



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS  
COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA  
REENCAUCHADORA ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Vannia Stefanny Rodriguez Quiroz

Asesor:

Ing. Luis Mantilla Rodriguez

Trujillo - Perú

2020

## DEDICATORIA

*A nuestro Padre Celestial por darme la vida y la  
fortaleza para continuar y seguir adelante.*

*A mis padres:*

*Carmen y Rafael por su amor, trabajo y sacrificio en  
todos estos años, quienes han sabido formarme con  
buenos sentimientos, hábitos y valores, los cuales me  
han ayudado a salir adelante en los momentos de  
dificultad.*

*A mi hermana Sindy que me ha brindado su apoyo en  
todo momento.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco en primer lugar a Dios, por bendecirme  
para llegar hasta donde he llegado.*

*A mi asesor, Ing. Luis Mantilla, por el apoyo y la  
disposición brindada hasta la culminación de la tesis.*

*Al Sr. Robert Zamora por haber aceptado que se  
realice la tesis en su empresa.*

*A la universidad, por aceptar formar parte de ella y a  
sus distinguidos docentes que brindaron sus  
conocimientos y su apoyo para seguir adelante.*

*Agradecemos a todos los que fueron nuestros  
compañeros de clase durante estos años, por la amistad  
y apoyo moral han aportado en las ganas de seguir  
adelante en la carrera profesional.*

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	35
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	46
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	79
REFERENCIAS .....	81
ANEXOS.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables
Tabla 2: Medida de llantas reencauchadas
Tabla 3: Marcas de llantas nuevas
Tabla 4: Cruce de Información de las encuestas
Tabla 5: Frecuencia de las Causas
Tabla 6: Causas principales de los costos operativos
Tabla 7: Codificación de área de producción.
Tabla 8: Código de equipo
Tabla 9: Codificación de cada equipo
Tabla 10: Código de herramientas y repuestos
Tabla 11: Tiempo mínimo de limpieza
Tabla 12: Filosofía 5S
Tabla 13: Cronograma de capacitación en mantenimiento de equipos industriales
Tabla 14: Disponibilidad de los equipos
Tabla 15: Tasa de rendimiento de los equipos
Tabla 16: Tasa de calidad de los equipos
Tabla 17: Eficiencia global de los equipos
Tabla 18: Valoración del OEE
Tabla 19: Eficiencia global de los equipos propuesto
Tabla 20: Valores de producción
Tabla 21: Valores de calidad
Tabla 22: Valores de mantenimiento
Tabla 23: Valores de seguridad.
Tabla 24: Matriz de criticidad de los equipos
Tabla 25: Rangos para la matriz AMEF
Tabla 26: Nivel de significancia para la matriz AMEF
Tabla 27: Clasificación del impacto de la falla
Tabla 28: Clasificación de la frecuencia de ocurrencia de la falla
Tabla 29: Clasificación de la facilidad de detección de la falla

Tabla 30: Matriz de análisis de modo y efecto de fallas

Tabla 31: Programa de mantenimiento preventivo anual de equipos

Tabla 32: Programa de mantenimiento preventivo anual de motores eléctricos

Tabla 33: Programa de mantenimiento preventivo de la raspadora

Tabla 34: Programa de mantenimiento preventivo de la escareadora

Tabla 35: Programa de mantenimiento preventivo de la encementadora

Tabla 36: Programa de mantenimiento preventivo de la embandadora

Tabla 37: Programa de mantenimiento preventivo de la autoclave

Tabla 38: Programa de mantenimiento preventivo de la compresora

Tabla 39: Inversión de la propuesta

Tabla 40: Evaluación financiera

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama General de la Herramienta Causa-Efecto

Figura 2: Evolución de la Gestión del Mantenimiento

Figura 3: Los Ocho Pilares del TPM.

Figura 4: Organigrama de la Empresa

Figura 5: Diagrama del Proceso Productivo

Figura 6: Diagrama Ishikawa

Figura 7: Diagrama de Pareto

Figura 8: Matriz de Indicadores

Figura 9: Estructura del Código de Equipos

Figura 10: Ficha Técnica de la Raspadora

Figura 11: Ficha Técnica de la Escareadora

Figura 12: Ficha Técnica de la Encementadora

Figura 13: Ficha Técnica de la Embandadora

Figura 14: Ficha Técnica de la Autoclave

Figura 15: Ficha Técnica de la Compresora

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Propuesta de Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para reducir los costos operativos en la empresa Reencauchadora Zaga y Asociados S.R.L.” tiene como objetivo determinar en qué medida la metodología brinda una mejora en el proceso productivo. La metodología que se propone es un Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos de la empresa y pueda realizarlo el mismo trabajador antes de presentarse la falla. Se logró determinar la eficiencia global de los equipos con un promedio de 74.41%, debido a los problemas de mantenimiento que se presentaron en el año 2019, se determinó la criticidad de los equipos e implementó el Plan de Mantenimiento Preventivo a los equipos críticos, de importancia media y secundarios de la empresa Zaga y Asociados S.R.L. Con esta evaluación se busca cumplir con los mantenimientos preventivos en un 100% y mejorar la eficiencia global de los equipos en 94.49%. Se logrará disminuir los costos por mantenimiento correctivo en un 94%, ahorrando por S/.67,780.77 al año, mediante un mejor funcionamiento de los equipos, así como un mejor uso de los recursos humanos. Permitirá la reducción de tiempos por retraso en el proceso de reencauche y en costos operativos por las horas que se deja de usar el equipo. El plan de mejora propuesto es viable, ya que en el análisis Beneficio- Costo es igual a 2.22, lo cual indica que por cada sol invertido hay una ganancia de 1.22. El valor del TIR es igual al 46% y VAN S/. 11,724.22, haciendo rentable para la empresa la implementación del proyecto.



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El proceso de reencauche consiste en cambiar la banda de rodamiento sin alterar la composición de la llanta ni sus carcacas, con lo que evidentemente se disminuyen los costos frente a unas nuevas. Claro que, como el precio del procedimiento depende directamente del diámetro de estas, la relación costo beneficio es más favorable para las llantas grandes. Por Ley, en Estados Unidos, los carros oficiales utilizan llantas reencauchadas. Por esto mismo, Italia ahorró en el 2005 un millón de barriles de petróleo. En Colombia, multinacionales y compañías locales compiten con tecnología por este mercado que asciende a \$200 000 millones anuales; a la par de la demanda, las principales firmas reencauchadoras del país modernizaron sus instalaciones y equipos. Esta situación les permite ofrecer a los consumidores productos de alta especificación y calidad, elaborados con tecnología de punta. El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec) lanzó en octubre del 2005 la norma técnica NTC 5348 para el control de esos procesos. De ahí empresas como Automundial han invertido en los últimos tres años más de \$25 000 millones en equipos de última generación, como una mezcladora de insumos para la producción del caucho que es monitoreada desde Portugal por la firma EIB; con una participación del 25%, esta compañía reencaucha al mes unas 13 000 llantas que son utilizadas en los buses articulados de TransMilenio, camiones y tractomulas de centenares de empresas de transporte de carga pesada, buses, busetas, colectivos y microbuses. En Panamá, la industria del reencauche genera entre 10 y 11 millones de dólares, esto basado en que anualmente se reencauchan unas 58 000 llantas con un costo por trabajo que ronda entre los \$175 y los \$200 dólares americanos, 50% menos que comprar una nueva, cuyo precio estimado es de unos \$400 dólares americanos o más. Sin embargo, de acuerdo con un estudio de sensibilización realizado por Reenfrio en 2013, solo el 7% de las llantas de buses y camiones que están rodando han sido reencauchadas, una causa de esto es la mala información que hay al respecto. Mientras tanto, en Ecuador, Max Konanz, gerente comercial de la empresa Conauto, señaló que actualmente reencauchan 20 mil neumáticos al año, con lo que sustituyen \$ 6 millones en importaciones y prevén subir a 60 mil llantas en los próximos 3 años para llegar a reemplazar alrededor de \$ 18 millones. Al respecto, Benjamín Colorado, director de la división de neumáticos de Mavesa, señaló que con la nueva norma que indica que los importadores deberán reencauchar o reciclar el 30% de los neumáticos importados, el porcentaje subirá gradualmente hasta llegar al 80 % en el 2018, se espera incrementar el índice de reencauche de un 50% actual al 65% en el 2017.

En el Perú, la empresa Renova S.A.C. se considera el líder en el mercado de reencauche a nivel nacional, su capacidad y calidad de producción son comparables con las plantas más

grandes y modernas del mundo; cuenta con más de 70 años en el mercado. Sin embargo, reencauchadoras pertenecientes a empresas como Compañía GoodYear del Perú S.A., Michelin del Perú S.A., Reencauchadora Relino S.A.C., Industrial El Sol S.A.C., Megabanda S.A.C., entre otras, también tienen un porcentaje de participación considerable en esta industrial del reencauche.

