de procedimientos técnicos y administrativos para conservar, mejorar, prevenir averías y reestablecer la dotación del servicio a su estado normal de funcionamiento. La dotación del servicio de salud incluye: Los elementos que forman parte de la dotación del servicio, también se pueden clasificar en cuatro clases, encontrándose la casa de fuerza en la clase tres, junto con otros equipos como lavandería, subestación eléctrica.

El Hospital Regional es un centro de salud, creado por el arquitecto Belaunde Terry en el año 1979, se encuentra ubicado en la Av. Brasil, Nuevo Chimbote – Perú. En la actualidad, en Hospital Regional Eleazar Guzmán Barrón presenta múltiples problemas en la Casa de Fuerza, la cual es encargada de abastecer energía eléctrica en caso de emergencias y de vapor para esterilizar, lavandería, cocina y

hospitalización, pero el problema que ocurre en el área de Casa de Fuerza, pasa porque no existe una gestión de mantenimiento apropiada que permita garantizar el funcionamiento adecuado de los equipos del área. La jefatura de mantenimiento no inspecciona, no gestiona, ni lleva un control de los equipos, lo que genera que haya paradas de emergencia que pueden dejar sin abastecimiento de energía eléctrica y térmica a las diferentes áreas del hospital generando una pérdida económica, social y en el peor de los casos humana. Es por este motivo, que para la jefatura de mantenimiento considera que la casa de fuerza llega a ser la más crítica, porque en ella se encuentran equipos de suma importancia para el hospital, esta tiene la función de proporcionar al hospital vapor saturado mediante los calderos piro tubulares que funcionan de forma paralela con petróleo D2, con un consumo de combustible de 9.6 y 10.56 gal/h respectivamente y llega a producir 534 kg/h de vapor en caldero de 70 BHP y 480 kg/h de vapor en el caldero de 50 BHP. Otro equipo crítico encontrado en la casa de fuerza es los 2 grupos electrógenos, estos tienen la función de brindar energía eléctrica mediante 2 motores de combustión interna que funcionan con un tablero de 800 KW.

Para la jefatura de mantenimiento, los costos de reparación de los equipos de la Casa de Fuerza son muy elevados, según datos dados por el área de mantenimiento del 100% que se le destina, el 60% va para la casa de fuerza, dejando a los talleres y/o otros servicios con poco presupuesto y este siendo aún insuficiente para la reparación total de los equipos de la casa de fuerza. En el año 2017 el presupuesto para el área de mantenimiento fue de S/. 68,500.00, para los cuales S/. 40,350.00 fueron destinadas para la casa de fuerza y que a comparación de otros años ha ido en aumento. La jefatura de mantenimiento se ha visto en la obligación de contratar a un personal tercerizado para dar una mayor solución al problema, pero de igual forma el problema no se termina de solucionar de todo con esta medida.

Es de urgencia solucionar el problema de la Casa de Fuerza porque de esta forma habría un mayor presupuesto para los demás talleres y se generaría un mayor servicio a todas las áreas que requieran el servicio de mantenimiento. La jefatura de mantenimiento llegó a la conclusión que, si no se ejecuta un plan de mantenimiento adecuado, la única solución factible sería tercerizar la Casa de Fuerza, lo que generaría despidos de 15 trabajadores del área y un gran presupuesto para todos los talleres que confirman el área de mantenimiento.

función de brindar energía eléctrica mediante 2 motores de combustión de interna que funcionan con un tablero eléctrico independiente, su potencia eléctrica es de 800 KW.

La gestión del mantenimiento en el Hospital Eleazar Guzmán Barrón, se realiza después de ocurrido la falla, mediante el mantenimiento correctivo del tipo reactivo, esto quiere decir que tiene que presentarse la falla para poder repararla o corregirla, para lo cual los colaboradores del área no llevan un control estricto de las máquinas y/o equipos de la casa de fuerza, esto genera un problema dentro de la gestión del mantenimiento. Dejando que los principales equipos de este nosocomio fallen, lo que ocasiona pérdidas económicas para el hospital y lo más importante se pueden perder vidas humanas, debido a la mala esterilización o fallas en los equipos eléctricos.

