



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Plan de mantenimiento preventivo a equipos de presurización con
alta criticidad para aumentar su disponibilidad, empresa Sociedad
Agrícola Drokasa Barranca

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Br. Chavez Cardenas, Jhan Carlos (ORCID: [0000-0003-3263-8378](https://orcid.org/0000-0003-3263-8378))

Br. Polo Arqueros, Henry Alberto (ORCID: [0000-0002-5696-2394](https://orcid.org/0000-0002-5696-2394))

ASESORA:

Dra. Pérez Campomanes, María Delfina (ORCID: [0000-0003-4087-3933](https://orcid.org/0000-0003-4087-3933))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Producción

CHIMBOTE – PERÚ

2020

Dedicatoria

El trabajo de investigación es dedicado para mi esposa, pequeño bebe y mi madre que motivación que me brindan cada día desde que inicie mis estudios.

El trabajo de investigación está dedicado primeramente en lugar a Dios por darme la tranquilidad y fortaleza necesaria para seguir con esta meta, a mi familia por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y todo el amor que me brindaron.

Agradecimiento

A Dios por brindarme las constancias permanentes, conocimiento y fuerza en los momentos que he necesitado. La culminación del trabajo de investigación no hubiera sido posible sin el apoyo mis compañeros de trabajo de empresa, por su apoyo con la información que se requería.

También agradecer a mis asesores en este ciclo por su apoyo para poder conceptualizar las informaciones recopiladas.

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	20
4.1. Diagnóstico de la situación actual del plan de mantenimiento preventivo.....	20
4.2. Analizar la criticidad del mantenimiento a equipos de presurización.....	23
4.3. Planificar programa de mantenimiento preventivo a equipos de presurización.....	26
4.4. Indicar los seguimientos de los mantenimientos a equipos de presurización.....	31
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS.....	47

Índice de Tablas

Tabla 1. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.	17
Tabla 2: Método de análisis de datos	19
Tabla 3. Resumen auditoría gestión de mantenimiento.....	20
Tabla 4. Índice de conformidad del resultado situación del mantenimiento.	21
Tabla 5. Tabla de valores cuestionario auditoría gestión de mantenimiento	21
Tabla 6. Análisis de fallas.....	23
Tabla 7. Metodología de criticidad de riesgo (CTR).	24
Tabla 8. Resultado equipos de presurización críticos.	26
Tabla 9. Lista de equipos de presurización.	26
Tabla 10. Gasto de mantenimiento de equipo de presurización.....	28
Tabla 11. Plan anual de mantenimientos preventivos de equipos de presurización con alta criticidad.....	30
Tabla 12. Reporte de tiempo medio entre falla.....	31
Tabla 13. Reporte de tiempo promedio de reparación de equipos de presurización.	32
Tablas 14. Disponibilidad actual de equipos de presurización críticos.....	32
Tabla 15. Indicador de cumplimiento de equipos de presurización.	34
Tabla 16. Porcentaje de equipos que cuentan con plan mantenimiento.....	36
Tabla 17: Calificación del Ing. Zapana Torocahua Adrián	60
Tabla 18: Calificación del Ing. Espacio López Enrique Alberto	60
Tabla 19: Calificación del Ing. Murga Osorio Rogers.....	60
Tabla 20: Calificación del Ing. Crispín Rosales Andrea	61
Tabla 21: Consolidado de la calificación de expertos	61
Tabla 22: Escala de validez de instrumento	61

Índice de Figuras

Figura 1. Estado actual de la gestión de mantenimiento de Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca.	22
--	----

RESUMEN

El presente proyecto de investigación sostuvo como objetivo Plan de mantenimiento preventivo a equipos de presurización con alta criticidad para aumentar su disponibilidad, empresa Sociedad Agrícola Drokasa Barranca.

La presente investigación se efectuó con una muestra de 35 equipos del departamento de producción Agrícola del fundo las Mercedes examinando las condiciones en su estado actual fundamentándose en el indicador de disponibilidad obteniendo un resultado de 97%, el análisis de criticidad realizado a los 35 equipos reflejó como resultado 8 equipos críticos, 21 de media criticidad y 6 no críticos. Esta valoración se ejecutó mediante ponderación de criterios, y seguidamente a ello se expuso el plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos obteniendo un incremento en la disponibilidad de 97%. De tal manera se corrobora la hipótesis y nos indica que un plan de mantenimiento a equipos de presurización con alta criticidad mejora la disponibilidad; lo que nos expresa que en el tiempo desde su puesta en práctica, la implementación es beneficioso para el departamento de producción y la compañía.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, criticidad, disponibilidad.

ABSTRACT

The objective of this research project was a preventive maintenance plan for pressurization equipment with high criticality to increase its availability, Sociedad Agrícola Drokasa Barranca Company.

The present investigation was carried out with a sample of 35 teams from the agricultural production department of the Las Mercedes farm, examining the conditions in their current state based on the availability indicator, obtaining a result of 97%, the criticality analysis carried out on the 35 teams reflected as a result 8 critical equipment, 21 of medium criticality and 6 non-critical. This assessment was carried out by weighing criteria, and then the preventive maintenance plan for critical equipment was exposed, obtaining an increase in availability of 97%. In this way, the hypothesis is corroborated and indicates that a maintenance plan for pressurization equipment with high criticality improves availability; which tells us that in the time since its implementation, the implementation is beneficial for the production department and the company.

Keywords: preventive maintenance, criticality, availability.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, para obtener resultados en las exportaciones las empresas agroindustriales están determinadas a la producción de productos de calidad para abastecer la demanda mundial. Es una situación en que las empresas agroindustriales se confrontan con tres grandes retos que haya debido afrontar en toda la historia de la humanidad, ya que la producción de alimentos deberá aumentar en un 70% al año 2050, para lograr alimentar a una población mundial que crece exponencialmente, por otro lado está el gran reto de prepararse a los impactos de cambio climático, que origina destrucción primordialmente en los cultivos agrícolas, en conclusión existe el requerimiento y la presión de preservar un proceso productivo dentro de las variables de la sostenibilidad, que sea conocido con el medio ambiente natural.

En esta escena, sin lugar a duda se exigen estrategias vanguardistas para elevar los niveles de producción, con la finalidad de alcanzar los estándares óptimos de productividad.

A nivel nacional las agroindustrias han venido creciendo enormemente en los últimos 20 años, como también las exportaciones de la palta, mediante el cual los procedimientos de envíos se están ampliando, generando grandes cambios y siempre mejorando cada día en sus diseños que son bien complejos, se aplica nuevos métodos, una mejor organización y mayor responsabilidad.

En la actualidad se presta mayor atención a las operaciones económicas para el desarrollo industrial de los países que se mantienen en crecimiento. Hay que tener en consideración que los logros no deben resumirse solamente en la inversión en plantas nuevas de producción y de utilización de tecnologías actuales, sino que es de vital interés usar de manera eficaz las plantas que ya existen y se encuentran operativas, para ello debe tener y brindar un servicio integral de mantenimiento, económico seguro y confiable de cada uno de los activos de la compañía. Se debe tener en consideración dos reglas primordiales en el mejoramiento de la compañía. Primeramente, optimizar los procesos de mantenimiento; ya que con el tiempo se presentan deterioros en los equipos; para ello se elevan los niveles de inversión en el mantenimiento de los equipos con un reducido costo de producción. Seguidamente para que el proyecto sea

victorioso, se debe involucrar el compromiso y cooperación de los integrantes de la institución. (Reportero industrial, 2014).

La empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. ubicada en el departamento de Lima, provincia de Barranca, sector agroindustrial teniendo como productos de cultivo a la palta, arándano y esparrago, logrando posicionarse en el mercado internacional, adquiriendo un alta aceptación en el mercado de la fruta de la palta, en especial de la variedad Hass, debido a la mayor demanda de sus productos en el transcurso del tiempo sigue creciendo en territorio e infraestructura y equipos, como también comenzaron a surgir algunos problemas, estos se originaron en los equipos de presurización (motor eléctrico y bomba vertical) por diversos factores; fallas, mantenimientos repetitivos debido a que estos son equipos antiguos (15 a 20 años) se encuentran a la intemperie, además de tener un abastecimiento de agua con impurezas por ser agua proveniente de un río. Los mantenimientos preventivos no se cumplen en las fechas proyectadas y muchas veces todavía se espera a que los equipos fallen para recién intervenirlos. En los últimos 4 años todos estos factores han generado excesivos gastos afectando a los presupuestos del departamento de mantenimiento, además generando dificultad en el cumplimiento de la lámina de riego de la palta por no contar con equipos de presurización operativos para el riego y realizarse de manera manual, siendo deficiente para los cultivos agroexportables, recientemente se ha recibido quejas de producción por el estado de sus plantas de palta ocasionada por las paradas no programadas de los equipos de presurización, llegándose a retirar una hectárea completa de plantas de paltas estresadas por falta de riego, siendo esto una disminución de 25 000 mil kilos de fruto a la producción proyectada de la campaña 2019, reflejándose en una pérdida económica de USD 188 000 mil en el mercado internacional por hectárea improductiva.

Por lo antes mencionado, es importante hacer un análisis de criticidad mediante el riesgo semicuantitativo para los equipos de presurización así lograr disminuir al mínimo los tiempos de inoperatividad de los equipos y las pérdidas económicas por retiro de plantas de palta por consecuencia a la deficiencia en el riego, además de poner en marcha el sistema de filtrado de agua para reducir las impurezas que ocasionan desgastes de los componentes internos de la bomba. Ante lo cual formulamos el problema propuesto. ¿En qué medida el plan

de mantenimiento preventivo a equipos de presurización con alta criticidad aumenta la disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca, 2020?

La justificación de estudio del siguiente proyecto de investigación se justifica teóricamente ya que contribuimos con teorías y conocimientos de una planificación de mantenimiento preventivo en futuras investigaciones, para la justificación tecnológica se busca nuevas formas de implementar y aplicar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa de manera satisfactoria disminuyendo las reparaciones y aumentando la disponibilidad, en la justificación ambiental reduce el uso y la manipulación de solventes y aditivos utilizados para la limpieza de equipos que son altamente contaminantes al medio ambiente y a los trabajadores que las emplean; en la justificación económica aumenta la rentabilidad en la empresa, al emplear adecuadamente el mantenimiento preventivo disminuirá totalmente las paradas no programadas o fallos inesperados repercutiendo en la eficiencia de riego, evitará el desgastes de los componentes permitiendo preservar la vida útil de los equipos y activos de la empresa, de esta forma se disminuirán los altos costos en los mantenimientos.

La Hipótesis es, que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo a equipos de presurización con alta criticidad aumenta su disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca, 2020.

El Objetivo general es, Aplicar un plan de mantenimiento preventivo a equipos de presurización con alta criticidad para aumentar su disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca, 2020.

Los Objetivos específicos que se proponen en el presente proyecto son:

Diagnosticar la situación actual del plan de mantenimiento preventivo de equipos de presurización para aumentar su disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca. Analizar la criticidad del mantenimiento a equipos de presurización para aumentar su disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca. Planificar programas de mantenimientos preventivos a equipos de presurización para aumentar su disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca. Indicar

los seguimientos de los mantenimientos a equipos de presurización para aumentar su disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca.

II. MARCO TEÓRICO

Moreno y Betancor (2020) en su tesis “Comparación del Plan de Mantenimiento Preventivo de sala de máquinas de dos buques gemelos”, teniendo como objetivo desarrollar un plan de mantenimiento preventivo diseñado en función a las horas de funcionamiento de cada sistema dentro de una sala de máquinas obteniendo como resultado la aplicación de un correcto plan de mantenimiento detallado previno posibles averías en los sistemas de propulsión y de soporte para la tripulación, pasajeros y carga, el autor concluye que aunque se tenga un mantenimiento preventivo definido, se intente realizar de la mejor manera y estén involucrado, siempre saldrán fallas inesperadas y deben ser reparadas por el personal en el mismo momento para no ocasionar fallas futuras en las maquinas viendo la importancia de una correcta organización de trabajos.

De la misma manera que Muñoz (2017) en su tesis “Estudio de la Gestión de Mantenimiento Preventivo y la Disponibilidad de los motores Hyundai 9h21/32 de la bahía 4 de la central Termoeléctrica Quevedo”, teniendo como objetivo identificar las variables que inciden en la disponibilidad de los motores a través de un Análisis Modal de Fallos y Efectos y número de prioridad de riesgo, obteniendo como resultado el uso de una lista de verificación que tiene cuatro criterios que evaluó (la determinación de los parámetros, la planificación, la programación e implementación, control y la evaluación) obteniendo como resultado la consecuencia en la gestión es deficiente (38.9%). Así mismo el autor concluyo una disponibilidad general obtenida en 95.6%.

Encina (2019) en su tesis “Plan de mantenimiento Basado en criticidad para aumentar la disponibilidad de equipos área de producción de conserva de pimienta en la empresa Dámper Trujillo S.A.C”, teniendo como objetivo implementar un plan de mantenimiento basado en criticidad para aumentar la disponibilidad de equipos en el área de producción de la planta de conservas de pimienta, obteniendo como resultado el aumento de la disponibilidad en equipos

a un 97%. Que con ejecutar un análisis de criticidad a todos los equipos y para hallar la disponibilidad se utilizaron datos y fórmulas en Microsoft Excel (Promodel), de los indicadores los cuales son MTBF y MTTR, las paradas no programadas, y concluyó que al analizar ambas pruebas en el programa Promodel se manifiesta un impacto de disminución de los tiempos de fallas y por consecuencia el costo de fallas por horas.

Arriola (2015) en su tesis “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado para disminuir las fallas y aumentar la disponibilidad de las máquinas en la empresa Hacienda Iguana, Teniendo como objetivo contribuir al mejoramiento del mantenimiento mediante la propuesta de un plan del mantenimiento preventivo planificado, obteniendo como resultado que tipo de mantenimiento se está ejecutando y la frecuencia con la que suceden los fallos y por tanto las reparaciones. Este proceso se desarrolla por medio de la recolección de datos primarios y secundarios, que conduce a lo que necesitamos saber, de tal manera así mismo el autor concluyó que se consiguió planificar un sistema de gestión del mantenimiento preventivo-planificado que garantice la fiabilidad, disminuyo los costos del mantenimiento y se aumentó la vida útil de las maquinarias.

