



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Mantenimiento productiva total para aumentar la disponibilidad  
de las máquinas de la empresa ECOSAC, Piura\_2021

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

**AUTORES:**

Galoc Sopla, Duberlin Eboysi (ORCID: 0000-0002-1917-2764)

Silva Peña, Alexander Saul (ORCID: 0000-0003-2345-8236)

**ASESOR:**

Mg. Carrascal Sanchez, Jenner (ORCID: 0000-0001-6882-8339)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**PIURA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

**A Dios**, por permitirnos culminar nuestros estudios superiores iluminándonos y guiándonos en cada momento para seguir por el camino correcto y así lograr alcanzar nuestras metas.

**A nuestros padres**, quienes se esfuerzan a diario y nos brindan incondicionalmente su apoyo moral y económico.

**A nuestros hermanos**, que son parte importante en nuestras vidas y por ayudarnos de alguna manera a seguir adelante durante nuestra vida universitaria.

**A nuestros amigos y todas aquellas personas especiales**, que en algún momento nos aconsejaron, estuvieron a nuestro lado en los días buenos y malos dándonos fuerzas y alegrías necesarias para seguir adelante.

## **Agradecimiento**

**A Dios**, por guiar nuestros pasos y estar a nuestro lado ayudándonos a cumplir nuestros objetivos ya que sin el nada sería posible.

**A nuestros Padres**, por hacer un esfuerzo en apoyarnos en toda la etapa de nuestras vidas.

**A la Universidad César Vallejo**, por darnos la oportunidad de pertenecer a esta casa de estudios.

**A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**, por compartir sus enseñanzas durante nuestra vida universitaria.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II.MARCO TEÓRICO .....	5
III.METODOLOGÍA .....	9
3.1.Tipo y diseño de investigación .....	9
3.2.Variables y operacionalización.....	9
3.3.Población, muestra y muestreo.....	10
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.5.Procedimientos .....	14
3.6.Método de análisis de datos .....	15
3.7.Aspectos éticos.....	15
IV.RESULTADOS .....	16
V.DISCUSIÓN.....	36
VI.CONCLUSIONES .....	40
VII.RECOMENDACIONES .....	41
REFERENCIAS .....	42
ANEXOS.....	47

## Índice de tablas

Tabla 1. Equipos que forman la muestra del estudio.....	11
Tabla 2. Recolección de datos técnicas e instrumentos utilizados. ....	13
Tabla 3. Cuadro resumen de cuestionario sobre las 5S. ....	17
Tabla 4. Auditoría de gestión de mantenimiento resumen inicial del cuestionario. .....	18
Tabla 5. Índice inicial de la situación actual de mantenimiento.....	19
Tabla 6. Valores obtenidos del cuestionario de auditoría en gestión de mantenimiento. ....	19
Tabla 7. Tiempo inicial promedio entre fallas de las máquinas.....	21
Tabla 8. Tiempo inicial promedio para reparar las máquinas. ....	22
Tabla 9. Disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa ECOSAC. ....	23
Tabla 10. Implementación de la metodología 5S descripción.....	24
Tabla 11. Cronograma para la ejecución de las 5S.....	26
Tabla 12. Plan de mantenimiento preventivo a las máquinas de ECOSAC. ....	27
Tabla 13. Mantenimiento preventivo en las máquinas descripción del proceso....	28
Tabla 14. Cronograma de capacitaciones del personal.....	29
Tabla 15. Tiempo promedio final entre fallas de las máquinas. ....	30
Tabla 16. Tiempo promedio final para reparar las máquinas.....	31
Tabla 17. Promedio final de disponibilidad de las máquinas. ....	32
Tabla 18. Disponibilidades inicial y final. ....	33
Tabla 19. Disponibilidad mediante análisis estadístico. ....	34
Tabla 20. Costo beneficio del proyecto. ....	35

## Índice de figura

Figura 1. Procedimiento para llevar a cabo la investigación .....	14
Figura 2. % de cumplimiento del mantenimiento. ....	16
Figura 3. Nueva redistribución del almacén. ....	25

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo general elaborar un plan de mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa ECOSAC, donde la metodología propuesta fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo y de diseño pre experimental. Los resultados hallados fueron que las causas principales que generan que se tenga una baja disponibilidad son la falta de mantenimiento preventivo; personal sin capacitación; capacitación ineficiente; falta de orden y limpieza en el área de mantenimiento; y procedimientos inadecuados, a su vez, se halló que la disponibilidad inicial de las máquinas es del 68.39%, y se aplicó tres pilares del TPM, los cuales fueron mejoras enfocadas, aquí se tuvo la implementación de la metodología 5S dentro del área operativa, mantenimiento planificado, y capacitaciones. Como conclusión se tuvo que hubo un aumento del 29.6% de la disponibilidad con respecto al diagnóstico inicial, es decir, se tuvieron 29 horas en promedio más disponibles para poder realizar los trabajos que brinda la empresa, se halló que el valor estadístico fue menor al margen de error, por ende, se validó la hipótesis alterna de la investigación que hace mención que el mantenimiento productivo total aumentará significativamente la disponibilidad de las máquinas de la empresa.

**Palabras Clave:** disponibilidad, máquinas, Mantenimiento Productivo Total.

## **Abstract**

The general objective of the research was to develop a total productive maintenance plan to increase the availability of the machines of the ECOSAC company, where the proposed methodology was of an applied type, quantitative approach and pre-experimental design. The results found were that the main causes that generate low availability are the lack of preventive maintenance; untrained staff; inefficient training; lack of order and cleanliness in the maintenance area; and inadequate procedures, in turn, it was found that the initial availability of the machines is 68.39%, and three pillars of the TPM were applied, which were focused improvements, here was the implementation of the 5S methodology within the operational area, planned maintenance, and training. As a conclusion, there was an increase of 29.6% in availability with respect to the initial diagnosis, that is, there were 29 hours on average more available to be able to carry out the work provided by the company, it was found that the statistical value was less than margin of error, therefore, the alternative hypothesis of the investigation was validated, which mentions that the total productive maintenance will significantly increase the availability of the company's machines.

**Keywords:** availability, machines, Total Productive Maintenance.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, las compañías usan una variedad de métodos y herramientas para garantizar el buen estado de sus máquinas. Para Marín y Martínez (2019), Seiichi Nakajima planteó el mantenimiento en la productividad total en Japón en 1971, lo implementó teniendo al mantenimiento preventivo como base. Esta capacitación centrada en la confiabilidad proporcionará conocimiento a la gerencia y quienes son los encargados de ver los procedimientos y operatividad en cuanto al mantenimiento preventivo; ya que se usa la metodología de “equipo de ahorro” y “función de ahorro”, cuya metodología viene siendo una manera excelente de administrar el mantenimiento (Smith, et al, 2018).

Continuando con el escenario internacional nos muestra a las empresas con muy buenas capacidades y estándares de calidad, se enfrentan en un competitivo mercado. Lo más importante es mantener la existencia con otras empresas. Para esto es fundamental ser los mejores en todos los ámbitos. El mantenimiento en los equipos es vital para el buen funcionamiento de las empresas manufactureras, por lo que a través de la ingeniería se debe establecer y planificar los equipos y máquinas que entrarán en marcha, teniendo conocimiento que el mantenimiento tiene acciones correctivas para evitar paradas de producción a tiempo. (Gómez, 2018).

A nivel internacional, las actividades de la industria agrícola como la producción de frutas y hortalizas han tenido un gran auge en los últimos años. La producción del subsector pecuario aumentó un 7,7% entre 2018 y 2019, lo que la convierte en una de las actividades más importantes en la actualidad. También tiene un impacto significativo en el crecimiento de diversas actividades agrícolas que generan empleos y contribuyen a la economía del país.

Dado el carácter indispensable del sector agrícola-industrial, es fundamental que se aplique el TPM en el sector agrícola-industrial, ya que, si sus máquinas se detienen a tiempo, se destruirán por influencia a nivel del sistema de riego. (Riego por goteo, por aspersión, por micro aspersión y automatizado), y esto causa daño al cultivo, puesto que el riego necesario para la germinación en los tiempos establecidos no se ejecutará (OMS, 2019).

En nuestro país, según INEI, para el año 2020, indica que el total monetario para el sector de la agroindustria es de 3.831 soles. Donde se determina que hubo una clara reducción en comparación con el año 2021, que fue de 2.449 soles, y en la actualidad varias empresas agropecuarias no están listas para atender la demanda de la producción mundial. (Terraza, 2021 p. 13).

A nivel nacional, en algunos casos, las empresas peruanas involucradas terminaron sufriendo por la falta de un sistema de mantenimiento efectivo, por lo que no pudieron mejorar problemas como los siguientes: falta de mantenimiento y disponibilidad de las máquinas, lo que provocó cambios bruscos en máquina y procesos operativos, de hecho. Detener, perjudicar el desarrollo de la empresa. El artículo de Garay y Maceda (2020 p. 7) da un claro ejemplo de la adopción de TPM en las empresas de fabricación de etiquetas, minimizando los retrasos en los pedidos en comparación con la reducción del tiempo en proceso, es 92.02% que es 6455 minutos de tiempo de uso. a los 515 minutos.

A nivel nacional, las empresas peruanas involucradas sufrieron la falta de sistemas de mantenimiento efectivos y no pudieron resolver diferentes problemas; debido a la falta de mantenimiento y disponibilidad de la máquina, la máquina y la operación cambiaron repentinamente. Detener y perjudicar el desarrollo de la empresa. El artículo de Garay y Maceda (2020, p. 7) proporciona un claro ejemplo de la adopción de TPM por parte de los fabricantes de etiquetas. Esto minimiza los retrasos en los pedidos en comparación con los tiempos de procesamiento más rápidos. Esto se redujo un 92.02% donde paso de 6455 minutos a un tiempo de uso de 515 minutos.

Según García, Romero y Noriega (2018 pp. 187), este enfoque nuevo es de primordial importancia, a partir del involucramiento de la alta dirección, promueve la consolidación de cada socio y promete implementar un TPM eficiente al realizar un inventario de toda la empresa y equipamiento mecánico. Facilitando la capacidad comercial y ayudando al área de soporte.

Combinando el problema con las condiciones locales, la empresa Piurana ECOSAC, con un sector industrial dedicado a cosecha en campo. En cuanto a las maquinarias (activos fijos), se aprecia que el área de mantenimiento tiene ciertos errores no previstos que dejan de aparecer afectando la operación, por

cuenta de la máquina de la empresa siempre fallan provocando que el dispositivo se detenga repentinamente. Además, todos los costos asociados con la reparación de equipos son una obstrucción en cuanto al desempeño de la empresa y hace que no se logre en un mercado grande y exigente; por lo tanto, la empresa cree que necesita integrar un método efectivo para mejorar la disponibilidad del dispositivo (TPM). La cultura del TPM no está establecida en ECOSAC, porque los operadores no están capacitados, ni tienen un plan de mantenimiento preventivo para reducir su trabajo.

En cuanto a disponibilidad se tienen problemas a causa de apagados, escasez de mantenimientos, piezas oxidadas, tuberías y mangueras dañadas, falta de repuestos, falta de historial de los equipos, falta de medición, prácticas y manejo inadecuados, equipo de monitoreo inadecuado, colaboradores sin capacitación y confundidos; debido a que no existe un historial de fallas en los equipos, la empresa elige solo el mantenimiento de reparación completa. Esto tiene un impacto directo en la producción.

Otro problema es la falta de orden y limpieza que solo afecta la eficiencia de la máquina. Al final del día, el resto de los materiales y herramientas restantes se llevan al almacén general para su carga y descarga. Donde al momento de ingresar al almacén, no hay rastro del almacenamiento, el lugar para materiales y herramientas están sucios y polvo por todas partes. Nuevamente, cuando se necesita hacer uso de estas herramientas estas dejan en el suelo, lo que puede causar daños físicos, mecánicos o eléctricos a las herramientas según sea necesario, y el área no tiene una organización definida.

Se planteó el problema de la investigación: ¿En qué medida el mantenimiento productivo total aumentará la disponibilidad de las máquinas de la empresa ECOSAC, Piura – 2021?

Este estudio se justifica socialmente porque se enfoca en el cliente, ya que este es una tendencia particular de la empresa y tiene como objetivo cumplir con sus altas expectativas (calidad, precio y plazos) para fidelizarlos y así maximizar el desempeño del negocio, por lo que también enfatiza la satisfacción de los empleados, ya que una mayor demanda incrementa la producción, incrementando así el entusiasmo de los colaboradores y la satisfacción laboral.

Desde el punto de vista económico, la implementación de TPM permitirá reducir los costos de mantenimiento, ya que se contará con un sistema eficiente que requiere menores costos, beneficia a la empresa y ahorra recursos económicos a utilizar para otras cosas.

En cuanto a metodología, la implementación del estudio servirá como base de información de futuros estudios y ser fuente confiable para otros proyectos. Finalmente, el proyecto en la práctica revisa e identifica información básica sobre el área de mantenimiento de la empresa para mejorar esa información al aceptar el proceso de solicitud, completando así el proceso de mantenimiento de los dispositivos. Establezca tácticas y ventajas para que sea una base de datos viable para los gerentes.

Para el problema planteado se crean el objetivo general: Desarrollar un Plan de mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa ECOSAC, Piura – 2021. Para lograr dicho objetivo, se plantean objetivos específicos: Analizar la situación actual de la empresa en relación con la gestión de mantenimiento actual. Determinar el nivel de disponibilidad de las máquinas de la empresa ECOSAC, Piura – 2021. Aplicar la metodología del Mantenimiento Productivo Total que permita incrementar la disponibilidad actual de las máquinas de la empresa ECOSAC, Piura – 2021. Evaluar el beneficio costo de la propuesta de mejora en la empresa ECOSAC, Piura – 2021.

La hipótesis alternativa de la investigación es: El mantenimiento productivo total aumentará significativamente la disponibilidad de las máquinas de la empresa ECOSAC, Piura – 2021. La hipótesis nula de la investigación es: Mantenimiento productivo total no aumentará significativamente la disponibilidad de las máquinas de la empresa ECOSAC, Piura – 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Para llevar a cabo la investigación del proyecto, el siguiente trabajo en cuanto a la metodología y la investigación se toma como base diversos trabajos de investigación, tanto a un nivel nacional, internacional, local.

En el estudio de Takumori y Palomino (2020) con título “Propuestas que mejoran la disponibilidad de maquinaria en el sector constructor en la compañía de renta de máquinas pesadas”, cuyo objetivo fue proponer el análisis específico del mantenimiento productivo total y el mantenimiento dirigido a la confiabilidad, esto se realizó como parte del proyecto de implementación de alcantarillado mediante maquinaria pesada. Por lo cual se enfoca en el desarrollo y análisis de las estrategias para el mantenimiento preventivo y correctivo, teniendo datos de operatividad restringidos y con un entorno precario. Donde la disponibilidad mejoró en 90% y se concluye que fue exitosa la propuesta y mediante la simulación se reduce el tiempo medio entre fallas de 7 a 13 hrs, lo que viene a hacer un 15% de reducción en su tiempo de los equipos inactivos, por lo que se alcanza un rango de disponibilidad que se realizó al inicio.

Argueta (2020) “Aplicación de TPM en el mantenimiento de instalaciones de regulación energética”. El objetivo consistió en analizar las tendencias de alza de eficiencia, producto de las facilidades implementadas en base al TPM en el proceso productivo. Los resultados señalan que se puede determinar como prueba empírica para poder examinar tendencias en TPM por un uso indebido desde una vista de fabricación americana. En lo que se concluye que se halló escasa evidencia teórica sobre la práctica de la modificación de TPM, lo que sugiere posibles deficiencias en su implementación.

En la investigación de Serna (2020), titulado “Implementar el Método TPM, Apoyar los espacios del Proyecto e Implementar el Plan de Lubricación al Grupo SI3”. Cuyo objetivo es acoger un plan de Mantenimiento Automatizado (AM) con la metodología TPM, haciendo uso de métodos para realizar la investigación, por lo que se debe elaborar y actualizar los formatos y las métricas de TPM. La conclusión del autor es que se deben relacionar las áreas del proyecto con el proceso de adquisición de compra de máquinas, donde implica muchas tareas que requieren la colaboración de profesionales en ingeniería mecánica, puesto

que en por lo general son dos los profesionales mecánicos que intervienen de las tareas en el proyecto. Trabajos Previos y Realización de estudios de factibilidad desde la compra de equipos hasta la definición de los requerimientos.

En su trabajo de Condezo (2019) titulado “Implementar Método TPM para aumentar la Productividad en las máquinas pesadas de la empresa de construcción Cosapi S.A. Lima 2019”, donde se determinó como objetivo mejorar la productividad en las actividades de mantenimiento de los equipos para perforación pesada Cosapi S.A., donde se conoció que la disponibilidad de las maquina alcanzo 73%, es decir un 27% no están disponibles para las actividades asignadas, concluyendo que con la implementación el método TPM, comenzando con una ejecución de las 5s, seguido del mantenimiento automatizado y preventivo. Esto permite a la empresa a disminuir los accidentes por falla de las máquinas por año. La disponibilidad y la confiabilidad de la máquina aumentaron en un 74 % y en cuanto a la confiabilidad llego al 100% lo que dará como resultado una mayor productividad.