Este problema genera un alto costo en el nosocomio debido que, al no contar una gestión de mantenimiento adecuada, los operarios solo realizan un mantenimiento correctivo-reactivo y muchas veces esas paradas pueden haberse prevenido. Un caso ocurrió del 04 de febrero del 2018, cuando el caldero de 50 BHP marca ATTSU, comenzó a fallar el quemador, combustionando menos de lo debido, en el área de mantenimiento nadie le prestó la importancia a este problema, al cabo de una semana se obstruyó completamente el ingreso de combustible D2. Los técnicos tardaron 8 horas en repararlo y en esas horas no se llegó a abastecer completamente las principales áreas que requieren de vapor como son lavandería, cocina y esterilizado.

## **Materiales y métodos**

El diseño de la investigación fue de tipo pre experimental porque existe un control mínimo de la variable independiente, se trabaja con un solo grupo (G: Hospital Regional) al cual se le aplicó un estímulo (gestión de mantenimiento) para determinar su efecto en la variable dependiente (mejorar la confiabilidad., “Este tipo de diseños se caracterizan por un bajo nivel de control y, por tanto, baja validez interna y externa. El inconveniente de estos diseños es que el investigador no puede saber con certeza,

después de llevar a cabo su investigación, que los efectos producidos en la variable dependiente se deben exclusivamente a la variable independiente o tratamiento" (Hernández, L. 1998 pág. 94).

Análisis documental. Permitted obtener la información necesaria para el desarrollo de los objetivos, tales como reseña histórica, descripción del proceso que sigue la línea de vapor como la línea de energía eléctrica, diagrama de flujo, plan de mantenimiento preventivo, criticidad y confiabilidad.

Metodología

Se realizó, en secuencia, el diagnóstico de la situación actual mediante una auditoría técnica de mantenimiento; se hizo un análisis de criticidad aplicado a todos los equipos del área; se halló la confiabilidad inicial de los equipos; se diseñó y aplicó un plan de mantenimiento preventivo a través de del software MP9 y finalmente se comparó la confiabilidad inicial y la confiabilidad final.

## Resultados

Para diagnosticar la situación actual de la gestión de mantenimiento, realizamos un diagrama de flujo para conocer cómo se desarrolla, la gestión dentro del Hospital tanto de forma general como del área de Casa de Fuerza.

En la tabla 1 se muestran los criterios de una auditoría técnica de mantenimiento para una gestión de mantenimiento efectiva y de las cuales la auditoría técnica de mantenimiento recolecta, analiza y brinda la información. Como resultado en el índice de conformidad se obtuvo un 42.53%, que indica que la gestión de mantenimiento es aceptable pero mejorable. Además, se obtuvo como resultado que, de los 9 criterios a evaluar en la auditoría, el plan de mantenimiento es el más crítico con un 25% debido a que el Hospital no cuenta con un plan de mantenimiento que asegure la confiabilidad de los equipos, seguidamente de los procedimientos de mantenimiento con un 38% y finalmente la gestión de la información con un 40% debido a que no se elaboran informes o historiales de fallas de los equipos de la Casa de Fuerza.

**Tabla 1**

*Puntos de la Gestión de Mantenimiento Efectiva*

Criterios de una auditoria tecnica de mantenimiento	Puntaje obtenido	Puntaje total	Porcentaje
Gestión de la Información: Informes, Indicadores y GMAO	34	84	40%
Procedimientos: Existencia, estructura, implementación real	9	24	38%
Gestión de Repuestos	10	18	56%
Herramientas y Medios Técnicos	13	21	62%
Organigrama de Mantenimiento	13	30	43%
Cualificación y Rendimiento del Personal de Mantenimiento	10	21	48%
El plan de Mantenimiento: Elaboración e implementación	9	36	25%
El mantenimiento correctivo y su gestión	15	36	42%
Resultados	21	45	47%

Nota. Datos obtenidos de la empresa *RENOVETEC 2014*

En la tabla 2 se muestra el resultado de la auditoría técnica de mantenimiento aplicada al área de Casa de Fuerza, donde se obtuvo un índice de conformidad de 42.53%, dicho resultado se obtuvo mediante la suma total de los valores del cuestionario de la auditoría técnica, dividido entre el valor máximo que puede obtener que es 315, debido a que el valor máximo es 3 y la cantidad de preguntas es 105, entonces  $3 * 105 = 315$ .

**Tabla 2**

*Resultados de la auditoria de mantenimiento en el Hospital Regional*

Elemento	Índice de conformidad de gestión de mantenimiento
Suma total de los ítems de la Auditoria Técnica de Mantenimiento	134
Valor máximo del cuestionario	315
Índice en porcentaje de conformidad	42.53%

Nota. Datos obtenidos de la empresa *RENOVETEC 2014*

Posteriormente, de la ficha técnica se procedió a separar los equipos en sistemas con la finalidad de hallar su criticidad para ello, se separó los equipos en 2 sub sistemas que se muestran en la tabla 3.