La empresa Reencauchadora Zaga y Asociados S.R.L. tiene más de 4 años en su rubro, sin embargo, el Grupo Zaga al que pertenece, cuenta con más de 19 años de experiencia en el rubro de neumáticos. La reencauchadora es una empresa que se constituyó en el año 2012, con el objeto de dedicarse al reencauche (proceso de re-fabricación) de llantas de todo tipo y de cualquier medida; autoservicio y venta de llantas nuevas de diversas marcas, pero especializado en Aeolus; para vehículos motorizados, en especial camiones, cisternas y buses. La empresa se divide en tres áreas bien definidas: área administrativa y gerencia, área de comercialización y área de producción. Cada área cuenta con funciones específicas y claras que son debidamente supervisadas para lograr un perfecto trabajo en equipo. El área administrativa y gerencial es el responsable de definir los planes estratégicos para el logro de los objetivos. El área de comercialización tiene como objetivo captar clientes y/o flotas tanto para ofrecer el servicio de reencauche o venta de llantas nuevas en las diversas marcas, especialmente Aeolus; y fidelizar a los clientes actuales con el servicio de post-venta. Finalmente, el área de producción es el responsable del proceso netamente de reencauche. Al hablar de producción, también se deben tocar las subáreas que ésta representa: seguridad, medio ambiente, calidad, logística y mantenimiento. Un operario es el encargado de garantizar la calidad del reencauche de las llantas y asegurar se cumpla con ciertos estándares. Sin embargo, en la Reencauchadora Zaga y Asociados S.R.L. como en toda empresa existen algunos puntos débiles que deben reforzarse para mejorar. En cuanto al tema de materiales y/o insumos, no se encuentran debidamente clasificados y/o ubicados, además de una inadecuada planificación tanto de la adquisición de éstos como la programación de proceso de llantas por cliente, con el fin de evitar paros durante el proceso productivo. Además, las maquinarias no cuentan con un plan de mantenimiento predictivo, por ende, se pueden producir paros por maquinaria. Cabe mencionar que los operarios tampoco están debidamente capacitados para llevar a cabo el mantenimiento de las maquinarias y no cuentan con los insumos o herramientas necesarios para realizar tal tarea.

### 1.1.1. Antecedentes de la Investigación

#### 1.1.1.1. Antecedente internacional

- a. El artículo científico titulado *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*, de Riera (2012), publicado por la Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador, menciona que con el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo se logró mejorar la productividad de la planta en un 20%, se disminuyó el tiempo de entrega de los productos de 5 a 3,5 días. Se estableció procedimientos para realizar las acciones de mantenimiento en las diversas maquinarias de la planta. Todo esto se consiguió con la cooperación del personal operario, quienes tienen mucho conocimiento sobre funcionamiento de las maquinarias. El antecedente contribuye que mediante un mantenimiento preventivo se puede reducir costos operativos.
  
- b. El artículo científico titulado *Propuesta de Implementación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa International Paper Recycling Xalapa*, de Velasco(2014), publicado por la Universidad Veracruzana, México, redujo los paros de máquina y las pérdidas crónicas de las máquinas punteadoras. Dentro de la implementación de esta metodología, se pudo ver como el equipo de mejora continua adquirió un profundo conocimiento (a detalle) de los diferentes mecanismos de estas máquinas y un aumento de la efectividad total del equipo (ETE), de más del 0.29 (de un 0.25 a 0.54). El antecedente contribuye así a reforzar la efectividad de los equipos mediante un plan de mantenimiento como se pretende en la presente tesis.

#### 1.1.1.2. Antecedente Nacional

- a. El artículo científico titulado *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la confiabilidad de las maquinarias en la planta merrill crowe de minera Coimilache S.A.*, de Castillo y Cieza (2013), publicado por la Universidad Privada del Norte, en Cajamarca, Perú, logró implementar el sistema de mantenimiento preventivo basado en la

lubricación y mejorar la confiabilidad de la maquinaria de 0.5 a 0.83, se logró el tiempo de cambio de aceite en 54.98% y el reengrase en 50.38%.

- b. El artículo científico titulado *Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial*, de Rivera (2011), publicado por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, se logró disminuir los reclamos de producción en un 25%, así mismo las paradas en un 15%, mejorando la confiabilidad de las máquinas para el área usuaria.

### 1.1.1.3. Antecedente Local

- a. El artículo científico titulado *Implementación de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total en la producción del Pimiento Piquillo en la Empresa Agroindustrial DANPER Trujillo S.A.C*, de Vela (2013), publicado por la Universidad Nacional de Trujillo, en La Libertad, Perú, menciona sobre un aumento de la OEE inicial de 40% a una OEE final de 48%. Se formó 07 Grupos de trabajo CATS para el mejoramiento continuo determinando problemas en los equipos y procesos y proponiendo soluciones a los mismos. Se redujo las paradas de máquina, alcanzando un incremento de la Disponibilidad de Equipos, de 98.6% a 99.9%. Se logró la meta establecida inicialmente de OEE > 45%, reflejando la importancia de la implementación del TPM en la planta pimiento.
- b. El artículo científico titulado *Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento según el Enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para Reducir los Costos Operativos de la Empresa SERFRIMAM EIRL*, de Suárez (2016), publicado por la Universidad Privada del Norte, en La Libertad, Perú, demostró que la propuesta es económicamente viable, con un costo de oportunidad de capital del 3%, el VAN de 196320.39, el TIR 40.17% y el beneficio/costo de 1.14. Además, la reducción de los costos operativos se logró siendo el beneficio total de la empresa S/. 5614.34 al mes. El antecedente contribuye así a reforzar el modelo del plan de mantenimiento preventivo de la presente tesis.

## 1.1.2. Bases Teóricas

### 1.1.2.1. Herramientas de Diagnóstico

Existe un conjunto de herramientas básicas, que si son utilizadas conforme a objetivos claros pueden ayudar a identificar posibles problemas, a priorizar su importancia y a plantear e instrumentar medidas correctivas. Son de utilidad en las fases iniciales del trabajo con los procesos, entendiendo que un proceso es una secuencia de tareas o actividades que tienen un fin específico.

Las herramientas básicas para el diagnóstico de situaciones son sencillas de aplicar, pero la clave del éxito radica en saber cuál es la más apropiada para utilizar en una situación específica y cuál es la forma correcta de usarla. Se asegura que particularmente en el contexto del trabajo organizacional y en las tareas de mejoramiento de la calidad, permitan resolver un porcentaje muy alto de problemas que con el tiempo perjudican el logro de las metas y los objetivos organizacionales. Existen estudios que demuestran que más de 80% de los problemas en el ámbito laboral, en las más diversas organizaciones, se pueden diagnosticar y resolver satisfactoriamente utilizando estas herramientas. De hecho, en Japón y en muchas empresas de Estados Unidos de Norteamérica, los obreros y los trabajadores de todos los niveles las utilizan cotidianamente (Ojeda y Behar, 2006). A continuación, se presentan sólo dos tipos de ellas, que son las de interés dado que se han aplicado en el presente estudio.

#### a. Diagrama causa-efecto

El diagrama causa-efecto que por su estructura se le conoce como diagrama de espina de pescado fue desarrollado para representar la relación entre algún efecto y todas las posibles causas que lo influyen. El efecto o problema es colocado en el lado derecho del diagrama y las influencias o causas principales son listadas a su izquierda. Es una herramienta útil cuando se necesita explorar y mostrar todas las causas posibles de un problema o una condición específica.

Los diagramas de causa-efecto se utilizan para ilustrar claramente las diferentes causas que afectan un proceso, identificándolas y relacionándolas unas con otras. Para un efecto hay varias categorías de causas principales que pueden ser resumidas en cuatro: personas, maquinaria, métodos y materiales, estas categorías son sólo

sugerencias, y el diagrama se adapta a la naturaleza y complejidad del problema.

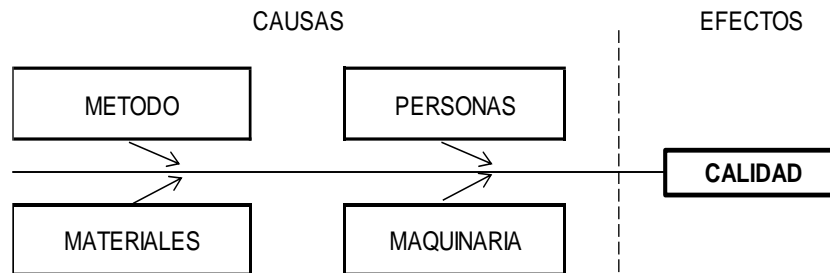


Figura 1: Diagrama General de la Herramienta Causa-Efecto. Ojeda y Behar, 2006.