Acevedo y Viviescas (2019) en su tesis “Alternativas para mejorar la Disponibilidad de materiales para la prestación del servicio del negocio de aguas en una empresa Antioqueña”, teniendo como objetivo buscar abastecer en las mejores condiciones de cantidad, calidad, oportunidad y precio, todas las necesidades de los negocios entre estos el de aguas, obteniendo como resultado la aplicación de una matriz de priorización o multicriterio, este modelo son los tiempos de análisis y operatividad se emplea más de una metodología para obtener los pronósticos y clasificación de criterio ABC para controlar, así mismo el autor concluyó que la implementación de indicadores permite evaluar y optimizar la gestión de los inventarios, por lo tanto, se sugieren indicadores de disponibilidad de materiales, pedidos perfectos y nivel de servicio del cliente.

Además Cárdenas y Rodríguez (2017) en su tesis “Propuesta de mejora para la Disponibilidad de equipos de transporte de mineral en una empresa minera,

teniendo como objetivo disminuir las horas de parada del tipo correctivo y mejorar la disponibilidad de equipos en la actividad de acarreo, obteniendo como resultado la aplicación de la metodología de RCM permite una alta disponibilidad de horas en los equipos de acarreo en un 86.13%, a partir de la ejecución de tareas de mantenimiento de tipo preventivo, acompañado de capacitaciones, esta solución establece prolongar la vida útil y el estado de la maquinaria para que pueda desempeñar su labor, así mismo el autor concluye que la aplicación de la metodología RCM consiguió mejorar la disponibilidad lo cual significa reducir el tiempo de horas de parada en 280 horas mensuales que a su vez refleja un ahorro de S/. 17290 soles al mes.

A nivel nacional se hace insistencia en las siguientes investigaciones, en acorde con Boza, Frank; Donato, Pedro, (2017) en su tesis titulada “Propuesta de un plan de mantenimiento para reducir costos de la flota de camiones en la empresa transportes 23 Catalán S.R.L. Cajamarca – 2017”, sustenta como objetivo disminuir los costos de la flota de camiones en la empresa Transportes Catalán SRL; presento la situación actual de la gestión en función de un cuestionario adaptado de la guía de auditoría de mantenimiento. Se expone la metodología usada para la investigación: observación directa y el uso de la guía de auditoría de mantenimiento del Instituto Renovetec, entre otros. Como resultados logra que mediante el cuestionario que agrupa diversos factores relacionados con el mantenimiento, de los cuales resulto que el índice de conformidad fue de 37%, considerando que el mínimo admisible es de 40%, según el cuestionario, se mostró un desempeño muy deficiente en esta área.

Según García Mallqui, Edgar (2016) en su tesis titulada: “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa Uesfalia Alimentos S.A” de la Universidad Privada del Norte de Lima, fundamenta como objetivo implementar un plan de mantenimiento preventivo a los equipos críticos en un proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa Uesfalia Alimentos S.A. Utilizó una metodología pre-experimental; como conclusión realizó que la implementación del programa de mantenimiento en función de la

criticidad de los equipos del proceso mejoró la disponibilidad de la empresa cumpliendo las actividades programadas de un 71.4% a un 96%.

En la tesis de pregrado de Ticlavilca Jhan (2016) titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo Alpha20 de la empresa Robocon SAC”, tiene como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en el equipo Alpha20 de la empresa Robocon servicios S.A.C. Como resultado estadístico logra que entre los años 2014 y 2016 las medias de las disponibilidades aumentaron en 23%

Para los trabajos previos se realiza un análisis de la síntesis con las investigaciones y aquellos trabajos que tengan similitud sobre el presente y la aplicación de un “Plan de Mantenimiento y su influencia en la Disponibilidad de equipos.” Se busca establecer un enfoque metodológico sobre el tema de investigación y aprovechar las teorías existentes sobre el problema estudiado. Se entenderá por mantenimiento industrial al conjunto de operaciones y técnicas encargadas de control y conservación de los equipos e instalaciones, con el fin de mantenerlas en funcionamiento durante el máximo tiempo al menos coste posible, por tanto, cuando nos referimos de mantenimiento tenemos que iniciar desde la recepción de los equipos hasta su instalación y puesta en marcha, considerando siempre las especificaciones técnicas del fabricante de dicho equipo (Jiménez, 2015, p. 6).

Para ello se debe conocer que son los fallos y se define como “el cese de la capacidad de un elemento para realizar una función requerida”, por lo cual, los fallos pueden ir de forma jerárquica, es decir desde el fallo significativo que es aquel que ocasiona un mayor retraso al tiempo especificado, el fallo importante que se corrige pero no ocasiona un atraso superior al especificado y el fallo menor que no dificultan que los equipos logren el rendimiento adecuado; todo ello demuestra que reconocer los fallos impacta directamente sobre la disponibilidad de los equipos críticos, puesto que estos últimos son la base para encontrar los instrumentos adecuados para la mejora de la investigación (Arques, 2010, p. 11).

El Mantenimiento Preventivo consiste en prever las averías y evitarlas, además se dividen en tres tipos: sistemático, es la realización de forma sistemática de una serie de tareas, cada cierta hora de funcionamiento o tiempo transcurrido desde la última revisión, independientemente de la existencia o no de fallo. Condicional, estudia el comportamiento de un equipo aplicándole diferentes técnicas predictivas y de diagnóstico para localizar cualquier síntoma de fallo e intervenir en el caso de que así sea. (Linares, 2015, p. 45). Se realiza en equipos que bajo ninguna circunstancia no puede tener una avería o un mal funcionamiento porque tienen que estar disponibles más de un 90%. Siempre la exigencia es alta y no se puede perder el tiempo en mantenimiento que paralice el equipo. Para tener los equipos operativos se necesita emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permita saber cómo se encuentra el equipo cuando está funcionando (García, 2010, p. 21).

El mantenimiento predictivo, nos brinda comprender e informar continuamente el estado y la operatividad de los equipos para establecer y obtener los valores de determinada variable, se puede monitorear estados, temperaturas, presiones, vibración, etcétera. Mantenimiento preventivo, operaciones que incluyen el cambio de algunos componentes y aditivos programados periódicamente según manual del fabricante que nos ayuda a encontrar y solucionar anomalías en el instante oportuno para su solución. El mantenimiento correctivo, es una secuencia de operaciones que se lleva a cabo cuando ocurre una avería o daño encontrado que afecta la operatividad y se procede a reparar. El Mantenimiento Hard time o cero horas, es un conjunto de tareas que se realiza para revisar los equipos en un tiempo de operación antes que pueda aparecer cualquier falla. El mantenimiento en uso, consiste en el mantenimiento básico de un equipo que lo realizan los mismos usuarios para un buen funcionamiento y realizan tareas como las inspecciones, lubricación, registro de datos, limpieza, reajuste de pernos y tornillos (García, 2003, p. 17).

El diagnóstico es un conocimiento para realizar un análisis determinado para cualquier situación que se presente y que pueda afectar a una empresa. Esta determinación se realiza en una base de datos y hechos recogidos que sirvan para mejorar lo que está pasando, lleva incorporado la evaluación. Es indispensable identificar los aspectos negativos y por ende los positivos, pero lo

más resaltante es identificar las causas o motivos que generan un mal funcionamiento de procesos en la gestión de la compañía (Muñiz, 2017, p. 10). El análisis de criticidad es un procedimiento que permite establecer una categoría en los equipos y ver su prioridad, siempre se tienen algunos equipos con más importancia que otros, como los activos que tiene una compañía para mantenerlos es muy limitado, se debe direccionar mayormente una parte de recursos a los equipos de mayor importancia, teniendo una reducida parte de reparto a los equipos de menos importancia y no afecte (García, 2010, p.24). Para Crespo y Parra (2012) señala que tiene un análisis y está basado en que puede determinar todas las causas de riesgos mediante distintas operaciones generando una lista desde los más críticos hasta los menos críticos (p. 64). Programación de mantenimiento preventivo, según López y Orozco (2013) “esta programación de mantenimiento preventivo se realiza en diferentes niveles y se debe tener en cuenta un seguimiento y control para las mejoras” (p. 63). Para Nyman y Levitt (2010, p. 181) la planificación de mantenimiento preventivo es un procedimiento en donde se requiere recursos bajo condiciones controladas para que no haya ningún error en los sistemas de equipos asignados, sincronizados y coordinados en el momento oportuno y lugares adecuados que tengan acceso para que el trabajo se realice lo más rápido posible y la fecha estipulada. Según Padero (2014) añade que cuando se aplica la planificación del mantenimiento siempre aumenta su producción en aproximadamente un 25% y amplía el ciclo de vida de estas maquinarias en un 50% y disminuye los altos presupuestos en reparaciones en un 30% (p. 80). Ficha técnica, según Milano (2011, p. 67) “la recolección obtenida en las fichas técnicas siempre varía depende del modelo de objeto de mantenimiento, por ende, no hay un modo fijo que se pueda recomendar. Esta información particularmente debe de tener contenido característico de un documento de resumen u otra que sea de suma importancia: como la descripción, el código dado, la fecha de inicio, los datos de los fabricante, repartidor o habilitador, detallado y la especificación técnica de manejo y cuidado, así como las formas de uso y la prevención de las fallas y los diseños en los sistemas”. Inspecciones periódicas programadas, para Gómez (1998) señala que “para realizar una correcta inspección precede de que periodo se inspecciona. Cuando se realiza un periodo muy largo es más seguro que aparecerán fallos

mayormente en dos inspecciones consecutivas, y cuando se realiza periodos demasiados cortos la inspección no es muy productiva. Para que sea equilibrada las inspecciones se tiene que realizar después de los procesos productivos y después de las averías producidas y continuas” (p. 27).

Según Palmer (2006), los Indicadores de la planificación de mantenimiento, añade que para efectuar una buena planificación de indicadores se tiene que mantener una perspectiva bien amplia y sean medibles con información útil. El encargado del planeamiento se basa en tomar decisiones seguras en las operaciones de mantenimiento y conlleven a un mejor control, las divisiones deben de disponer sus indicadores convenientes y sean controlados (p. 329).

La disponibilidad es funcional y nos permite estipular de modo general el porcentaje de tiempo total puede estimar que un equipo está disponible y puedes realizar su actividad principal a la cual es designada. Mediante los estudios factibles que influyen en la disponibilidad, el tiempo medio entre fallas (MTTF) y el tiempo medio de reparación (MTTR), la confiabilidad es concretar que un equipo o un sistema, cumpla una determinada misión mediante condiciones aplicadas en un periodo prolongado. Este estudio de la confiabilidad está relacionado directamente a las fallas del equipo o sus componentes. Refiere que un equipo sin falla es ciento por ciento confiable, quiere decirnos que tiene una probabilidad de sobrevivir igual a uno. Mantenibilidad definida como la capacidad de restituir el equipo en condición de uso en un determinado tiempo, empleando funciones para conservar o restaurar a un estado estable requerido, se debe de realizar mantenimientos bajo estas condiciones y usando procedimientos como accesos modulares y estandarizados para que facilite el diagnostico actual (García, 2012, p. 130).

Es así que teniendo en cuenta la variable dependiente referida a la disponibilidad, esta se define como el porcentaje de tiempo total que pueda permanecer para que el equipo esté disponible y pueda ejecutar una determina función para la cual fue designado. “Es por ello que las causas que ejercen sobre la disponibilidad es el tiempo medio entre Falla (MTTF) la cual es el tiempo medio que ha pasado hasta la llegada de la falla, mientras que el tiempo medio de reparación (MTTR) es la magnitud de la repartición de los tiempos de reparación del sistema o equipo” (Montilla, 2016, p. 205).

Los tiempos medio entre fallas (TMEF) señalan el transcurso del tiempo más posible entre el inicio del equipo y la manifestación de una falla; quiere explicar, el tiempo promedio que pasa hasta que se suscita la falla que paraliza el equipo, dejándola inoperativa hasta que se le brinde su correspondiente verificación y futura reparación para posteriormente, entrar en operación y seguir con el proceso de producción. Mientras más sea el valor de la disponibilidad de los equipos empleados, mayor y más alto será el índice de confiabilidad que generará en el sistema; por tanto, el tiempo medio entre falla (TMEF) es un importante parámetro que se utiliza en los estudios de confiabilidad, que de manera directa determina la disponibilidad del equipo entre el lapso de fallas; este debe ser adquirido como un valioso indicador que implica y representa la conducta que se viene desarrollando en un determinado equipo de producción (García, 2012, p.130).

Para la determinación de este indicador, se debe tomar en consideración los tiempos entre un fallo y otro, es decir, cada cuanto tiempo se presenta esta falla, y el número de las paradas o tiempo en inoperatividad de las unidades; del mismo modo, los tiempos promedios empleados en la reparación (TMPR), constituyen la magnitud de la repartición de los tiempos de reparación de un equipo o de un sistema que se destinan en taller con equipo parado. Este indicador mide la efectividad en reponer las unidades y lanzarlas nuevamente al ruedo en óptimas condiciones operativas. Cuando la maquinaria se halle fuera de actividad por una avería, en el lapso de un tiempo establecido.

Las perspectivas financieras de los clientes usuarios, procesos y aprendizaje, nos llevan a calcular la disponibilidad a través del (TMPR) y (TMEF), esto en relación de las fallas identificadas, logrando así una mayor sinergia entre la producción y las finanzas en conjunto con la Disponibilidad, de similar manera con parámetros de Fiabilidad y pronóstico (ReliabilityWeb, 2018, párrafo 5).

Disponibilidad de equipos: La disponibilidad tiene como objetivo principal el mantenimiento, y la Norma Covenin 3049:93 (Definición Básica de Mantenimiento), lo define como “la posibilidad de que un sistema productivo (SP) este en la capacidad de cumplir su misión en un momento dado bajo condiciones determinadas y específicas en un periodo de tiempo”.

La confiabilidad es una característica de un elemento expresada por la posibilidad de que cumpla sus funciones encomendadas en un tiempo

determinado, cuando estas se encuentran en las condiciones del medio exterior. La definición también se puede expresar como la posibilidad de que un equipo no falle mientras este se encuentre en servicio durante un periodo dado.

Mantenibilidad; cuando un equipo ha estado produciendo, siempre en algún momento, va a dejar de operar en un transcurso de tiempo determinado, esto nos indica que se encuentra en un estado de no operativo. En otro caso de que sea más exigente hacia un equipo que opere continuamente, todas estas condiciones que no se encuentren en ella se considera como una falla. En la práctica, lo más importante es que la falla sea lo más corta posible, en cuanto falle menos un equipo su confiabilidad será mayor (Tumaroza, 2015, p.53).