En la tabla 3, se observa los equipos que conforman la casa de fuerza del Hospital Regional, el sistema de generación de vapor se utiliza en las áreas de lavandería, cocina y esterilizado, por lo que se puede considerar un equipo crítico en el Hospital, sin embargo, otro equipo critico es el grupo electrógeno, dicho equipo abastece de energía ante una caída de tensión a los equipos de la caldera, unidad de cuidados intensivos, a emergencias y la iluminaria de todo el hospital, si estos equipo fallan, se podría generar un peligro para las personas, por lo tanto se puede consideran un equipos críticos. Para analizar la criticidad mediante Impacto Total se recolecto datos en el formato de Renovetec, en los cuales se necesitan el historial de fallas y los costos de reparación del mantenimiento correctivo. A continuación, se muestra el resultado del análisis de criticidad de los equipos del área de la Casa de Fuerza, en donde los equipos más críticos son el grupo electrógeno Siemens y la caldera piro tubular Attsu con una criticidad de 404, 404 respectivamente, esto se debe a que estos equipos son esenciales para el hospital y cualquier falla puede causar daños significativos.

**Tabla 3**

*Equipos de la Casa de Fuerza*

Equipos de la casa de fuerza	Sistemas su función	Impacto total	Criticidad
Caldero de 50 BHP Attsu	Sistema de Generación de Vapor	101	148
Caldero de 70 BHP Intesa	Sistema de Generación de Vapor	81	162
Calentador de agua 500 litros	Sistema de Generación de Vapor	20	20
Calentador de combustible D6 -200 litros	Sistema de Generación de Vapor	25	25
Bomba de agua 1 HP Dalcrosa	Sistema de Generación de Vapor	32	64
Tanque ablandador 300 litros.	Sistema de Generación de Vapor	20	20
Tanque de salmuera 100 litros.	Sistema de Generación de Vapor	22	22
Tanque de grava 240 litros.	Sistema de Generación de Vapor	0	0
Grupo Electrónico Wilson 175 KW(480V-60Hz)	Sistema de Energía Eléctrica	54	108
Grupo Electrónico Siemens 160 KW(480V-60Hz)	Sistema de Energía Eléctrica	101	404
Tanque de almacenamiento de combustible D6 – 10 galones	Sistema de Energía Eléctrica	0	0
Tablero Eléctrico 320 KW	Sistema de Energía Eléctrica	54	108

Como parte final del diagnóstico se determinó el nivel de confiabilidad inicial en la Casa de Fuerza, se recopilo datos de las horas de operación, horas de reparación y el número de fallas, de los meses de Julio a diciembre del 2017 de cada equipo que dividiremos en sub sistemas y componentes.

En la tabla 4 se aprecia que los sistemas con menor confiabilidad en la Caldera de 50 BHP Attsu, fueron: el sistema de válvulas y control de la caldera, con un tiempo medio entre fallas de 360 minutos y con un tiempo medio de reparación 32 minutos, teniendo la confiabilidad de 91.84%; el otro fue el sistema de recuperación de condensados, con un tiempo medio entre fallas de 360 minutos y con un tiempo medio de reparación 27.33 minutos, teniendo una confiabilidad de 92.94%; haciendo de la caldera de 50 BHP posea un 94.94% de confiabilidad en el semestre de

julio – diciembre. En el grupo electrógeno Siemens los sistemas con menor confiabilidad fueron el Motor de Combustión Interna, con un tiempo medio entre fallas de 600 minutos y con un tiempo medio de reparación de 112 minutos teniendo una confiabilidad de 84.27%, otro sistema crítico fue el sistema de combustible con un tiempo medio entre fallas de 200 minutos y con un tiempo medio de reparación de 15 minutos, teniendo una confiabilidad de 93.02%.