### 1.1.2.2. Herramientas de Mantenimiento

Barrios y Ortiz (2012), definieron al mantenimiento como el conjunto de actividades ejercidas sobre equipos o sistemas, para restablecer o conservar un estado específico, con el objetivo de asegurar la competitividad de la empresa, garantizando la disponibilidad y confiabilidad prevista, además de satisfacer todos los requerimientos de calidad, cumpliendo con las normas de seguridad y medio ambiente.

Según el Centro Internacional de Educación y Desarrollo (1995), define al mantenimiento como: "El conjunto de acciones orientadas a conservar o restablecer un sistema o equipo a su estado normal de operación, para cumplir un servicio determinado en condiciones económicamente favorables y de acuerdo con las normas de protección integral".

Por otro lado, la implantación de un sistema de mantenimiento en una industria no es una tarea fácil, ya que involucra a todos los departamentos y a todos los elementos de esta. Debe contar con un respaldo sólido por parte de la dirección debido a que resulta difícil lograr altos niveles de eficiencia sin su apoyo. La calidad del programa de mantenimiento tiene una influencia importante sobre la calidad final del producto (Sánchez et al., 2006).

Objetivos del mantenimiento

- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.
- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas de los equipos de la empresa.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.

- Evitar parada de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Disminuir los costos de mantenimiento.

El mantenimiento adecuado tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Para finalizar, Villanueva (2012) señaló que los tipos de mantenimiento principales pueden ser de tres tipos: correctivo, preventivo y predictivo, los cuales buscan mantener y preservar un equipo o sistema en una condición adecuada para que cumpla con el propósito de su diseño.

#### **a. Mantenimiento Correctivo**

Consiste en la reparación de una avería una vez que se ha originado, la producción disminuye y los costes aumentan. Es muy impredecible conocer el gasto y el tiempo de reparación ya que se presenta de forma imprevista. Este tipo de mantenimiento considera necesario no solo reparar la máquina averiada sino también buscar, diagnosticar y corregir la causa real que provocó el fallo (Sánchez et al., 2006).

El mantenimiento correctivo analiza la falla inmediatamente después de presentarse. Las correcciones de las averías se realizan de manera inmediata, es decir, existe un inevitable paro en la producción y la reparación comienza sin una planificación previa, lo cual indica que las actividades de operación pueden posponerse hasta que llegue el momento más adecuado (Cuéllar, 2012).

#### **b. Mantenimiento Preventivo**

Soler (2012), mencionó que el mantenimiento preventivo es un conjunto de técnicas que tienen como finalidad disminuir y/o evitar las reparaciones de los equipos, con tal de asegurar su total disponibilidad y rendimiento al menor coste posible. Para llevar a cabo esta práctica se requieren rutinas de inspección y renovación de los elementos deteriorados. Las inspecciones son las acciones en las cuales se procede

al desmontaje total o parcial, a fin de revisar el estado del equipo, en donde los elementos pueden ser sustituidos tomando como referencia su vida útil o su tiempo de operación.

Está planificado en el tiempo, su objetivo es evitar que se produzca la avería y reducir el número de intervenciones correctivas mediante la realización de revisiones periódicas. Requiere una disciplina estricta de supervisión, así como la elaboración y cumplimiento de un plan de mantenimiento preventivo. Las grandes industrias, conscientes de las pérdidas que se producen cuando una máquina se descompone e interrumpe su producción, destinan una buena parte de su presupuesto en estas actividades (Villanueva, 2012).

### **c. Mantenimiento Predictivo**

Consiste en anteponerse a la avería y para poder realizarlo es necesario disponer de tecnología basada en indicadores capaces de medir las variables que demuestren el momento de intervención a la maquinaria o al equipo en el instante preciso, así como contar con personal preparado para la interpretación de los datos. A pesar del alto costo que implica el desarrollo de este mantenimiento, hoy en día es el tipo más implementado en las industrias, gracias a la ventaja que posee de poder mostrar en cualquier instante de tiempo, el estado general de cada una de las máquinas de la planta, permitiendo controlar su óptimo funcionamiento (Olarte et al., 2010).

Por otra parte, Emerson Industrial Automation (2010), definió al mantenimiento predictivo como el proceso para utilizar un método detallado que identifique fallas de componentes o riesgos en el equipo, antes de que ocasionen paradas forzadas o pérdidas de rendimiento, el cual, ayude a ahorrar tiempo valioso y reducir gastos globales de operación.

Durante el transcurso del tiempo los diferentes tipos de mantenimiento eran vistos como una parte externa del proceso productivo, por ello, surgió el concepto de Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés), como una necesidad para integrar las distintas áreas de una empresa y con la finalidad de adquirir una mejora en la productividad y disponibilidad.



#### **d. Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

El TPM es una estrategia de mantenimiento para llegar a obtener la máxima efectividad de los equipos productivos mediante la eliminación de averías y paros imprevistos en la cual participan todos los empleados de la empresa en función de sus capacidades y conocimientos (Escudero, 2007). Dicha estrategia es una forma de renovación de los procesos, en forma permanente y no tiene fin, eficazmente incrementa la capacidad de los equipos y reduce pérdidas de operación; más que una técnica, es un proceso de cambio de la cultura corporativa para mantener la efectividad de los equipos al máximo nivel a través de la implicación de todos los miembros de la organización (Álvarez, 2007).

La misión de toda empresa es obtener un rendimiento económico, sin embargo, la misión del TPM es lograr que la empresa obtenga un rendimiento económico creciente en un ambiente agradable, como producto de la interacción del personal con los sistemas, equipos y herramientas (ITSM, 2014).

El TPM consiste en un programa o una metodología cuyo objetivo es la maximización del rendimiento operacional con la participación directa de los operadores, siendo efectuado por los mismos, tareas pequeñas, como limpieza, inspecciones, lubricación y reparaciones pequeñas.

Esta metodología tiene como objetivo reducir o eliminar las pérdidas en máquinas, el equipo e instalaciones del operador, dando más responsabilidad y autonomía para quién opera.

El TPM es un Mantenimiento Productivo realizado por todos los empleados de la empresa, utilizando Actividades de Pequeños Grupos de Trabajo, con actuación principalmente de los operadores de máquinas y equipos.

Origen del TPM:

El TPM surgió en Japón, en 1971, gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema para el control de equipos en las plantas con un nivel de automatización importante. En el mismo país, antiguamente los operarios llevaban a cabo tareas de mantenimiento y producción simultáneamente; sin embargo, a medida

que los equipos productivos se fueron haciendo progresivamente más complicados, se derivó hacia el sistema americano de confiar el mantenimiento a los departamentos correspondientes (Cuatrecasas y Torrell, 2010).

El TPM es una consecuencia de la implantación de distintas etapas de Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo, en una evolución fundamentada en la filosofía de la mejora continua, tal y como se aprecia en la Gráfica N°02, donde cada fase se ha caracterizado por un enfoque propio que finalmente ha servido de base para la introducción y desarrollo de su etapa siguiente.

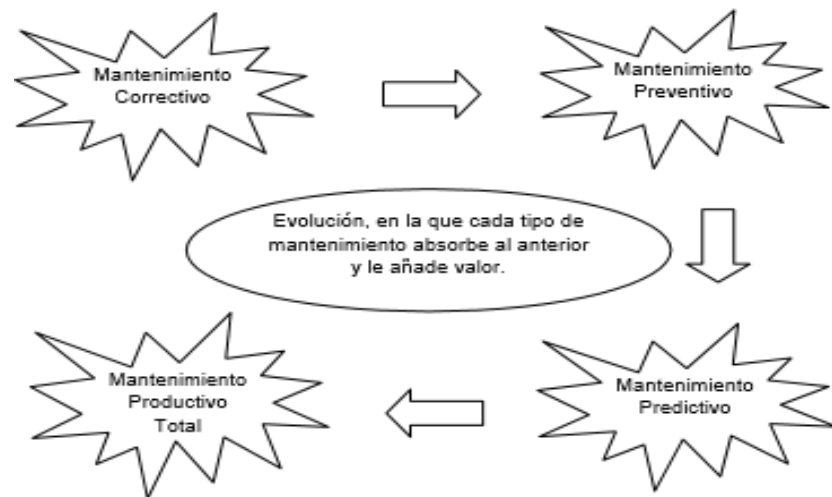


Figura 2: Evolución de la Gestión del Mantenimiento. Cuatrecasas y Torrell, 2010.

#### Objetivos del TPM

El TPM tiene como objetivo el mejoramiento de las personas, los equipos y por lo tanto de toda la organización, consiguiendo la máxima disponibilidad del uso en la producción de las máquinas y equipos, con la participación de todos, independientemente del nivel jerárquico.

El TPM busca cero imperfecciones y quiebra cero de los equipos, al lado del defecto cero en los productos y pérdida cero en el proceso, actuando directamente en el beneficio de la compañía a la medida que mejora la productividad por lo tanto una mayor competitividad en el mercado.