Para Palmer (2006) el índice de cobertura nos indica que esta cantidad cubre todo el plan, esta es una magnitud estandarizada para planificar y controlar, esto se basa en lo general de todo los equipos que contaran con una estrategia, esta forma es un porcentaje de todos los equipos que serán resguardado en la planeación (p.330). Indicadores de conformidad, para Palmer (2006) indica que la ejecución de los planes es la medida principal de la actividad. Unas empresas lo catalogan como “éxito de la planificación” para aclarar que la finalidad es la medición y control del plan mas no sobre los colaboradores. Esto demuestra las separaciones del plan de reparación, por tal motivo que el jefe de planta puede verificar fácilmente las actividades del planeamiento si se cumplen y cuales no se cumplen (p.333).

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, la empresa que se arriesgue por este mantenimiento, debe tener en cuenta la aplicación de un análisis por medio de una auditoría de mantenimiento, la cual se define como “la efectividad de la gestión del mantenimiento, ya que sólo puede ser evaluada y medida por el análisis exhaustivo de una amplia variedad de factores que constituyen la aportación del mantenimiento al sistema de producción” por lo tanto, esta matriz ayuda a evaluar si se cumplen o no los criterios que se deben someter en el contexto dado, ayudando a minimizar la incertidumbre de tomar decisiones en el proceso de mantenimiento. Es por ello que los objetivos claves para esta área son la rápida recuperación de la tolerabilidad una vez producido la interrupción de la función de la maquinaria, mejorando de esta manera su mantenibilidad y la optimización continua operacional, es decir, mejorar la disponibilidad con el fin

de alargar la vida útil del equipo y minimizando costos. Por lo tanto, las auditorias deben estar orientadas a evaluar la efectividad del mantenimiento dentro de sus activos, ya sea que se utilice una o varias veces el resultado debe ser mejor al anterior (Parra y Crespo, 2012, p. 40).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación básica y aplicada emplea el método científico que exige, principalmente, el estricto cumplimiento de una serie de pasos que pueden cambiar, según la lógica del investigador y la rigurosa aplicación de reglas de métodos, antes de que ese conocimiento se considere científico, esto es verdadero, que supere los criterios de escrutinio más exigente, las refutaciones más hostigosas y las críticas más severas (Navarro, 2014, 28 p.210). La investigación es de tipo aplicada, ya que la investigación realizada permite analizar la información para lograr implementar un plan para concretar los objetivos y llegar a los resultados.

El diseño es cuantitativo experimental presenta estudios propias del método científico, siendo estos rasgos distintos para la manipulación de las variables por parte del investigador y el control de variables que intervienen en el fenómeno estudiado, busca llegar a entablar relaciones causales entre una o más variables independientes y dependientes, lo que se requiere es un riguroso control de comportamiento de los fenómenos o hechos de los cambios intencionados en las variables y establecer con claridad dicha relación causal (Tejedor, 2000, p.319).

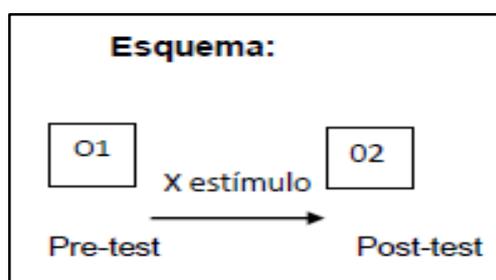
La investigación experimental es un procedimiento que consta en supeditar a donde se dirige un producto, a ciertas circunstancias y estímulos o tratamientos para examinar los efectos producidos (Arias, 2012 p.34). El tipo de investigación que empleamos es experimental el cual tiene consistencia en el recojo de datos directa y específicamente de un software de registro de fallas donde ocurren los hechos ocurridos sin cambiarlos ni manipularlos o controlar las variables, ajustándose precisamente a la recolección de datos de la empresa.

Diseño pre-experimental, este diseño o forma permite un control muy pobre o nulo de las variables raras, por tal motivo tiene muchas fuentes de invalidez

interna, es un diseño de un conjunto con pre-prueba y pos-prueba y el diseño estático entre dos grupos (Hurtado, 2007, p.104).

Se optó por el diseño pre-experimental, marcando un antes (pre-test) y un después (post-test) del presente proyecto, es decir se desarrolló la variable independiente, posterior a ello se evaluó los resultados en la variable dependiente. Esto permitió acercarnos al problema de investigación. Para ello la estructura fue la siguiente:

Tabla 1: Diseño de Investigación Pre Experimental



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

G: Empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A.

O1: La actualidad de la empresa

X: Estimulo o proceso experimental

O2: Resultado con la implementación en la empresa

Fuente: *Paradigmas y Métodos de Investigación en tiempos de cambio* (Hurtado, 2007, p. 104).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Mantenimiento Preventivo, el mantenimiento preventivo señala que no se debe de esperar a que los equipos fallen para poder hacer un mantenimiento, sino que se programen los mantenimientos necesarios antes de que se presente una falla; esto se puede lograr cuando se conoce las especificaciones técnicas de los equipos mediante los manuales dados por estos (Moreno, 2016, p.11).

Variable dependiente: Disponibilidad de equipos, la disponibilidad es el objetivo principal del mantenimiento, y la Norma Covenin 3049:93 (Definición Básica de Mantenimiento), lo define como “la probabilidad de que un sistema productivo

(SP) este en capacidad de cumplir su misión en un momento dado bajo condiciones determinadas” (Tumaroza, 2015, p.53).

Variable Independiente Mantenimiento preventivo, definición conceptual: El Mantenimiento Preventivo busca incrementar o aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos. Por tal razón, es primordial realizar un análisis empleando estos indicadores para poder conocer en qué estado se encuentra de los ítems y así poder designar una programación propicia para todos ellos y que se pueda incrementar su tiempo medio de fallas en los equipos (Donayre, 2014, p.21). La variable dependiente disponibilidad de equipos, es una probabilidad, en el tiempo transcurrido, de preservar un servicio requerido. También lo define a la disponibilidad que es el porcentaje de equipos o sistemas útiles en un determinado momento que se requiera, frente a solicitar la operatividad total de equipos (Gonzáles, 2005, p.67).

La matriz de operacionalización de variables se puede observar en el Anexo 3 de forma detallada.

La investigación realizada consta de dos variables que son el mantenimiento preventivo y la disponibilidad de equipos para lograr los resultados, estas se manifiestan de la siguiente manera:

Variable independiente (X): Mantenimiento preventivo.

Variable dependiente (Y): Disponibilidad.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: es un conjunto que está formado por todos los elementos que tienen una serie de características en comunes, sean estos individuos, objetos o acontecimientos, que comparten determinadas características o un criterio; y que se encuentran en un área geográfica particular de interés para ser estudiados, por tal motivo quedan entrelazadas en la hipótesis de investigación. Cuando nos referimos a personas es más adecuado denominar población; pero, cuando no son personas, es preferible que se denomine universo de estudio (Sánchez y otros, 2018, p.102). La presente investigación de estudio está representada por 35 equipos de presurización en el fundo La Merced y están distribuidos en 15 lotes; cada lote cuenta con 2, 3 y algunos con 4 equipos de presurización de

riego para el cultivo de palto en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A Barranca - Lima.

Muestra: es un parte de casos o individuos que es extraído de una población para someterlo a estudios de muestreo probabilístico o no probabilístico (Sánchez y otros, 2018, p.93). Teniendo como referencia la población, se realizará una muestra a un 25% de los equipos que equivalen aproximadamente a 7 o 8 equipos que se caracteriza por estar a la intemperie de los caminos y extensión de riego para poder ver, controlar y monitorear los errores y fallas concurrentes que están ocasionando estas paradas inesperadas en los equipos, para dar solución muy pronta posible y no impedir su funcionamiento de los equipos de presurización en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca - Lima.

Muestreo: de las unidades de tiempo antes de comenzar el recojo de datos es imprescindible establecer los periodos o unidades de tiempo en que serán realizadas las observaciones, tan importante es determinar en qué momentos serán tomadas las observaciones, como la frecuencia que se tomarán registros y los intervalos de tiempo que no se anotarán registros, en caso necesario (García y otros, 2014, p.22). El muestreo que se realizará es un muestreo no probabilístico que se realizará a 9 equipos de presurización de la marca US MOTORS, tienen mayor frecuencia de operación por lo tanto es una técnica alternativa que emplearemos para obtener resultados de la población y tiene margen de error, muestra por conveniencia por el hecho de que es accesible.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Es un conjunto de normas y procedimientos que se emplea para regular un determinado proceso y obtener un objetivo específico, también se refiere a un conjunto de normas que se utilizan para analizar un proceso de investigación, en cada etapa, desde que se descubre el problema hasta la verificación de las hipótesis, dentro de estas teorías existentes tenemos, la recolección de datos para verificar las hipótesis de trabajo, que corresponden a las técnicas descriptivas y nos sirven de base para que se construyan los instrumentos de investigación. Los instrumentos de investigación son técnica que consisten en la observación atenta a un fenómeno, hecho o caso que se quiere estudiar, se comienza en tomar todas las informaciones y datos necesarios para luego poder

registrarlas posteriormente para analizarlos, mediante preguntas, ítems que exigen respuestas del investigador en función de objetivos o hipótesis, porque es un respaldo de apoyo para el investigador para que pueda obtener mayor número de datos posibles requeridos que puede utilizar y sea útil (Ñaupas y otros, 2018, p.273).

La fiabilidad es la cualidad de cumplimiento a lo que mide un instrumento con exactitud y certeza en diferentes ocasiones. En los test que contienen elevado coeficiente de veracidad, los errores de medida quedan reducidos a un mínimo en su función (Ortiz, 2004, p.68).

Validez del instrumento: hace referencia a la capacidad de un instrumento que reflejan verdaderas diferencias entre individuos en la característica que se pretende medir para la cual ha sido diseñado, más que los errores constantes o el azar característico (Ortiz, 2004, p.159).

El cálculo de la confiabilidad es un instrumento de medición se adquiere mediante un procedimiento de emplear una fórmula que produce el coeficiente de fiabilidad, el cual oscilar entre 0 y 1, donde 0 es vacía confiabilidad y 1 sería alta de confiabilidad (Ortiz, 2004, p.23).

Se elaboró un cuestionario de gestión de mantenimiento el cual fue evaluado por los expertos (92.5% de validación). Prosiguiendo con la elaboración de una ficha técnica el cual fue evaluado por el experto (90% de validación). Siguiendo con la elaboración del formato de tiempo promedio de reparación el cual fue evaluado por los expertos (95% de validación).

Un instrumento de medición puede tener confiabilidad, pero no puede ser válido. De modo que es requisito que el instrumento medible debe ser confiable y válido. Si no es así, los resultados de la investigación carecerían de confiabilidad y no deben tomarse en serio (Hernández y otros, 2010, p.204).

Tabla 2. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Variables	Técnicas	Instrumentos	Fuente /Información
-----------	----------	--------------	---------------------

VI: Mantenimiento Preventivo	Encuesta	Cuestionario de gestión de mantenimiento	Supervisor de mantenimiento
	Análisis Documental	Análisis de Contenido	Archivos de la empresa
	Análisis de criticidad	Documentos Históricos	Historial de fallas concurrentes
	Observación directa no experimental	Ficha técnica de mantenimiento preventivo	Historial de equipos y manuales técnicos de equipos
VD: Disponibilidad de equipos	Análisis de datos históricos	Reporte de fallas	Área de mantenimiento
	Revisión Documental	Formato MTBF Formato MTTR	Registro de formatos
	Observación directa experimental	Formato de disponibilidad	Registro de disponibilidad

Fuente: Elaboración Propia.

3.5. Procedimientos

En una primera instancia se revisó fuentes de información de proyecto con el mismo objetivo propuesto, seguidamente se diseñó los instrumentos para recolectar los datos que requerimos para nuestro estudio se presentó los instrumentos de recolección de datos (anexo 4) a los expertos (ingenieros colegiados) para sus respectivas validaciones. Posteriormente se prosiguió a utilizar el instrumento de cuestionario (anexo 4), seguidamente se utilizó el instrumento de ficha técnica (anexo 4), continuando con el instrumento de reporte de falla (anexo 4), por último, se empleó el instrumento de reporte de disponibilidad (anexo 4).

3.6. Método de análisis de datos

Tabla 3. Método de análisis de datos

Objetivos Específicos	Técnicas	Instrumentos	Resultados
Diagnosticar la situación actual del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de presurización para aumentar su disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A	Encuesta	Cuestionario de mantenimiento	Se mostrará la situación actual inicial de la gestión de mantenimiento preventivo, también se mostrará la operatividad inicial de la gestión de mantenimiento.
	Registro de datos	SOF.Mantenimiento.Motores	
Planificar programas de mantenimiento preventivo a los equipos de presurización para aumentar su disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A	Observación directa no experimental	Ficha técnica de mantenimiento	Se demostrará las condiciones de los equipos, se mostrará el programa y ejecución de las actividades de plan de mantenimiento preventivo, se mostrará formatos de control de pre usos si se cumplen estos formatos.
Analizar la criticidad a los equipos de presurización para aumentar su disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A	Análisis de fallas de equipos	Informe de fallas de equipos	Se mostrará los fallos de los equipos concurrentes, fallas para reparar, se mostrará el programa y ejecución de los equipos críticos.
	Análisis de datos históricos	Reporte de fallas	
	Análisis de ficha de documentos	Formatos de cálculos	
Evaluar la disponibilidad de equipos críticos tras la evaluación CRT a los equipos de presurización para aumentar su disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A	Observación directa experimental	Formatos de disponibilidad Formato MTBF / Formato MTTR	Se hallarán los datos necesarios para aplicar los formatos para la disponibilidad final de los equipos y el porcentaje de disponibilidad, se mostrará la situación actual y/o final de la gestión de mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia.

3.7. Aspectos éticos

Al realizar el presente informe de proyecto de investigación, el investigador del presente estudio se compromete a respetar y cumplir con la ética profesional, como son los principios morales de cada persona y de la institución universitaria a la cual pertenezco, así como también la veracidad de los datos proporcionados por la empresa, teniendo el cuidado de no difundir información privada, respetando las normas y leyes de la empresa, así como solo tomar datos coordinados con el gerente de mantenimiento, en cuanto a las técnicas e instrumentos y la recolección de toda la información esto se realizara a cabo con mucha prudencia y veracidad, respetando los protocolos de confidencia por los datos requeridos y un acuerdo mutuo establecido por el estudiante para con la empresa. Se llegó a obtener una similitud de 28% en el programa turnitin

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la situación actual del plan de mantenimiento preventivo.

Para realizar el diagnóstico de la situación actual, primero se realizó una auditoria mediante un cuestionario a la gestión de mantenimiento en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca (anexo 5) en donde se analizó la gestión del mantenimiento, como se observa a continuación en cada uno de los criterios de auditoría de la tabla 4.