Tabla 4  
*Confiabilidad Inicial del Sistema de Generación de Vapor*

EQUIPOS DE LA CASA DE FUERZA							
EQUIPOS	SISTEMAS Y/O COMPONENTES	N° DE FALLAS	HORAS DE REPARACION	HORAS DE PROCESO	OPERACIÓN		CONFIABILIDAD
					MTBF	MTTR	
CALDERA 50 BHP ATTSU	Sistema de Combustion de la Caldera	2	72	1080	540	36	93.75%
	Sistema de Alimentacion de la Caldera.	1	27	1080	1080	27	97.56%
	Sistema de valvulas y control	3	96	1080	360	32	91.84%
	Sistema de recuperacion de condensados de vapor de agua.	3	82	1080	360	27.33	92.94%
	Sistema de tratamiento de agua para la caldera	2	18	1080	540	9.00	98.36%
	Sistema de almacenamiento y Vaporizacion de Combustibles.	2	56	1080	540	28	95.07%
CALDERA 50 BHP ATTSU							94.92%
GRUPO ELECTROGENO SIEMENS	Panel de Control	2	32	600	300	16	94.94%
	Bateria de Arranque	3	7	600	200	2.33	98.85%
	Alternador	4	20	600	150	5	96.77%
	Radiador	1	12	600	600	12	98.04%
	Sistema de Combustible	3	45	600	200	15	93.02%
	Motor	1	112	600	600	112	84.27%
Grupo Electrógeno Siemens 160 KW (480V-60Hz)							94.31%

*Nota. Datos de la Jefatura de mantenimiento*

En la figura 1 se realizó un catálogo de los dos equipos críticos divididos en sub sistemas que componen el sistema de generación de vapor y el sistema de generación de energía eléctrica. Se realizó un plan para cada sistema viendo algunos factores importantes dentro del mantenimiento, como pueden ser: tiempo de operación, tiempo de reparación, vida útil, entre otros factores, se mostró que el plan de

mantenimiento se efectuó de la siguiente manera; primero se alojó los datos de los equipos críticos en el Software MP9, luego de separo por componentes y sub sistemas que posee; para poder dar la frecuencia de falla, se analizó el historial para fallas y seguidamente se le coloco que tipo de mantenimiento se efectuara, su prioridad y que tipo de técnico realizara el trabajo. La misma secuencia se aplicó para ambos equipos.

Para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo se utilizó el Software MP Versión 9, donde se realizó un catálogo de localización de cada Componente dividido en Sub Sistemas.

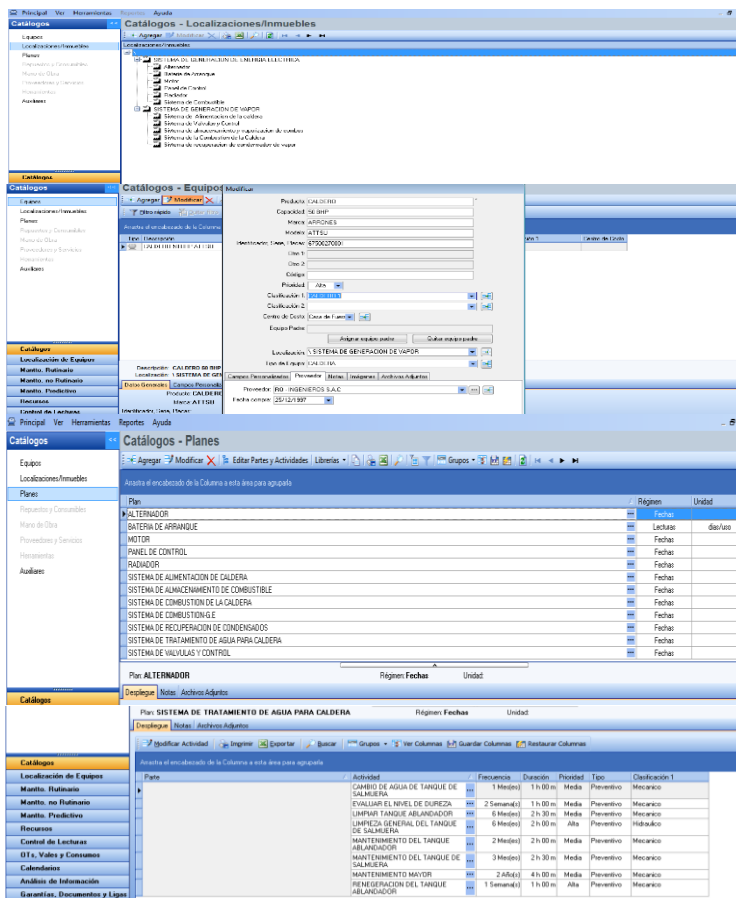


Figura 1. Software de Mantenimiento MP9

En la figura 1, se realizó un catálogo de los dos equipos críticos divididos en sub sistemas que componen el sistema de generación de vapor y el sistema de generación de energía eléctrica. Se realizó un plan para cada sistema viendo algunos factores importantes dentro del mantenimiento, como pueden ser: tiempo de operación, tiempo de reparación, vida útil, entre otros factores, luego se mostró el plan de mantenimiento se efectuó de la siguiente manera; primero se alojó los datos de los equipos críticos en el Software MP9, luego de separo por componentes y sub sistemas que posee; para poder dar la frecuencia de falla, se analizó el historial para fallas y respecto a la cantidad de fallas se le añadió la frecuencia,

seguidamente se le coloco que tipo de mantenimiento se efectuara, su prioridad y que tipo de técnico realizara el trabajo. La misma secuencia se aplicó para ambos equipos.