En la investigación de Pariciela (2019) titulado “Recomendaciones sobre la implementación del sistema Mantenimiento Total de la Producción (TPM) para mejorar la propuesta de gestión de mantenimiento de maquinarias y equipos en la provincia de Cajamarca en el 2019”, cuyo objetivo es la mejora del mantenimiento y gestión de las máquinas del taller, mediante una propuesta de sistema TPM. Los resultados que se espera, de desarrollarse la propuesta, son una mayor disponibilidad en las maquinas, reducción del tiempo de paradas por fallas y disminución del total de fallas, que significaran un ahorro en los costos operativos actuales de S/ 274,571.00 cada semestre. Entre otras conclusiones se estima que la propuesta mejorara la gestión de mantenimiento en el taller alcanzando la función de confianza y dejando atrás la función de mantenimiento.

En la tesis de Rojas (2019) de título “Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo para mejorar el Equipamiento de las Instalaciones de Libertad 2019”. Donde su objetivo fue aumentar la disponibilidad de las máquinas de la nueva unidad minera mediante el mantenimiento preventivo. En consecuencia, el mantenimiento se elabora y programa tomando en cuenta la dificultad y periodicidad de las acciones necesarias para que un proceso sea estandarizado.

Teniendo como conclusión, la identificación de un incremento de 84,27%, como resultado alcanzado en el año 2018 y de 97,81%, comprendidos desde los meses de enero hasta octubre 2019.

En el trabajo de investigación de Gamez y Caeres (2019) "Aplicando Herramientas TPM para aumentar la disponibilidad en los procesos de JCB Estructuras SAC, 2019". Se tuvo los resultados, después de implementar el TPM, que el trabajo de granulado subió su eficiencia en 16,1%, la productividad subió a 22,86%. Entre otras conclusiones, para implantar un sistema de mantenimiento preventivo en el detonador GR-O1 se puede usar como guía el TPM, además de procedimientos estándar para su puesta en marcha antes del despegue.

Para Calvillo y Moreno (2018), en su proyecto "El TPM como un factor de aumento de aceptación y la productividad de los productos finales", se estableció como objetivo establecer el factor de aumento al ejecutarse el TPM y el grado de aceptación de las salidas del proceso. Los resultados indican que se redujo en 54,81% el periodo de inoperatividad planificada, donde existe un 74% de problemas que ocurren fuera del mantenimiento preventivo. Entre otras conclusiones se tiene que disminuir el periodo de inoperatividad aumento la cantidad de elementos producidos, pasando de 160 a 200, es decir subió un 25% en la fabricación de piezas totales.

En su investigación de Sotelo y Torres (2017) "Sistemas de Mantenimientos Preventivos para la fabricación de Hermoplas S.R. LTDA". "La aplicación del ciclo PHVA" esta propuesta fue tomada de la Universidad Sanmartín de Porres, donde se estableció un objetivo optimizar la productividad a través del ciclo PHVA, mediante el análisis del sector productivo de Hermoplas. El diagnóstico determinó que la empresa tiene un bajo nivel de productividad debido a la falta de materias primas. El carácter rudimentario, la inadecuada planificación de la producción, el constante cambio de personal y el tiempo limitado, demasiado trabajo, entre otros aspectos, motivo a la empresa a implementar un modelo de mejora PHVA. Concluyendo, que al aplicar esta herramienta incremento entre un 15 y 25% las horas máquinas en el área administrativa y productiva.

En esta investigación de Duany y Herrera (2017), "Metodología e Implementación de un Plan de Gestión del Mantenimiento". Se estableció como

uno de los objetivos específicos realizar un diagnóstico situacional, de tal forma que se realicen las modificaciones necesarias para alcanzar una mejora integral. Los autores mencionan que cuando ya se tenga pensado a poner en marcha, se implementará en la empresa de manufactura, esta fue cambiada, y su principal objetivo es mejorar la buena práctica. La conclusión muestra la importancia de establecer un sistema de mantenimiento integrado para controlar los trabajos en el área.

Tiempo medio entre fallas:  $MTBF = \frac{\textit{Tiempo total operaciones}}{\textit{N}^\circ \textit{ de fallas}}$

Tiempo medio para reparar:  $MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de paradas}}{\textit{N}^\circ \textit{ de fallas}}$

Disponibilidad:  $Dispo = \left( \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$

### III.METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente proyecto de investigación fue de tipo aplicada, dado que tuvo como finalidad perfeccionar la disponibilidad en las máquinas mediante el uso de TPM en la empresa ECOSAC; el método fue cuantitativo ya que la información recabada de las variables fue expresada en frecuencias, valores estadísticos y numéricos (Hernández, et al., 2004). De igual manera el nivel de investigación fue descriptivo, dado se conocerán los aspectos poblacionales de las variables de estudio y, además, la investigación fue longitudinal porque implicó la medición de la evolución de los sucesos, en conjunto con sus elementos, durante ciertos periodos establecidos (Hernández et al., 2018).

El diseño adoptado comprenderá el tipo pre – experimental, dado que se aplicaron una serie de operaciones basadas del TPM para medir el impacto en la disponibilidad de las máquinas, seguido a esto se realizaron pre y post test para establecer las mejoras en las maquinarias de la empresa ECOSAC (Hernández, 2014, p.120).

G-----O1-----X-----O2

#### **Dónde:**

**G** = ECOSAC

**O1** = Disponibilidad inicial (pre - prueba).

**X** = TPM (estimulo)

**O2** = Disponibilidad final (post - prueba).

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### **Variable independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

**Definición conceptual:** El TPM busca la mejora de la organización, a través de la capacitación y mantenimiento planificado, eliminando las fallas y defectos, siendo la aplicación de las 5S el punto de partida para una eficiente implementación del TPM (Torres, 2017, pág. 45).

**Definición operacional:** El mantenimiento productivo total busca establecer una filosofía de mantenimiento en la organización, mediante herramientas de mejora como las 5s, capacitaciones y el mantenimiento preventivo.

**Dimensiones:** Las dimensiones estarán comprendidas por tres aspectos: enfoque a mejoras, capacitación y entrenamiento, y mantenimiento planificado.

**Indicadores:** El enfoque a mejoras será verificado dividiendo los procedimientos cumplidos sobre los planificados; el mantenimiento preventivo mediante el total de horas de mantenimiento preventivo sobre las horas planificadas de mantenimiento preventivo; y la capacitación y el entrenamiento se verificará mediante las capacitaciones realizadas sobre las capacitaciones programadas.

**Variable dependiente: Disponibilidad**

**Definición conceptual:** Es la cantidad de tiempo que una maquina en operaciones debe funcionar, validando su cumplimiento mediante las herramientas MTBF Y MTTR (Martínez, 2017, 9.55.)

**Definición operacional:** Es definida por el periodo entre fallas y el periodo de reparación, donde el resultado establece el porcentaje de disponibilidad del equipo.

**Dimensiones:** Estarán definidos por el MTTR (tiempo medio de reparación) y el MTBF (tiempo medio entre fallas), dando como resultante la disponibilidad.

**Indicadores:** El tiempo medio de reparación resultara de dividir el tiempo total de paradas entre el número de fallas; y el tiempo medio entre fallas resultara de comparar el total de tiempo en operaciones sobre el número de fallas. La disponibilidad contemplara ambos indicadores.

### **3.3. Población, muestra y muestreo.**

Para Hernández (2017), la población consta de elementos finitos e infinitos que pueden ser observados con el objeto de recabar información para el desarrollo de la investigación (Hernández, et al., 2017).

Para el presente estudio la población estará conformada por las máquinas de la empresa agroindustrial ECOSAC, en total cuatro; además de todos los colaboradores que forman parte de la empresa.

- Criterios de inclusión: La muestra estará conformada por las máquinas que operan dentro empresa ECOSAC.
- Criterios de exclusión: La maquinaria que no se parte de la empresa ECOSAC no será considerada como muestra.

**Muestra:** Es un subgrupo del total poblacional, es decir, el mismo subgrupo que tiene características en común, y dichos recursos se van a convertir en el propósito de la investigación (Hernández et al., 2014).

La muestra será similar a la población, la cual estará conformada por los trabajadores del área de mantenimiento, los procedimientos establecidos para dicha área, y las máquinas que se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1.** *Equipos que forman la muestra del estudio.*

<b>Nombre de la máquina</b>
Bomba turbina vertical 75HP
Electrobomba de fertilización
Bomba Waukesha Centrifuga
Depósitos de almacenamiento de productos

**Nota.** Datos obtenidos de la empresa ECOSAC.

**Muestreo:** De acuerdo con Vivanco (2016), el muestreo es esencial para la investigación, dado que permite escoger pequeños grupos de la población, para posteriormente ser estudiados, caracterizados y los resultados obtenidos generalizados. En el presente proyecto de investigación, el muestreo será no probabilístico dado que los elementos tendrán la misma selección que al inicio de la recolección de información, realizada al azar.

**Unidad de análisis:** En este estudio, el objeto de estudio es las máquinas ECOSAC, a la cual se le aplicará TPM con el propósito de mejorar la usabilidad.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos contemplan actividades que obtienen información pertinente para el estudio en un determinado periodo y lugar (Hernández et al., Mendoza, 2017). La información recabada del área de mantenimiento de la empresa en estudio será producto de aplicar las técnicas de observación directa, donde se estudiarán las variables con el fin de conocer la situación actual del área de mantenimiento; análisis documentario de: los datos de mantenimiento en cuanto a las variables de estudio, los procedimientos de trabajo establecidos y la revisión literaria para la identificación de indicadores que permitan evaluar las variables presentadas.

Para Miranda (2017), los instrumentos de recolección de datos hacen posible que la información obtenida pueda ser registrada, comprobada o auto elaborada. Cuestionario de auditoria de mantenimiento: Esta guía de cuestionario determina las condiciones de trabajo. Hoja de datos: Formato para el registro de las especificaciones de detección en dispositivos individuales de variable capacidad, facilita la toma de decisiones que repercute en el mantenimiento preventivo. Reporte de errores: Formato que hace posible el análisis de la variable dependiente, registrando información como la causa de la falla, numero de fallas, responsable de la máquina, entre otros.

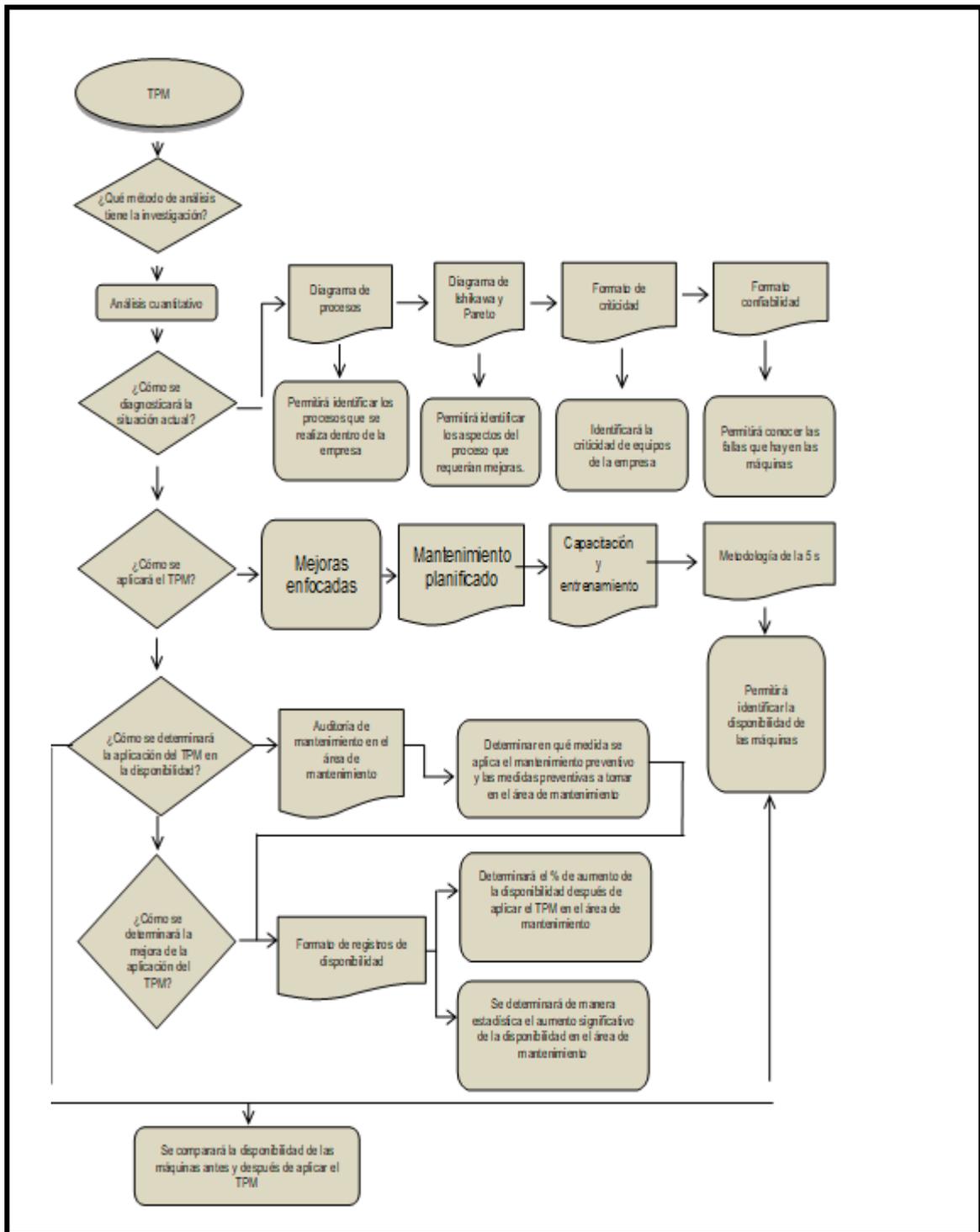
Plan de mantenimiento preventivo: Estrategia de permite definir las actividades de mantenimiento que deben llevarse a cabo en una determinada maquina en un periodo previamente establecido. Formato de tiempo medio entre fallas (MTBF): Herramienta que permite evidenciar datos como el total de reparaciones y el tiempo de procesamiento. Formato de tiempo medio de compostura (MTTR): Permite el registro del total de reparaciones y el tiempo empleado para dichas reparaciones, además de determinar la disponibilidad inicial y fin del instrumento.

**Tabla 2.** *Recolección de datos técnicas e instrumentos utilizados.*

<b>Variable</b>	<b>Técnica de procesamiento</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Fuente</b>
<b>TPM</b>	Encuesta	Cuestionario de auditoría de gestión de mantenimiento (Anexo 2)	Libro de mantenimiento.
	Análisis documental	Plan de mantenimiento preventivo (Anexo 3)	
<b>Disponibilidad</b>	Análisis de datos históricos	Reporte de fallas (Anexo 4)	Historial de equipo.
	Revisión documental	Formato de tiempo medio entre fallas (Anexo 5)	Catálogos y manuales de equipos.
	Observación directa	Formato de tiempo medio de reparación (Anexo 6)	Área de mantenimiento de la empresa
	Observación directa	Formato de disponibilidad (Anexo 7)	

**Nota.** Elaboración propia.

### 3.5. Procedimientos



**Figura 1.** Procedimiento para llevar a cabo la investigación

**Nota.** Elaboración propia.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Análisis descriptivo. Para Valderrama (2015) muestra que se describen la desviación estándar y la media. Incluye el estudio de distribución de frecuencias, mide el cambiante comportamiento de las variables y su tendencia central, además hace posible el procesamiento y representación de datos en tablas y figuras para su lectura.

Análisis de corolario. Según Sampieri (2014); manifiesta que, para comparar la hipótesis y los resultados obtenidos de la muestra, se debe utilizar el software SPSS donde se procesaran los datos y se realizara un análisis estadístico.

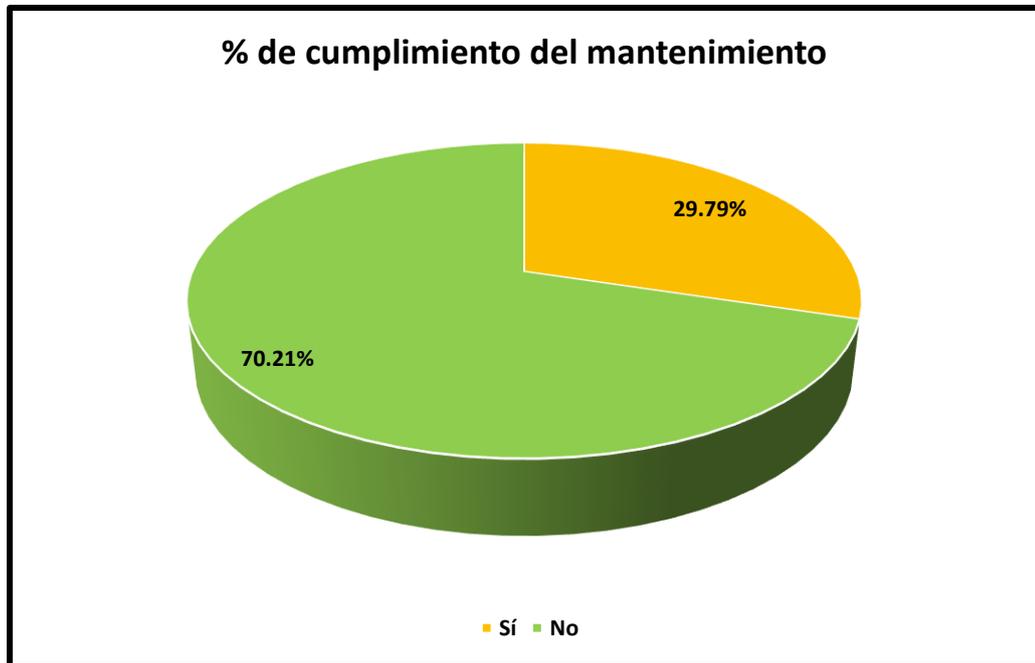
### **3.7. Aspectos éticos**

Todas las acciones realizadas por los investigadores están regidas en el compendio de documentos contenidos en la resolución del consejo universitario N° 00126-2017-UCV, conforme a los artículos catorce, quince, dieciséis y diecisiete. Además, mencionamos las directrices éticas para la investigación publicadas por la American British Educational Reserch Association – Bera, en el año 2004. En base a estas directrices el presente estudio afirma que la información presentada es verídica, recolectada en el área de investigación mediante instrumentos de recolección de datos validados por expertos; así mismo se considera el respeto por la propiedad intelectual, la originalidad de los resultados y ser reservado con la información proporcionada por la empresa.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Analizar la situación actual de la empresa ECOSAC.