Tabla 4. Resumen auditoría gestión de mantenimiento

Criterios de auditoria	Puntaje obtenido	Puntaje optimo	Porcentaje obtenido (%)	Porcentaje optimo (%)
Rendimiento y Entorno laboral	21	72	32	31
Gestión de Repuestos	16	40	25	17
Gestión de mantenimiento	15	72	23	31
Plan de Mantenimiento preventivo	13	48	20	21
TOTAL 100%	65	232	100	100

Fuente: Elaboración Propia, con datos obtenidos del cuestionario de gestión mantenimiento aplicada a la empresa Sociedad Agrícola Drokasa. S.A. Barranca, detallado en Anexo 5.

Según la tabla anterior se obtuvo resultado de los criterios, tal como se puede evidenciar en la tabla 4, el plan de mantenimiento tiene un porcentaje crítico de 20%, puesto que la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca el cual tiene un programa de mantenimiento que no es sostenible para garantizar la disponibilidad de los equipos de presurización. También es preciso mencionar que no existe una adecuada gestión de mantenimiento, ya que se pudo detectar un porcentaje bajo de 23% obtenido en la calificación realizada a ocho técnicos. De igual manera la gestión de repuestos obtuvo un porcentaje de 25% puesto que presenta falla en su logística, generando como consecuencias el desabastecimiento de los repuestos necesarios para ejecutar los mantenimientos. De esta forma presenta un deficiente sistema de gestión de mantenimiento reflejado en el bajo porcentaje obtenido en la tabla 3 a razón del incumplimiento de los mantenimientos programados. De la misma manera, el sistema de información es deficiente, debido a que el departamento de mantenimiento no le da la correcta utilidad al software (SOF mantenimiento de motores) por falta de capacitación, para generar las órdenes de trabajo, programas de mantenimientos, recetas de repuestos para los equipos; ejecutándolas en la herramienta de Microsoft office excel.

Tabla 5. Índice de conformidad del resultado situación del mantenimiento.

Índice de la gestión de mantenimiento	
Subtotal de valores de Auditoria de mantenimiento	65
Valor máximo del cuestionario de mantenimiento	232
Índice de Conformidad (%)	28%

Fuente: Elaboración propia, tomando información del cuestionario de Auditoria de la gestión de mantenimiento realizado a la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca.

Tabla 6. Tabla de valores cuestionario auditoría gestión de mantenimiento.

Tabla de valores	
<40% de índice de conformidad	Sistema muy Deficiente.
40-60% de índice de conformidad	Aceptable pero mejorable.
60-75% de índice de conformidad	Buen sistema de Mantenimiento.
75-85% de índice de conformidad	El Sistema de Mantenimiento es muy bueno.
<85% de índice de conformidad	El Sistema de Mantenimiento puede considerarse excelente.

Fuente: Elaboración propia, tomando datos de la tabla de Valores proporcionado por Renovetec, 2017.

La auditoría realizada se comparó con la tabla anterior, en la misma se pudo verificar que esta cuenta con un índice conformidad de 28% datos obtenidos de la tabla 4; confirmando de este modo que la gestión de mantenimiento está en un valor muy deficiente.

Esto último, debe comprenderse como mejora a través del empleo y ejecución de instrumentos que corrijan las deficiencias encontradas en la auditoría mediante el cuestionario realizado; obteniendo finalmente que toda esta situación o problemática puede cambiar con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo propuesto. Asimismo, la auditoría realizada logró que la data sea clasificada de acuerdo al criterio analizado, las cuales son: rendimiento y entorno laboral, gestión de repuestos, gestión de mantenimiento y plan de mantenimiento de tal manera como muestra la figura 1.

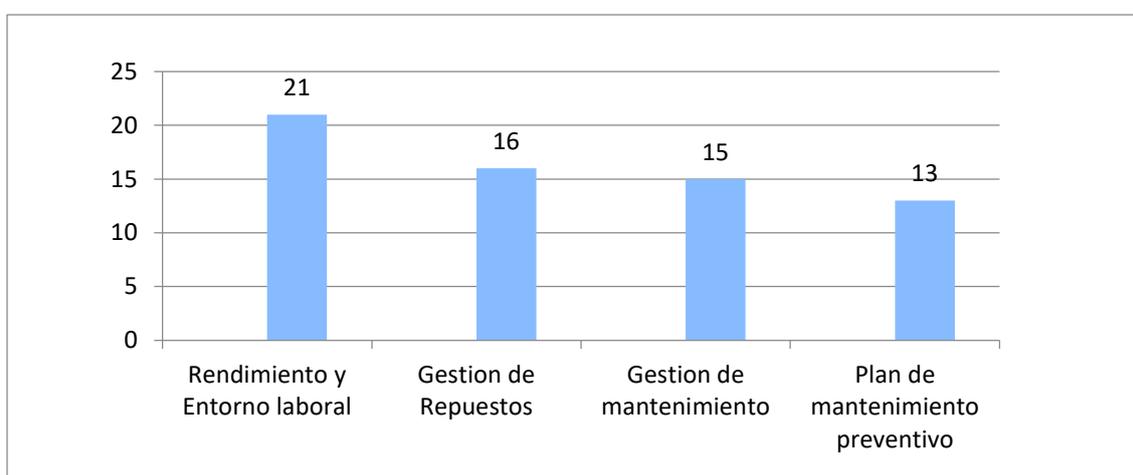


Figura 1. Situación actual de la gestión de mantenimiento de Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca.

Datos tomados de los resultados obtenidos en la auditoría de gestión de mantenimiento aplicada a la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca.

Por su parte la figura 1, nos muestra el resultado obtenido del análisis que se realizó a los criterios del cuestionario en la auditoría de mantenimiento, los cuales son de suma importancia para una gestión de mantenimiento. En la actualidad Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca, posee un factor esencial con el que debería contar toda empresa: la lealtad de sus colaboradores razón por que poseen una elevada valoración en el criterio rendimiento y entorno laboral. De esta manera se obtiene información sobre la puntuación del plan de

mantenimiento preventivo que posee incumplimiento en la ejecución de los mantenimientos, demoras en la ejecución en las actividades de mantenimiento y carencia de calidad en los mantenimientos.

4.2. Analizar la criticidad del mantenimiento a equipos de presurización.

Como primer paso se realizar la identificación preliminar de riesgo lo cual se obtendrá datos en los reportes de tiempos perdidos de los equipos de presurización de la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca, esta base de datos se extrae del SOF de mantenimiento de motores del periodo entre el mes de Febrero – Diciembre 2019, el cual presentan las siguientes paradas tal y como se identifica en la siguiente tabla 6.

Tabla 7. Análisis de fallas.

Ubicación técnica	Equipo	Componente	Modo falla	Descripción	Tiempo de parada no programado (min)
FLM.L11.R5.1	Equipo de presurización Lote 11 red 5.1	Motor eléctrico 01	Falla por la prensa estopa	Filtración por la prensa estopa	240
FLM.L15.R01	Equipo de presurización Lote 15 red 01	Motor eléctrico 02	Bomba desalineada	Temperatura del motor alta	960
FLM.L06.R03	Equipo de presurización Lote 06 red 03	Motor eléctrico 02	Empalmes de borneras flojos	Motor recalienta	420
FLM.L12.R01	Equipo de presurización Lote 12 red 01	Motor eléctrico 01	Falla por la prensa estopa	Filtración por la prensa estopa	60
FLM.11.R5.2	Equipo de presurización Lote 11 red 5.2	Bomba Vertical 01	Desgaste del eje intermedio	Sonido extraño	2200
FLM.11.R04	Equipo de presurización Lote 11 red 04	Bomba Vertical 01	Impulsor dañado	Caudal deficiente	1440
FLM.L12.R01	Equipo de presurización Lote 12 red 01	Motor eléctrico 01	Bajo aislamiento de motor	Motor no enciende	920

FLM.L07.R02	Equipo de presurización Lote 07 red 02	Motor eléctrico 02	Impulsores des calibrados	Caudal deficiente	960
FLM.L12.R01	Equipo de presurización Lote 12 red 01	Bomba vertical 01	Falla por la prensa estopa	Filtración por la prensa estopa	40
FLM.L12.R3.1	Equipo de presurización Lote 12 red 3.1	Motor eléctrico 01	Impulsores obstruidos	Motor eléctrico se desactiva	460
FLM.L12.R3.1	Equipo de presurización Lote 12 red 3.1	Motor eléctrico 01	Desgaste de tazones de bomba	Caudal deficiente	1300
FLM.L06.R03	Equipo de presurización Lote 06 red 03	Motor eléctrico 01	Impulsores obstruidos	Corriente elevada	700
FLM.L12.R01	Equipo de presurización Lote 12 Red 01	Motor eléctrico 01	nivel de aceite bajo	Motor recalienta	900
FLM.L11.R5.1	Equipo de presurización Lote 11 red 5.1	Motor eléctrico 01	Bajo aislamiento de motor	Motor eléctrico se desactiva	710

Fuente: Mantenimiento hidráulico y eléctrico.

Según la tabla anterior, verificamos los tiempos perdidos de cada uno de los equipos y el modo de falla.

Para identificar los equipos presurización más críticos utilizaremos la metodología de criticidad de riesgo (CTR). Como se muestra a continuación en tabla 8.

Tabla 8. Metodología de criticidad de riesgo (CTR).

Producción				
Código	Equipo	Probabilidad (%)	Impacto	Exposición
FLM.L01.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION 01 LOTE 01	60	4	3.6
FLM.L01.R02	EQUIPO DE PRESURIZACION 02 LOTE 01	60	4	3.6
FLM.L02.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION 01 LOTE 02	80	8	4.8
FLM.L02.R02	EQUIPO DE PRESURIZACION 02 LOTE 02	60	4	3.6
FLM.L02.R03	EQUIPO DE PRESURIZACION 03 LOTE 02	60	6	3.6
FLM.L03.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION 01 LOTE 03	60	8	3.6
FLM.L03.R02	EQUIPO DE PRESURIZACION 02 LOTE 03	60	8	3.6

FLM.L04.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION 01 LOTE 04	60	8	3.6
FLM.L04.R02	EQUIPO DE PRESURIZACION 02 LOTE 04	60	8	3.6
FLM.L06.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION 01 LOTE 06	60	6	3.6
FLM.L06.R02	EQUIPO DE PRESURIZACION 02 LOTE 06	60	6	3.6
FLM.L06.R03	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 06 PALTO	100	10	6
FLM.REB.01	EQUIPO DE PRESURIZACION 01 REBOMBEO	60	6	3.6
FLM.REB.02	EQUIPO DE PRESURIZACION 02 REBOMBEO	60	6	3.6
FLM.REB.03	EQUIPO DE PRESURIZACION 03 REBOMBEO	60	6	3.6
FLM.REB.04	EQUIPO DE PRESURIZACION 04 REBOMBEO	60	6	3.6
FLM.REB.05	EQUIPO DE PRESURIZACION 05 REBOMBEO	60	6	3.6
FLM.L10.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 10 ARANDANO	60	8	3.6
FLM.L09.R02	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 09 RED 02	40	8	2.4
FLM.L11.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION 01 LOTE 11	60	6	3.6
FLM.L11.R02	EQUIPO DE PRESURIZACION 02 LOTE 11	60	6	3.6
FLM.L11.R5.1	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 11 RED 5.1	100	10	6
FLM.L11.R04	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 11 RED 04	100	10	6
FLM.L11.R5.2	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 11 RED 5.2	100	10	6
FLM.L12.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION 01 LOTE 12	100	10	6
FLM.L12.R02	EQUIPO DE PRESURIZACION 02 LOTE 12	40	4	2.4
FLM.L12.R3.1	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 12 RED 3.1	100	10	6
FLM.L12.R3.2	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 12 RED 3.2	60	6	3.6
FLM.L12.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION 01 LOTE 16	60	4	3.6
FLM.L12.R02	EQUIPO DE PRESURIZACION 02 LOTE 16	60	4	3.6
FLM.L16.R4.2	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 16 RED 4.2	60	8	3.6
FLM.L07.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 07	60	8	3.6
FLM.L07.R02	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 07 BOOSTER	100	10	6
FLM.L14.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 14	60	6	3.6
FLM.L15.R01	EQUIPO DE PRESURIZACION LOTE 15	100	10	6

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla anterior los resultados de la matriz CTR, esta información es brindada por la fórmula de criticidad (anexo 13), estos equipos críticos son los que drásticamente se van a evaluar a fin de priorizar y evitar paradas no programadas.

Según la matriz CTR (anexo 12), los resultados de equipo críticos véase en el (anexo15) teniendo como equipos de alta criticidad: 8.

Para lo cual los siguientes equipos serán evaluados como se presenta a continuación en la tabla 9.

Tabla 9. Resultado equipos de presurización críticos.

Equipos	Tiempos de paradas no programados (min)	Tiempos de paradas no programados (h)
Equipo de presurización Lote 11 RED 5.1	950	16
Equipo de presurización Lote 15 RED 01	960	16
Equipo de presurización Lote 06 RED 03	1120	16.53
Equipo de presurización Lote 12 RED 01	1000	16.66
Equipo de presurización Lote 11 RED 5.2	2200	36.66
Equipo de presurización Lote 11 RED 04	1440	24
Equipo de presurización Lote 07 RED 02	960	16
Equipo de presurización Lote 12 RED 3.1	1760	29.33

Fuente. Tabla 4.

Según tabla anterior, verificamos los tiempos perdidos de cada uno de los equipos de presurización y las fallas concurrentes en el año 2019 en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca.

4.3. Planificar programa de mantenimiento preventivo a equipos de presurización.

Para realizar la lista de equipos de presurización que la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca tiene instalado se inició con ubicación técnica, descripción, datos de la placa. Como se puede apreciar en la tabla 10 de lista de equipos de presurización.

Tabla 10. Lista de equipos de presurización.