### Actividades Programadas vs Actividades Realizadas

Se evaluó, que todas las actividades programadas no se cumplieron al 100% debido a que solo pasaron solo 4 meses del plan, otro factor es el escaso personal de personal, el tiempo y la importancia que le brinda la Jefatura de Mantenimiento. Las actividades con mayor porcentaje fueron en el caldero el cambio de agua, mantenimiento a la bomba centrifuga, revisión y limpieza del sistema de combustión, la revisión del termostato. Mientras las mayores actividades en el grupo electrógeno fueron la revisión del líquido de la batería, revisión y limpieza del motor, revisión y cambio del combustible, revisión del pirostato, revisión de los sensores, revisión y cambio del combustible del radiador.

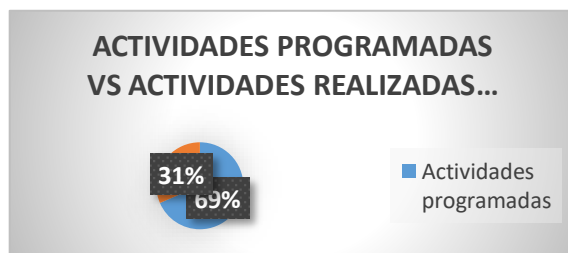
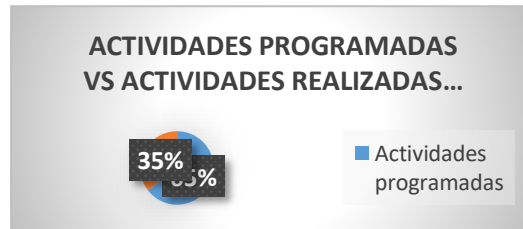


Figura 2. Actividades Programadas VS Actividades Realizadas en el grupo electrógeno Siemens

Nota. Datos obtenidos de la Jefatura de mantenimiento

Se aprecia, que las actividades programadas por el plan de mantenimiento preventivo efectuados fueron en el Caldero Attsu 31, que representan el 100%, de las cuales se llegaron a realizar el 64.91% y un 35.49% aún no se realiza.

Finalmente, en la tabla 30 se aprecia, que las actividades programadas por el plan de mantenimiento preventivo efectuados fueron en el Grupo Electrógeno 54, que representan el 100%, de las cuales se llegaron a realizar el 68.52% y un 31.48% aún no se realiza.



**Figura 3.** Actividades Programadas vs. Actividades Realizadas en el caldero Attsu

Nota. Datos obtenidos de la Jefatura de mantenimiento

La confiabilidad final aumento después de aplicar el programa de mantenimiento mediante el Software MP9 aun 65% del Caldero Attsu, obteniendo una confiabilidad mínima en el sistema de válvulas y control con 93.5% y el sistema de alimentación de la caldera en un 95.04%. Mientras que en el Grupo electrógeno Siemens, se obtuvo un 68.52% de aplicación del mantenimiento preventivo, obteniendo una confiabilidad mínima en el motor con 89.8% y el radiador con 93.62%. La confiabilidad más alta que se identificó en el caldero Attsu fue el sistema de recuperación de condensados y el sistema de almacenamiento y vaporización con un 100%. Por otro lado, en el Grupo electrógeno Siemens se obtuvo la confiabilidad más alta en el panel de control y el alternador con un 100%, generando una confiabilidad del caldero de 97.15% y en el grupo electrógeno 96.96% en el Hospital Regional Eleazar Guzmán Barrón.