Empezamos a analizar la empresa ECOSAC como se encuentra actualmente en relación al mantenimiento, se procedió a aplicar los instrumentos de Check List de mantenimiento (Anexo 3), para analizar el cumplimiento del mantenimiento preventivo de las máquinas, en la empresa.



**Figura 2.** % de cumplimiento del mantenimiento.

**Fuente:** Elaboración propia. (Anexo 10)

En la Figura 2 se enseña el índice de cumplimiento que la compañía dedica hacia los equipos luego enseña que el mantenimiento preventivo con un 70.2% no se cumplió por la ineficiencia de la empresa en el departamento de mantenimiento. Tampoco existe un calendario de charla dirigido al colaborador del mantenimiento, lo que significa que no se mejoran sus conocimientos sobre el mantenimiento de los equipos y el mantenimiento predictivo. Los colaboradores no están instruidos con estos métodos, cuando se han producido cambios y las ausencias recientes del personal de mantenimiento son bajas, taller no cuenta con las herramientas pertinentes para reparar. Las herramientas no coinciden con las herramientas solicitada.

Luego se realizó una encuesta (Anexo 4) sobre el conocimiento de los conceptos de las 5s entre los 15 colaboradores que trabajan en la compañía ECOSAC, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Cuadro resumen de cuestionario sobre las 5S.

<b>Criterio / Respuesta</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>	<b>Total</b>
<b>1 S = Clasificar</b>	10.92%	12.95%	12.01%	24.86%	39.26%	100.00%
<b>2 S = Ordenar</b>	11.39%	12.95%	12.01%	24.23%	39.42%	100%
<b>3 S = Limpiar</b>	10.30%	12.95%	12.01%	24.39%	40.35%	100%
<b>4 S = Estandarizar</b>	9.83%	13.11%	11.70%	24.54%	40.82%	100%
<b>5 S = Disciplinar</b>	11.23%	12.80%	10.76%	25.64%	39.57%	100%
<b>Promedio</b>	<b>10.73%</b>	<b>12.95%</b>	<b>11.70%</b>	<b>24.73%</b>	<b>39.88%</b>	<b>100.00%</b>

**Fuente:** Elaboración propia. (anexo 11)

Luego de descubrir las principales causas de la escasez de máquinas en el área de trabajo de la organización, se aplicó un cuestionario sobre el conocimiento si se está cumpliendo la metodología 5s a los 15 colaboradores de la misma zona de trabajo, de igual forma. Este resultado obtenido se concluyó que los trabajadores hicieron mención que no se seguía el proceso 5s de la empresa, lo que generaba asignaciones extemporáneas y, por ende, bajo rendimiento.

Analizamos como está actualmente la gestión del mantenimiento, por ende, se hizo una prueba anticipada (Anexo 2), dirigida al supervisor de mantenimiento con apoyo del interesado del proyecto, el cuestionario consta de 8 preguntas sobre temas de mantenimiento, por lo que en la Tabla 5 se enseña el porcentaje de cada uno.

**Tabla 4.** Auditoría de gestión de mantenimiento resumen inicial del cuestionario.

<b>Criterios de la auditoria de gestión de mantenimiento</b>	<b>Puntaje obtenido</b>	<b>Puntaje óptimo</b>	<b>Porcentaje</b>
1. Cualificación y desempeño del personal de mantenimiento.	42	84	27%
2. Medios y medios técnicos.	16	42	10%
3. Plan de mantenimiento, mantenimiento preventivo.	14	21	9%
4. Llevar un cuadro de mantenimiento.	19	30	12%
5. Realice el mantenimiento.	14	21	9%
6. Gestión de la información	14	36	9%
7. Gestión de repuestos.	17	36	11%
8. El resultado de la entrevista.	22	45	14%
<b>TOTAL</b>	<b>158</b>	<b>315</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia. (anexo 12)

Por lo tanto, de las 8 preguntas evaluados el mantenimiento preventivo es lo más relevante con un 9% (Tabla 4) debido al cual no se tomaron estas precauciones adecuadas para asegurar la máxima disponibilidad superior. De igual manera, las formas de mantenimiento no son suficientes para las maquinas por que presentan una ineficiencia de 9%, lo que nos quiere decir que no configuran el sistema de acuerdo a las necesidades, similar a la gestión y recopilación de información, en la cual el 9% indica falta de supervisión del procesamiento de datos. Esto apoya a prevenir el tiempo de parada prolongada.

Lo anterior combinado con la ausencia de un sistema de gestión de mantenimiento, el cual debe ser complementado con la herramienta que colaboren en una u otra forma con la organización, ya que la compañía ECOSAC ha presentado los errores, utilizando programas como son Microsoft Excel para los reportes de mantenimiento, enseñanzas de trabajo, stock,

inventario y otros, por lo cual se deben presentar programa de acciones para aumentar la eficacia de las máquinas.

**Tabla 5.** *Índice inicial de la situación actual de mantenimiento.*

<b>Índice de conformidad de la gestión de mantenimiento</b>	
Suma total de los valores de la auditoría de gestión de mantenimiento.	158
Valor máximo del cuestionario.	315
Índice de conformidad.	50.16%

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 6.** *Valores obtenidos del cuestionario de auditoría en gestión de mantenimiento.*

<b>Tabla de valores</b>	
<b>&lt; 40% de índice de conformidad</b>	Sistema muy deficiente
<b>40 – 60% de índice de conformidad</b>	Aceptable pero mejorable
<b>60 – 75% de índice de conformidad</b>	Buen sistema de mantenimiento
<b>75 – 85% de índice de conformidad</b>	El sistema de mantenimiento es muy bueno
<b>&lt; 85% de índice de conformidad</b>	El sistema de mantenimiento puede considerarse excelente.

**Fuente:** Elaboración propia.

El resultado del cumplimiento de la evaluación de los criterios en relación al mantenimiento fue de 50,1% (Tabla 5), el cual hace mención que la gestión del mantenimiento es buena, pero podría mejorarse. (Tabla 6) de modo esto podemos cambiar el sistema implementando mejoras para las brechas identificadas en el cuestionario. En dicho caso, permite el cuestionario testear el mantenimiento desglosándolo en temas claves (llamados vistas analíticas) que representan a defectuosos materiales a coste cero. Los errores críticos

reciben un valor de 1, los errores comunes reciben un valor de 2 y los resultados más relevantes reciben un valor de 3.

Los resultados encontrados en la lista de observación del mantenimiento, encuesta 5s y los cuestionarios de evaluación de las gestiones del mantenimiento conocieron los procesos que inciden directo en la poca disponibilidad de los equipos, a partir de los cuales se creó un diagrama de causa efecto que se muestra en lo siguiente.

El Anexo 13, es el diagrama de causa efecto, donde se enseña que la zona de trabajos en la compañía ECOSAC, se pueden registrar muchos problemas en el departamento de mantenimiento, a nivel de las maquinarias, tiempos de parada de máquinas puntuales, repercutiendo en las operaciones de la empresa, ya que los equipos con las que cuenta la empresa siempre presentan imperfectos en el funcionamiento por desgaste prematuro, causando la parada de las maquinas en cualquier instante.

Además de la falta de colaboradores entrenados en el campo, lo que traduce en el costo de las reparaciones y la compra de piezas dañadas, el impacto en la empresa es un problema para realizar un trabajo de forma eficiente en el mercado tan competitiva como una agroindustria exigente y compleja, por lo tanto, la compañía implemento un sistema para aumentar la disponibilidad de las máquinas.

Por lo tanto, se utilizó Ishikawa para determinar los problemas de las fallas y se desarrolló un Pareto para conocer las importantes causas de la poca disponibilidad de los equipos corporativas de ECOSAC.

Este anexo 14 se presenta el informe emitido por un *planner* de mantenimiento de la compañía de ECOSAC, en tal visualizamos bajas frecuencias de las disponibilidades, reconocida que la principal causa, no hay mantenimiento preventivo (23,1), colaborador no está entrenado(41,6%); formación ineficaz(60.19%); no hay limpieza e orden en las áreas del mantenimiento (68.2%) y procesos inadecuados (75.2%); los indicadores están preocupando a la compañía porque esta afectan la disponibilidad de los equipos y también los trabajos de mantenimiento, reduciendo muchas veces su rentabilidad de la empresa.

#### 4.2. Determinar el nivel de disponibilidad de las máquinas de la empresa ECOSAC, Piura – 2021

Teniendo en cuenta la muestra del proyecto que son los cuatro equipos con las que cuenta la compañía ECOSAC, se determinó esta disponibilidad inicial de los equipos antes mencionadas para verificar si honraban con el tiempo disponibles.

**Tabla 7.** *Tiempo inicial promedio entre fallas de las máquinas.*

<b>Máquina</b>	<b>Número de reparaciones semanal</b>	<b>Horas de reparación semanal</b>	<b>MTBF por máquina</b>
Bomba turbina vertical 75HP	2	12	6.0
Electrobomba de fertilización	2	20	10.0
Bomba Waukesha Centrifuga	2	35	17.5
Depósitos de almacenamiento de productos	4	20	5.0
<b>Promedio del MTBF de las máquinas</b>	<b>2.5</b>	<b>21.75</b>	<b>9.6</b>

**Fuente:** datos obtenidos de la empresa ECOSAC (anexo 16).

En esta Tabla 7 se enseña la información recopilados en la semana de trabajo, que es brindado en la compañía ECOSAC, en la cual concluyo que los equipos fallan en promedio cada 9.6 horas en diferentes partes de sus componentes, esto hace referencia que la maquina trabaja en promedio 9.6 horas y tiene una parada intempestiva, esto afecta directamente a las labores que están ejecutando.

**Tabla 8.** *Tiempo inicial promedio para reparar las máquinas.*

<b>Sistemas</b>	<b>Horas de procesos semanal</b>	<b>Número de reparaciones semanal</b>	<b>MTTR por máquina</b>
Bomba turbina vertical 75HP	41.5	2	20.8
Electrobomba de fertilización	46.1	2	23.1
Bomba Waukesha Centrifuga	52.4	2	26.2
Depósitos de almacenamiento de productos	53.2	4	13.3
<b>Promedio del MTTR de las máquinas</b>	<b>48.3</b>	<b>2.5</b>	<b>20.8</b>

**Fuente:** datos obtenidos de la empresa ECOSAC (anexo 16).

En esta Tabla 8 se enseña que los tiempos promedios para las reparaciones de los equipos están fuera de servicio en cada parada, es de 20.8 h a la semana, esto hace entender, que, por cada falla de la máquina, los mecánicos de la compañía demoran en reparar 20.6 horas en promedio, es un tiempo perjudicios para la empresa. Esto es muy preocupante para la compañía porque afecta al proceso de entrega a sus clientes.

**Tabla 9.** Disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa ECOSAC.

<b>Máquinas</b>	<b>MTBF por máquina semanal</b>	<b>MTTR por máquina semanal</b>	<b>Disponibilidad por máquina semanal</b>
Bomba turbina vertical 75HP	6.00	20.75	77.57%
Electrobomba de fertilización	10.00	23.05	69.74%
Bomba Waukesha Centrifuga	17.50	26.20	59.95%
Depósitos de almacenamiento de productos	5.00	13.30	72.68%
<b>Promedio de la disponibilidad inicial de las máquinas</b>	<b>9.6</b>	<b>20.8</b>	<b>68.39%</b>

**Fuente:** datos obtenidos de la empresa ECOSAC (tabla 8 y 9).

La disponibilidad inicial de las maquinarias de la compañía ECOSAC se encuentran en promedio con un 68.39% (Tabla 9), la cual hace entender que, por cada 100 h de trabajo, se encuentran disponibles solo 68.39 horas trabajando; y la diferencia que es 31.61 h están en trabajos de mantenimiento correctivo, esto hace que la compañía retrase sus tiempos de entrega a sus consumidores

La tasa inicial demostró que la disponibilidad de la maquinaria de la compañía ECOSAC, era baja, por este motivo se decidió aplicar los tres pilares del TPM con la finalidad de aumentar la disponibilidad.

#### 4.3. Aplicar la metodología del Mantenimiento Productivo Total para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa ECOSAC.

Cuando se diagnosticó el estado actual de la compañía ECOSAC, Y se determinó la disponibilidad de los equipos de la compañía era baja, se decidió para implementar estos tres pilares del TPM para solucionar el problema.

##### **PILAR 1: MEJORAS ENFOCADAS**

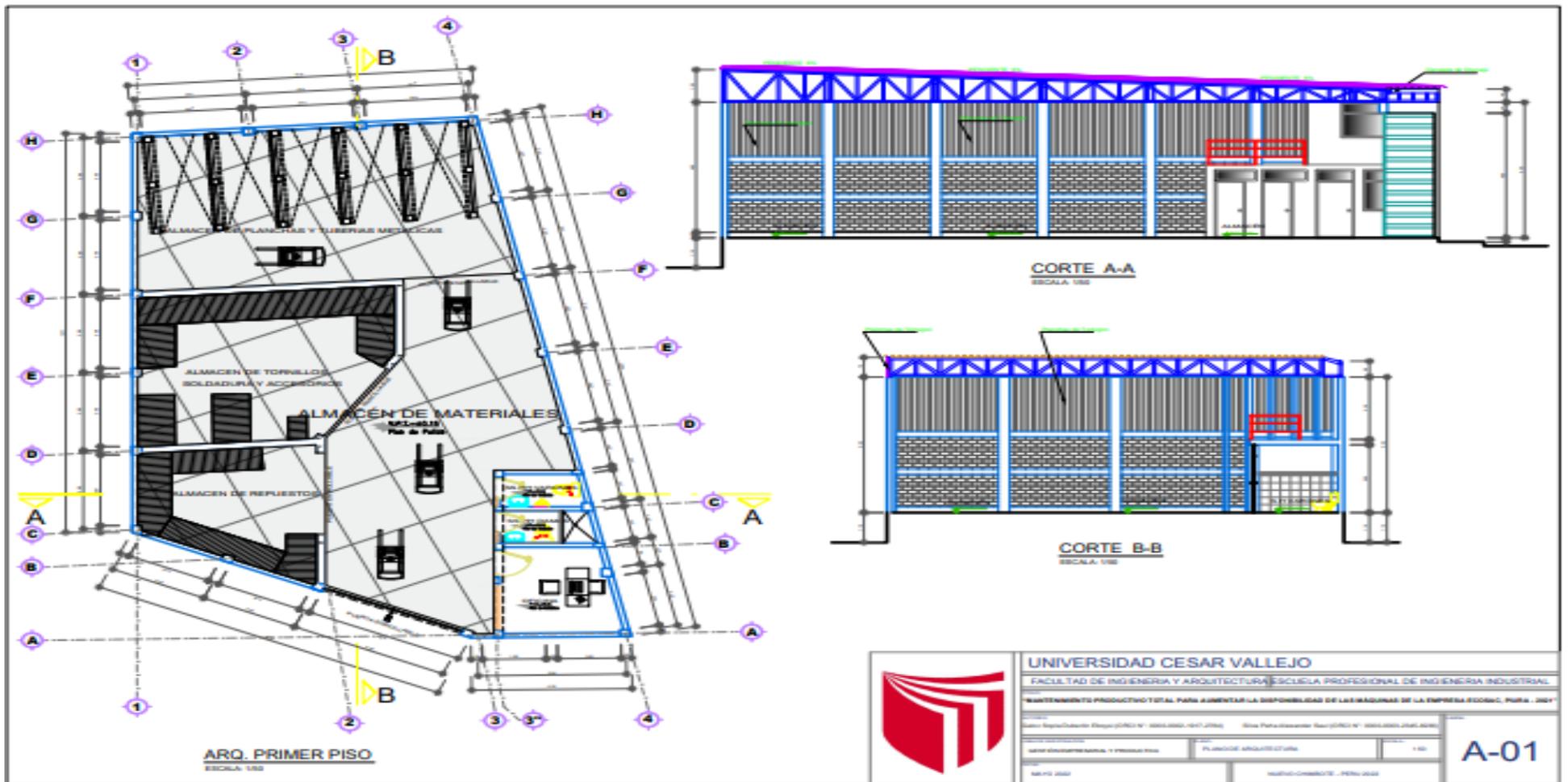
Implementado el Primer Pilar, se tuvo como referencia la información obtenida en el cuestionario 5s (Ver Tabla 3), estos mostraron evidencias los cuales hacen referencia que en el almacén no estaba organizado, los insumos que son utilizados en mantenimiento estaban fuera de servicio o no se limpiaban. Por lo tanto, para mejorar el área se ejecutó la mejora de la 5s.