Descripción general del equipo	Código	Potencia(HP)	Id/Serie	Marca
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 01 BOMBEO 1	FLM.L01.EPR.1	150	L02-AA74-M S08 002	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 01 BOMBEO 2	FLM.L01.EPR.2	150	L10-83013787-GT-01	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 02 BOMBEO 1	FLM.L02.EPR.1	250	08MAR12 1015177492	WEG
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 02 BOMBEO 2	FLM.L02.EPR.2	250	27SET12 1017285172	WEG
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 02 BOMBEO 3	FLM.L02.EPR.3	250	08MAR12 1015177494	WEG
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 03 BOMBEO 1	FLM.L03.EPR.1	150	K11 82001440-003R-11	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 03 BOMBEO 2	FLM.L03.EPR.2	150	M04-83016181-GT-01	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 04 BOMBEO 1	FLM.L04.EPR.1	200	08FEV12 1014841765	WEG

MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 04 BOMBEO 2	FLM.L04.EPR.2	200	14JUN12 1016327622	WEG
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 06 BOMBEO 1	FLM.L06.EPR.1	40	N08-BF47A-M D13 002	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 06 BOMBEO 2	FLM.L06.EPR.2	40	K09-BF48A-M S38 001	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 06 PALTO BOOSTER	FLM.L06.EPR.3	150	J11 82000953- 007R-02	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL REBOMBEO BOMBEO 1	FLM.REB.EPR.1	250	L05-83106225- 004R-01	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL REBOMBEO BOMBEO 2	FLM.REB.EPR.2	250	L06 83010942- 004-02	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL REBOMBEO BOMBEO 3	FLM.REB.EPR.3	250	L05 83010836- 003R-01	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL REBOMBEO BOMBEO 4	FLM.REB.EPR.4	250	K11 8200 1440- 002R-12	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 07 BOMBEO 1	FLM.L07.EPR.1	250	K02 82001113- 008R-01	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 07 BOOSTER RED2	FLM.L08.EPR.2	150	K1182001440- 003R-02	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 09 RED 02	FLM.L09.EPR.1	150	16MAR12 1015294084	WEG
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 10 RED 00	FLM.L10.EPR.1	75	L06 – BF64A – M S23 003	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 11 BOMBEO 1	FLM.L11.EPR.1	150	K11 82001440- 003R-04	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 11 BOMBEO 2	FLM.L11.EPR.2	150		
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 11 RED4 BOOSTER	FLM.L11.EPR.3	125	K10-BF73 -M S41-002	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 11 RED5.1 BOOSTER	FLM.L11.EPR.4	125	K11 - BF73 - M S46 003	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 11 RED5.2 BOOSTER	FLM.L11.EPR.5	125	K11 - BF73 - M S44 002	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 12 BOMBEO 1	FLM.L12.EPR.1	200	K11 82001440- 004R-05	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 12 BOMBEO 2	FLM.L12.EPR.2	200	L06-BF82A-M S23 002	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 12 BOMBEO	FLM.L12.EPR.3	75	K10-BF64A-M S41 034	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 12 RED3.2 BOOSTER	FLM.L12.EPR.4	75	01FEV13 1018494451	WEG
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 14	FLM.L14.EPR.1	60		WEG
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 15 BOOOTER	FLM.L15.EPR.1	75	18MAY2018 181043741867	WEG
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 15 BOMBEO	FLM.L15.EPR.2	20	04 OCT2018 1045777903	WEG
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 16 BOMBEO 1	FLM.L16.EPR.1	250	L06 82001747- 002R-05	US MOTOR

MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 16 BOMBEO 2	FLM.L16.EPR.2	250	K02-82001113-008R-04	US MOTOR
MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL LOTE 16 RED4.2 BOOSTER	FLM.L16.EPR.3	100	L07-AA83-M D26 004	US MOTOR

Fuente: Elaboración propia, lista de equipos de presurización.

Según la tabla anterior se observa la lista obtenida de los equipos de presurización, que se encuentran instalados para permitir que el riego se traslade de manera eficiente y uniforme, con esta lista podemos identificar el historial mediante el número de serie de sus placas además de poder identificar la eficiencia de sus curvas de funcionamiento, se obtiene 35 equipos instalados. Teniendo la lista de equipos ya definido, se clasificó por potencia (HP), esta clasificación nos permitirá poder identificar la prioridad de los equipos según la extensión de hectárea que riega debido a ser de mayor potencia (HP).

El gasto de mantenimiento nos brinda el alcance de que valor económico, se tiene que considerar para cumplir con su mantenimiento como se observa a continuación en la tabla 11.

Tabla 11. Gasto de mantenimiento de equipo de presurización.

MANTENIMIENTO PREV. MOTORES ELECTRICOS 200 - 250HP				S/. 1,200.64
Descripción	Unidad	P. Unitario S/.	Cantidad	Importe S/.
Trapo Industrial	KG	3.15	3	9.45
Lija N° 220	UND	1.02	2	2.04
Lija Gruesa N°80	UND	1.65	4	6.6
Gasolina	GLN	11.31	2	22.62
Pintura gris	GLN	162.84	0.2	32.57
Diluyente d/ pintura	GLN	42.73	0.2	8.55
Catalizador Polylon	UND	61.54	0.3	18.46
Thiner acrílico	GLN	11.33	0.5	5.67
Grasa LGHP 2/5	KG	117.86	0.25	29.47
Silicona automotriz	UND	5.08	1	5.08
Escobilla de fierro	UND	4.2	0.5	2.1
Cinta Vulcanizante	UND	18.45	4	73.8
Cinta Aislante	UND	50.54	3	151.62
Loctite	UND	373.46	0.5	186.73

Resistencia 192W	UND	193.98	0.3	58.19
Aceite15W40	GLN	48.3	1.5	72.45
Rodamiento 7322	UND	2033.37	0.2	406.67
Rodaje 6316 C3	UND	379.07	0.2	75.81
Rodaje 6215-J	UND	156.83	0.2	31.37
Pabulo en Ovillo	UND	7	0.2	1.4
BOMBA VERTICAL				S/. 696.14
Descripción	Unidad	P. Unitario S/.	Cantidad	Importe S/.
Trapo Industrial	KG	3.15	1	3.15
Cinta Vulcanizante	UND	18.45	3	55.35
Cinta Aislante	UND	50.54	2	101.08
Prensa estopa	UND	133.61	0.5	66.81
Grasa LGHP	KG	117.86	0.15	17.68
Escobilla de fierro	UND	4.2	0.3	1.26
Pintura Rojo	GLN	101.39	0.2	20.28
Diluyente	GLN	42.48	0.2	8.5
Catalizador	UND	31.76	0.2	6.35
Pintura Gris	GLN	162.84	0.2	32.57
DiluyenteN°55	UND	42.73	0.2	8.55
Catalizador IF-C25	UND	61.54	0.2	12.31
Thinner acrílico	GLN	11.33	0.2	2.27
Eje de acero	UND	1800	0.15	270
Cople Inox	UND	600	0.15	90
Aceite15W40	GLN	48.3	1.5	72.45
Rodamiento 7322	UND	2033.37	0.2	406.67
Rodaje 6316 C3	UND	379.07	0.2	75.81
Rodaje 6215-J	UND	156.83	0.2	31.37
Pabulo en Ovillo	UND	7	0.2	1.4

Fuente: Elaboración propia, lista de gasto de mantenimiento de equipo de presurización.

Según la tabla anterior observamos todos los costos de los materiales y componentes que se requieren para poder realizar el mantenimiento de los equipos de presurización de la potencia 250HP (motor eléctrico y bomba vertical), esta información nos permite presupuestar los gastos por

mantenimiento de cada equipo de presurización, además de poder gestionar los repuestos de mayor valor económico con el área de logística.

Para planificar los mantenimientos preventivos se tomó como referencia la ficha técnica indicado (anexo 4). Aquí es donde se puede detallar por ejemplo, los datos de placa, vida útil de los componentes. La definición del periodo de frecuencia es muy importante esta definición se da en base a los repuestos de mayor hora de operación que conlleva a un rápido desgaste de los componentes de los equipos véase en el anexo 12 (plan de mantenimiento de equipos de presurización).

Según el anexo 12 se puede determinar que los equipos de presurización presentan mayor actividad de mantenimientos en la frecuencia semestral, llegando a definir como la frecuencia a programar al mantenimiento preventivo a equipos de presurización con alta criticidad.

Con la frecuencia identificada se logró diseñar el plan de mantenimientos a equipos de presurización, la cual se puede apreciar en la tabla 12.

Tabla 12. Plan anual de mantenimientos preventivos de equipos de presurización con alta criticidad.

Descripción general del componente	Frecuencia	Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre					
		semana 32	semana 33	semana 34	semana 35	semana 36	semana 37	semana 38	semana 39	semana 40	semana 41	semana 42	semana 43	semana 44	semana 45	semana 46	semana 47	semana 48	semana 49	semana 50	semana 51	semana 52	semana 53
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN LOTE 06 BOOSTER PALTO	PROY	6M																					
	REAL																						
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN LOTE 11 BOOSTER RED 04	PROY		6M																				
	REAL																						
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN LOTE 11 BOOSTER RED 5.1	PROY				6M																		
	REAL																						
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN LOTE 11 BOOSTER RED 5.2	PROY						6M																
	REAL																						
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN LOTE 01 LOTE 12 BOMBEO	PROY								6M														
	REAL																						
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN LOTE 02 LOTE 12 BOOSTER	PROY											6M											
	REAL																						

Con los datos registrado en el formato reporte de fallas indicado en el anexo 8. Se calculó el tiempo promedio de reparación de equipos de presurización con alta criticidad en el periodo desde Agosto – Diciembre del año 2020, la cual podemos apreciar en el reporte de tiempo promedio de reparación como se muestra a continuación en la tabla 14.

Tabla 14. Reporte de tiempo promedio de reparación de equipos de presurización.

Ubicación Técnica	Equipo	Inicio reparación	Fin reparación	Horas de reparación	N° fallas	MTTR (min)
FLM.L11. R5.1	Equipo de presurización Lote 11 RED 5.1	12/08/2020 11:30:00am	12/08/2020 15:30:00pm	240	1	240
FLM.L15. R01	Equipo de presurización Lote 15 RED 01	20/09/2020 11:40:00am	20/09/2020 16:40:00pm	440	1	440
FLM.L06. R03	Equipo de presurización Lote 06 RED 03	22/08/2020 09:30:00am	17/03/2020 17:30:00pm	480	1	480
FLM.L12. R01	Equipo de presurización Lote 12 RED 01	10/09/2020 10:20:00am	10/09/2020 19:30:00pm	610	1	610
FLM.L11. R5.2	Equipo de presurización Lote 11 RED 5.2	2/10/2020 09:10:00am	10/09/2020 11:20:00am	140	1	140
FLM.L11. R04	Equipo de presurización Lote 11 RED 04	10/09/2020 14:50:00pm	22/09/2020 17:55:00pm	185	1	185
FLM.L07. R02	Equipo de presurización Lote 07 RED 02	1/10/2020 12:00:00pm	1/10/2020 15:57:00pm	237	1	237
FLM.L12. R3.1	Equipo de presurización Lote 12 RED 3.1	3/10/2020 15:30:00pm	3/10/2020 17:50:00pm	140	1	140
TOTAL						296

Fuente: Elaboración propia, tomando datos de la tabla 7 de análisis de fallas según reportes de tiempos perdidos.

Con los datos registrados en el formato de reporte de fallas (anexo 4) calcularemos la disponibilidad de equipos de presurización desde el periodo de Agosto – Diciembre año 2020, la cual podemos apreciar en el formato de disponibilidad en la tabla 15.

Tablas 15. Disponibilidad actual de equipos de presurización críticos.

REPORTE DE DISPONIBILIDAD - CAMPAÑA 2020					
Ubicación técnica	Equipo	N° fallas	TMEF (min)	TPPR (min)	DISPONIBILIDAD
FLM.L11. R5.1	Equipo de presurización Lote 11 RED 5.1	1	10080	240	98%
FLM.L15. R01	Equipo de presurización Lote 15 RED 01	1	25920	340	99%
FLM.L06. R03	Equipo de presurización Lote 06 RED 03	1	24480	480	98%
FLM.L12. R01	Equipo de presurización Lote 12 RED 01	1	6480	610	91%

FLM.L11. R5.2	Equipo de presurización Lote 11 RED 5.2	1	1520	140	92%
FLM.L11. R04	Equipo de presurización Lote 11 RED 04	1	5970	185	97%
FLM.L07. R02	Equipo de presurización Lote 07 RED 02	1	50040	237	100%
FLM.L12. R3.1	Equipo de presurización Lote 12 RED 3.1	1	23040	140	99%
			147,530	2,372	97%

Fuente: Departamento hidráulico y eléctrico, Formato de disponibilidad.

En la tabla anterior, hemos obtenido valores de disponibilidad de 97%. Los equipos operan 8 horas al día de lunes a domingo, la frecuencia de cálculo se realizó con datos de 10 meses desde el mes de Febrero a Diciembre del 2020, lo cual equivale a 707,520 horas de operación, no obstante, la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca tiene mantenimientos programados de 16 horas, semestralmente para cada equipo de presurización.

Con el formato de plan de mantenimiento observado con anterioridad en tabla 9, se prosiguió a realizar el seguimiento al cumplimiento de los mantenimientos preventivos a equipos de presurización desde el mes de Agosto hasta Diciembre del 2020, así como podemos observar seguidamente en la tabla 16.

Tabla 16. Indicador de cumplimiento de equipos de presurización.

Descripción general del equipo	Frecuencia	Estado	Agosto				Setiembre					Octubre				Noviembre				Diciembre				
			SEMANA 32	SEMANA 33	SEMANA 34	SEMANA 35	SEMANA 36	SEMANA 37	SEMANA 38	SEMANA 39	SEMANA 40	SEMANA 41	SEMANA 42	SEMANA 43	SEMANA 44	SEMANA 45	SEMANA 46	SEMANA 47	SEMANA 48	SEMANA 49	SEMANA 50	SEMANA 51	SEMANA 52	SEMANA 53
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN LOTE 06 BOOSTER PALTO	6M	PROY	6M																					
		REAL																						
	1A	PROY		6M																				
		REAL																						
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN 11 BOOSTER RED 04	6M	PROY			6M																			
		REAL		6M																				
	1A	PROY																						
		REAL																						
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN LOTE 11 BOOSTER RED 5.1	6M	PROY					6M																	
		REAL					6M																	
	1A	PROY																						
		REAL																						
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN LOTE 11 BOOSTER RED 5.2	6M	PROY							6M															
		REAL						6M																
	1A	PROY																						
		REAL																						
EQUIPO DE PRESURIZACIÓN 01 LOTE 12 BOMBEO	6M	PROY									6M													
		REAL																						
	1A	PROY																						
		REAL																						

En la tabla anterior se realizó el plan de mantenimiento preventivo a 8 equipos de presurización críticos iniciando desde el mes de Agosto y culminando en Diciembre, el cumplimiento que se obtiene hasta fecha es de 50%, se ha programado ocho mantenimientos preventivos y hasta la fecha se ha realizado cuatro.

Contamos con 35 equipos de presurización de los cuales se ha programado mantenimientos a 8 equipos de presurización, como se observa a continuación en la tabla 17.

Tabla 17. Porcentaje de equipos que cuentan con plan mantenimiento.