**Tabla 5**  
Confiabilidad Final de la Casa de Fuerza

EQUIPOS DE LA CASA DE FUERZA							
EQUIPOS	SISTEMAS Y/O COMPONENTES	N° DE FALLAS	HORAS DE REPARACIO	HORAS DE PROCESO	OPERACIÓN		CONFIABILIDAD
					MTBF	MTTR	
CALDERA 50 BHP ATTSU	Sistema de Combustion de la Caldera	1	24	690	690	24	96.64%
	Sistema de Alimentacion de la Caldera.	2	36	690	345	18	95.04%
	Sistema de valvulas y control	2	48	690	345	24	93.50%
	Sistema de recuperacion de condensados de vapor de agua.	0	0	690	773	0.00	100.00%
	Sistema de tratamiento de agua para la caldera	1	16	690	690	16.00	97.73%
	Sistema de almacenamiento y Vaporizacion de Combustibles.	0	0	690	690	0	100.00%
CALDERA 50 BHP ATTSU							97.15%
GRUPO ELECTROGENO SIEMENS 160 KW(480V-60Hz)	Panel de Control	0	0	176	176	0	100.00%
	Bateria de Arranque	1	3	176	176	3.00	98.32%
	Alternador	0	0	176	176	0	100.00%
	Radiador	1	12	176	176	12	93.62%
	Sistema de Combustible	0	0	176	176	0	100.00%
Grupo Electrógeno Siemens 160 KW(480V-60Hz)							96.96%

Nota. Datos obtenidos de la Jefatura de mantenimiento

Después de hallar la confiabilidad final en la Casa de Fuerza del Hospital Regional se realizó una comparación de la confiabilidad inicial del semestre 2017-2 y la confiabilidad final del semestre 2017-1, para evaluar si el plan de mantenimiento logro disminuir las fallas, mejorando la confiabilidad en la casa de Fuerza.



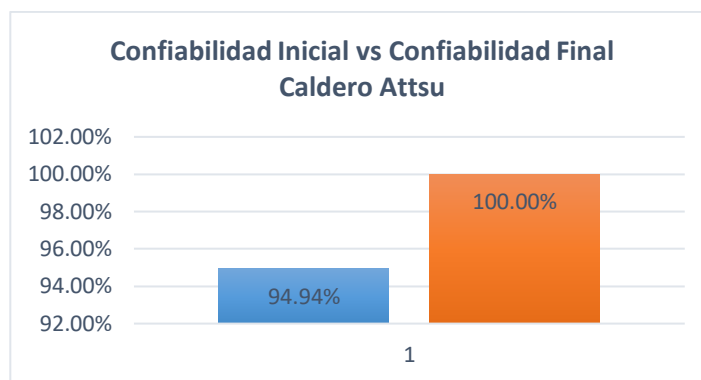


Figura 4. Confiabilidad Inicial vs Confiabilidad Final – Caldero Attsu

## Discusión

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa general que establece que se logró incrementar la confiabilidad a través de la gestión de mantenimiento en la Casa de Fuerza del Hospital Regional.

El resultado obtenido en el primer objetivo de la situación actual de la gestión de mantenimiento en la Casa de Fuerza del Hospital Regional, muestra a través del diagrama de flujo que realizar el mantenimiento dentro de la Casa de Fuerza involucraba muchas áreas, y que para tener un análisis más profundo de las partes involucradas se desarrolló una auditoría técnica de mantenimiento, estos resultados guardan relación con lo que sostienen (Renovetec 2014) y (García 2012) en donde indica que la forma más acertada para poder analizar cómo se maneja la gestión de mantenimiento es mediante una auditoría, ya que la mayoría de centros de salud de Latinoamérica tienen una forma obsoleta de manejar los procedimientos de mantenimiento, la falta de indicadores, informes e historiales de cada equipo, así como deficiencias en el sistema de mantenimiento preventivo son de las principales causas que mencionan los autores con respecto a la gestión de mantenimiento para ello se debe, mejorar la planificación y coordinación de todas las partes involucradas en el mantenimiento, pero sobre todo de apoyar y no cuestionar el trabajo de los encargados del mantenimiento.

Pero, en lo que no concuerdo con el estudio del autor, es que la forma más acertada de analizar la gestión de mantenimiento es mediante a una auditoría referida al área de mantenimiento, ya que de esta forma se podrá analizar los principales factores que se debe de mejorar en el área de mantenimiento. En el estudio de Héctor Acosta titulada: "Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias", para este realizó un estudio en 4 Hospitales y se aplicó los métodos de calidad ISO 19011:2002 que se pueden adecuar al modelo de gestión planteado, Para garantizar niveles de exactitud aceptables se empleó los métodos análisis de datos de la norma ISO, el cual consiste en un cuestionario llenado única y exclusivamente por el encargado del área de mantenimiento; en lo cual estoy en desacuerdo ya que muchas veces el personal interno de un centro laboral no puede ver el mal manejo que se puede estar dando en el área de mantenimiento, caso contrario que si ocurre cuando lo hace una persona externa al área de trabajo, como se realizó en esta tesis.