Parte del mejoramiento y del mantenimiento de los equipos a su más alto nivel de rendimiento es adoptar metas ambiciosas. Como las metas “Cero defectos” de gestión de calidad, las metas del TPM son similares respecto de los equipos.

Beneficios del TPM (Nakajima S, 1991)

Organizativos

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- Redes de comunicación eficaces.
- Seguridad.
- Mejorar las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

Productividad

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.

- Menor costo financiero por cambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

#### Pilares del TPM

Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como “pilares”, estos sirven de apoyo para construir un sistema de producción ordenado ya que siguen una metodología disciplinada, poderosa y efectiva (Silva, 2005).

De acuerdo con Jiménez (2012), los pilares considerados necesarios para el desarrollo del TPM en una organización, son los que se muestran en la figura 3.

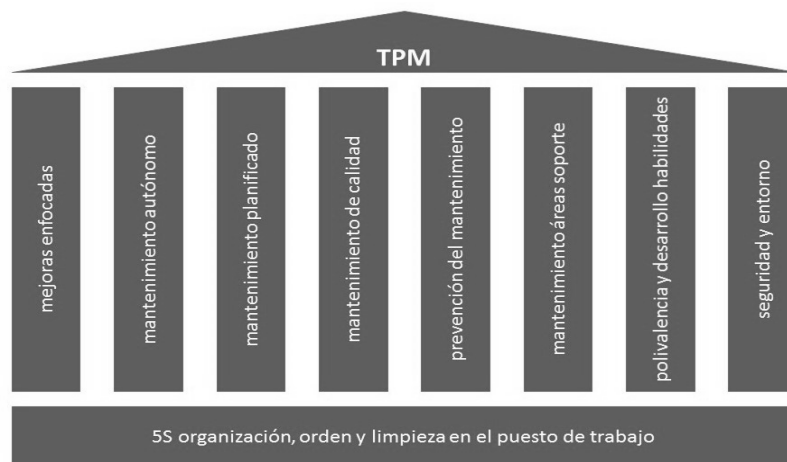


Figura 3: Los ocho pilares del TPM. Jiménez, 2012.

#### Mejoras Enfocadas o Específicas (Kobetsu Kaizen)

Identifica aquellos problemas que causan la disminución de la eficiencia y productividad en las áreas de trabajo, permitiendo establecer herramientas que ayudan a encontrar soluciones en un plazo determinado, maximizando la efectividad global de los procesos, equipos y la organización como tal (Jiménez, 2012).

#### Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen

El Mantenimiento autónomo es uno de los 8 pilares más característicos del TPM. Está compuesto por un conjunto de actividades realizadas por los operadores, como son el efectuar mantenimiento rutinario y mejoras que evitan el deterioro acelerado, controlan la contaminación y ayudan a mejorar las condiciones del equipo. Dichas actividades incluyen: inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, etc., estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantenerlo en las mejores condiciones de funcionamiento. Se enfoca principalmente en el técnico u operario que está en contacto permanente con la máquina, que conoce bien su funcionamiento y que puede identificar con facilidad y agilidad las posibles fallas que esta pueda presentar (Paredes, 2009).

#### Mantenimiento planificado o progresivo (Keikaku Hozen)

Quirós (2013), mencionó que la planificación trata de agilizar el proceso de reparación (encontrar de forma rápida la causa principal del problema), para que los tiempos de paro en la producción disminuyan llevando a cabo un control de la periodicidad del mantenimiento de los equipos, el cual permita eliminar los fallos y reducir costes. Los conjuntos de labores son ejecutados por personal especializado en mantenimiento y su principal eje de acción es entender la situación que se está presentando en el proceso o en la máquina, teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio.

#### Educación y formación

Se pretende reducir el deterioro de los equipos y mejorar los costos de su mantenimiento mediante el desarrollo de las habilidades y conocimientos de los operarios y mecánicos a través de capacitaciones que les permitan demostrar un mejor desempeño en su área de trabajo con el fin de mejorarla calidad del producto o servicio (Quirós, 2013).

#### Prevención del mantenimiento o mantenimiento temprano

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta en marcha de los equipos, con el objeto de reducir los futuros costos de mantenimiento. El objetivo primordial es reducir los tiempos innecesarios y que los equipos sean confiables, a

través de una base de datos que informe las posibles fallas a corto plazo o los problemas que persistan en el equipo, es decir, contar con un sistema de revisión liderado por la persona a cargo, la cual debe saber detectar los posibles problemas que se puedan presentar, así como contar con el conocimiento de las mejoras que se van realizando (Pinto, 2010).

#### Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen

Pinto (2010), también mencionó que este tipo de mantenimiento se encarga de tomar acciones preventivas para evitar la variabilidad del proceso, mediante la identificación de problemas que afectan las características del producto final. Primordialmente los equipos deben estar en óptimas condiciones sin que generen defectos de calidad; para lograrlo se deben realizar estudios mediante la observación de las variaciones que se presentan y adelantarse a dichas situaciones de anormalidad.

#### Principios del Mantenimiento de Calidad

1. Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos.
2. Realizar un análisis físico para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.
3. Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
4. Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas.
5. Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

#### Mantenimiento en áreas administrativas

Se enfoca no solo en las mejoras del área de producción sino también en el área administrativa, logrando un equilibrio en el desarrollo de acciones tanto individuales como en equipo. No produce un valor directo, pero facilita y ofrece el apoyo necesario para que la producción

opere eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información, buscando un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte. En dicha área se recomienda la aplicación de herramientas como las 5S (Chávez, 2013).

#### Gestión de seguridad, salud y medio ambiente

Desarrolla mejoras enfocadas al mantenimiento autónomo que ayudan notablemente a prevenir accidentes en el entorno laboral que puedan afectar la integridad física y mental de los trabajadores, creando un ambiente de trabajo más agradable y una mejor calidad de vida. Se implementan mejoras que ayudan a tener un adecuado manejo y una reducción máxima de los residuos contaminantes generados por la actividad propia de la empresa (Jiménez, 2012).

#### **Las 5S en el TPM**

El método de las 5S, así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa a cada una de sus cinco etapas, se inició en Toyota en el año 1960, el cual intenta crear una disciplina que a la larga se convierta en cultura y en práctica común. El objetivo de este método es generar lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y limpios de forma permanente para generar una mayor productividad y un mejor entorno laboral (Morales, 2012).

- **Seleccionar (Seiri)**

El propósito de seleccionar o clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento o de oficinas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, donar, transferir o eliminar. Consiste en clasificar las cosas de acuerdo con su utilidad y funcionalidad (Sarmiento, 2008).

Mantener un sinnúmero de objetos que no brindan beneficio alguno, reduce el espacio, genera mayores confusiones y podría ocasionar accidentes. Es muy común rodearse de objetos, piezas u otros

elementos, pensando que siempre serán útiles en algún momento, pero que finalmente no se volverán a utilizar, produciendo con el tiempo una gran acumulación hasta llegar a convertir los lugares de trabajo en bodegas.

#### Objetivos de Seiri

- Prevenir accidentes y errores humanos por la presencia de objetos innecesarios.
- Hacer uso efectivo del espacio físico dentro las empresas u organizaciones.
- Mejorar y facilitar la visibilidad de los materiales, documentos y demás.
- Eliminar la costumbre de almacenar objetos innecesarios.

#### Beneficios de Seiri

- Facilitar la visualización a herramientas, materiales, documentos, y otros elementos de trabajo.
  - Reducir el tiempo en la búsqueda de elementos de producción, documentos, herramientas, entre otros.
  - Reducir el deterioro de materiales, objetos, equipos y otros, por estar almacenados prolongadamente en sitios mal organizados.
  - Mejorar el control de los inventarios.
  - Convertir lugares de trabajo en sitios más seguros.
  - Disminuir los movimientos de traslado de un lugar a otro de manera efectiva.
- Organizar (Seiton)

Una vez que los elementos innecesarios han sido eliminados, entonces se procede a organizar el lugar de trabajo. Se ubican los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. Para realizar el ordenamiento se requiere definir el sitio más adecuado para colocarlos de acuerdo con la funcionalidad. Con esta aplicación se desea mejorar la identificación y marcación de los controles de



los equipos, instrumentos, expedientes y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado (García et al., 2013).

Morales (2012), mencionó que Seiton se encarga de gestionar las acciones de organización, rotulación de objetos y delimitación de las áreas de trabajo con el fin de incrementar las posibilidades de conservación de sus elementos en óptimas condiciones. Igualmente, el propósito tiene que ver con el mejoramiento en la identificación de herramientas, instrumentos y controles de la maquinaria, para el buen funcionamiento.

#### Objetivos de Seiton

- Reducir el tiempo de búsqueda y movimiento de objetos, así como mejorar su identificación.
- Prevenir pérdidas de materiales y materia prima por deterioro.