Total equipos con plan de Mantenimiento.	Total equipos Instalados	% de equipos con plan de Mantenimiento.
8	35	22.85

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior el porcentaje de equipos que cuentan con plan de mantenimiento preventivo es de 23%, la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A. Barranca cuenta con 35 equipos instalados.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación de Plan de mantenimiento preventivo a equipos de presurización con alta criticidad para aumentar su disponibilidad, empresa Sociedad Agrícola Drokasa Barranca, por lo que se inició priorizando la situación actual. En primer lugar, se diagnosticó la gestión de mantenimiento a través de una auditoría luego de haber obtenido los resultados se realizó la discusión de estas y se obtuvo lo siguiente:

Los resultados de la investigación muestran una deficiencia en la gestión de mantenimiento (28%) en la auditoría interna que se llevó a cabo por parte del departamento de mantenimiento hidráulico y eléctrico. Al respecto Parras y Crespo (2012). Obtuvo similares conclusiones con respecto a los de la auditoría concluyendo que de la hipótesis si existe deficiencia en la gestión de mantenimiento (38.9%) quienes indican que ésta es la efectividad de la gestión de mantenimiento y puede ser analizada por varios factores, estando propuestas en la Tabla 5 del presente estudio. lo que determina que la gestión de mantenimiento es deficiente en relación con los criterios evaluados, es así que este instrumento fue empleado en la tesis de (Boza y Donato, 2017) titulada "Propuesta de un Plan de Mantenimiento para disminuir los costos de la flota de camiones en la empresa de transportes Catalán S.R.L - Cajamarca, 2017", quienes implementaron un cuestionario que les permitió determinar el índice de conformidad de la empresa manifestando un desempeño muy deficiente, ya que existe un mayor número de problemas en el departamento de mantenimiento que en la empresa estudiada, de modo que Grúas Luguensi S.A.C mostró un índice de conformidad aceptable pero mejorable, por este motivo se pudo aplicar técnicas e instrumentos para aumentar este valor y asumir una actitud responsable en cuanto a preservar y mantener en óptimas condiciones sus equipos. Así mismo por consiguiente en segundo lugar antes de analizar la criticidad se evaluó los reportes de fallas por tal motivo se tomó en cuenta a Muñoz (2017) que obtuvo similares conclusiones en su tesis "Estudio de la Gestión de Mantenimiento Preventivo y la Disponibilidad de los motores Hyundai 9h21/32 de la bahía 4 de la central Termoeléctrica Quevedo", quien manifiesta que para identificar las variables que coinciden con la disponibilidad de los

equipos se debe realizar a través de un Análisis Modal de Fallos y Efectos y número de prioridad de riesgo, como resultado se aplicó una lista de verificación que tiene cuatro criterios que evalúa (la determinación de los parámetros, la planificación, la programación e implementación, control y la evaluación). De igual manera (Arques, 2010) define a la falla como “el cese de la capacidad de un elemento para realizar una función requerida. Y para determinar el análisis de criticidad de los equipos de presurización se logró identificar 8 equipos críticos, que coincide con lo obtenido por Encina (2019) en su investigación de tesis titulado “Plan de Mantenimiento Basado en Criticidad para aumentar la Disponibilidad de equipos Área de Producción de conservas de pimiento en la empresa Danper Trujillo S.A.C” quien logro identificar 7 equipos críticos. Definió como fundamento ejecutar un análisis de criticidad a todos los equipos y para hallar la disponibilidad se utilizaron datos y fórmulas en Microsoft Excel (Promodel), de los indicadores los cuales son MTBF y MTTR, las paradas no programadas, y concluyendo que al analizar ambas pruebas en el programa Promodel se manifiesta un impacto de disminución de los tiempos de fallas y por consecuencia el costo de fallas por horas. Por consiguiente se sustenta la teoría de tal manera como define (Garcia, 2010) que analisis de criticidad es un procedimiento que permite establecer una categoria en los equipos y ver su prioridad, siempre se tienen algunos equipos con más importancia que otros, como los activos que tiene una compañía para mantenerlos es muy limitado, se debe direccionar mayormente una parte de recursos a los equipos de mayor importancia, teniendo una reducida parte de reparto a los equipos de menos importancia. creso y Parra (2012) señala que tiene un análisis y está basado en que puede determinar todas las causas de riesgos mediante distintas operaciones generando una lista desde los más críticos hasta los menos críticos

De tal modo para el objetivo del plan de mantenimiento se desconoce el aumento de la producción, el tiempo de vida de las maquinas alcanzó un 22%, reduciendo el presupuesto de correctivos en 15%. Al respecto Ticlavilca Rauz, Jhan (2016) Obtuvo similares conclusiones en su tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo Alpha20 de la empresa Robocon SAC”, tiene como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en el equipo

Alpha20 de la empresa Robocon servicios S.A.C. Como resultado estadístico logra que entre los años 2014 y 2016 las medias de las disponibilidades aumentaron en 23%.

Padero (2014) en su tesis de "Montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas Industriales" obtuvo distintos y mejores resultados llegando a aumentar su producción en aproximadamente un 25% y amplió el ciclo de vida de estas maquinarias en un 50% logrando disminuir los altos presupuestos en reparaciones en un 30%.

Tal como manifiesta (Nyman 2010) en su tesis titulada "Maintenance planning, coordination and scheduling" que la planificación de mantenimiento preventivo es un procedimiento en donde se requiere recursos bajo condiciones controladas para que no haya ningún error en los sistemas de equipos asignados, sincronizados y coordinados en el momento oportuno y lugares adecuados que tengan acceso para que el trabajo se realice lo más rápido posible y la fecha estipulada. Según Palmer (2006) en su investigación titulada "Maintenance Planning and Scheduling Handbook". Expone que los Indicadores de la planificación de mantenimiento, añade que para efectuar una buena planificación de indicadores se tiene que mantener una perspectiva bien amplia y sean medibles con información útil. El encargado del planeamiento se basa en tomar decisiones seguras en las 21 operaciones de mantenimiento y conlleven a un mejor control, las divisiones deben de disponer sus indicadores convenientes y sean controlados.

Los indicadores de seguimiento nos brindan un ahorro de S/. 41729.16. Así mismo además Cárdenas y Rodríguez, (2017) en su tesis "Propuesta de mejora para la Disponibilidad de equipos de transporte de mineral en una empresa minera". Tuvo distintos resultados en la disponibilidad de los equipos en un 86.13%, reflejando un ahorro de S/. 17290 soles al mes. El ahorro propuesto está determinado por trimestre. Acevedo y Viviescas (2019) quien sustenta en su tesis "Alternativas para mejorar la Disponibilidad de materiales para la prestación del servicio del negocio de aguas en una empresa Antioqueña", el objetivo es, buscar abastecer en las mejores condiciones de cantidad, calidad, oportunidad y precio, todas las necesidades de los negocios entre estos el de aguas, tuvo como resultado la aplicación de una matriz de priorización o multicriterio, este

modelo son los tiempos de análisis y operatividad se emplea más de una metodología para obtener los pronósticos y clasificación de criterio ABC para controlar, y concluyo que la implementación de indicadores permite evaluar y optimizar la gestión de los inventarios, por lo tanto, se sugieren indicadores de disponibilidad de materiales, pedidos perfectos y nivel de servicio del cliente. Por lo que está sustentado en la teoría de Gómez (1998) señala que para realizar una correcta inspección precede de que periodo se inspecciona. Cuando se realiza un periodo muy largo es más seguro que aparecerán fallos mayormente en dos inspecciones consecutivas, y cuando se realiza periodos demasiados cortos la inspección no es muy productiva. Para que sea equilibrada las inspecciones se tiene que realizar después de los proceso productivos y después de las averías producidas y continuas”, por lo que está sustentada en la definición de la norma Covenin (definición básica de mantenimiento) que La disponibilidad tiene como objetivo principal el mantenimiento, lo define como “la posibilidad de que un sistema productivo (SP) este en la capacidad de cumplir su misión en un momento dado bajo condiciones determinadas y específicas en un periodo de tiempo”.

Los indicadores de seguimiento nos brindan una disponibilidad de 97% obteniendo un ahorro de S/. 41729.16. Así mismo además Cárdenas y Rodríguez, (2017). Tuvo distintos resultados en la disponibilidad de los equipos en un 86.13%, reflejando un ahorro de S/. 17290 soles al mes. El ahorro propuesto está determinado por trimestre.

Finalmente, para precisar sobre el objetivo principal y las hipótesis propuestas en la investigación realizada se mencionó que el plan de mantenimiento si reduce las paradas inesperadas e incrementa la disponibilidad.

VI. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el análisis en la presente investigación, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. A través de la aplicación del instrumento referido a la auditoría de mantenimiento se evaluó la situación inicial de la gestión de mantenimiento donde se obtuvo que un valor de 28% que indicó que es deficiente la gestión de mantenimiento, actualmente la empresa Sociedad Agrícola Drokasa S.A posee un factor esencial con el que debería contar toda empresa: la lealtad de sus colaboradores razón por que poseen una elevada valoración en el criterio rendimiento y entorno laboral.
2. Respecto a la ejecución de analizar la criticidad del mantenimiento de equipos críticos se identificó 8 equipos críticos, 21 medio críticos, 6 que no presentan ningún riesgo, El modo de falla que presentan los equipos de presurización son múltiples, además se identificó al motor eléctrico como el componente con mayor fallas.
3. En la ejecución de la planificación del plan de mantenimiento se determinó el periodo de frecuencia, semestral diseñando el plan de mantenimientos preventivo para los 8 equipos críticos, además se identificó la frecuencia de mantenimiento: dos mantenimientos semestrales por campaña y un mantenimiento anual lo cual consiste en un pintado de integral.
4. Finalmente, el plan de mantenimiento preventivo a equipos de presurización críticos evidenciando una disminución de los tiempos de falla y por ende el costo de falla por horas con un ahorro económico de S/. 41729.16 por trimestre, propicio una disponibilidad en 97%, empresa Sociedad Agrícola Drokasa Barranca, logrando obtener como objetivo un cumplimiento del 50%.

VI. RECOMENDACIONES

1. Proyectar de manera adecuada la gestión logística desde el punto de vista económico, a través de un inventario de repuestos de mantenimiento que permite lograr información relativa y oportuna de los stocks; asimismo, mantener actualizado el historial de equipos, puesto que las actividades descritas en ellos serán de ayuda para modificaciones en el plan ejecutado, de esta manera efectuar mejoras continuas de la gestión del mantenimiento.
2. Entrenar de manera técnica y oportuna al personal de mantenimiento en el departamento de mantenimiento, a fin de que los trabajos de mantenimiento se ejecuten de manera conveniente y oportuna permitiendo perfeccionar los tiempos de reparación, la disponibilidad y acortar las horas inoperativas en los talleres de mantenimiento, de tal manera que permita cumplir un adecuado mantenimiento.
3. Capacitar al personal de mantenimiento con una frecuencia mensual, programando a los trabajadores involucrados para retroalimentarlos con los conocimientos técnicos para proseguir con el plan de mantenimiento y asegurar la continuidad de los equipos de presurización.
4. Cumplir correctamente con los trabajos atribuidos en el plan de mantenimiento preventivo con el fin de aplicar la mejora continua en los equipos de presurización para mejorar la gestión del mantenimiento.

REFERENCIAS

ACEVEDO, Daniela y VIVIESCAS, Leandro. 2019. Alternativas para mejorar la Disponibilidad de Materiales para la prestación del servicio del negocio de aguas en una empresa Antioqueña. Universidad de Antioquia. COLOMBIA-Medellin : Tesis (Ingeniería Mecánica), 2019. 31 pp.

ARIAS, Fidias. 2012. El Proyecto de Investigación, introducción a la Metodología Científica. 6ª ed. VENEZUELA Caracas : Editorial Episteme C.A., 2012.34 pp.

ISBN: 9800785299.

ARQUES, José. 2010. Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario. 1ª ed. Español. ESPAÑA Madrid : Ediciones Díaz Santos, 2010. 11 pp.

ISBN: 9788479789169.

ARRIOLA, Yonathan. 2015. Propuesta de un plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para disminuir las fallas y aumentar la Disponibilidad de las máquinas en la empresa Hacienda Iguana. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. NICARAGUA-Managua : Tesis (Ingeniería Industrial), 2015.108 pp.

BOZA, Frank y DONATO, Pedro. 2017. Propuesta de un plan de mantenimiento para reducir costo de la flota de camiones en la empresa de transportes Catalàn S.R.L Cajamarca - 2017. Cajamarca 2017. 20 pp.
<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12356/Boza%20>

CÁRDENAS, Carlos y RODRIGUEZ, Fernando. 2017. Propuesta de mejora para la Disponibilidad de equipos de transporte de Mineral en una empresa Minera. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : Tesis (Ingeniería Industrial), 2017. 232 pp.

CRESPO, Adolfo y PARRA, Carlos. 2012. Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada a la Gestión de Activos. ESPAÑA Madrid : Editoria INGEMAN, 2012. 260 pp.

ISBN: 9788495499677.

DINAYRE, Enzo. 2014. Propuesta de diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa de servicios de elevación de Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Lima : Tesis (Ingeniería Industrial), 2014. 21 pp.

DOUNCE, Enrique. 1998. La Productividad en el Mantenimiento Industrial. 2ª ed. MEXICO D.F. : Compañía Editorial Continental S.A., 1998. 350 pp.

ISBN: 9682610893.

ENCINA, Franklin. 2019. Plan de Mantenimiento Basado en Criticidad para aumentar la Disponibilidad de equipos Área de Producción de conservas de pimiento en la empresa Danper Trujillo S.A.C. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo : Tesis (Ingeniería Industrial), 2019. 89 pp.

GARCIA, Edgar. 2016. Implementacion de un plan de mantenimiento preventivo en funcion de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa Uesfalia Alimentos S.A. Lima 2016. 25pp.

GARCÍA, Jiménez y CÁCERES, Pablo. 2014. Diseños Experimentales de Series Temporales. ESPAÑA-Madrid : Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2014. 22 pp.

ISBN: 9788436268447.

GARCÍA, Oliverio. 2012. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1ª ed. COLOMBIA Bogota : Ediciones de la U., 2012. 170 pp.

ISBN: 9789587620511.

GARCIA, Santiago. 2003. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. ESPAÑA Madrid : Ediciones Díaz de Santos, S.A., 2003. 297 pp.

ISBN-10: 8479785489.

GARCÍA, Santiago. 2010. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Madrid : Ediciones Díaz de Santos S.A., 2010. 21 pp.

ISBN: 9788479785772.