Como resultado obtenido en el plan de mantenimiento preventivo al Hospital Regional, se procedió a diseñar un plan de mantenimiento mediante el software MP9, en el cual se realizó un catálogo de localización de cada Componente dividido en Sub Sistemas que componen el sistema de generación de vapor y el sistema de generación de energía eléctrica viendo algunos factores importantes dentro del mantenimiento, como pueden ser: tiempo de operación, tiempo de reparación, vida útil, entre otros factores, estos resultados guardan relación con lo que sostiene (García 2014) en su tesis titulada "Implementación del software MP versión 9 para control de inventarios y mantenimiento en SaExploration", esta tesis guarda relación con esta presente investigación ya que selecciona los equipos por componentes y/o sub sistemas en el mantenimiento de la empresa, además planifica y genera las ordenes de trabajo según la frecuencia de falla que tiene cada componente, así mismo, controla el inventario de mantenimiento y realiza la compra de los repuestos anticipadamente y de

esta forma puede realizar el mantenimiento aumentando considerablemente la confiabilidad de los equipos.

Caso contrario ocurre con (Viveros 2015) en lo que no concuerdo con su investigación titulada "Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo" en el cual el autor hace mención la gestión de mantenimiento mediante un plan de mantenimiento preventivo, realizado en formatos, lo cual es algo obsoleto, ya que actualmente esa documentación que se genera, es archivada y pocas veces revisada para conocer el historial de fallas del equipo, por eso menciono que esta forma no es exacta ,carece de validez y sobre todo de adaptación a cambios que es lo que se necesita para mejorar la gestión de mantenimiento en una empresa y/o establecimiento de salud. Esto se ve reflejado en que el plan de mantenimiento sugerido por el autor solo se da por la cantidad de fallas que ocurren en un determinado tiempo, lo cual es un factor determinante pero no es lo único que se debe analizar para dar una frecuencia de mantenimiento a un equipo, con el software se puede analizar otros factores igual de importantes para el plan de mantenimiento, como pueden ser: costos de reparación, tiempo de reparación, causa de reparación, historiales de falla, entre otros factores, ya que de esta forma se puede saber con mayor exactitud la frecuencia de mantenimiento que se debe dar a un equipo, por otro lado el software también se cuenta con la facilidad de conocer que tanto se cumplió el plan de mantenimiento, para poder mejorarlo progresivamente, así como también cuenta con órdenes de trabajos online lo cual facilita su análisis de datos históricos de un equipo, para poder darle un mantenimiento más eficiente y aumentar de esta forma la confiabilidad.

Como parte del último objetivo se procedió a evaluar y analizar la confiabilidad inicial y final de los equipos de la casa de Fuerza del Hospital Regional, lo principal que se buscaba era cumplir con el 100% de las actividades programadas; para lo cual solo se llegó a cumplir con el 64% en el caldero Attsu de 50 BHP y el 72% en el grupo electrógeno Siemens, esto debido a las pocas herramientas brindadas por la Jefatura de Mantenimiento, así como también el poco interés por parte de los encargados de mantenimiento, también se suma a esto el poco tiempo que duro la investigación y sobre todo el costo que genera el mantenimiento preventivo, que es mucho menor, pero que el área encargada ven el costo muy elevado. Pese a ello se tuvo una confiabilidad inicial de 94.92% en el Caldero Attsu y una confiabilidad final de 97.15%, habiendo un incremento de 2.23%. El otro equipo que se analizo fue el grupo electrógeno hallando una confiabilidad inicial de 94.31% y una confiabilidad final de 96.96%, habiendo un incremento de 2.65%. Estos resultados sirvieron para la auditoria final de mantenimiento el cual mejoro significativamente, en un inicio se encontró déficit en el plan de mantenimiento lo que genero un 42.53% lo cual era aceptable pero mejorable, pero al aplicar un plan de mantenimiento preventivo mediante un software se logró mejorar a 67.94% lo cual indica que se tiene un buen sistema de mantenimiento; estos resultados guardan relación con lo que sostiene (Renovetec 2013) y (Hernández 2010), el primero sostiene que un buen plan de mantenimiento se tiene que ver reflejado en sus indicadores y en el compromiso de los trabajadores, los índices de confiabilidad so el resultado del esfuerzo y de la mejora de un plan bien establecido que se ve reflejado en la gestión de mantenimiento, esto ayuda a la confianza y a la sinergia entre cada una de las partes involucradas, desde el jefe de mantenimiento, hasta el colaborador y el más beneficiado siempre será el cliente. Por otro lado el segundo autor menciona que si aún grupo se le aplica una motivación y/o algún estímulo en el trabajo, y este da como resultado una mejora aunque sea un 1% este es factible y viable, entonces podemos deducir que el plan de mantenimiento preventivo realizado es viable, porque significa más utilidad para la empresa y menos horas de mantenimiento a los equipos, lo que generara mejor atención a los clientes y poder cumplir con las metas programadas por la empresa y de esta forma se podrá aumentar la confiabilidad de los equipos.