**Tabla 10.** *Implementación de la metodología 5S descripción.*

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
<b>1 S: Seleccionar</b>	Se clasificaron las herramientas necesarias de acuerdo al uso que este tiene al día de trabajo.
<b>2 S: Ordenar</b>	Se ordenaron todas las herramientas necesarias para la actividad que se esté realizando y no tener ningún inconveniente al momento de ir a buscar alguna herramienta.
<b>3 S: Limpiar</b>	Se realizó limpieza en toda el área de almacén de la empresa ECOSAC, para tener un orden durante la jornada laboral, eliminando de esa manera la suciedad y desperdicio que se genera en el trabajo.
<b>4 S: Estandarizar</b>	Se adquirió estantes para poder mantener un orden y clasificación adecuada de los materiales de la empresa ECOSAC.
<b>5 S: Disciplina</b>	Se realizó capacitaciones para mantener la mejora continua de las 4 S implementadas en el área de almacén de la empresa ECOSAC.

**Fuente:** elaboración propia.

La implementación de los cuatro primeros criterios que son seleccionar, ordenar, limpiar y estandarizar, se realizó directamente en el área del almacenaje en la compañía ECOSAC (Ver Figura 3), y (Anexo 17), esta última S, se diseñó una charla dirigida a los colaboradores del departamento del almacén (Ver Tabla 11).



**Figura 3.** Nueva redistribución del almacén.

**Fuente:** elaboración propia (anexo 16 y 17).

Se empezó con el arreglo correspondiente en el espacio de almacenaje de la compañía ECOSAC, se ha ideado una forma correcta de almacenaje de repuestos e insumos utilizadas en compañía, el cual se presenta en el Anexo.16, este proceso refleja los pasos correctos y adecuados para tener las zonas de almacén ordenado y limpio. Después de implementar el proceso de almacenaje, Ver Figura 3, se muestra la nueva asignación física del área de almacenaje en la compañía ECOSAC, la implementación de los cuatro primeras criterio(4s) y la referencia de mejora se muestra en el Anexo 17.

**Tabla 11.** Cronograma para la ejecución de las 5S.

Items	Temas de mejoras enfocadas	Responsable	Personal a capacitar	Tiempo	Ene-22	Feb-22	Mar-22	% meta	
1	1 S: Seleccionar	Tesista Galoc y Silva	Personal del área de almacén de la empresa ECOSAC	1 hora	P E			100%	
2	2 S: Ordenar			1 hora		P E		100%	
3	3 S: Limpiar			1 hora			P E	100%	
4	4 S: Estandarizar			1 hora				P E	100%
5	5 S: Disciplina			1 hora					P E

**Fuente:** elaboración propia

La tabla 11 enseña el programa de charla de la quinta S, implementada como una mejora importante en el área de almacén de la compañía ECOSAC en la cual P indica programado y E indica ejecutado. La tasa de cumplimiento para el entrenamiento se realizó en enero 2022 hasta marzo 2022, y se cumplió al 100%, las evidencias se enseñan en el Anexo 18.

## **PILAR 2: MANTENIMIENTO PLANIFICADO**

Este segundo pilar del TPM, se diseñó para identificar fallas que surjan más adelante, y también está programado para guardar el tiempo desperdiciado por inactividad de la maquinaria. Considerando la situación anterior, se elaboran procedimientos para gestiones de mantenimientos correctivo y preventivo con esto la compañía va ejecutar trabajos en el tiempo preciso, para más información ver Anexo 19.

**Tabla 12.** Plan de mantenimiento preventivo a las máquinas de ECOSAC.

Cronograma de mantenimiento preventivo a las máquinas de ECOSAC																			
Máquina	Sistema	Ene-22				Feb-22				Mar-22				Abr-22				Mecánico	% meta
		S1	S2	S3	S4														
Bomba turbina vertical 75HP	Sistema mecánico	MP		MP		Julio Arellano Padilla	100%												
	Sistema hidráulico		MP		MP		100%												
	Sistema eléctrico		MP		MP		100%												
	Sistema de motor	MP		MP			100%												
Electrobomba de fertilización	Sistema mecánico	MP		MP		Lorenzo Mendoza Llanos	100%												
	Sistema hidráulico	MP		MP			100%												
	Sistema eléctrico	MP		MP			100%												
	Sistema de motor	MP		MP			100%												
Bomba Waukesh Centrifuga	Sistema mecánico	MP		MP		José Denis Pulido Varas	100%												
	Sistema hidráulico	MP		MP			100%												
	Sistema eléctrico	MP		MP			100%												
	Sistema de motor	MP		MP			100%												
Depósitos de almacenamiento de productos	Sistema de dirección	MP		MP		Julia Jara Luna	100%												
	Sistema hidráulico		MP		MP		100%												
	Sistema eléctrico		MP		MP		100%												
	Sistema de motor	MP		MP			100%												

**Fuente:** datos obtenidos del área de mantenimiento de la empresa ECOSAC.

En esta Tabla 12 enseña el programa de mantenimiento preventivo ejecutado en cuatro equipos en la compañía ECOSAC, en la cual PM, da entender que es mantenimiento preventivo. En el cuadro se realizó los trabajos de mantenimiento en los componentes mecánico, motor, eléctrico e hidráulico de la compañía para mejorar la vida útil de las máquinas. Los trabajos de hicieron desde enero del 2022 - abril del 2022 y índice del cumplimiento fue al 100%, lo que permite mejoras significativas en la disponibilidad de la máquina.

**Tabla 13.** *Mantenimiento preventivo en las máquinas descripción del proceso.*

Máquinas	Frecuencia total de MTTO	Descripción de la operación	Materiales	Duración por MTTO	Tipo de MTTO
Bomba turbina vertical 75HP	92	Limpiar el bobinado del motor, realizar vibraciones de la bomba	Tener los dados y llaves para realizar el trabajo	12	Preventivo
Electrobomba de fertilización	92	Limpiar los impulsores y revisar el sello mecánico	Llaves y balón de aceite para motor	9	Preventivo
Bomba Waukesha Centrifuga	87	Limpiar los impulsores y revisar el sello mecánico	Limpiar todos los radiadores	13	Preventivo
Depósitos de almacenamiento de productos	99	Revisar tuberías y sincronizar su conexión a la electrobomba	Trapos industriales, gasolina	10	Preventivo

**Fuente:** datos obtenidos del área de mantenimiento de la empresa ECOSAC.

En la tabla 13 se enseña los trabajos a ejecutar, en descripción de la operación se indica los trabajos a realizar por los técnicos de mantenimiento, en materiales están las herramientas e insumos, también está el tiempo que va durar cada trabajo y el tipo de mantenimiento (ver tabla 12).

### **PILAR 3: CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO**

El tercer pilar de TPM, el objetivo es la construcción de rutinas, enfocados directamente el conocimiento y destreza de los colaboradores, por lo que la compañía ofrece un temario de capacitación especial para el empleado de la zona de mantenimiento.

**Tabla 14.** Cronograma de capacitaciones del personal.

Temas del TPM	Responsable	Personal a capacitar	Tiempo	Ene-22				Feb-22				Mar-22				Abr-22				% meta	
				S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
Conocimiento de los pilares del TPM	Tesisista Galoc y Silva	Personal del área de operativa de la empresa ECOSAC	1 hora		P E															100%	
Metodología 5S			1 hora			P E															100%
Conocimiento de las máquinas			1 hora				P E														100%
Identificación de fallas			1 hora					P E													100%
Sistema de limpieza externa			1 hora						P E												100%
Indicaciones sobre el uso de las máquinas			1 hora							P E											100%
Procedimientos de mantenimiento preventivo			1 hora								P E										100%
Acciones correctivas ante un fallo			1 hora									P E									100%
Mejora continua			1 hora													P E					100%
Uso de EPPS			1 hora																	P E	100%

**Fuente:** Datos obtenidos del área de mantenimiento de la empresa ECOSAC.

En esta tabla 14 enseña el cronograma de entrenamiento que se realizó de enero del 2022 a abril del 2022, en la cual P, da entender que es programado y E ejecutado, respectivamente, la capacitación se cumplió al 100% y las pruebas de la anotación de capacitación se enseña en Anexo 18 del proyecto.

#### 4.4. Evaluar el beneficio costo de la propuesta de mejora en la empresa ECOSAC, Piura – 2021.

Después que se adoptaron los tres pilares de TPM en la compañía ECOSAC, la empresa decidió iniciar a mejorar la disponibilidad de la máquina.

**Tabla 15.** *Tiempo promedio final entre fallas de las máquinas.*

<b>Sistemas</b>	<b>Horas de procesos</b>	<b>Número de reparaciones</b>	<b>MTBF por máquina</b>
Bomba turbina vertical 75HP	46.0	1	46.0
Electrobomba de fertilización	46.0	1	46.0
Bomba Waukesha Centrifuga	50.0	1	50.0
Depósitos de almacenamiento de productos	54.0	1	54.0
<b>Promedio del MTBF de las máquinas</b>	<b>49.0</b>	<b>1</b>	<b>49.0</b>

**Fuente:** datos obtenidos de la empresa ECOSAC (anexo 20).

Esta tabla 15 enseña la información recibida en una semana de trabajo, es un dato promedio brindados por la compañía ECOSAC, en la cual se definió que los equipos tardan en promedio 49 horas en fallar en alguna parte de sus componentes, lo cual nos da entender que operan 49h y llega a fallar en una semana de trabajo; cualquiera de las maquinas se apaga prematuramente una hora, esto hace que afecte directamente las actividades de mantenimiento que se están ejecutando.

**Tabla 16.** *Tiempo promedio final para reparar las máquinas.*

<b>Máquina</b>	<b>Número de reparaciones semanal</b>	<b>Horas de reparación semanal</b>	<b>MTTR por máquina</b>
Bomba turbina vertical 75HP	1	1	1.0
Electrobomba de fertilización	1	1	1.0
Bomba Waukesha Centrifuga	1	1	1.0
Depósitos de almacenamiento de productos	1	1	1.0
<b>Promedio del MTTR de las máquinas</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1.0</b>

**Fuente:** datos obtenidos de la empresa ECOSAC (anexo 20).

En la Tabla 16 se enseña el tiempo promedio que se tarda en reparar las máquinas que se deterioran durante el día es de una hora semanal, lo que nos da entender que los técnicos de la compañía, se demoran en reparar una hora por cada máquina que llega a fallar, este tiempo es muy conveniente por que el trabajo continuo sin interrupciones.

Esta información recibida del tiempo medio entre averías y el tiempo de reparación se puede calcular la disponibilidad de la maquinaria.

**Tabla 17.** Promedio final de disponibilidad de las máquinas.

<b>Máquinas</b>	<b>MTTR por máquina</b>	<b>MTBF por máquina</b>	<b>Disponibilidad por máquina</b>
Bomba turbina vertical 75HP	1.00	46.00	97.87%
Electrobomba de fertilización	1.00	46.00	97.87%
Bomba Waukesha Centrifuga	1.00	50.00	98.04%
Depósitos de almacenamiento de productos	1.00	54.00	98.18%
<b>Promedio de la disponibilidad inicial de las máquinas</b>	<b>1.0</b>	<b>49.0</b>	<b>98.00%</b>

**Fuente:** datos obtenidos de la empresa ECOSAC (tabla 16 y 17).

En la tabla 17 se visualiza la disponibilidad final de maquina promedio fue de 98%, nos da a entender que por cada 100h de trabajo que realiza la compañía ECOSAC, está disponible 98h para ejecutar los trabajos, y la diferencia que es 2h se está realizando mantenimiento correctivo por los técnicos.

A continuación, se compararon la disponibilidad final e inicial, para determinar el aumento y el cambio de los dos.

**Tabla 18.** Disponibilidades inicial y final.

<b>Máquinas</b>	<b>Disponibilidad inicial</b>	<b>Disponibilidad final</b>
Bomba turbina vertical 75HP	77.57%	97.87%
Electrobomba de fertilización	69.74%	97.87%
Bomba Waukesha Centrifuga	59.95%	98.04%
Depósitos de almacenamiento de productos	72.68%	98.18%
<b>Promedio de la disponibilidad inicial de las máquinas</b>	<b>68.39%</b>	<b>98%</b>

**Fuente:** datos obtenidos de la empresa ECOSAC (tabla 9 y 18).

En esta Tabla 18 enseña la paridad entre la disponibilidad final e inicial de los equipos, en la cual la disponibilidad de apreciación inicial subió un 29.6%, estuvieron disponibles más de 29 horas para ejecutar las labores asignadas por la compañía ECOSAC.

Después se aplica estadísticamente T-Student, en la cual el criterio para confirmar esta hipótesis son las condiciones siguientes.

Nivel de confianza=95%=0,95.

Margen de error=5%=0,05.

Entonces.

Valor t de dos colas < error de la investigación.

Valor t de dos colas < 5%.

Valor t de dos colas < 0.05.

Este valor encontrado obedece con esta con esta posición, entonces se confirma la hipótesis del proyecto.

**Tabla 19.** Disponibilidad mediante análisis estadístico.

	Disponibilidad inicial	Disponibilidad final
Media	0.700	0.980
Varianza	0.006	0.000
Observaciones	4.000	4.000
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.253	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	3.000	
Estadístico t	-7.502	
P(T<=t) una cola	0.002	
Valor crítico de t (una cola)	2.353	
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>	<b>0.005</b>	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182	

**Fuente:** SPSS 22.

En esta tabla 19 enseña la investigación estadística de la disponibilidad de los equipos, en la cual el valor t bilateral es de 0,005. Inferior al margen de error del cuestionario por el cual se acepta la hipótesis alternativa esto indica que sosteniendo una producción adecuada se incrementará significativamente el uso de los equipos en la compañía ECOSAC, PIURA-2021.

**Tabla 20.** Costo beneficio del proyecto.

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
<b>COSTOS de operación PRE</b>		10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500
<b>Materiales</b>		2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
<b>Mantenimiento</b>		6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
CIF		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
<b>COSTOS de operación POST</b>		7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
<b>Materiales</b>		2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
<b>Mantenimiento</b>		3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
CIF		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Beneficio		3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
<b>Inversiones Tangibles</b>	2,700						
Repuestos y accesorios	1,200						
Bienes y servicios	1,200						
Papelería y útiles de oficina	300						
<b>Inversiones Intangibles</b>	4,500						
Servicio de agua y desagüe	1,200						
Servicio de suministro de energía	1,500						
Viáticos y asignaciones	1,000						
Otros gastos	800						
Imprevistos (5%)	360						
<b>TOTALES NETOS</b>	-7,560	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Cálculo del VAN		6,050.34					
Costo de Oportunidad del capital (COK)		14%					
Cálculo de la TIR		40.20%					
Cálculo del ratio Beneficio / Costo		1.80					

**Fuente:** elaboración propia.

En esta Tabla 20 enseña el (TIR) es de 40.2%, por ende, es superior al COK, esto es un porcentaje requerida por el inversionista, por lo que el proyecto es muy productivo, trayendo la utilidad de s/.6.50,3 soles en el tiempo de seis meses, el costo benéfico final es del 1.80 soles, esto demuestra si se invierte un sol, la compañía obtendrá ganancia de 0.80 soles.

## V. DISCUSIÓN

El proyecto tuvo como objetivo general fomentar el programa parcial del TPM para subir la disponibilidad en los equipos de la compañía ECOSAC. La tabla 18 nos enseña la similitud final e inicial en la disponibilidad de las máquinas, hubo un aumento en la disponibilidad desde el diagnóstico inicial en un 29.6%, lo que significa que tenían 29h en promedio para hacer el trabajo proporcionado por la compañía. En cambio, los análisis estadísticos del uso de los equipos indicado en la Tabla 19, en la cual se halló el valor de 2 colas fue 0.005; como resultado, se obtiene menor resultado al de la investigación, por la cual se aparta esta hipótesis nula y se aprueba esta hipótesis alternativa, la cual hace mención que después de la implementación del TPM aumentará la disponibilidad de las máquinas de la compañía. El resultado de asemejan a Palomino y Takumori (2020) para la instalación de las redes fuertes a través de equipos pesados de construcción por lo que se mejoraron en un 90.1% y el autor concluye que esto se propuso mediante simulación para reducir el MTBF de 13 a 7 horas lo cual significo la disminución al 15% en el tiempo de inoperatividad lo que permite la cobertura al inicio del proyecto. Por otra fuente de investigación Argueta (2020) tuvo como estudio la tendencia de la modulación de salidas de altos rendimientos impulsadas por los trabajos del TPM durante la fabricación y concluyó que hay poca evidencia teórica de este tipo de prácticas de modulación del TPM, lo que apunta a un posible inconveniente. Con referente al primer y segundo objetivo específico de la investigación los criterios de la evaluación de la gestión de mantenimiento se encontraron que está en un 50,16% (Tabla 5), lo que manifiesta este porcentaje es que la gestión de mantenimiento esta aceptable, pero aplicando las herramientas pertinentes se puede mejorar (Tabla 6). También se identificaron como principales causas la falta de mantenimiento preventivo (23.15%) colaborador no capacitado (41,6%), entrenamiento ineficaz (68,2%) deficiente limpieza y orden en los espacios de trabajo (68.2%) y proceso imperfecto (75,2%), este dato es preocupante para la compañía porque afectan la disponibilidad de los equipos y, por ende, el tiempo que se tardan en entregar el trabajo de restauración de las organizaciones subcontratas muchas veces reduce sus ganancias.