GÓMEZ, Félix. 1998. Tecnología del mantenimiento industrial. ESPAÑA Murcia: : Universidad de Murcia EDITUM, 1998. 341 pp.

ISBN-10: 8483710080.

González, Francisco. 2005. Teoria y Practica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 2a ed. Madrid : Fundación Confemetal, 2005. 67 pp.

ISBN: 8496169499.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2010. *Metodología de la Investigación*. 5ª ed. MEXICO : Interamericana Editores S.A., 2010. 607 pp.

ISBN: 9786071502919.

HURTADO, Ivan y TORO, Josefina. 2007. Paradigmas y Métodos de Investigación en tiempos de cambio. VENEZUELA Caracas : Los libros de el Nacional, 2007. 165 pp.

ISBN: 9789803882846.

JIMÉNEZ, Fernando. 2015. Mantenimiento Preventivo de Sistemas de Automatización Industrial. 1ª ed. Malaga Antequera : IC Editorial, 2015. 6 pp.

ISBN: 9788491983392.

LINARES, Virginia. 2015. *Diagnosis de Averías y Mantenimiento Correctivo de Sistemas de Automatización Industrial*. 1ª ed. MÁLAGA Antequera : IC Editorial, 2015. 45 pp.

ISBN: 9788491983378.

LÓPEZ, Cristóbal y OROZCO, Francisco. 2013. *Mecanizado*. 1ª ed. ESPAÑA Madrid: Paraninfo, : Paraninfo S.A., 2013. 173 pp.

ISBN: 9788497324410.

MILANO, Teddy. 2011. *Planificación y Gestión del Mantenimiento Industrial*. VENEZUELA Caracas : Ediciones Panapo, 2011. 146 pp.

ISBN: 9803664743.

MONTILLA, Carlos. 2016. *Fundamentos de Mantenimiento Industrial*. 1ª ed. Español. Colombia : Universidad Tecnológica de Pereira, 2016.

ISBN: 9789587222388.

MORA, Alberto. 2009. *Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control*. COLOMBIA Bogota : Alfaomega Colombia S.A., 2009. 504 pp.

ISBN: 9789586827690.

MORENO, Cesar. 2016. *Gestion de la Producción*. Universidad Cesar Vallejo. PERU Chimbote : Universidad Nacional del Santa, 2016. 11pp.

ISSN: 10259929.

MORENO, Jonay y BENTANCOR, Eduardo. 2020. *Comparacion del plan de Mantenimiento Preventivo de sala de maquinas de dos Buques Gemelos*. Universidad de la Laguna. ESPAÑA-Granada : Tesis (Ingenieria Tecnologica), 2020.107 pp.

MUÑIZ, Luis. 2017. *Check - List para el Diagnóstico Empresarial*. 2ª ed. ESPAÑA Barcelona : Profit Editorial, 2017. 250 pp.

ISBN: 9788416583867.

MUÑOZ, Byron. 2017. *Estudio de la Gestión de Mantenimiento Preventivo y la Disponibilidad de los Motores Hyundai 9H21/32 de la Bahía 4 de la central Termoeléctrica Quevedo*. Universidad Tecnológica IndoAmérica. ECUADOR-Ambato : Tesis (Ingeniero Industrial), 2017. 114 pp.

NAVARRO, Cesar. 2014. *Epistemología y Metodología*. 1ª ed. MEXICO-Tlihuaca : Grupo Editoria Patria, 2014. 210 pp.

ISBN: 9786074388640.

NYMAN, Don y LEVIT, Joel. 2010. *Maintenance planning, coordination and scheduling*. 2ª ed. EE.UU. New York : Industrial press, 2010. 323 pp.

ISBN: 9780831134181.

- ÑAUPAS, Humberto, y otros. 2018. Metodología de la Investigación. 5ª ed. COLOMBIA-Bogota : Ediciones de la U., 2018. pág. 273. 9789587628760.
- ORTIZ, Frida. 2004. Diccionario de Metodología de la Investigación Científica. ed. Caniem. MEXICO D.F: Limusa S.A. Grupo Noriega Editores, 2004. pág. 176. ISBN: 9681864336.
- PADERO, Manuel. 2014. Montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas Industriales. ESPAÑA Madrid : Ediciones Paraninfo, S.A., 2014. 176 pp. ISBN: 9788497329910.
- PALMER, Richard. 2006. *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*. 2ª ed. EE.UU. N (BOZA, Frank; DONATO, Pedro, 2017) (BOZA, Frank; DONATO, Pedro, 2017)ew York(2ª ed.) : McGraw-Hill, 2006. 861 pp. ISBN: 9780071784115.
- . 2006. *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*. 2ª ed. EE. UU. Newe York : McGraw-Hill, 2006. 861 pp. ISBN: 9780071784115.
2018. RELIABILITYWEB. *Reliability*. [En línea] 10 de Enero de 2018. [Citado el: 20 de Junio de 2018.] <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/balanced-scorecard-en-la-gestion-del-mantenimiento/>.
- SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. 2018. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. 1ª ed. PERÚ Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018. págs. 93-102 pp. ISBN: 9786124735141.
- TEJEDOR, Javier. 2000. El Diseño y los Diseños en la evaluación de programas. Universidad de Salamanca. ESPAÑA Salamanca : Revista de Investigación Educativa, 2000. 319-339 pp.
- TICLAVILCA, Jhan. 2015. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon SAC. Huancayo 2015. 32pp
- TUMAROZA, Ana. 2015. Bienes y Servicios: Mantenimiento. [En línea] 16 de 05 de 2015.
- ZAPATA, Carlos. 2011. Confiabilidad en Ingeniería. 1ª ed. COLOMBIA Pereira : Publiprint Ltda, 2011. 154 pp. ISBN: 9781556783475.

ANEXOS

Anexo 3: Matriz de operacionalización.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
V. i. Mantenimiento Preventivo	Esta es la segunda rama del Mantenimiento y podemos definirla como: la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad deservicio que estos proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos. Con esta definición se concluye que toda labor de conservación que se realice con los recursos de la fabricación, sin que deje de ofrecer la calidad de servicio esperada, debe catalogarse como de mantenimiento preventivo (Dounce, 1998, p. 44).	El Mantenimiento Preventivo es un conjunto de actividades necesarias que se realizan a partir de un diagnóstico actual y planificación programada de Mantenimiento a través de un análisis de criticidad para controlarlos con los indicadores de seguimiento para poder obtener resultados, esto conlleva a minimizar y prevenir fallas, paradas no programadas a equipos de presurización, por lo tanto incrementara so disponibilidad.	diagnóstico del Mantenimiento	Auditoría técnica de mantenimiento	Razón
			Planificación y programación del mantenimiento	Número de fallas	Razón
			Análisis de criticidad	Cálculo de criticidad	Razón
			Indicadores de seguimiento	Nivel de cumplimiento de planeación	Razón
V.D. Disponibilidad de equipos	Como disponibilidad se define la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, activo de reparación, inactivo, mantenimiento preventivo, administrativo, de funcionamiento sin producir y logístico (Mora, 2009, p. 67).	La disponibilidad es la confianza que se tiene de un activo en el cual se ejerció mantenimiento y lo que se espera es que cumpla con su función satisfactoriamente en un periodo determinado para los cual se utilizan la confiabilidad y mantenibilidad de manera que se efectuara con exactitud el porcentaje de operatividad.	Disponibilidad DF= disponibilidad final DI= disponibilidad inicial	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$ Impacto= $DF - DI$	Razón
			Confiabilidad TMEF= Tiempo m. entre fallas HROP= Horas de operación NTF= Número total de fallas	$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFallas}$	Razón
			Mantenibilidad TMPR= Tiempo m. entre fallas TTF= Tiempo total de fallas NTF= Número total de fallas	$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFallas}$	Razón
			Costo de Mantenimiento por M3 CM3= Costo de Mtto por M3 GMR= gasto real en mto. VT= Volumen total por mes	$CM3 = \frac{Gmr}{Vt} * 100$	Razón

Fuente: elaboración propia.

Anexo 4: Instrumento de recolección de datos.

Ficha técnica.

		GERENCIA DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO PLANEACIÓN Y MANTENIMIENTO	
<u>FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO</u>			
1.- INFORMACIÓN GENERAL			
NOMBRE DEL EQUIPO:	Equipo de presurización		
CÓDIGO DEL EQUIPO:	FLM.L05.EPR01		
ÁREA:	Lote 05		
2.- COMPONENTES			
NOMBRE COMPONENTE N° 01:	MOTOR ELECTRICO		
CÓDIGO COMPONENTE:			
INFORMACIÓN TÉCNICA		INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
MARCA	U.S. MOTORS	PROVEEDOR	HIDROSTAL S.A.
MODELO	AA84	CONTACTO	ARTEMIO MONTALVO
CATÁLOGO N°	HO12552RLG	PLANOS	NO
ID N°	K0992001335-002R-02	MANUALES	NO
FRAME	405 TP	FECHA INSTALACIÓN	-
TYPE	RU	FECHA FUNCIONAMIENTO	-
ENCL	WPI	GARANTÍA	1 AÑO
CLASE AISL.	F		
FRECUENCIA	60HZ		
FASES	3		
POT.	125 HP		
RPM	1780		
VOLTAJE	220/380/440		
CORRIENTE	323/176/162		
EFICIENCIA	93.6		
DIÁ. CRUCETA			
NOMBRE COMPONENTE N° 02:			
CÓDIGO COMPONENTE:			
INFORMACIÓN TÉCNICA		INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
MARCA		PROVEEDOR	
TIPO		CONTACTO	
SERIE	H RUTA	PLANOS	
L/SEG.	DIM	MANUALES	
METROS	HP	FECHA INSTALACIÓN	
DES	RPM	FECHA FUNCIONAMIENTO	
		GARANTÍA	

Fuente: Departamento hidráulico y eléctrico.

Formato de disponibilidad - campaña 2020.

Fecha	Ubicación Técnica	Equipo	N° fallas	MTBF	MTRR	DISPONIBILIDAD

Fuente: elaboración propia

Reporte de fallas - campaña 2020

Fuente: elaboración propia

Fecha	Ubicación técnica	Equipo	Componente	Modo falla	Descripción	Tiempo de parada no programado (min)

Reporte de tiempo medio de reparación- campaña 2020

Fecha	Ubicación Técnica	Equipo	Inicio operación	Fin operación	Horas de operación (min)	Tiempo disponible (min)	N° fallas	MTBF (min)

Fuente: elaboración propia

Reporte de tiempo medio entre falla - campaña 2020

Fecha	Ubicación Técnica	Equipo	Inicio reparación	Fin reparación	Horas de reparación	N° fallas	MTTR (min)

Fuente: elaboración propia

Base de datos (SOF. Mantenimiento Motores).

The screenshot shows a software interface for maintenance orders. At the top, a blue callout box labeled "BASE DE DATOS DE FALLAS DE MANTENIMIENTO" points to a table of maintenance records. Below this, a second blue callout box labeled "REGISTRO DE BASE DATOS DE FALLAS" points to a detailed view of a specific order. The detailed view includes a form for creating or editing an order, with fields for account, activity, priority, and assignment. A third callout box points to the bottom of the interface, which shows the system tray and taskbar.

Planta	Area	Equipo	Componente	Falla	Causa Falla	Nudo	Tramo	Descripcion	Fecha Evento	Solicitud	Solicitado A	Fecha S
FLM	1P2	Red Automatizaci...	Mantenimiento 001	Mantenimiento	-	M1		MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOR Y BOMBA ...	4/07/2020 10:27 a.m.	37849	HYE	4/07/2020

Causa Falla	Nudo	Tramo	Descripcion	Fecha Evento	Solicitud	Fecha Solicitu
	M1		MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOR Y BOMBA ...	4/07/2020 10:27 a.m.	37849	4/07/2020

Orden de Trabajo HYE 34662

Cuenta: 93343 Mantenimiento maquinarias y equipo
Manito: Otra Tipo de manito: General
Actividad: Mantenimiento Preventivo
CeCoLima: 67055 Mantenimiento Mecánico
Adjunta: Registro de Mantenimiento
Prioridad: Normal Semana: 25
Asignado a: Lavenero Sotelo, Rehanani, Zofia
Fecha de Emisión: 4/07/2020

Orden de Trabajo HYE 34662 **En Proceso**

Tipos: Labores Personal Materiales Otros Notas

Nombre: Red Automatización **Area:** Lote 01 red 02
Nombre: Mantenimiento **Sistema:** Todos los Sistemas
Falla: Mantenimiento **Causa de Falla:** - **Nudo:** M1 **Tramo:**
Descripción: MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOR Y BOMBA N°1

Exportar Imprimir Otm Tiempo Cerrar Salir

ITO

Soft GIM - CORDOVA - [Solicitudes de trabajo de mantenimiento]

Administración Propiedades Recursos Otros Usuarios Ventana Ayuda Opciones

Actualizar

Desde: 4/07/2020 Hasta: 4/07/2020

Solicitado En Proceso Terminado Conforme No Conforme Anulado

OTM	Planta	Area	Equipo	Componente	Falla	Causa Falla	Nudo	Tramo	Descripcion	Fecha Evento	Solicitud	Fecha Solicit
HYE 34662	FLM	1P2	Red Automatizaci...	Mantenimiento 001	Mantenimiento	-	M1		MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOR Y BOMBA ...	4/07/2020 10:27 a.m.	37849	4/07/2020

Ver Otm

Orden de Trabajo HYE 34662 En Proceso

Evento Otm ... Tiempos Labores Personal Materiales Otros Notas

Personalidades...