#### Beneficios de Seiton

- Accesar rápidamente a elementos de trabajo.
  - Realizar la limpieza con mayor facilidad y seguridad.
  - Mejorar la imagen de la planta.
  - Agudizar el sentido de orden a través de utilización de controles visuales.
  - Eliminar riesgos potenciales al personal mediante la identificación de las zonas de tránsito y áreas peligrosas.
- Limpieza e inspección (Seiso)

Pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y lograr mantener la clasificación y el orden de los elementos. Sánchez (2006), mencionó que el proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, así como también del tiempo requerido para su ejecución.

Desde el punto de vista del TPM implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza, identificando los problemas de

fugas, averías o fallas, manteniendo limpio el entorno de trabajo, empleando suministros y accesorios para la limpieza (Altamirano y Moreno, 2013).

Se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para fabricar productos de calidad. Asimismo, este no implica únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable y permanente, sino hacer una inspección minuciosa. Requiere de un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación, para que, de esta manera, se tomen acciones para eliminar la causa, de lo contrario sería imposible mantener limpia y en buen estado el área de trabajo.

#### Objetivos de Seiso

- Visualizar rápidamente la fuga de aceite en la maquinaria.
- Revisar la maquinaria y los equipos, aún si estos se encuentran en buenas condiciones.
- Evitar que cualquier tipo de suciedad afecte el rendimiento de las máquinas.
- Hacer del lugar de trabajo un sitio seguro

#### Beneficios de Sieso

- Reducir el riesgo potencial de accidentes.
- Incrementar la vida útil de los equipos, mobiliario, herramientas y demás objetos de trabajo.
- Indicar fácilmente la existencia de derrames de líquidos de los equipos o máquinas.
- Aumentar la funcionalidad del equipo.
- Mejorar la calidad del producto y evitar el deterioro por suciedad y contaminación.
- Estandarización (Seiketsu)

Ramírez (2010), señaló que ésta etapa trata de conservar lo que se ha logrado, aplicando estándares a la práctica de las tres primeras “S”, está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para

conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones. Los resultados se obtienen al mantener impecable la limpieza de elementos, áreas de trabajo y al reducir los niveles de suciedad de cualquier tipo, es decir, crear un ambiente agradable y de bienestar personal.

Con la estandarización de las actividades de selección, organización y limpieza, se trata de mantener la eficacia de seiketsu, que evite a toda costa retroceder a una situación similar a la inicial o aún peor.

#### Objetivos de Seiketsu

- Minimizar las causas que provocan suciedad y ambiente no confortable en el lugar de trabajo.
- Proteger a los trabajadores de condiciones inseguras.
- Estandarizar y visualizar los procedimientos de operación y de mantenimiento diario.

#### Beneficios de Seiketsu

- Crear un ambiente propicio para desarrollar el trabajo.
  - Mejorar el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
  - Evitar errores que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- Disciplina (Shitsuke)

La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados. La disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las primeras cuatro “S” se deteriora rápidamente (Estrada, 2012).

Se trata de demostrar una actitud positiva, disposición, buen comportamiento hacia los demás, y obediencia a las normas y reglas, así como un espíritu proactivo que impulse la realización de las actividades de mejora, teniendo la certeza de obtener grandes y mejores resultados, es decir, cuando todos los empleados demuestran una disciplina, la empresa obtendrá consecuencias

efectivas en la calidad y productividad. Para ello se requiere de constancia, esfuerzo y perseverancia que garantice la plena implementación de las 5S y cumplimiento diario de la mejora continua.

#### Objetivos de Shitsuke

- Cambiar hábitos erróneos fomentando nuevas costumbres.
- Respetar los procedimientos de acuerdo con las responsabilidades.
- Involucrar al personal de la empresa en evaluación de tareas.
- Desarrollar el liderazgo.
- Capacitar al personal en planes de mejoras.

#### Beneficios de Shitsuke

- a. Crear una cultura de respeto a las normas establecidas y cuidado de los recursos de la empresa.
- b. Crear una disciplina para cambiar hábitos.
- c. Mejorar el aspecto del sitio de trabajo.
- d. Crear la confianza para realizar mejoras en el lugar de trabajo.

### **Efectividad Global del Equipo**

La Efectividad Global del Equipo conocida como Overall Equipment Effectiveness (OEE, por sus siglas en inglés), es un concepto que permite medir la producción industrial en función de la disponibilidad, eficiencia y calidad de una planta (Belohlavek, 2006). La OEE fue usada por primera vez por Seiichi Nakajima, al describir una medida fundamental para rastrear el rendimiento de la producción; él desafió la visión complaciente de la efectividad al enfocarse no simplemente en mantener el equipo funcionando correctamente, sino en crear un sentido de responsabilidad conjunta entre los operadores y el personal de mantenimiento para extender y optimizar el rendimiento global del equipo (Emerson Process Management, 2002).

Caro y Ortiz (2013), mencionaron que la eficiencia global del equipo no trata de justificar las razones que explican la desviación, sino

identificar las pérdidas para poder erradicar las causas que las originan. También se puede definir como la relación entre el tiempo neto que el equipo tarda en hacer una unidad “buena” y el número total de horas que se espera que funcione el equipo durante un período de tiempo determinado.

La ventaja del OEE es que mide todos los parámetros fundamentales en la producción industrial, de manera que es posible saber si lo que falla es porque la maquinaria estuvo cierto tiempo parada, funcionando a menos de su capacidad total o se han producido unidades defectuosas. De ahí que el indicador se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo. Así, la mejora de la efectividad con la que trabajan los equipos y las instalaciones permite el incremento de la seguridad en todo el sistema productivo. El valor numérico es un porcentaje que se debe encontrar antes de introducir mejoras, para conocer el punto de partida del equipo cuya efectividad se pretende incrementar (Cruelles, 2010).

La OEE, se obtiene al multiplicar las tres principales bases de las seis grandes pérdidas, la disponibilidad, eficiencia y calidad.

- Disponibilidad (EA)

El primer gran bloque de pérdidas afecta a la Tasa de disponibilidad (fracción de tiempo que el equipo está operando realmente) y refleja las pérdidas por averías y paradas generadas por esperas. Para hacer frente a las mismas es fundamental contar con algún sistema o al menos una planilla de cálculo sencilla que permita obtener esta información con la frecuencia deseada, a partir de la cual se podrán recoger los datos, estratificarlos, elaborar diagramas causa-efecto, diagramas de Pareto, así como utilizar otras herramientas más sofisticadas como el histograma o los gráficos de control. El objetivo principal es identificar los problemas que generan las averías y paradas, para trabajar sobre sus causas y así poder eliminarlas sistemáticamente (Caro y Ortiz, 2013).

- Eficiencia (PE)

El segundo gran bloque de pérdidas, afecta a la eficiencia o productividad de operación, la cual mide el nivel de funcionamiento

del equipo teniendo en cuenta las pérdidas por tiempos muertos, paradas menores y pérdidas por una velocidad más baja que la de diseño. El problema principal suele darse por cambios y puestas en marcha. Esto puede encontrarse de la misma manera que la disponibilidad y con técnicas que propongan convertir las preparaciones internas de las máquinas en actividades externas, es decir, poder realizar dichas actividades con la máquina en marcha.

- Calidad (RQ)

Para el tercer bloque de pérdidas, la Tasa de calidad mide la fracción de la producción obtenida que cumple los estándares de calidad, reflejando aquella parte del tiempo empleada en la fabricación de piezas con defectos. Se pueden volver a emplear las técnicas del primer bloque añadiendo algunas herramientas estadísticas como los estudios de capacidad de proceso basados en la dispersión o Seis Sigma (Caeiro, 2010).