Este resultado se asemeja a los estudios de investigación realizados por Condezo (2019), donde realice una encuesta de disponibilidad de los equipos y el resultado encontrado fueron del 73%, es decir que 27 máquinas de 100 no están disponibles. El problema principal es la baja disponibilidad, no tienen un programa de mantenimiento preventivo, no hay entrenamiento al operador, no tiene procedimientos de pedidos ni limpieza en la zona de trabajo. En lo cual Rojas (2019) determinó que la disponibilidad inicial de las máquinas en estudio fueron de 84.2%, lo cual se relaciona con lo que no tienen un programa para realizar el mantenimiento y la carencia de procedimiento de mantenimiento correctivo y preventivos.

solución a objetivos específicos tercer y cuarto objetivo, son los primeros pilares relacionados a mejora enfocadas tiene en cuenta los datos recibidos en la encuesta 5S(Ver Tabla 3), hace referencia que el almacén está desordenado y no hay espacios adecuados para almacenar la maquinaria, no tiene limpieza, orden de insumos, por ende en el enfoque de mejoras se aplicó la herramienta 5S, y también se implementó una capacitación en temas de 5S a los trabajadores del área, en la cual P significa programado y E ejecutado se cumplió al 100% la capacitación y se realizó desde enero del 2022 hasta marzo del 2022.

Se ha adoptado el segundo pilar, se aplicó el mantenimiento planificado, cuyo objetivo la detección de averías en el futuro, el cual tiene como objetivo anotar el tiempo desperdiciado por paradas de los equipos y los programas de mantenimiento preventivo, información del mantenimiento se enseña en la Tabla 12. Donde PM quiere decir mantenimiento preventivo, en el plan se hace trabajos a los componentes de las máquinas las cuales son motor, hidráulico, eléctrico y mecánico se realizan para obtener mayor eficiencia en las labores. Dentro de la compañía se han establecido el cronograma de mantenimiento de enero del 2022 a abril del 2022, y se ha logrado su cumplimiento al 100%, la cual ha permitido mejoras significativas en las disponibilidades de las máquinas.

En el tercer pilar del TPM se aplicó una capacitación que se basa mayormente en destrezas y conocimiento de colaboradores y así encontrar hábitos, por lo

que la compañía brindo un sistema de capacitación, especialmente para los trabajadores Tabla 14 enseña un formulario de una capacitación de enero del 2022 hasta abril del 2022, en la cual P significa programado y E significa implementado, y se desarrolló con un cumplimiento del 100%. Los resultados se asemejan a investigadores de Cáceres y Gómez (2019), después de utilizar una herramienta TPM, el proceso de arenado es 16.1% más eficiente, 17,8% más eficiente y alta productividad superior al 22,8%. Concluyeron que la implementación de TPM se puede utilizar como guía para establecer un programa de mantenimiento preventivo y procedimientos estándares para la implementación.

Moreno y Calvillo (2018) por su parte buscaron evaluar la posibilidad de asesoría de instalar un sistema TPM que subiría la productividad y la afirmación concluido del sistema. Obtuvieron unos efectos en disminución de 54,8% en la frecuencia planificada de inactividad de 74%, del cual no estaba relacionado con dificultades de mantenimiento, si no que se presentaba en fragmentos cercanos a las roscadoras. Se descubrió que la baja del tiempo de negatividad no planificado subió la cantidad de piezas originadas de 160 a 200, lo que hace referencia a una subida del 7,45% en la elaboración de piezas.

Aquí, se parece al proyecto de Palomino y Tokumori (2020) el objetivo de su tesis fue brindar un estudio de TPM y RCM en el contexto de la ejecución de un trabajo de implementación, de redes con máquinas pesadas de edificación. En él, se realiza un enfoque que desarrolla y analiza de forma rigurosa las formas de actividades correctivo y preventivo en el momento, obteniendo datos inciertos es su entorno. En última instancia, la disponibilidad subió a 90,1%. Argueta (2020), Con el propósito de estudiar las propensiones de los ajustes de fabricación de alto rendimiento impulsadas por la actividad de TPM en el proceso de fabricación. En dicho resultado tiene prueba empírica con lo que puede estudiar sobre el TPM donde se está utilizando mal, desde la perspectiva de la industria americana. Se da por concluido que se hallaron algunas evidencias prácticas y teóricas para el ajuste del TPM, indicando posibles errores en su implementación.

Tales resultados tienen sustentación teórica en Mora (2019), Que dice que TPM es guiado por cuatro básicos principios: satisfacer a los clientes, controlar los sistemas y procesos de fabricación e incluir a todos con tipo de mantenimiento autónomo, la enseñanza y un mejoramiento continuo, por los cual, TPM se basa en técnicas de mantenimientos y mantenimiento planificados encaminadas al mejoramiento de los indicadores cmd y mejoramiento continuo. El TPM como herramienta es primordial. Esta es la técnica humana e ideal para organizaciones que luchan por producir y retener medios financieros.

Por todo lo encontrado y afirmado, determina la aplicación adecuada y correcta del método de mantenimiento de la productividad total en toda empresa será de gran ayuda en la organización, esto también subirá la disponibilidad de sus equipos, y también aumentará la conformidad de sus usuarios.

## **VI. CONCLUSIONES**

Concluimos los motivos de una baja en la disponibilidad son por un deficiente mantenimiento, colaborador sin entrenamiento, charlas poco efectivas, falta de limpieza, orden en la zona de trabajo e inadecuados métodos.

La disponibilidad de los equipos se determinó inicialmente en un 68,39%, lo que significa que por cada 100h hábiles realizadas por la compañía ECOSAC; solo 68,39h máquinas están disponibles para trabajos pendientes; y 31,6 están en reparación por los técnicos que están realizando un trabajo correctivo.

La aplicación de los tres pilares del TPM, fueron mejoras enfocadas como el primer pilar, aquí se implementó las cuatro S en el área de almacén y la quinta como una capacitación para el personal, el segundo pilar fue mantenimiento planificado, donde se estableció los mantenimientos preventivos a las máquinas, y el último pilar como capacitación y entrenamiento dirigido a los colaboradores del área de mantenimiento con el objetivo de tener mejoras en la compañía.

Se observó la disponibilidad de la máquina ha aumentado en un 29.6% con respecto al diagnóstico inicial, es decir, se tuvo 29h adicionales para ejecutar las labores brindadas por la compañía ECOSAC y se encuentran los valores estadísticos fueron menores que el margen de error de la encuesta, confirmando así la hipótesis alterna del proyecto.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Realizar periódicamente auditoria de mantenimiento en el área, para verificar los estados de las gestiones del mantenimiento en la compañía ECOSAC, y siempre ser competitiva en todo momento

Evaluar siempre la criticidad de los equipos en la compañía ECOSAC, con el fin de mejorar constantemente en el área de mantenimiento.

Seguir aplicando los pilares del TPM sugeridos en el proyecto, con el fin de mejorar siempre esta herramienta preventiva para eludir averías en los equipos.

Los colaboradores en la compañía ECOSAC, deben estar en constante capacitación para que cada vez mejoren la aplicación de las herramientas del TPM, y la empresa se vuelva más competitiva.

## REFERENCIAS

- ARGUETA, Jose. Total Productive Maintenance TPM ner trends, along energy fit plant maintenance protocols 2010-2020, 2020. Revista Central American Journals Online 11(2). 79-88 pp. DOI: <https://doi.org/10.5377/eya.v11i2.10521>
- BAKIRTZIS, Emmanouil. *Storage management by rolling stochastic unit commitment for high renewable energy penetration*. Electric PowerSystemsResearch, 2018, vol. 158, p. 240-249. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378779617305047> ISSN: 0378-7796
- BURR, Irving. Statistical quality control methods. New York: New York Marcel Dekker, 2018, Vol. 16, pág. 522.
- CÁRDENAS, Anibal. Collection Instruments data through the statistics of deformation and pointing. Horizon of Science 3 (4): 165-180, July 2015. ISSN 2304 – 4330
- CRUELLES, José. Mejora de Métodos y Tiempos de Fabricación. primera edición. México: Alfa Omega Grupo Editor,S.A.de C.V, 2012. pág. (22, 44, 131, 194). ISBN 9786077076148.
- CÉSPEDES, Pablo y RAMÍREZ, Nelson. 2016. Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias. Universidad del Pacífico, 2016.
- CRUELLES, José. Mejora de métodos y tiempos de fabricación. Barcelona: Marcombo, S.A, 2012. pág. 66-22-22. ISBN: 978-84-267-1812-9.
- COTRINA, R. 2019. Aplicación del TPM en plantas de tratamiento mineral: una revisión de la literatura científica. Trabajo de investigación para optar el grado de bachiller en ingeniería industrial. Universidad Privada del Norte. Obtenido de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23490/Cotrina%20Guevara%20Rolando.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- DOMÍNGUEZ, Catherine y PÁEZ, Ingrid. 2019. Aplicación de los pilares del TPM para la mejora en el mantenimiento de la flota de ETIB S.A.S. Universidad distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.: 2019.

GARCÍA, Jorge; ROMERO, Jaime y NORIEGA, Salvador. 2018. México DF: Elsevier, 2012, Vol. 57. 0186-1042.

ESCOBAR, Arturo, et al. 2018. Metodología de la investigación científica. Ciencias, 2018.

FALCONI. Aplicación de la mejora de método de trabajo para incrementar la productividad del producto filete de caballa en aceite vegetal de la empresa INVERSIONES ESTRELLA DE DAVID. 2017. pág. 138.

FONSECA, Milton., HOLANDA, Ubiratan., CABRAL, Jandecy. y REYES, Tirso. (2018). Programa de gestión de mantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas. *DYNA*, 82(194), pp. 139-149. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49643211018.pdf>

GALVÁN, Daniel. 2012. Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) mediante el modelo de opciones reales. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA, México: 2012.

GARCÍA, Alfonso. 2017. Productividad y reducción de costos. 2ª edición. ISBN 9786071707338

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. Quinta edición. México D.F.: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2014. 613pp. ISBN: 978-607-15-0291-9.

HOSSEN, Anwar. An inventory model with price and time dependent demand with fuzzy valued inventory costs under inflation. *Ann. Pure Appl. Math*, 2020, vol. 11, no 2, p. 21-32. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/305489130\\_Annals\\_of\\_An\\_Inventory\\_Model\\_with\\_Price\\_and\\_Time\\_Dependent\\_Demand\\_with\\_Fuzzy\\_Valued\\_Inventory\\_Costs\\_Under\\_Inflation](https://www.researchgate.net/publication/305489130_Annals_of_An_Inventory_Model_with_Price_and_Time_Dependent_Demand_with_Fuzzy_Valued_Inventory_Costs_Under_Inflation) ISSN: 2279-0872

ICART, Teresa. 2016. Elaboración y presentación de un proyecto de investigación en una tesina. 2.ª ed. España: Universidad de Salamanca 2015. 55pp. ISBN: 8483894587

JIMÉNEZ, Fernando. 2015. Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial. [En línea]. 2°. Ed. Malaga: IC Editorial, 2015 [fecha de consulta: 17 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=EP1qDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=mantenimiento+preventivo&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwix4ePo8a7IAhXqtlkKHQOZCaQQ6AEIKDAA#v=onepage&q=mantenimiento%20preventivo&f=false>  
ISBN:978-84-9198-339-2

KIRAN, Chandra. 2017. Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in a machine shop. Departamento de Ingeniería de Energía Eléctrica y Mecatrónica, Tallín: 2017.

MARTÍNEZ, Fernando. Design of a maintenance plan for high reliability equipment. *Industrial Technique* (20): 289-301, 2017.

ISSN: 0786 – 1342

MARVEL, Mirza; RODRIGUEZ, Carlos y NUÑEZ, Miguel. La productividad desde una perspectiva humana: Dimensiones y factores Intangible, España: Universitat Politècnica de Catalunya. *Intangible Capital*, 7 (2): 549-584, October 2016. ISSN: 2014-3214

MATA, Dayler; ALLER, Junior y GOOD, Andres. Probabilistic analysis of the predictive and corrective maintenance of rotating electric machines in a drawing plant. *Science and Technology*, (12): 28-43, 2016. ISSN: 1425-3422

MEDINA, Daniel. 2017. Mejora de la productividad mediante un sistema de gestión basado en lean six sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa maderera Nuevo Perú S.A.C. Chiclayo, Perú. 2017. 26-45pp  
ISSN: 2586-9562

MESA, Julio. 2019. Propuesta de un plan para la mejora de disponibilidad de flota en una empresa de carga utilizando la metodología TPM. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima: 2019.

MORENO, P y CALVILLO O. (2018) El mantenimiento productivo total TPM como factor para el aumento de la productividad y el nivel de aceptación del producto terminado. 2(3). 1-9 pp. ISSN: 2523-0344.

MUHAMMAD, Fahad. Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. CogentEngineering, (1):108, 2016  
ISSN: 2332-1916

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andrés. 2014. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 13° Edición, México D.F. Editorial: MCGRAW-HILL, 2014. 548pp. ISBN: 9786071511546

OSEDA, Dulio y RAMÍREZ, Felisícimo. (2011). ¿Cómo aprender y enseñar investigación científica? Primera edición. S.I: Editorail Agencia Peruana de la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. 2011. 219pp. ISBN: 978-612-46019-0-3

PARADINAS, Felipe. Metodología y técnica de investigación en ciencias sociales. 2.ª ed. Argentina: Universidad de Buenos Aires, 2017. 63pp. ISBN: 9682315778

PÁRAMO, Pablo y GÓMEZ, Manuel. (2008). La investigación de las ciencias sociales. Bogotá: Universidad piloto de Colombia, Net educativa.

PEÑA, Tania. La complejidad del análisis documental Información, cultura y sociedad: revista del Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas, Buenos Aires. (16): 55-81, 2016.  
ISSN: 1514-8327

*PEYKARJOU, Kambiz Y MALEKSHAHI, Tahereh. An investigation on the effect of technology on total factor productivity improvement of insurance firms. Management Science Letters. Artículo científico, (7):1591-1594, 2014. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.5267/j.msl.2014.5.029> ISSN: 1923-9335*

RAMÍREZ, Juan. Study of productivity factors focused on improving productivity in building works. España. 1.ª ed. 2016. 139 pp. ISBN: 9788479789671

REÁTEGUI, Giamcarlo. Propuesta de implementación de un sistema de gestión de almacenes en una empresa manufacturera del rubro minero. Tesis (Maestro en Dirección de Operaciones y Logística) Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Escuela de postgrado, 2019. 101 pp. Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6869/COCA\\_K](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6869/COCA_K)

[ARLA ANALISIS DIAGNOSTICO MEJORA GESTION ALMACENAMIENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

RIERA, Jerson. Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento industrial asistido por computador para la empresa cubiertas del Ecuador Kubiec S.A. en la planta Esthela. Pichincha, Ecuador. (8): 89-97. 2015. ISSN: 4578-9651

SARIC, Amalia. Diseño de mejora en la gestión de almacenes e inventarios y su relación con los costos logísticos en la empresa veterinaria Otuzco. Tesis (Ingeniero Industrial) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2019. 148 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22333/Saric%20L%c3%b3pez%20Amalia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SERNA, Daniel. Dinámica de sistemas en la gestión de inventarios. Ingenierías USBMed, 2018, vol. 9, no 1, p. 75-85. Disponible en: <http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/3305/2782> ISSN: 2027-5846

TEJADA, Jon. 2019. Propuesta de Modelo de Optimización de la Disponibilidad de Maquinaria y Equipo del Área de Maestranza de la empresa FAMAI, utilizando la metodología del Mantenimiento Productivo Total - TPM. Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa: 2019.