Nuevo Editar Eliminar

Apellido	Nombres	Cargo	Horas Estimadas	Horas Real Normal	Horas Real Extras	Horas Total Real
Laverio Sotelo	Rohonel Zolo	Mecánico	0.00	24.43	0.00	24.43

DE FALLAS DE MANTENIMIENTO

Soft GIM - CORDOVA - [Solicitudes de Orden de Trabajo]

Usuarios Ventana Ayuda Opciones

Actualizar

Desde: 1/05/2015 Hasta: 4/07/2020

Planta	Area	Equipo	Componente	Falla	Causa Falla	Nudo	Tramo	Descripcion	Fecha Evento	Solicitud	Solicitado A	Fecha
FLM	9P3	Red Automatizaci...	Piccolo XR 001	Falla de comunicacion	-	C33.3		FALLA DE COMUNICACION DEL PICCOLO XR C33.3	22/04/2020 09:26 a.m.	37785	HYE	22/04/2020
FLM	113	Red Automatizaci...	Piccolo XR 001	Falla de comunicacion	-	C88.1		FALLA DE COMUNICACION DEL PICCOLO C88.1	17/04/2020 10:14 a.m.	37765	HYE	17/04/2020
FLM	113	Red Automatizaci...	Piccolo XR 001	Falla de comunicacion	-	C85.1		EL RSSI ESTA BAJO DEL PICCOLO XR C85.1	17/04/2020 10:14 a.m.	37766	HYE	17/04/2020
FLM	2P2	Red Automatizaci...	Piccolo XR 001	Falla de comunicacion	-	B19.2		FALLA DE COMUNICACION DEL PICCOLO XR B19.2	17/04/2020 09:30 a.m.	37768	HYE	17/04/2020
FLM	1P2	Red Automatizaci...	Piccolo XR 001	Falla de comunicacion	-	B20.2		FALLA DE COMUNICACION DE PICCOLO XR B20.2	15/04/2020 09:20 a.m.	37741	HYE	15/04/2020
FLM	2P2	Red Automatizaci...	Piccolo XR 001	Falla de comunicacion	-	B30.1		FALLA DE COMUNICACION DEL PICCOLO XR B30.1	15/04/2020 09:20 a.m.	37742	HYE	15/04/2020
FLM	L15A	Red Automatizaci...	Piccolo XR 01	Falla de comunicacion	-	RTU 1...		FALLA DE COMUNICACION DE RTU 17 - 18 - 19	14/04/2020 01:04 p.m.	37734	HYE	14/04/2020
FLM	L15A	Red Automatizaci...	Piccolo XR 01	Falla de comunicacion	-	RTU:1...		FALLA DE COMUNICACION EN RTU 17,18,19	11/04/2020 11:53 a.m.	37720	HYE	11/04/2020
FLM	L06	Red Automatizaci...	Mantenimiento 001	Falla de comunicacion	-	REPE...		LA REPETIDORA TIENE FALLA DE COMUNICACION DE...	10/04/2020 08:09 a.m.	37706	HYE	10/04/2020
FLM	7A1	Red Automatizaci...	Piccolo XR 001	Falla de comunicacion	-	A2.4		FALLA DE COMUNICACION DEL PICCOLO XR A2.4	24/03/2020 10:00 a.m.	37627	HYE	24/03/2020

Fuente: departamento mantenimiento hidráulico y eléctrico

CUESTIONARIO GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

NOMBRE Y APELLIDOS:

CARGO: FECHA:

OBJETIVO: Elaborar un plan de mantenimiento a equipos de presurización con alta criticidad.

Lea cuidadosamente las siguientes preguntas y marque con una X o √ la respuesta correspondiente, en los recuadros respectivos.

1.- ¿Cómo calificas la comunicación con los compañeros del taller de mantenimiento?

Excelente aceptable regular deficiente

2.- ¿Cómo calificarías el mantenimiento de los equipos de presurización?

Excelente aceptable regular deficiente

3.- ¿Los formatos de mantenimientos preventivos son los adecuados?

Excelente aceptable regular deficiente

4.- ¿Cómo calificas la calidad de los rodamientos utilizados para los mantenimientos preventivos de motores eléctricos?

Excelente aceptable regular deficiente

5.- ¿Con qué continuidad, se realizan los mantenimientos preventivos a los equipos de presurización?

2 a 4 meses 5 a 7 meses 8 a 10 meses 11 a 12 meses

6.- ¿Cuál es el rango de tiempo que se emplea para la ejecución de los mantenimientos preventivos de motores eléctricos y bombas verticales?

2 a 6 horas 7 a 11 horas 12 a 16 horas 16 a más horas

7.- ¿Cuál es la frecuencia de reportes de fallas de equipos de presurización (motor eléctrico y bomba vertical)?

1 a 10 días 11 a 20 días 21 a 30 días 31 a más días

8.- ¿Con qué frecuencia el área de Logística queda desabastecido de rodamientos para los motores eléctricos de la marca US Motors?

Siempre a veces nunca

9.- ¿Usas los procedimientos de mantenimiento preventivo?

Siempre a veces nunca

10.- ¿Cuentas con los Equipos de Protección Personal (EPPS) adecuados para sus actividades de mantenimientos?

SI NO

11.- ¿Los instrumentos y herramientas que se utilizan para los mantenimientos preventivos son los adecuados?

SI

NO

12.- ¿El taller de mantenimiento mecánico tiene suficiente espacio para realizar los mantenimientos preventivos?

SI

NO

15.- ¿Conoces la Misión del departamento de Mantenimiento Hidráulico y Eléctrico?

SI

NO

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Muchas gracias por su participación, por el tiempo que ha dedicado en responder esta encuesta.

Anexo 5: Constancia de validación de instrumentos

CONSTANCIA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO USADO PARA LA RECOLECCION DE DATOS (CUESTONARIO) – BARRANCA 2020

Yo, Adrián Zapana Torocahua con DNI: 07607988, ingeniero Mecánico de profesión. Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumento el cuestionario que será aplicado a un Plan de mantenimiento preventivo a equipos de presurización con alta criticidad para aumentar su disponibilidad, empresa Sociedad Agrícola Drokasa Barranca.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de contenido			✓	
Redacción del ítem				✓
Claridad y precisión				✓
Pertinencia				✓

Observaciones: *Para medir la efectividad del cuestionario, sugerible pasado un tiempo volver a evaluar los resultados del cuestionario para retroalimentarnos y mejorar en el mantenimiento*


Ing° CIP. Adrián W. Zapana Torocahua
ING. MECANICO
REG. N° 128219

CONSTANCIA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO USADO PARA LA RECOLECCION DE DATOS (CUESTONARIO) – BARRANCA 2020

Yo... ROGERAS MUEGA OSURIOcon DNI... 15682512
 ingeniero... AGRICOLA de profesión. Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumento el cuestionario que será aplicado a un Plan de mantenimiento preventivo a equipos de presurización con alta criticidad para aumentar su disponibilidad, empresa Sociedad Agrícola Drokasa Barranca.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción del ítem			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia		X		

Observaciones:.....



C.P. 63993

Firma y sello

.....
 Firma y sello

**CONSTANCIA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO USADO PARA LA
RECOLECCION DE DATOS (FORMATO DE TIEMPO MEDIO DE
REPARACIÓN) – BARRANCA, 2020**

Yo... Andraz Crispin Rosales ... con DNI... 42088917...
ingeniero... DE...SISTEMAS...... de profesión. Por medio de la presente hago constar que
he revisado con fines de validación de instrumento el cuestionario que será aplicado a un
Plan de mantenimiento preventivo a equipos de presurización con alta criticidad para
aumentar su disponibilidad, empresa Sociedad Agrícola Drokasa Barranca.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de contenido				✓
Redacción del ítem			✓	
Claridad y precisión				✓
Pertinencia				✓

Observaciones:.....
.....


 CIP 225822
 Firma y sello

Anexo 6: Criterios de validez.

Tabla 18: Calificación del Ing. Zapana Torocahua Adrián

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems				4	4
Amplitud del contenido			3		3
Redacción de ítems				4	4
Caridad y precisión				4	4
Pertinencia				4	4
TOTAL					19

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 19: Calificación del Ing. Espacio López Enrique Alberto

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencias de ítems				4	4
Amplitud del contenido			3		3
Redacción de ítems				4	4
Claridad y precisión				4	4
Pertinencia			3		3
TOTAL					18

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 20: Calificación del Ing. Murga Osorio Rogers

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems			3		3
Amplitud del contenido			3		3
Redacción de ítems			3		3
Claridad y precisión			3		3
Pertinencia		2			2
TOTAL					14

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 21: Calificación del Ing. Crispín Rosales Andrea

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems				4	4
Amplitud del contenido				4	4
Redacción de ítems			3		3
Claridad y precisión				4	4
Pertinencia				4	4
TOTAL					19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Consolidado de la calificación de expertos

Nombre del expert	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Zapana Torocahua Adrián.	19	95
Ing. Respicio López Enrique.	18	90
Ing. Murga Osorio Rogers.	14	70
Ing. Crispín Rosales Andrea	19	95
Calificación	17.5	87.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Escala de validez de instrumento

Escala	Indicador
0.00 - 0.53	validez nula
0.54 - 0.59	validez baja
0.60 - 0.65	valida
0.66 - 0.71	muy valida
0.72 - 0.99	excelente validez
1	validez perfecta

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7: Formulas para cálculos de mantenimiento.

Cálculo de disponibilidad.

$$disponibilidad = \frac{Confiabilidad}{Confiabilidad + Mantenibilidad}$$

$$A(t) = \frac{TMEF}{(TMEF+TMPR)} * 100$$

Dónde:

TMEF = tiempo medio entre fallas

TMTR = tiempo medio para reparación

Fuente: Mantenimiento Planeación, ejecución y control (Mora, 2009, p. 80).

Cálculo de Tiempo Medio Entre Fallas.

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFallas}$$

Dónde:

TMEF= Tiempo medio entre fallas

HROP= Horas de operación

NTF= Número total de fallas

Fuente: Mantenimiento Planeación, ejecución y control (Mora, 2009, p. 79).

Cálculo de Tiempo Promedio para Reparación

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFallas}$$

Dónde:

TPPR = Tiempo Promedio para Repara

TTF = Tiempo Total de Fallas

NTFallas = Número Total de fallas detectada

Fuente: Mantenimiento Planeación, ejecución y control (Mora, 2009, p. 79).

Ecuación para determinar la tasa de falla

$$R(T) = \frac{P(T)}{PS(T)}$$

Dónde:

La falla esta usualmente por hora.

P (T) = es la probabilidad casi inmediata de fallar.

PS (T) = es la probabilidad de supervivencia.

$$Tasa\ de\ fallas = \frac{1}{MTBF}$$

Fuente: *Confiabilidad en Ingeniería* (Zapata, 2011, p. 26).

Anexo 8: Porcentaje de la probabilidad

Estados de riesgos	Probabilidad en %
Poco probable	20
Probablemente no suceda	40
Probable	60
Altamente probable	80
Seguramente suceda	100

Fuente: *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada a la Gestión de Activos* (Crespo y Parra, 2012, p. 64).

Anexo 9: Impacto de criticidad

Impacto de criticidad	
Expresión	Puntuación
Muy bajo	2
Bajo	4
Moderado	6
Alto	8
Critico	10

Fuente: *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada a la Gestión de Activos* (Crespo y Parra, 2012, p. 64) *Análisis de criticidad*.

Anexo 10: Frecuencia y consecuencia

	10				
	8				
	6				
	4				
	2				
Frecuencia					

20 % 40 % 60 % 80 % 100 %

Consecuencia

Equipos críticos	
Equipos medio críticos	
Equipos no críticos	

Fuente: *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento* (García, 2010, p. 24).

Anexo 11: Fórmulas de indicadores

Indicador de porcentaje de equipos que cuentan con plan de mantenimiento.

Formula:

$$A = \frac{EPM}{TE} * 100\%$$

Dónde:

A = Porcentaje de equipos que cuentan con plan de mantenimiento.

EPM = Equipos que cuentan con plan de mantenimiento.

TE = Total de equipos.

Fuente: *Maintenance Planning and Scheduling Handbook* (Palmer, 2006, p. 330).

Indicador de cumplimiento.

Los indicadores deben cumplir la siguiente estructura:

$$E = \frac{D}{A} * 100\%$$

Dónde

E= Porcentaje de cumplimiento de planificación de actividades

D= Actividades realizadas

A= Actividades planificadas

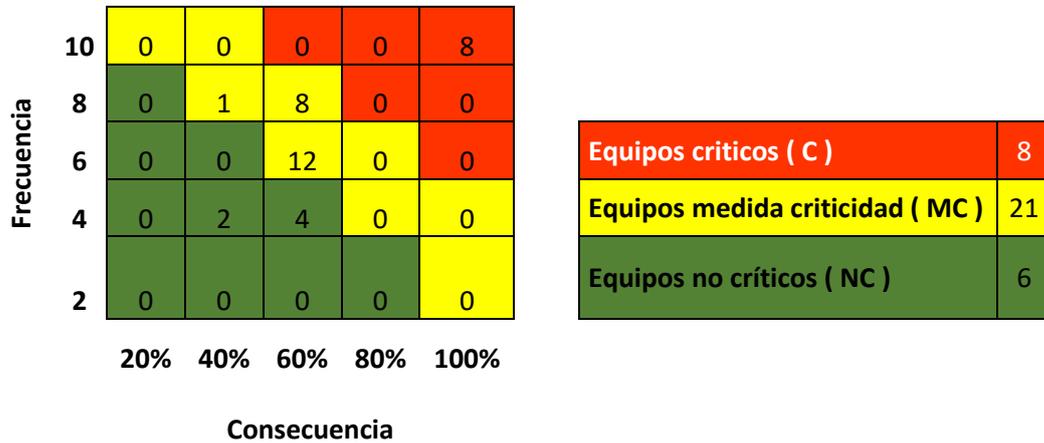
Fuente: *Maintenance Planning and Scheduling Handbook* (Palmer, 2006, p. 333).

Anexo 12. Plan de mantenimiento preventivo de equipos de presurización.

Plan de Mantenimiento preventivo para equipos de Presurización						
Nombre de equipo	Actividades a realizar	frecuencia				
		Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Motor electrico electrico 01 lote 01	Limpieza de Bobinado del estator				x	
	Estufado del estator				x	
	Verificar heater				x	
	Megado de aislamiento				x	
	Revisar fugas de aceite	x				
	Verificar tapon de aceite	x				
	Revisar el estado del visor de nivel de aceite	x				
	Pintado del motor electrico					x
	Verificar el nivel de aceite		x			
	Verificar los terminales de borneras				x	
	Verificar eje motor				x	
	Inspeccionar rodamiento superior				x	
	Inspeccionar rodamiento inferior				x	
	Engrasar rodamientos				x	
	Verificar tapon de aceite	x				
Bomba vertical 01 lote 01	Verificar bocina de prensa estopa			x		
	Lubricar prensa estopa		x			
	Pintado de la bomba vertical					x
	Inspeccionar impulsores				x	
	Inspeccionar tazones de succion				x	
	Inspeccionar ejes intermedio				x	
	Inspeccionar coples				x	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13: Resultados de equipos críticos.



Anexo 14: Fotos de mantenimiento a los equipos de presurización



Estación de bombeo (modelo US MOTORS).

Fuente: propia.



Extracción de equipo de presurización

Fuente: propia.



Desmontaje de bomba vertical.

Fuente: propia.



Extracción de tapa de motor.

Fuente: propia.



Lubricación del rodamiento del motor.

Fuente: propia.



Posicionamiento de HMS de bomba.
Fuente: propia.



Desmontaje de partes de motor 150HP.
Fuente: propia.