- Cálculo de la Efectividad Global del Equipo

Este indicador posiblemente es el más importante para conocer el grado de competitividad de una planta industrial.

$$OEE = EA \times PE \times RQ$$

### **Análisis del Modo y Efecto de Fallas**

Es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. (Salazar, 2019)

Ventajas potenciales de AMEF:

- Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.
- Conocer a fondo el producto, el proceso o sistema.
- Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.
- Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.
- Identificar las causas posibles de las fallas.
- Documentar los planes de acción para minimizar los riesgos.
- Identificar oportunidades de mejora

### 1.1.3. Definición de Términos

- Acción correctiva: Acción de eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable. (ISO 9001)
- Acción preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad u otra situación potencial no deseada. (ISO 9001)
- Capacitación: Actividad que consiste en transmitir conocimientos teóricos y prácticos para el desarrollo de competencias, capacidades y destrezas acerca del proceso de trabajo, la prevención de los riesgos, la seguridad y la salud. (Frigo, Edgardo; 2010)
- Codificación de materiales: Es la descripción o clave que permite la identificación rápida de artículos porque de esta manera se evitan equivocaciones cuando los nombres de los artículos son muy largos o muy parecidos entre sí (Almcenaje.us; 2016)
- Contaminación del Ambiente de trabajo: Es toda alteración o nocividad que afecta la calidad de aire, suelo y agua del Ambiente de trabajo cuya presencia y permanencia puede afectar la salud, la integridad física y psíquica de los trabajadores. (ISSSTE, 2010)
- Criticidad: Importancia de la máquina para el sistema productivo. (Huerta, Rosendo; 2010)
- Cronograma de Actividades: Es simplemente un calendario en el que estableces los tiempos en los que realizaras el proyecto, una tarea, o un conjunto de actividades a trabajar o desarrollar. (Perez, Julian; 2011)
- Defecto: Evento en los equipos que no impide su funcionamiento, pero a corto o largo plazo puede provocar su indisponibilidad. (COPIMAN)
- Eficiencia: Se define como ‘la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un objetivo determinado con el mínimo de recursos posibles viable’. No debe confundirse con eficacia, que se define como ‘la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera. (Perez, Julian; 2008)
- Evaluación de desempeño: Se caracteriza por evaluar a través de competencias, esta evaluación lo desarrolla recursos humanos no obstante también lo desarrollan los demás departamentos con el fin de medir la capacidad del trabajador. (Parra, Mauricio; 2002)
- Falla: Finalización de la habilidad de un ítem para desempeñar una función requerida. (COPIMAN)

- **Indicadores:** Son puntos de referencia, que brindan información cualitativa o cuantitativa, conformada por uno o varios datos, constituidos por percepciones, números, hechos, opiniones o medidas, que permiten seguir el desenvolvimiento de un proceso y su evaluación, y que deben guardar relación con el mismo. (Perez, Julian; 2011)
- **Inspección:** El objetivo principal es la detección de errores. (Perez, Julian; 2010)
- **Manual de Procedimientos:** Sintetiza de forma clara, precisa y sin ambigüedades los procedimientos operativos, donde se refleja de modo detallado la forma de actuación y de responsabilidad de todo miembro de la organización dentro del marco del Sistema de Calidad de la empresa y dependiendo del grado de involucración en la consecución de la calidad del producto final. (Munera; 2002)
- **Mejora continua:** actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos de las partes interesadas. (Deming, Eduardo;1996)
- **Métodos:** Son los medios usados para el desarrollo ordenado de las tareas de un sistema (normas, procedimientos, información dentro de la organización).
- **Plan de Incentivos:** Recompensa o estímulos, realizado por la empresa en forma de pago a sus trabajadores para que se desempeñen mejor en la empresa para la cual laboran. (Parra, Mauricio;2002)
- **Plan de Mantenimiento:** Es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos. (García, Santiago; 2009)
- **Planificación de la Producción:** Comprende la fijación de los objetivos a alcanzar y establecer las actividades a desarrollar para obtener un volumen de producción que permita atender a la demanda estimada. (Buffa y Sarin; 1995)
- **Procedimiento:** Forma específica para llevar a cabo una actividad o un proceso. (Perez, Julián;2008).
- **Residuo:** Es un material que se desecha después de que haya realizado un trabajo o cumplido con su misión. Los residuos pueden eliminarse o reciclarse. Un sistema de gestión es una estructura probada para la gestión y mejora continua de las políticas, los procedimientos y procesos de la organización. (Perez, Julián;2010).



## **1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida la propuesta de implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de mantenimiento en la empresa Reencauchadora Zaga y Asociados S.R.L.?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.2. Objetivo general**

Determinar en qué medida la propuesta de implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de mantenimiento en la empresa Reencauchadora Zaga y Asociados S.R.L.

### **1.3.3. Objetivos específicos**

Determinar la eficiencia global de los equipos.

Elaborar la jerarquización de los equipos en base a su criticidad.

Implementar programas de mantenimiento preventivo determinando su frecuencia de mantenimiento para reducir los costos de mantenimiento.

Calcular la variación de costos de mantenimiento al implementar la propuesta.

Determinar el beneficio económico de la implementación del mantenimiento preventivo.

## **1.4. Hipótesis**

La propuesta de implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de mantenimiento en por lo menos un 94% en la empresa Reencauchadora Zaga y Asociados S.R.L.

## **1.5. Variables**

### **1.5.1 Variable independiente**

Plan de Mantenimiento Preventivo.

### **1.5.2 Variable dependiente**

Costos de mantenimiento de la empresa Reencauchadora Zaga y Asociados S.R.L.

## 1.6. Operacionalización de Variables

Tabla 1  
*Operacionalización de Variables*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	Es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación.	Conjunto de programas por cada equipo que haya presentado fallas en la empresa Zaga & Asociados	Plan de mantenimiento preventivo para los equipos  Capacitación al personal	Nivel de Cumplimiento del Programa de Mantenimiento  % de Personal capacitado
<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA REENCAUCHADORA ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.</b>	Son los costos que incurre la empresa en el mantenimiento de los equipos.	Costos operativos de mantenimiento	Costos de mantenimientos correctivos	Costos de mantenimiento correctivos en el año / Costos correctivos presupuestados

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

**Por el Enfoque:** Investigación Aplicada

**Por el Diseño:** Diagnóstica y Propositiva

### 2.2. Materiales, instrumentos y métodos

Materiales:

- Uso de libre de notas
- Lapicero para realizar los apuntes necesarios.
- Celular para las fotografías respectivas a los equipos

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron fueron:

- Entrevistas con el Gerente de la empresa, así como también con los trabajadores.
- Observaciones realizadas durante el desarrollo de las actividades.
- Registros de los pagos por mantenimiento correctivo.

### 2.3. Procedimiento

Reencauchadora Zaga & Asociados S.R.L., empresa dedicada al proceso de reencauche de llantas y venta de llantas nuevas, está localizada en el Pasaje Las Fábricas MZ S Lote 03, Urbanización Semi Rústica El Bosque.

Distrito: Trujillo

Provincia: Trujillo

Departamento: La Libertad

#### 2.3.1. Misión y Visión:

**Misión:** Somos una empresa dedicada al servicio de reencauche y comercialización de llantas buscando la satisfacción del cliente y el crecimiento empresarial.

**Visión:** Ser una de las empresas líderes, con la expansión de nuestras oficinas en las diferentes ciudades de Perú.

### 2.3.2. Organigrama

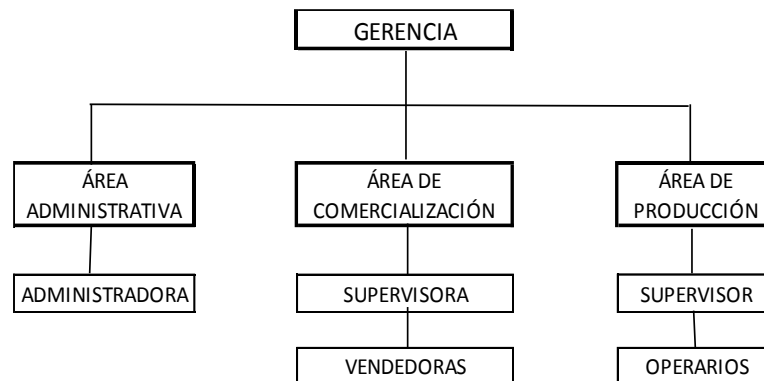


Figura 4: Organigrama de la empresa. Elaboración Propia.

### 2.3.3. Distribución de la Empresa

En área de producción cuenta con 4 operarios, y recientemente se ha contratado a un supervisor del área. Los operarios ingresan a trabajar a las 7:30 am, a esa hora cada uno retoma las tareas que dejaron pendientes el día anterior y el encargado de la primera estación está listo para comenzar con un nuevo lote. Cada vez que existe un problema en los equipos se debe comunicar al Ingeniero encargado de realizar los mantenimientos correctivos de las unidades. Actualmente los almacenes y parte del área de trabajo se encuentran desordenados. Por ello, se ha decidido realizar la presente tesis aplicando la codificación de herramientas e insumos que se requerirán para el mantenimiento preventivo, ya que será mejorará los tiempos que se pierden ante una falla.

El reencauche de llantas es un proceso en el cual intervienen varios subprocesos, y cada uno de ellos es de vital importancia para lograr una llanta reencauchada que cumpla con los estándares de calidad y seguridad que el cliente requiere.

Una carcasa que no se encuentre en óptimas condiciones, a más de ser un riesgo para el nombre de la empresa, puede poner en riesgo la vida del conductor del vehículo y sus tripulantes, en el caso que sea un vehículo de transporte de pasajeros. Es por esto por lo que todos los trabajadores deben ser conscientes y deben tener la capacidad de rechazar una llanta en cualquier etapa del proceso en caso de encontrarse un defecto en la carcasa.