TERRAZAS, Rafael. Planificación y programación de operaciones. Cochabamba, Bolivia. (28): 12-27, 2021. ISSN: 1994-3733

TORRES, Luis. Maintenance. Its implementation and management. Universitas (5): 77-87, 2017. ISSN: 0123-1234

WORWELL, Irene. Reporting: exploring databases as instruments of analysis. Acimed. 9 (4): 20-32, 2017. ISSN 1024-9435

XIAOMENG, Sun. 2018. Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement AT S Company. Universidad de Western Kentucky Bowling Green, Kentucky - Bowling Green: 2018.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
<b>Variable Independiente:</b> TPM	Es un método que busca cero fallas, cero vulnerabilidades y cero defectos. El enfoque de mejora, mantenimiento planificado, capacitación y educación se mide por pilares; además, en cualquier organización, las 5S deben ser de aplicación clara, porque es la base para que TPM mejore la organización. (Torres, 2017, pág.45).	El mantenimiento productivo total se diagnostica mediante auditorías de mantenimiento, y luego a través de mejoras con el mantenimiento preventivo, capacitación y filosofía 5S (para mejorar la organización secuencial).	<b>Pilar 1:</b> Mejoras enfocadas	Procedimientos cumplidos / Total de procedimiento	Razón
			<b>Pilar 2:</b> Mantenimiento planificado	Horas máquinas realizados mantenimiento preventivo / horas máquinas planificadas mantenimiento preventivo	Razón
			<b>Pilar 3:</b> Capacitación y entrenamiento	Capacitaciones ejecutadas / Capacitaciones programadas	Razón
<b>Variable Dependiente:</b> Disponibilidad	ES el tiempo de funcionamiento que debe utilizar un equipo en operaciones, medido por MTBF y MTTR para la verificación de su cumplimiento (Martínez, 2017, p. 55).	Se va a medir por el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación, lo que dará como resultado un porcentaje de la disponibilidad de la máquina existente en la empresa.	Tiempo medio entre fallas	$MTBF = \frac{\text{Tiempo total operaciones}}{N^\circ \text{ de fallas}}$	Razón
			Tiempo medio para reparar	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de paradas}}{N^\circ \text{ de fallas}}$	Razón
			Disponibilidad	$Dispo = \left( \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$	Razón

**Fuente:** Elaboración propia.

## Anexo 2. Formato de auditoría de gestión de mantenimiento.

Formato de auditoría de gestión de mantenimiento					
N°	Criterio	DES.F.		FAV.	
		0	1	2	3
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?	Tiempo de respuesta muy lento	Desfavorable	Aceptable, pero con inconvenientes	Inmediato
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?	No	No siempre	Casi siempre	Si
3	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?	No	Sí, pero la forma no es adecuada	Mejorable, pero aceptable	Si
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?	No	Graves defectos	Mejorable, pero aceptable	Si
5	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?	No	Muy poca incidencia	Mejorable, pero aceptable	Si
6	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
7	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
8	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
9	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctrica o de instrumentación)?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
10	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
11	¿Se respeta el horario de entrada y salida?	Generalmente no	A menudo, no	En general sin excepción	Siempre
12	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?	En absoluto	En general, no	Si, con laguna excepción	Si
13	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?	En absoluto	No siempre	Casi siempre	Si
14	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?	No	Poca proyección	Lo ven posible	Si
15	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?	No	poco	Suficiente	Muy comprometidos
16	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?	En general no	Se detectan quejas	Pequeñas diferencias	Excelente concepto
17	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable?	malo	regular	normal	Bueno
18	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?	Muy alto	Más alto de lo normal	normal	Muy bajo
19	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
20	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
21	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
22	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
23	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
24	¿El taller está situado en el lugar apropiado?	En el peor lugar posible	No, pero no tiene solución	Mejorable	Lugar optimo
25	¿Está limpio y ordenado su interior?	No. Muy desordena	Mal aspecto	Mejorable, pero aceptable	excelente

		do			
26	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?	No, muy desordenado	Mas aspecto	Mejorable, pero aceptable	excelente
27	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
28	¿Se disponen de los medios de transporte que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
29	¿Se dispone de los medios de elevación que se necesita (carretillas elevadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúas, diferenciales, etc.?)	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
30	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
31	¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?	No	En general, no	En general, si	Si
32	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?	No	Muy pocos	Lo más importante	Si
33	¿El plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
34	¿El plan de mantenimiento se realiza?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
35	¿La promoción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?	No, todo es correctivo	Gran parte correctivo	Mejorable, pero aceptable	Si
36	¿El número de averías es bajo?	Muy alto	regular	mejorable	Muy bajo
37	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?	Muy alto	regular	mejorable	Muy bajo
38	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?	No	Sí, pero tiene grandes defectos	Sí, pero es mejorable	Si
39	¿Este sistema se atiza correctamente?	No	En general, no	En general, si	Si
40	¿El número de variaciones con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?	Muy alto	regular	Mejorable, pero aceptable	Muy bajo
41	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	Muy alto	regular	Mejorable, pero aceptable	Muy bajo
42	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?	No	En general, no	En general, si	Si, en todos los casos
43	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se produce cambios?	No, nunca	En general, no	En general, si	Siempre, en forma sistemática
44	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?	Ningún proceso establecido	Sí, pero es incorrecto	Sí, pero es mejorable	si
45	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?	No	En general, no	En general, si	si
46	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?	No, nunca	En general, no	En general, si	si
47	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?	Nunca	En general, no	En general, si	siempre
48	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?	No	Deficiencias graves	Mejorable, pero aceptable	Si
49	¿Los operarios cumplen correctamente estas órdenes?	No	En general, no	En general, si	Si
50	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?	No	En general, no	Sí, pero de forma sistemática	Si
51	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a menudo	Si
52	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?	No	Solo se ha	Tendría que	Si

			hecho alguna vez	hacerse más a menudo	
53	¿Los movimientos de almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro, etc.)?	No	No todos	Pequeñas deficiencias	Si
54	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?	No	No todos	Pequeñas deficiencias	Si
55	¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe?	No, nunca	Solo algunas veces, pocas	Casi siempre	Siempre
56	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?	No	Es baja	Si	Excelente
57	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?	No	Es baja	Si	Excelente
58	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentando la disponibilidad)?	Desciende mucho	Está descendiendo	Se mantiene	Si
59	¿El tiempo medio entre fallos en quipos significativos es el adecuado?	No	Es baja	Si	Excelente
60	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?	Desciende mucho	Está descendiendo	Se mantiene	Si
61	¿El número de OT de emergencia es bajo?	No	Es alto	Si	Excelente
62	¿El número de OT de emergencia está descendiendo?	No	Es alto	Si	Excelente
63	¿El tiempo medio de reparación en quipos significativos es bajo?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
64	¿El proceso de implantación de un nuevo de procedimiento es el adecuado?	Ningún proceso establecido	Sí, pero es incorrecto	Sí, pero no es mejorable	Si
65	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
66	¿El número de averías repetitivas es bajo?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
67	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
68	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
69	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
70	¿El gasto en repuestos es el adecuado?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
71	¿El gasto en repuestos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
72	¿El sistema informático supone una carga burocrática excesiva?	No	En general, no	En general, si	Si
73	¿El sistema informático aporta información fiable?	No	En general, no	En general, si	Si
74	¿El sistema informático aporta información útil?	No	En general, no	En general, si	Si
75	¿Los mandos de mantenimiento consultan la información contenida en el sistema informático?	No	En general, no	En general, si	Si
76	¿El personal de mantenimiento consulta la información contenida en el sistema informático?	No	En general, no	En general, si	Si
77	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?	No	Sí, pero no contiene información útil	Mejorable, pero aceptable	Si
78	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
79	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?	No	Sí, pero no es válida	Mejorable, pero aceptable	Si
80	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
81	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?	No	En general, no	Sí, pero no de forma sistemática	Si
82	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a menudo	Si
83	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?	No	Solo se ha hecho alguna	Tendría que hacerse más a	Si

			vez	menudo	
84	¿Los movimientos del almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro, etc.)?	No	No todos	Pequeñas deficiencias	Si
85	¿Coincide lo que se cree lo que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?	No	Muchas discrepancias	Pequeñas deficiencias	Si
86	¿El almacén está limpio y ordenado?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
87	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?	No			Si
88	¿Es fácil localizar cualquier pieza?	No	Difícil	Mejorable, pero aceptable	Si
89	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?	No	Difícil	Mejorable, pero aceptable	Si
90	¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe?	No, nunca	Solo algunas veces, pocas	Casi siempre	Siempre
91	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?		Es baja	Si	Excelente
92	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?		Es baja	Si	Excelente
93	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (esta aumentado la disponibilidad)?	Desciende mucho	Está descendiendo	Se mantiene	Si
94	¿El tiempo medio entre fallos en quipos significativos es el adecuado?	No	Es baja	Si	Excelente
95	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?	Desciende mucho	Está descendiendo	Se mantiene	Si
96	¿El número de OT de emergencia es bajo?	No	Es alto	Si	Excelente
97	¿El número de OT de emergencia está descendiendo?	No	Es baja	Si	Excelente
98	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
99	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
100	¿El número es averías repetitivas es bajo?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
101	¿El número es averías repetitivas está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
102	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
103	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
104	¿El gasto en repuestos es el adecuado?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
105	¿El gasto en repuestos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si

Fuente: García, 2012.

### Anexo 3. Check list de mantenimiento.

Nº	Criterio	SI	NO
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?		
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?		
3	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?		
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?		
5	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?		
6	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?		
7	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?		
8	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?		
9	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctrica o de instrumentación)?		
10	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?		
11	¿Se respeta el horario de entrada y salida?		
12	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?		
13	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?		
14	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?		
15	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?		
16	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?		
17	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable?		
18	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?		
19	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?		
20	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?		

21	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?		
22	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponde con los que se necesita?		
23	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?		
24	¿El taller está situado en el lugar apropiado?		
25	¿Está limpio y ordenado su interior?		
26	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?		
27	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?		
28	¿Se disponen de los medios de transporte que se necesita?		
29	¿Se dispone de los medios de elevación que se necesita (¿carretillas elevadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúas, diferenciales, etc.?)		
30	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?		
31	¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?		
32	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?		
33	¿El plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?		
34	¿El plan de mantenimiento se realiza?		
35	¿La promoción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?		
36	¿El número de averías es bajo?		
37	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?		
38	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?		
39	¿Este sistema se atiza correctamente?		
40	¿El número de variaciones con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?		
41	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?		
42	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?		
43	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se produce cambios?		
44	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?		
45	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?		
46	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?		
47	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?		

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 4. Cuestionario de las 5S.

VALORACION						
Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No		
<b>Separar lo necesario de lo innecesario</b>						
Id	S1=Seiri=Clasificar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?					
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?					
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útil o similar en el entorno de trabajo?					
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenado, en su ubicación y correctamente identificado en el entorno laboral?					
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?					
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?					
7	¿Está todo el mobiliario, mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?					
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?					
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?					
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?					
<b>Puntuación</b>						
<b>Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio</b>						
Id	S2=Seiton=Ordenar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?					
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?					
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?					
4	¿Están todos los materiales, pallets, contenedores almacenados de forma adecuada?					

5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?					
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: ¿grietas, sobresalto...?					
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?					
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?					
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?					
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?					
<b>Puntuación</b>						
<b>Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden</b>						
<b>Id</b>	<b>S3=Seiso=Limpiar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>
1	¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?					
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?					
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?					
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?					
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosa (total o parcialmente)?					
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techos limpios, libres de residuos?					
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?					
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?					
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?					
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?					
<b>Puntuación</b>						
<b>Eliminar anomalías evidentes con controles visuales</b>						
<b>Id</b>	<b>S4=Seiketsu=Estandarizar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>

1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?					
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?					
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?					
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?					
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?					
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?					
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?					
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?					
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?					
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?					
	<b>Puntuación</b>					
Hacer el hábito de la obediencia a las reglas						
<b>Id</b>	<b>S5=Shitsuke Disciplinar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?					
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?					
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?					
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (¿arnés, casco...)?					
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?					
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos?					
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?					
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?					
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?					
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?					
	<b>Puntuación</b>					

**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 5. Plan de mantenimiento preventivo.**

PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA																												
ÁREA DE MANTENIMIENTO														FECHA DE ELABORACIÓN								Mecánico	%Cumplimiento					
COMPONENTES	SERIE	Mes		Semana		Día		Hora		Fecha		Mecánico		%		Fecha		Mecánico		%		Mecánico	%Cumplimiento					
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			1	2			

**Fuente:** Método del proyecto.









**Anexo 10.** Check list aplicado al jefe de mantenimiento de la empresa ECOSAC.

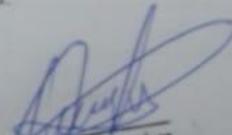
**Anexo 3.** Check list de mantenimiento.

N°	Criterio	SI	NO
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?		X
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?		X
3	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?		X
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?	X	
5	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?		X
6	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?		X
7	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?		X
8	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?		X
9	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctrica o de instrumentación)?	X	
10	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?		X
11	¿Se respeta el horario de entra y salida?		X
12	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?	X	
13	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?	X	
14	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?		X
15	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?		X
16	¿El personal de manteniendo tiene un buen concepto de sus mandos?	X	
17	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable?		X
18	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?	X	
19	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?		X
20	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?	X	


**Christian John Miquya Luna**  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 C.I.P. N° 264025

21	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?		X
22	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?		X
23	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?		X
24	¿El taller está situado en el lugar apropiado?		X
25	¿Está limpio y ordenado su interior?		X
26	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?		X
27	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?		X
28	¿Se disponen de los medios de transporte que se necesita?		X
29	¿Se dispone de los medios de elevación que se necesita (carretillas elevadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúas, diferenciales, etc)?		X
30	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?		X
31	¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?		X
32	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?		X
33	¿El plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?		X
34	¿El plan de mantenimiento se realiza?	X	
35	¿La promoción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?		X
36	¿El número de averías es bajo?		X
37	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?		X
38	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?	X	
39	¿Este sistema se aplica correctamente?		X
40	¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?		X
41	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?		X
42	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?	X	
43	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se produce cambios?		X
44	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?	X	
45	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?	X	
46	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?		X
47	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?	X	

Fuente: elaboración propia.

  
**Christian John Maza Lora**  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP N° 264025

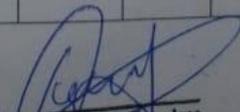
**Anexo 11. Cuestionario de las 5S aplicado al jefe de mantenimiento de la empresa ECOSAC.**

5S.

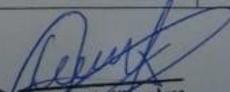
VALORACION				
Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No

Separar lo necesario de lo innecesario						
Id	S1=Seiri=Clasificar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?					X
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?					X
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útil o similar en el entorno de trabajo?				X	
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenado, en su ubicación y correctamente identificado en el entorno laboral?					X
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?			X		
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?		X			
7	¿Está todo el mobiliario, mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	X				
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?			X		
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?				X	
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?					X
Puntuación					X	X

Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio						
Id	S2=Seiton=Ordenar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?				X	
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?				X	
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?					X
4	¿Están todos los materiales, pallets, contenedores almacenados de forma adecuada?				X	
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más				X	

  
**Christian John Hinaya Luna**  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP. N° 264925

	cercano?					
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: ¿grietas, sobresalto...?			X		
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?				X	
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?					b
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?				X	
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?					X
Puntuación					X	
Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden						
Id	S3=Seiso=Limpiar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?				X	
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?					X
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?					X
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?				X	
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosa (total o parcialmente)?		f	b		
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techos limpios, libres de residuos?	b				
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?		X			
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?			X		
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?		X			
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?				X	
Puntuación					X	X
Eliminar anomalías evidentes con controles visuales						
Id	S4=Seiketsu=Estandarizar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?			X		


2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?				X	
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?					X
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?				X	
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?					X
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?			X		
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?				X	
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?			X		
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?				X	
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?					X
<b>Puntuación</b>				X		
Hacer el hábito de la obediencia a las reglas						
<b>Id</b>	<b>S5=Shitsuke Disciplinar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?				X	
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?			X		
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?				X	
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (¿arnés, casco...)?					X
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?			X		
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos?				X	
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?		X			
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?					
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	X				
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?		X			
<b>Puntuación</b>					X	

Fuente: elaboración propia.



Christian John Minaya Luna  
INGENIERO INDUSTRIAL  
C.P. N° 264025

**Anexo 12. Chek list aplicado en el área de mantenimiento de la empresa ECOSAC.**

CHECK LIST DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO		CÓDIGO:		F-TFM-001	
		VERSIÓN:		0	
		FECHA:		15 de octubre del 2021	
		PÁGINA:		Página 1	
Cuestionario de auditoria de gestión de mantenimiento					
N°	Criterio	0	1	2	3
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?	Tiempo de respuesta muy lento	Desfavorable	<del>Aceptable pero con inconvenientes</del>	Inmediato
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?	No	No siempre	Casi siempre	<del>Si</del>
3	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?	No	<del>Si, pero la forma no es adecuada</del>	Mejorable, pero aceptable	Si
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?	<del>No</del>	Graves defectos	Mejorable, pero aceptable	Si
5	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?	No	<del>Muy poca incidencia</del>	Mejorable, pero aceptable	Si
6	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?	Ninguno	Solo alguno	<del>Casi todos</del>	Todos
7	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?	Ninguno	Solo alguno	<del>Casi todos</del>	Todos
8	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?	Ninguno	<del>Solo alguno</del>	Casi todos	Todos
9	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctrica o de instrumentación)?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	<del>Todos</del>
10	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?	Ninguno	Solo alguno	<del>Casi todos</del>	Todos
11	¿Se respeta el horario de entra y salida?	Generalmente no	A menudo, no	<del>En general sin excepción</del>	Siempre
12	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?	En absoluto	En general, no	<del>Si, con alguna excepción</del>	Si
13	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?	En absoluto	<del>No siempre</del>	Casi siempre	Si
14	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?	No	Poca proyección	Lo ven posible	<del>Si</del>
15	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?	<del>No</del>	poco	Suficiente	Muy comprometidos
16	¿El personal de manteniendo tiene un buen concepto de sus mandos?	En general no	Se detectan quejas	Pequeñas diferencias	<del>Excelente concepto</del>