Dentro de las limitaciones que se encontró en el desarrollo de la presente investigación, lo más resaltante fue el poco interés por parte de Jefatura de mantenimiento debido a que los trabajadores y el personal no disponen de datos adecuados para el correcto desarrollo de la gestión de mantenimiento de los equipos de la Casa de Fuerza.

## Conclusiones

Con respecto al diagnóstico de la situación actual de la gestión de mantenimiento en la Casa de Fuerza del Hospital Regional, se concluyó que la gestión de mantenimiento, encontrada a través de un diagrama de flujo, se ejecutaba con la interacción del interesado, el área de mantenimiento y el

área solicitante. A su vez se la auditoría técnica de mantenimiento permitió concluir que la gestión era aceptable, sin embargo, con aspectos por mejorar; ya que se obtuvo un 42.53, teniendo como criterios más bajos: la gestión de la información, procedimientos y el plan de mantenimiento.

Posteriormente, el análisis de criticidad dentro de la Casa de Fuerza mediante el impacto total, mostró como resultado que el caldero pirotubular Attsu y el grupo electrógeno Siemens tenían un valor de 404 cada uno; concluyendo que eran los equipos más críticos y sobre los cuales se debía realizar el estudio.

También se procedió a hallar la confiabilidad inicial de los equipos críticos y para ello se necesitó las horas de operación, horas de reparación y el número de fallas, teniendo una confiabilidad inicial de 94.92% en el Caldero Attsu y 94.31% en el grupo electrógeno Siemens.

El plan de mantenimiento preventivo implementado en los equipos críticos, utilizando el Software MP9, se llegó a cumplir en un 70% en el caldero pirotubular Attsu y un 72% en el grupo electrógeno Siemens; lo cual permitió concluir que la eficacia de la gestión se incrementó.

Así mismo, se evaluó la gestión de mantenimiento final en la que la auditoría técnica de mantenimiento final fue de 67.94%, en el que se pudo demostrar el incremento significativo con respecto a la auditoría técnica de mantenimiento inicial de 25.41%, lo que convierte a la gestión de mantenimiento de la Casa de Fuerza en un buen sistema de mantenimiento.

Finalmente se evaluó la confiabilidad final y se comparó con la confiabilidad inicial obteniendo un incremento del 2.71% en el caldero pirotubular Attsu y un incremento del 2.89% en el grupo electrógeno Siemens. Dichos promedios se sometieron a una prueba t de Student concluyendo que dicha diferencia era estadísticamente significativa y confiable con respecto a la muestra de los equipos evaluados.

## Referencias

- Bambaren, C. (2011). *Mantenimiento de los establecimientos de salud*. Cuarta edición, Lima: Sinco editores.84pp.
- Comercio. (2014). *Realidad hospitalaria en América Latina*. Revista Semanal. Lima: Grupo Comercio.
- García, P. y Pessah, S. *Mantenimiento en los establecimientos del Ministerio de Salud*. Primera Edición, Lima. MINSA,124pp.
- García, S (2014). *Implementación del software MP versión 9 para control de inventarios y mantenimiento en SaExploration Inc. Sucursal Colombiana*. (Tesis de grado). Universidad Militar Nueva.
- Hernández R, Fernández C. y Baptista M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición. México D.F: McGraw Hill
- Marquina, J.y Pessah, S. (2015). *Mantenimiento en los establecimientos de Salud*. Lima. MINSA.
- Viveros H., Troncoso M. (2011). *Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias* (Tesis de Grado). La Habana, Cuba. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S181559442011000200003&script=sci\\_arttext&tlnt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S181559442011000200003&script=sci_arttext&tlnt)