El proceso de reencauche de una llanta tiene como objetivo, retirar la banda de rodamiento antigua de una carcasa, para poder colocarle a ésta una nueva banda de rodamiento, con la finalidad de devolverle a la carcasa usada una nueva vida útil. Con esto se obtienen beneficios tanto a nivel ambiental como a nivel económico, debido a que al reencauchar una carcasa usada se colabora con el medioambiente porque las llantas desperdiciadas son uno de los mayores contaminantes, y desde el punto de vista económico una llanta reencauchada cuesta apropiadamente un 40% del costo total de una llanta nueva.

Los pasos que consiste el reencauche de una llanta:

1. Inspección inicial: Se seleccionan las carcasas que son aptas para ser reencauchadas, se debe tomar en cuenta que las llantas deben estar en óptimas condiciones para poder soportar un reencauche.
2. Raspado: Se elimina todo el caucho antiguo de la banda de rodamiento, y se da un radio de raspado y una textura adecuada para que el material a ser colocado se adhiera correctamente.
3. Escariado: En esta etapa del proceso se trabaja todos los daños que no fueron alcanzados por el raspado, es un trabajo manual que requiere de mucho tiempo y destreza por parte de los obreros, y es un punto crítico en el proceso de reencauche. Además, se procede a aplicar unidades de reparación que se requiera con el fin de devolverle a la llanta las características que tenía antes de sufrir algún daño. Esta reparación se la realiza mediante la aplicación de parches, los cuales deberán ser colocados según la tabla de aplicación.
4. Cortado de bandas: Una vez que la llanta fue escariada y no se rechazó, se procede a cortar la banda que se colocará, para proceder a cementarse con la llanta.
5. Cementado: Se procede a aplicar un cemento de composición especial a las llantas trabajadas con el objetivo de protegerlas de la oxidación y de igual manera para lograr una correcta vulcanización.
6. Relleno: Este subproceso busca tapar todas las reparaciones realizadas, se lo debe hacer con el fin de brindar una superficie uniforme donde apoyar la nueva banda de rodamiento, y de eliminar cualquier burbuja de aire que pueda llegar a afectar el proceso.
7. Encojinado: Una vez parchadas las imperfecciones, se procede a engomar la llanta.

8. Embandado: Se procede a colocar la nueva banda de rodamiento sobre la carcasa trabajada.
9. Armado: Se forra las llantas armadas con un envelope (Cámara de cocedura externa) y se coloca una cámara de cocedura, luego se ingresan las llantas en autoclaves.
10. Vulcanizado: Las llantas ingresadas a la autoclave deben estar a la misma temperatura y presión durante un tiempo determinado, vulcanizan las llantas con el fin de lograr una unión a nivel molecular de la carcasa y la nueva banda de rodamiento.
11. Desarmado: Las llantas vulcanizadas son desvestidas.
12. Acabado: Se revisa que todo el proceso haya resultado de la mejor manera y que las llantas que se van a entregar a los clientes cumplan con los estándares de calidad ofrecidos por la empresa.

Actualmente la empresa no tiene desarrollado un mapa de procesos, el cual resulta indispensable para la puesta en marcha de cualquier sistema de gestión basado en el ciclo de mejora continua: PHVA.

#### **2.3.4. Clientes:**

- Agencia de Transportes Garrincha
- Consorcio Rodríguez Caballero S.A.C.
- Corporación e inversiones Ninos S.A.C.
- Empresa de Transportes Acuario
- Empresa de Transportes Centurión S.R.L.
- Empresa de Transportes Uceda S.A.C.
- Empresa de Transportes N&V S.A.C.
- Empresa de Transporte Los Andes S.R.L.
- Transportes Corazón de Jesús S.A.C
- Empresa de transportes Amador S.A.C.
- M.J.B. Transportes Sagitario S.A.C.
- Transportes Señor de los Milagros Tours S.A.

#### **2.3.5. Proveedores:**

Industrial El Sol S.A.C.: La empresa cuenta con un solo proveedor quien le abastece de materia prima. Se encuentra ubicada en la ciudad de Lima, sin embargo, su lead time de entrega es de un día.

Listado de Materia prima:

- Cemento - 5kg
- Goma cojín 1.2 – 10kg
- Goma cojín 1.6 - 25kg
- Goma extruída - 8kg
- Tela rayo - 2kg
- Banda - 8m

Por otro lado, la materia prima más importante es la llanta que se va a reencauchar, recibida del cliente mediante los comprobantes de pedidos. Los insumos son comprados en tiendas locales.

### 2.3.6.Principales Productos y/o servicios:

#### Reencauche:

La empresa procesa llantas en una gran variedad de medidas y marcas, sin embargo, éstas no se considerarán debido a que el cliente es quién nos da los neumáticos. Una vez ingresadas las llantas a la empresa, son inspeccionadas, independientemente de la marca y/o medida, la llanta debe contar con los requerimientos mínimos solicitados para reencauche. De no ser así, se le comunica al cliente.

Tabla 2

*Medida de llantas reencauchadas*

SKU	Medida
0001	11R22.5
0002	12*20
0003	12R20
0004	295/80R22.5
0005	12R22.5
0006	11R20
0007	11*20
0008	425/65R22.5
0009	12*24
0010	13R22.5
0011	315/80R22.5
0012	14*24
0013	12R24
0014	7.50*16
0015	8.25*16
0016	13*24
0017	245/75R16

0018                      275/80R22.5

Fuente: Elaboración propia

Los diseños de las bandas para las llantas que serán reencauchadas pueden ser de dos tipos:

- **Tracción:** Este tipo de llantas deben estar ubicadas en los ejes de tracción de un vehículo, por lo general, su diseño es de barras o cuadros separados entre sí, con perfiles cuadrados, los mismos que permiten un mayor agarre al piso, otra característica muy marcada en este tipo de labrados es que la profundidad del diseño es muy considerable alcanzando en muchos casos hasta 25 milímetros.
- **Mixto:** Este tipo de labrados tiene la virtud de poder acoplarse a cualquier eje del vehículo, sea tracción, direccional, o libre, una característica de este tipo de labrado es que no tiene una excepcional durabilidad, pero puede ser utilizado en el eje de tracción y una vez que su labrado este en un 30% de su vida útil puede ser pasado al eje libre de arrastre (carreta) donde su vida útil aumentará y su rendimiento será muy bueno.

### **Llantas nuevas**

La empresa tiene una alianza estratégica con una marca china, Aeolus. Debido a un acuerdo comercial, Aeolus ofrece los precios más baratos a la empresa Reencauchadora Zaga y Asociados S.R.L.

Las marcas de las llantas nuevas son:

- Aeolus
- Advance
- Annaite
- Apolo
- BKT
- Continental
- Ovation
- Taitong
- Techking
- Yokohama

Tabla 3  
*Medida de llantas nuevas*

SKU	Medida
0001N	11R22.5
0002N	12*20
0003N	12R20
0004N	295/80R22.5



0005N	12R22.5
0006N	11R20
0007N	11*20
0008N	425/65R22.5
0009N	12*24
0010N	13R22.5
0011N	315/80R22.5
0012N	14*24
0013N	12R24
0014N	7.50*16
0015N	8.25*16
0016N	13*24
0017N	245/75R16
0018N	275/80R22.5

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.7. Diagrama de Proceso productivo de la Empresa:

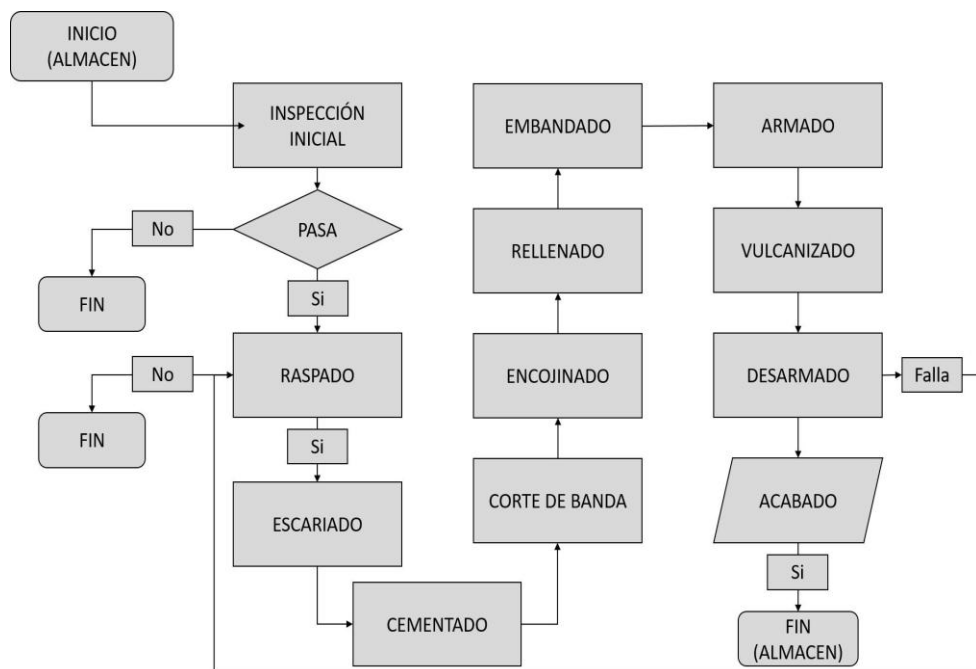


Figura 5: Diagrama del Proceso Productivo. Elaboración Propia.