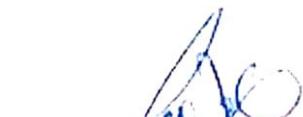
17	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable?	malo	regular	<del>normal</del>	Bueno
18	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?	Muy alto	Más alto de lo normal	normal	<del>Muy bajo</del>
19	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?	<del>No</del>	Carencias importantes	Falta algo	Si
20	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?	<del>No</del>	Carencias importantes	Falta algo	Si
21	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?	No	<del>Carencias importantes</del>	Falta algo	Si
22	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponde con los que se necesita?	No	Carencias importantes	<del>Falta algo</del>	Si
23	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?	<del>No</del>	Carencias importantes	Falta algo	Si
24	¿El taller está situado en el lugar apropiado?	En el peor lugar posible	No, pero no tiene solución	Mejorable	Lugar optimo
25	¿Está limpio y ordenado su interior?	No. Muy desordenado	<del>Mal aspecto</del>	Mejorable, pero aceptable	excelente
26	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?	No, muy desordenado	Mas aspecto	Mejorable, pero aceptable	<del>excelente</del>
27	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?	No	Carencias importantes	<del>Falta algo</del>	Si
28	¿Se disponen de los medios de transporte que se necesita?	No	<del>Carencias importantes</del>	Falta algo	Si
29	¿Se dispone de los medios de elevación que se necesita (¿carretillas elevadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúas, diferenciales, etc.?)	No	<del>Carencias importantes</del>	Falta algo	Si
30	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?	No	<del>En general, no</del>	Mejorable, pero aceptable	Si
31	¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?	No	En general, no	<del>En general, si</del>	Si
32	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?	No	Muy pocos	<del>Lo más importante</del>	Si
33	¿El plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	<del>Si</del>
34	¿El plan de mantenimiento se realiza?	<del>No</del>	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
35	¿La promoción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?	No, todo es correctivo	<del>Gran parte correctivo</del>	Mejorable, pero aceptable	Si
36	¿El número de averías es bajo?	Muy alto	<del>regular</del>	mejorable	Muy bajo
37	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?	Muy alto	<del>regular</del>	mejorable	Muy bajo
38	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?	No	Si, pero tiene grandes defectos	<del>Si, pero es mejorable</del>	Si
39	¿Este sistema se aplica correctamente?	<del>No</del>	En general, no	En general, si	Si

40	¿El número de varas con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?	Muy alto	<del>Muy alto</del>	Mayoritario pero aceptable	Muy bajo
41	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	Muy alto	<del>Muy alto</del>	Mayoritario pero aceptable	Muy bajo
42	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?	No	En general no	<del>En general si</del>	Si en todas las causas
43	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?	No, nunca	<del>En general no</del>	En general si	Siempre en forma sistemática
44	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?	<del>Mayor proceso establecido</del>	Si, pero es incorrecto	Si, pero es mejorable	si
45	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?	No	<del>En general no</del>	En general si	si
46	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?	No, nunca	<del>En general no</del>	En general si	si
47	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?	Nunca	En general no	<del>En general si</del>	siempre
48	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?	No	Deficiencias graves	<del>Mayoritario pero aceptable</del>	Si
49	¿Los operarios cumplen correctamente estas órdenes?	No	En general no	<del>En general si</del>	Si
50	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?	No	<del>En general no</del>	Si, pero de forma sistemática	Si
51	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a menudo	Si
52	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a menudo	Si
53	¿Los movimientos de almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro, etc.)?	No	<del>No todos</del>	Pequeñas deficiencias	Si
54	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?	No	<del>No todos</del>	Pequeñas deficiencias	Si
55	¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe?	No, nunca	Solo algunas veces, pocas	<del>Casi siempre</del>	Siempre
56	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?	No	Es baja	<del>si</del>	Excelente
57	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?	No	Es baja	<del>si</del>	Excelente
58	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentando la disponibilidad)?	Desciende mucho	Está descendiendo	<del>Se mantiene</del>	Si
59	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?	No	Es baja	<del>si</del>	Excelente
60	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?	Desciende mucho	Está descendiendo	Se mantiene	<del>si</del>
61	¿El número de OT de emergencia es bajo?	No	<del>Es alto</del>	Si	Excelente
62	¿El número de OT de emergencia está descendiendo?	No	<del>Es alto</del>	Si	Excelente
63	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?	Muy alto	<del>Es alto</del>	Bajo	Muy bajo

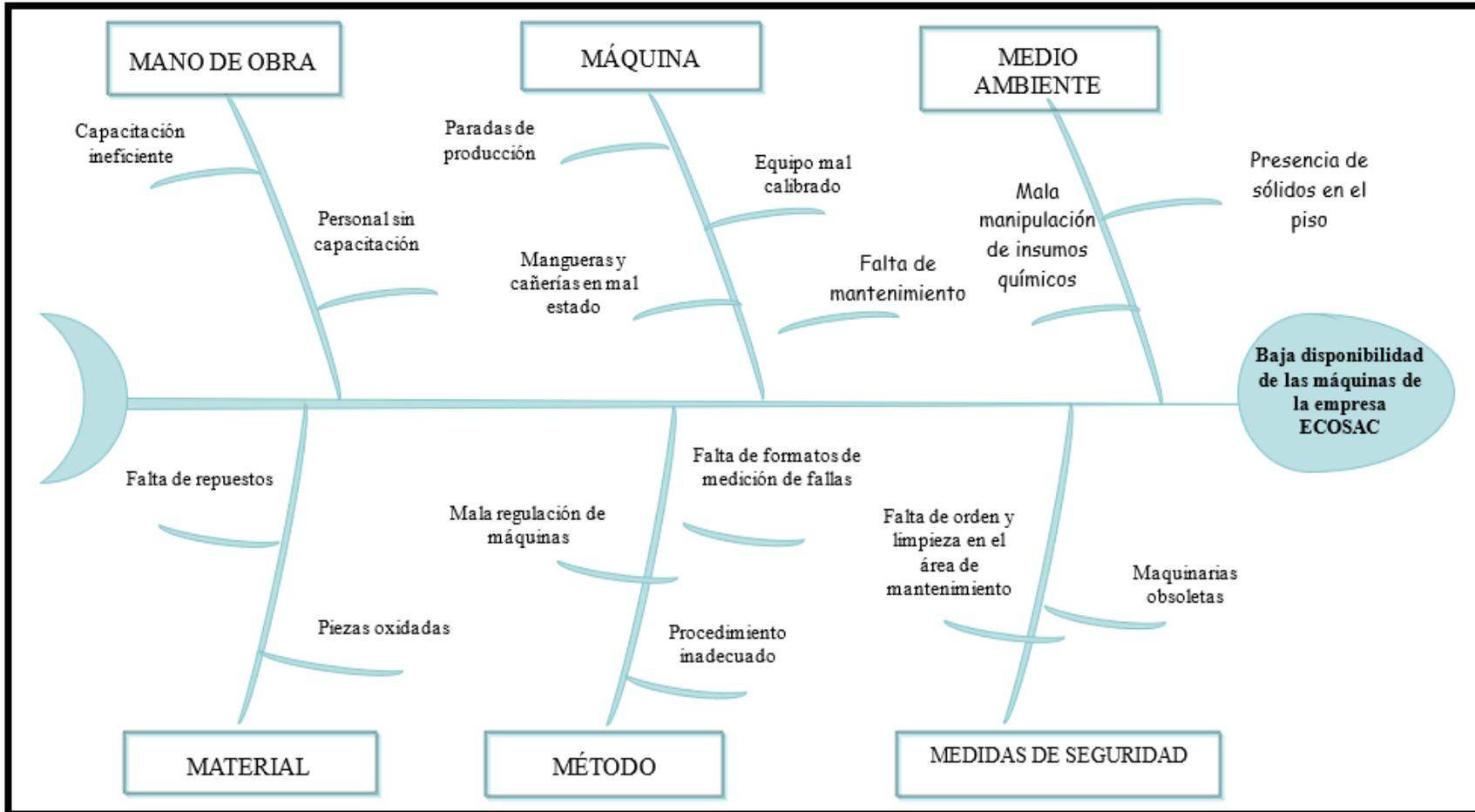
64	¿El proceso de implantación de un nuevo de procedimiento es el adecuado?	Ningún proceso establecido	Si, pero es incorrecto	Si, pero no es mejorable	Si
65	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
66	¿El número de averías repetitivas es bajo?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
67	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
68	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
69	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
70	¿El gasto en repuestos es el adecuado?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
71	¿El gasto en repuestos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
72	¿El sistema informático supone una carga burocrática excesiva?	No	En general, no	En general, si	Si
73	¿El sistema informático aporta información fiable?	No	En general, no	En general, si	Si
74	¿El sistema informático aporta información útil?	No	En general, no	En general, si	Si
75	¿Los mandos de mantenimiento consultan la información contenida en el sistema informático?	No	En general, no	En general, si	Si
76	¿El personal de mantenimiento consulta la información contenida en el sistema informático?	No	En general, no	En general, si	Si
77	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?	No	Si, pero no contiene información útil	Mejorable, pero aceptable	Si
78	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
79	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?	No	Si, pero no es válida	Mejorable, pero aceptable	Si
80	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
81	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?	No	En general, no	Si, pero no de forma sistemática	Si
82	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a menudo	Si
83	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a menudo	Si
84	¿Los movimientos del almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro, etc.)?	No	No todos	Pequeñas deficiencias	Si
85	¿Coincide lo que se cree lo que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?	No	Muchas discrepancias	Pequeñas deficiencias	Si
86	¿El almacén está limpio y ordenado?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
87	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?	No			Si
88	¿Es fácil localizar cualquier pieza?	No	Difícil	Mejorable, pero aceptable	Si

89	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?	No	Difícil	Mejorable, pero aceptable	<del>Si</del>
90	¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe?	No, nunca	Solo algunas veces, pocas	<del>Casi siempre</del>	Siempre
91	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?		Es baja	<del>Si</del>	Excelente
92	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?		<del>Es baja</del>	Si	Excelente
93	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (esta aumentado la disponibilidad)?	Desciende mucho	<del>Está descendiendo</del>	Se mantiene	Si
94	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?	No	Es baja	Si	<del>Excelente</del>
95	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?	Desciende mucho	Está descendiendo	Se mantiene	<del>Si</del>
96	¿El número de OT de emergencia es bajo?	No	Es alto	Si	<del>Excelente</del>
97	¿El número de OT de emergencia está descendiendo?	No	Es baja	<del>Si</del>	Excelente
98	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?	Muy alto	Alto	Bajo	<del>Muy bajo</del>
99	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	<del>Se mantiene</del>	Si
100	¿El número de averías repetitivas es bajo?	Muy alto	<del>Alto</del>	Bajo	Muy bajo
101	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	<del>Se mantiene</del>	Si
102	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	Muy alto	<del>Alto</del>	Bajo	<del>Muy bajo</del>
103	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	<del>Si</del>
104	¿El gasto en repuestos es el adecuado?	<del>Muy alto</del>	Alto	Bajo	Muy bajo
105	¿El gasto en repuestos está descendiendo?	<del>Aumenta</del>	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si

Fuente: García, 2012.

  
 Ing. Frank Pablo Guerrero  
 M. Sc. en Seguridad y Salud  
 C. de Ingeniería Industrial, F. de I. y T. de I.  
 U.S.C. - 2002-40-PLA-1

**Anexo 13.** Diagrama de Ishikawa realizado en el área de mantenimiento de la empresa ECOSAC.



**Fuente:** datos obtenidos del área de mantenimiento de la empresa ECOSAC.

Anexo 14. Diagrama de Pareto realizado en el área de mantenimiento.

	<b>ECOSAC AGRÍCOLA SAC</b>	<b>CÓDIGO:</b>	D-COM-001
	<b>INFORMACIÓN DE DATOS</b>	<b>VERSIÓN:</b>	00
<b>FECHA:</b>		15 de enero del 2022	
<b>PÁGINA:</b>		Página 1 de 1	

**"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"**

Yo, Christian John Minaya Luna, siendo jefe de mantenimiento de la empresa ECOSAC con RUC 20530184596 ubicada en Car.Chapaira Nro. S-N Cas. Chapaira (Frente Al Caserío Chapaira) Piura - Piura – Castilla, digo:

Se les brinda la frecuencia de las causas que generan una baja disponibilidad de las máquinas, que fueron evaluados en el periodo del año 2021, a los estudiantes Galoc Sopla Duberlin Eboysi y Silva Peña Alexander Saul, quien en mi facultad de jefe de mantenimiento doy por aprobado este documento para fines académicos del proyecto titulado "Mantenimiento Productivo Total Para Aumentar La Disponibilidad De Las Máquinas De La Empresa Ecosac, Piura".

Causas que generan la baja disponibilidad	Cantidad
Falta de mantenimiento preventivo	100
Personal sin capacitación	80
Capacitación ineficiente	80
Falta de orden y limpieza en el área de mantenimiento	35
Procedimientos inadecuados	30
Falta de repuestos	27
Mala regulación de máquinas	27
Mangueras y cañerías en mal estado	27
Paradas de producción	6
Maquinarias obsoletas	6
Ausencia de medición	5
Equipo mal calibrado	5
Piezas oxidadas	4



 **Christian John Minaya Luna**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
CIP Nº 264025

<b>Causas que generan la baja disponibilidad en las máquinas en el periodo Enero 2021- Diciembre 2021</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Frecuencia Acumulada</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Falta de mantenimiento preventivo	100	100	23.1%	23.15%
Personal sin capacitación	80	180	18.5%	41.67%
Capacitación ineficiente	80	260	18.5%	60.19%
Falta de orden y limpieza en el área de mantenimiento	35	295	8.1%	68.29%
Procedimientos inadecuados	30	325	6.9%	75.23%
Falta de repuestos	27	352	6.3%	81.48%
Mala regulación de máquinas	27	379	6.3%	87.73%
Mangueras y cañerías en mal estado	27	406	6.3%	93.98%
Paradas de producción	6	412	1.4%	95.37%
Maquinarias obsoletas	6	418	1.4%	96.76%
Ausencia de medición	5	423	1.2%	97.92%
Equipo mal calibrado	5	428	1.2%	99.07%
Piezas oxidadas	4	432	0.9%	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>432</b>			

**Fuente:** datos obtenidos del área de mantenimiento de la empresa ECOSAC.

**Anexo 15.** Carta de obtención de datos para la disponibilidad de las máquinas.

	<b>ECOSAC AGRÍCOLA SAC</b>	<b>CÓDIGO:</b>	D-COM-001
		<b>VERSION:</b>	00
<b>INFORMACIÓN DE DATOS</b>		<b>FECHA:</b>	15 de enero del 2022
		<b>PÁGINA:</b>	Página 1 de 1

**"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"**

Yo, Christian John Minaya Luna, siendo jefe de mantenimiento de la empresa ECOSAC con RUC 20530184598 ubicada en Car.Chapaira Nro. S-N Cas. Chapaira (Frente Al Caserio Chapaira) Piura - Piura – Castilla, digo:

Autorizo a los estudiantes Galoc Soplá Duberlin Eboysi y Silva Peña Alexander Saul, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, sede de Piura, se les otorga los siguientes datos de tiempos medio entre fallas, tiempo medio para reparar y la disponibilidad evaluadas de manera semanal y el resultado mostrado es el promedio.

Máquina	Número de reparaciones semanal	Horas de reparación semanal	Horas de procesos
Electrobomba vertical de 75 HP marca hidrostal	2	12	41.5
Electrobomba de fertilización	2	20	46.1
Electrobomba wauquecha	2	35	52.4
Tanques de almacenamiento de productos	4	20	53.2

  
  
**Christian John Minaya Luna**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
C.I.P. N° 264025

## **Anexo 16.** Procedimiento de almacenamiento de las máquinas y materiales en la empresa ECOSAC.

### **I. OBJETIVO**

Determinar la correcta ubicación de los materiales e insumos, en base a su nivel de rotación optimizando el espacio utilizado, así como considerar las condiciones de los ambientes donde se almacena la misma para garantizar que conserve sus características. Esto aplica a toda la mercadería o existencia física de la empresa ECOSAC.

### **II. ALCANCE**

Es aplicable al almacenamiento de toda mercadería o existencia física de la empresa en sus instalaciones.

### **III. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD**

#### **3.1. Jefe de Sistema Integrado de Gestión**

- Elaboración y verificación de cumplimiento del presente Procedimiento.
- Asesorar de manera continua en las inspecciones y en la capacitación a los correspondientes involucrados.
- Evitar que personal no autorizado tengan acceso. Para ingresar a todo almacén el visitante debe vestir pantalón, camisa manga larga, zapatos, casco y lentes de seguridad.

#### **3.2. Jefe de Almacén**

- Organizar las actividades necesarias para cumplir con el presente procedimiento en el área de almacén
- Mantener la zona de tránsito despejada para la circulación.
- Mantener los rótulos existentes en los embalajes en la parte frontal de la ruma para facilitar su identificación.

- Mantener el área en adecuado estado de higiene y organización siguiendo lo estipulado.
- Efectuar el aislamiento de los agentes físicos y químicos que puedan perjudicar los productos almacenados.
- Mantener la demarcación del piso de todo almacén, de las áreas de almacenaje y de las áreas de circulación.
- Al iniciar las tareas cada operario a cargo se asegura que las infraestructuras, maquinarias y equipos estén en buen estado, limpios y desinfectados (si corresponde) y libres de cualquier plaga de acuerdo con los procedimientos de mantenimiento, procedimientos de limpieza y desinfección.

### 3.3. Todo el personal

- No se permite el consumo de alimentos ni bebidas dentro de las instalaciones de todo tipo de almacén.
- Es responsabilidad de todos los colaboradores de la empresa ECOSAC el cumplimiento de todas las directivas estipuladas en el presente procedimiento que apliquen a su entorno de trabajo.

## IV. DEFINICIONES

- **MERCADERÍA:** Es todo bien físico que ingresa al almacén de la Empresa.
- **SUMINISTRO:** Todo bien adquirido por la Empresa.
- **REACTIVO:** Sustancia que interactúa con otra, lo que da como resultado a otras sustancias químicas con propiedades, características y conformación diferentes.
- **MATERIA PRIMA:** Es todo elemento de entrada que mediante un proceso es transformado en un bien.
- **PRODUCTOS OBSERVADOS:** Denominación que se le da a los productos que presentan alteraciones o desviaciones, las cuales se encuentran fuera

de los parámetros establecidos o de las características inherentes que estos poseen.

- **HERRAMIENTAS MANUALES:** Son utensilios de trabajo utilizados generalmente de forma individual que únicamente requieren para su accionamiento la fuerza motriz humana.

## V. DESCRIPCION GENERAL DE ACTIVIDADES

### 3.4. Procedimiento de Almacén

- Se recoge el control que se realiza a los materiales adquiridos y recibidos en el almacén de la empresa por transporte ajeno y con destino a su venta, así como su identificación. En el momento de la recepción, Almacén dispone de información sobre los pedidos realizados por Compras a los proveedores. Esta información puede consultarse a través de la orden de compra, y factura correspondiente. No obstante, se recomienda que Compras pase copia de los pedidos que Almacén le haya solicitado, por comodidad para estos últimos.
- Al llegar la mercancía, los responsables de Almacén verifican que se cumplen los siguientes puntos, esto se registrará en el **R-ALM-002 “Vale de recepción”**:

PROVEEDOR _____		RUC _____	
FACTURA N° _____		FECHA DE RECEPCIÓN _____	
DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO _____ _____ _____			
Cantidad		Und. Medida	
ENTREGADO _____	V° B° ALMACÉN		
ACEPTADO _____			
RECHAZADO _____	BOL. DE RECHAZO N° 000001		
			OBSERVACIONES

\*\* ORIGINAL - ALMACÉN - ADMINISTRACIÓN - COMPRAS- CONTROL DE CALIDAD



- El material es rechazado y se devuelve al transportista, detallando en **R-ALM-004 “Nota de rechazo”**, siempre y cuando:

- El material no es conforme según la orden de compra enviada al proveedor.
- Se envía una copia al área de administración y compras que, entre otras cosas, registrará la incidencia correspondiente. Fin del Proceso.

La persona que hace la recepción

- El material rechazado debe quedar identificado. Para ello se usará la nota de rechazo

PROVEEDOR		RUC	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
FECHA DE RECHAZO		ORDEN DE COMPRA	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
PRODUCTOS RECHAZADOS			
Cantidad	Und. Medida	Descripción	Motivo
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
OBSERVACIONES			
<input type="text"/>			
V°B° ALMACÉN		V° B° ADMINISTRACIÓN	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
		PROVEEDOR	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	

**\*\* ORIGINAL - ALMACÉN - ADMINISTRACIÓN - COMPRAS - CONTROL DE CALIDAD**

*Imagen 3. Nota de rechazo de materiales*

- Tras rechazar un material procedente de un proveedor, debe anotarse el rechazo en el Listado de Materiales Rechazados, que sirve de documento de control de estos productos.

**Nota 1:** El jefe de almacén será responsable de registrar el Vale de recepción de material, nota de aceptación y la nota de rechazos.

- Al final de todo este proceso, se consigue que todos los materiales conformes hayan sido comprobados y que estén listos para ser

almacenados tal y como se documenta en el **R-ALM-005 “Control de Inventario”**

***Nota 2:** El jefe de almacén será responsable de realizar y actualizar el inventario en el sistema.*

- Para cuando el área de operaciones necesite materiales, herramientas, insumos y/o gases comprimidos, se registrará en el formato de **“Ingreso y salida de materiales - Taller”**, código **R-AL-007**
- Cuando asignen un proyecto fuera de las instalaciones de ECOSAC y requieran materiales, herramientas, insumos y/o gases comprimidos, se registrará en el formato de **“Ingreso y salida de materiales – Obra”**, con código **R-ALM-008**.

***Nota 3:** El jefe de almacén será responsable de registrar el ingreso y salida de materiales – Obra y taller.*

### 3.5. Conservación

Para evaluar la conservación en el área de almacén, se hará un **“listado y criticidad de equipos”**, código **R-ALM-001**, además de una inspección de materiales, insumos, gases comprimidos, de manera mensual, con el fin de ver lo útil y no útil en dicha área y se registrará en la **“Tarjeta para herramientas, materiales e insumos útiles”**, código **R-ALM-009** y en la **“Tarjeta para herramientas, materiales e insumos no útiles”**, código **R-ALM-010**.

#### Recomendaciones para la conservación

- No dejar el material de empaque a la intemperie a fin de evitar daños causados por el agua, sol, polvo, etc.
- Manipular cuidadosamente el material, sin brusquedad (no dejarlo caer ni arrojarlo al piso con fuerza), para evitar deformaciones, roturas, etc.
- Cualquier material utilizado debe estar libre de cualquier material punzo cortante (clavos, astillas de madera, etc.).

- Los materiales deben ser almacenados conservando el empaque original (bolsas o cajas) para evitar daños por polvo o suciedad.
- Manipular todo material teniendo en cuenta las recomendaciones indicadas en el empaque original (delicado, este lado arriba, alejar del calor o de la humedad, etc.).

Se registrará el producto, insumo o material que sea peligroso, siempre y cuando sea manipulado por alguien autorizado, del cual deberá firmar en el formato de “**Autorización del Producto o insumo peligroso**”, código **R-ALM-007**.

### 3.6. Clasificación del almacén

#### 3.6.1. Según su ubicación

Se tiene dos tipos de almacenes:

- a. ALMACÉN PRINCIPAL: Se encuentra dentro de las instalaciones de la empresa (centro de trabajo interno) y almacena toda maquinaria, herramientas, materiales e insumos necesarios para la ejecución correcta de los procesos operativos de la empresa.

ECOSAC., tiene como almacén principal al almacenamiento de herramientas y materiales.

- b. ALMACÉN SECUNDARIO: Se encuentra dentro de las instalaciones de la empresa, pero fuera del área de almacén asignada y almacena todo insumo químico.

ECOSAC., tiene 2 almacenes secundarios, uno para material inflamable y otro para gases comprimidos.

#### 3.6.2. Según su infraestructura

- a. ALMACÉN CERRADO

Para los locales techados y cerrados lateralmente, debe considerarse:

- Disponer de buena ventilación.

- Poseer espacio suficiente para el almacenamiento, permitiendo el apilamiento.

ECOSAC tiene como almacén cerrado, tanto como principal y secundario.

### 3.7. Señalización

- En todo tipo de almacén deben existir en un lugar visible, las siguientes indicaciones o referencias:
  - a. Prohibición de la entrada a personas extrañas o no autorizadas.
  - b. Señalización de las Salidas de Emergencia.
  - c. Señalización de los extintores (de acuerdo con las definiciones técnicas y legales).
  - d. Señalización de los hidrantes (de acuerdo con las definiciones técnicas y legales). Cuando aplique.
  - e. Señalización de las duchas y lavaojos de emergencia. Cuando aplique.
  - f. Se debe tener a disposición las *Hoja MSDS* de cada insumo químico contenido en un determinado almacén.
- En toda estructura metálica de almacenamiento se debe colocar la carga máxima permitida para cada nivel correspondiente.
  - a. Las estructuras metálicas de almacenamiento deberán poseer señalización en cuanto a su capacidad de carga.
- Toda existencia debe estar debidamente identificada con su clasificación de riesgo.

### 3.8. Criterios de almacenamiento

- Se almacena cada mercadería de acuerdo con el lugar asignado en el correspondiente almacén y su almacenamiento será de acuerdo con las cantidades existentes y a su correspondiente flujo de rotación.

- El cambio de ubicación de una determinada mercadería se realiza sólo cuando el flujo de rotación lo determina.
- Los productos de limpieza, desinfección, mantenimiento y control de plagas se almacenan de manera que no ocasionen contaminación cruzada con las materias primas e insumos.
- Se mantienen los productos organizados de tal forma que su conteo puede ser realizado de forma rápida y efectiva.
- Se toma en cuenta la capacidad de los almacenes para el almacenamiento de la mercadería designada y específica.
- Se considera el tipo de envases y embalajes: tambor, cilindro de fierro, cilindro de cartón, caja, caneca, sacos, etc.
- Mantener una distancia de separación de por lo menos 20 cm entre las paredes laterales y las rumbas de los productos para asegurar la ventilación adecuada y localizar e identificar derrames, mientras la infraestructura lo permita.
- La concentración de carga en las estructuras metálicas de almacenamiento debe ser uniforme en el mejor de los casos

### 3.9. Altura de apilamiento

- La altura máxima de apilamiento puede variar en función de la calidad y resistencia del material utilizado en el embalaje, siendo compatibles con la capacidad de carga del piso, estructura o del rack utilizado.
- No transportar volúmenes de mercancía superiores a la altura de ojos. Empujar, NO halar.

### 3.10. Despacho

El jefe de Compras en coordinación de manera interna con el jefe de almacén, serán los responsables del despacho del producto terminado hacia el cliente, mediante el **“Registro de salida de equipos”**; código

R-COP-010; y se elaborará un “Informe de salida de equipos”, código D-COP-001.

## VI. ANEXO



1 Explosivos



2.1 Gases inflamables



2.2 Gases a presión, ni tóxicos, ni inflamables



2.3 Gases tóxicos



3 Líquidos inflamables, no tóxicos



4.1 Sólidos inflamables



4.2 Sólidos de inflamación espontánea



4.3 Gases inflamables en contacto con el agua



5.1 Materia comburente



5.2 Peróxido orgánico



6.1 Tóxico



6.2 Infeccioso



7 Radiactivas



8 Corrosivo



9 Peligros diversos



9A Baterías de litio

**Anexo 17.** Evidencias de la mejora del área de almacén de la empresa ECOSAC.















**Anexo 18. Capacitaciones brindadas al personal de la empresa ECOSAC.**



## **Anexo 19.** Plan de mantenimiento para la empresa ECOSAC.

### **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

- a. Trazabilidad de la información:** El gerente comercial debe brindar información sobre el servicio en trámite al inicio del servicio y durante su ejecución.
- b. Supervisión de trabajos:** Una vez creado el diseño, se fabricará y / o supervisará durante todo el proceso, teniendo en cuenta las especificaciones proporcionadas para el servicio.
- c. Aprobación o rechazo del proyecto:** Ya culminado el desarrollo del proyecto, el gerente de mantenimiento junto con el gerente de producción revisará el equipo fabricado.
- d. Elaboración de Informe de inspección de mantenimiento:** El responsable de mantenimiento deberá elaborar un informe de inspección de mantenimiento al final del servicio, y especificar las no conformidades encontradas en la inspección del servicio en el informe correspondiente. Si la información detallada de las no conformidades se encuentra en el archivo, será fundar.

### **PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- Se considera **Mantenimiento Preventivo** El mantenimiento preventivo de cada equipo, maquinaria y / o infraestructura se realiza anualmente.

#### **- ACERCA DE LA INFRAESTRUCTURA**

El responsable de control de calidad supervisa el estado de protección de los edificios y espacios de trabajo de la empresa, y plantea los requisitos de servicio para la corrección y mantenimiento preventivo de la infraestructura general.

#### **- ACERCA DE LOS EQUIPOS DE OPERATIVOS**

El responsable gestiona el mantenimiento preventivo de los equipos operativos según el mes correspondiente.

- a.** Teniendo en cuenta las especificaciones del fabricante, la frecuencia de uso y la carga de trabajo, el programa correspondiente se puede reprogramar y / o modificar para diferentes situaciones, tales como: Resultado de las inspecciones periódicas por parte del usuario.
- Resultado de la criticidad de equipos.
  - Resultado de la disponibilidad de equipos.
  - Resultado de las necesidades del área.
- b.** El responsable se coordina con el responsable de otras áreas para realizar el mantenimiento preventivo de forma periódica para evitar la interrupción de las operaciones o el trabajo en curso.
- c.** La ejecución de las actividades de mantenimiento se realiza mediante la realización de una solicitud de acuerdo con el formato de la lista de demanda, y el gerente de logística solicita prestar los servicios de según lo estipulado en procedimientos de compras y servicios.
- d.** El mantenimiento se realiza de forma específica de acuerdo con las instrucciones de mantenimiento de cada máquina o equipo.
- e.** Si se requiere un servicio, suministro o recambio específico, la solicitud se genera utilizando el formato de lista de solicitudes, la cual es administrada por el responsable y recibida por el gerente de compras.
- f.** El responsable se pone en contacto con el proveedor de servicios (contratista) para coordinar la fecha de finalización de la obra.
- g.** El responsable supervisa y apoya a la empresa contratista en el transcurso del procedimiento de ejecución del proyecto de acuerdo con las labores de mantenimiento prescritas, si no se realizan actividades por cualquier motivo, el responsable y el gerente regional reprogramarán.
- h.** El responsable informa al responsable del área correspondiente de la finalización del proyecto y el estado restante de los equipos y / o instalaciones. Ambas partes confirman que el trabajo realizado después de probar el equipo y salir del área de trabajo está limpio y ordenado. Aprueban el formato del registro de reparación y guardan una copia para el gerente de área. El área de reparación archiva el registro original.

- i. Los equipos de cómputo y / o maquinaria que sufrieron daño y / o deterioro no correctivo, o su mantenimiento es económicamente inconveniente para la empresa, serán separados y clasificados como no operativos; continuaremos ejecutando los trámites correspondientes para finalmente cancelar

### **PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

- a. Se considera mantenimiento correctivo a toda actividad que se realiza cuando surge una parada intempestiva en su proceso productivo.
- b. Si los usuarios detectan una falla en la operación de los equipos y / o infraestructuras regionales, deben emitir una acción correctiva o formulario de solicitud de mejora F-MQ-SGI-39 y notificar al líder regional o gerente de procesos del problema.
- c. El gerente de área revisa y aprueba el formulario de solicitud de mejora o acción correctiva previamente llenado F-MQ-SGI-39, y lo envía al área de mantenimiento para su ejecución inmediata.

### **Disposiciones Generales**

- a. El responsable debe llevar una hoja de registro de mantenimiento con el fin de llevar un registro histórico de cualquier daño, operación incorrecta, modificación y / o mantenimiento de cada máquina, infraestructura o equipo. Esta protección será supervisada por el director general.
- b. Al realizar determinados tipos de mantenimiento, el responsable deberá revisar y / o actualizar la ficha técnica correspondiente de cada equipo o máquina.
- c. La insignia correspondiente es el color específico del mes. El tamaño de la insignia está relacionado con el tamaño de la máquina relacionada. Debe colocarse en un lugar visible para no dificultar su visualización al manipular la maquinaria o equipo correspondiente.

## Anexo 20. Carta de obtención de datos para la disponibilidad de las máquinas

	<b>ECOSAC AGRÍCOLA SAC</b>	<b>CÓDIGO:</b>	D-COM-001
		<b>VERSIÓN:</b>	00
<b>INFORMACIÓN DE DATOS</b>		<b>FECHA:</b>	15 de enero del 2022
		<b>PÁGINA:</b>	Página 1 de 1

### "AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Yo, Christian John Minaya Luna, siendo jefe de mantenimiento de la empresa ECOSAC con RUC 20530184598 ubicada en Car.Chapaira Nro. S-N Cas. Chapaira (Frente Al Caserío Chapaira) Piura - Piura – Castilla, digo:

Autorizo a los estudiantes Galoc Sopla Duberlin Eboysi y Silva Peña Alexander Saul, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, sede de Piura, se les otorga los siguientes datos de tiempos medio entre fallas, tiempo medio para reparar y la disponibilidad evaluadas de manera semanal y el resultado mostrado es el promedio.

Máquina	Número de reparaciones semanal	Horas de reparación semanal	Horas de procesos
Electrobomba vertical de 75 HP marca hidrostal	1	1	48
Electrobomba de fertilización	1	1	48
Electrobomba wauquecha	1	1	50
Tanques de almacenamiento de productos	1	1	54



 **Christian John Minaya Luna**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
C.I.P. N° 264025

## Anexo 21. Constancias de validación de instrumentos.

### Constancia de validación 1.

Yo, OLIVER FABIAN CUPEN CASTAÑEDA, identificado con DNI N° 02845346 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, con grado de MAGISTER, ejerciendo actualmente como DOCENTE PROGRAMA DE FORMACIÓN PARA ADULTO – UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.

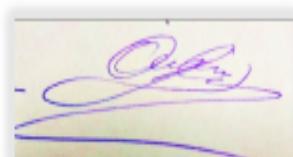
Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA ECOSAC, PIURA – 2021"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

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

En Piura, a los 29 días del mes de abril del año 2022.



Mgr.: ING. OLIVER F. CUPEN CASTAÑEDA  
DNI: 02845346  
Especialidad: ING. INDUSTRIAL.  
E-mail: OCUPEN@HOTMAIL.COM

### Constancia de Validación

Yo, **Victor Gerardo Ruidias Alamo**, identificado con DNI N° 02606042 de profesión **Ingeniero Industrial**, con grado de **Maestro en Ciencias de la Educación**, ejerciendo actualmente como Docente Universitario en PFA en la Universidad César Vallejo- Filial Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: **"MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA ECOSAC, PIURA – 2021"**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

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

En Piura, a los 02 días del mes de mayo del año 2022.

  
-----  
**Victor Gerardo Ruidias Alamo**  
Ingeniero Industrial  
Registro CIP N° 85268  
-----

### Constancia de validación 1.

Yo Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Magister en Docencia Universitaria, de profesión Ingeniero Industrial desempeñándome actualmente como Docente en Universidad César Vallejo.

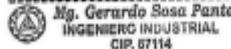
Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA ECOSAC, PIURA – 2021"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			3	
Amplitud de contenido			3	
Redacción de los ítems			3	
Claridad y precisión			3	
Pertinencia			3	

En Piura, a los 12 días del mes de abril del año 2022.

  
  
Mg. Gerardo Sosa Panta  
INGENIERO INDUSTRIAL  
CIP. 67114

Sello y firma del validador