### 2.4. Diagnóstico de problemáticas principales

Después de tener una entrevista con el Gerente de la empresa y los operarios, se pudo detallar de forma más clara las posibles causas que provocan que los costos de mantenimiento que sean elevados.

**2.4.1. Diagrama Ishikawa**

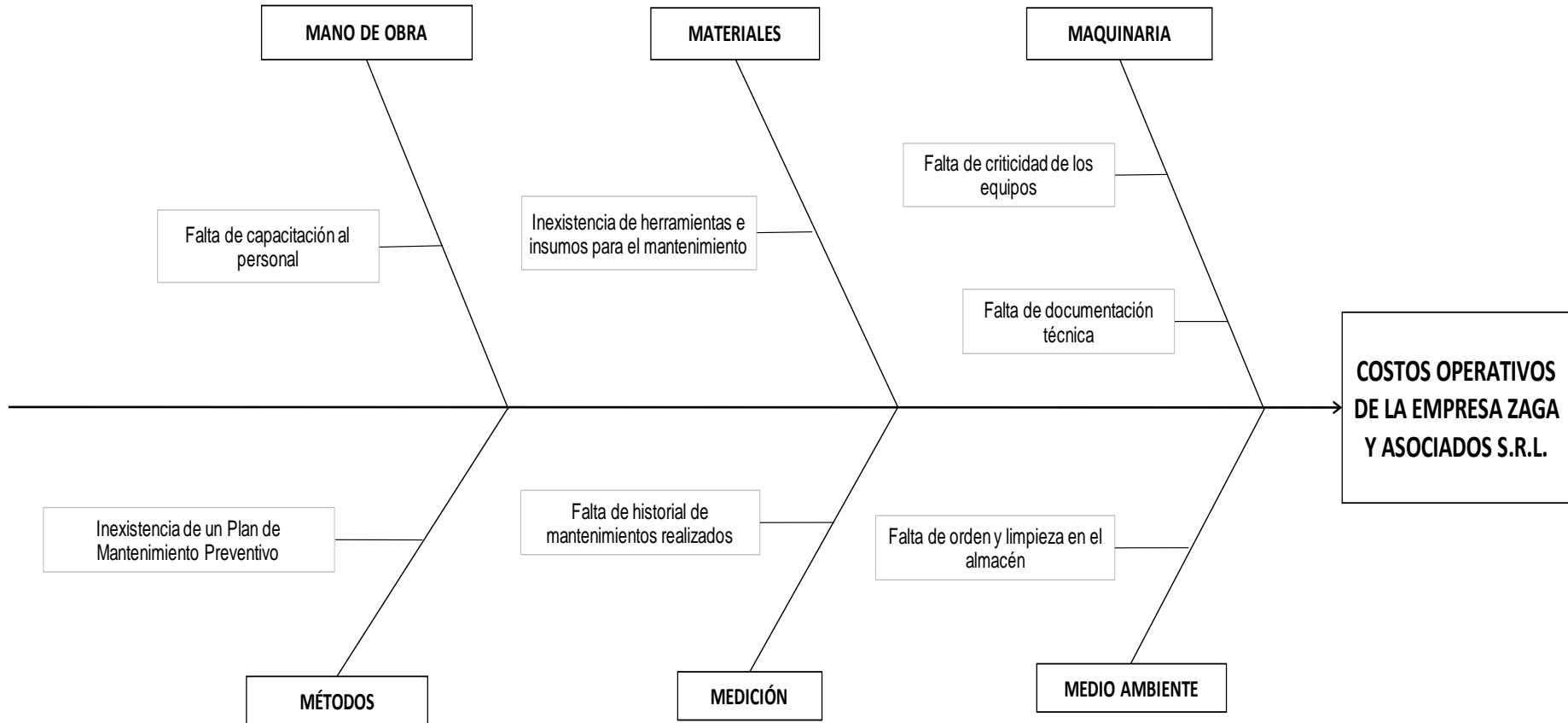


Figura 6: Diagrama Ishikawa. Elaboración Propia.

#### 2.4.2. Matriz de Priorización de las Causas Raíz

De las siete principales causas fueron plasmadas en una encuesta para que se puedan ponderar y posteriormente realizar el diagrama de Pareto para analizar al detalle las principales causas, dándonos la siguiente información obtenida:

Tabla 4  
*Cruce de Información de las Encuestas*

CAUSAS / PERSONAL ENCUESTADO		Robert	Mirian	Magaly	Mercy	Robert	Yeison	Malquin	Emanuel	TOTAL	
1	MANO DE OBRA	Falta de capacitación al personal	3	3	2	2	3	2	3	2	<b>20</b>
2	MÉTODOS	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	3	3	2	2	3	3	3	3	<b>22</b>
3	MATERIALES	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento	3	3	3	3	2	2	2	2	<b>20</b>
4	MEDICIÓN	Falta de historial de mantenimiento realizados	2	1	2	2	2	2	3	2	<b>16</b>
5	MAQUINARIA	Falta de criticidad de los equipos	3	3	2	2	2	2	3	2	<b>19</b>
6	MAQUINARIA	Falta de documentación técnica	2	3	2	2	2	2	3	2	<b>18</b>
7	MEDIO AMBIENTE	Falta de orden y limpieza en el almacén	2	2	2	2	2	1	2	2	<b>15</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.4.3. Diagrama de Pareto

Se ordenaron las causas de mayor a menor según las frecuencias obtenidas de las encuestas:

Tabla 5  
*Frecuencia de las Causas*

CAUSAS	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	% ACUMULADO
CR1	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	22	16.92%
CR2	Falta de capacitación al personal	20	32.31%
CR3	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento	20	47.69%
CR4	Falta de criticidad de los equipos	19	62.31%
CR5	Falta de documentación técnica	18	76.15%
CR6	Falta de historial de mantenimiento realizados	16	88.46%
CR7	Falta de orden y limpieza en el almacén	15	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

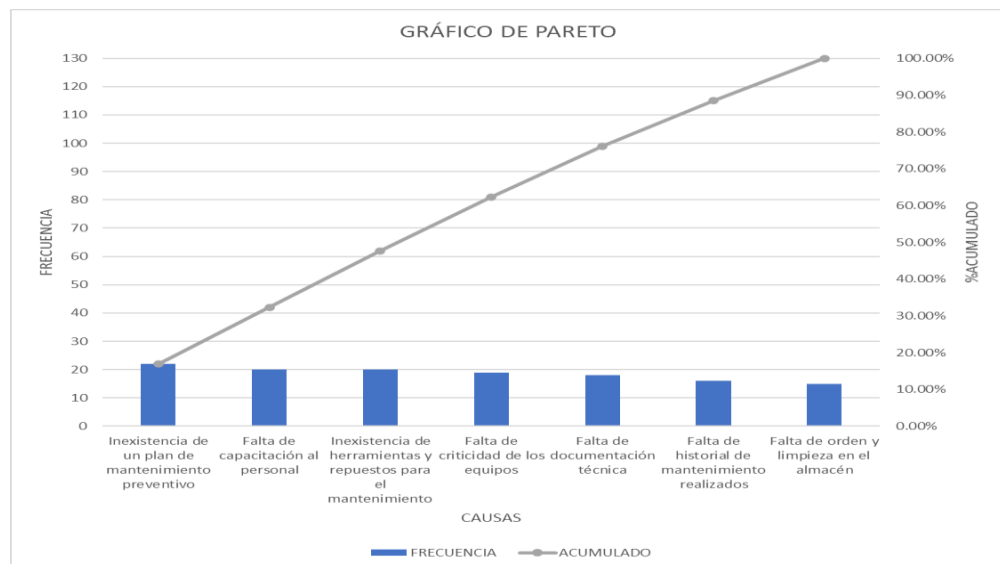


Figura 7: Diagrama de Pareto. Elaboración propia.

Con los datos de la tabla 5, se elaboró el Diagrama de Pareto y se obtuvo como resultado que las causas principales de los costos de mantenimiento son las siguientes:

Tabla 6  
*Causas principales de los costos de mantenimiento*

CAUSAS	DESCRIPCIÓN
CR1	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo
CR2	Falta de capacitación al personal
CR3	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento
CR4	Falta de criticidad de los equipos
CR5	Falta de documentación técnica

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.4.4. Matriz de Indicadores

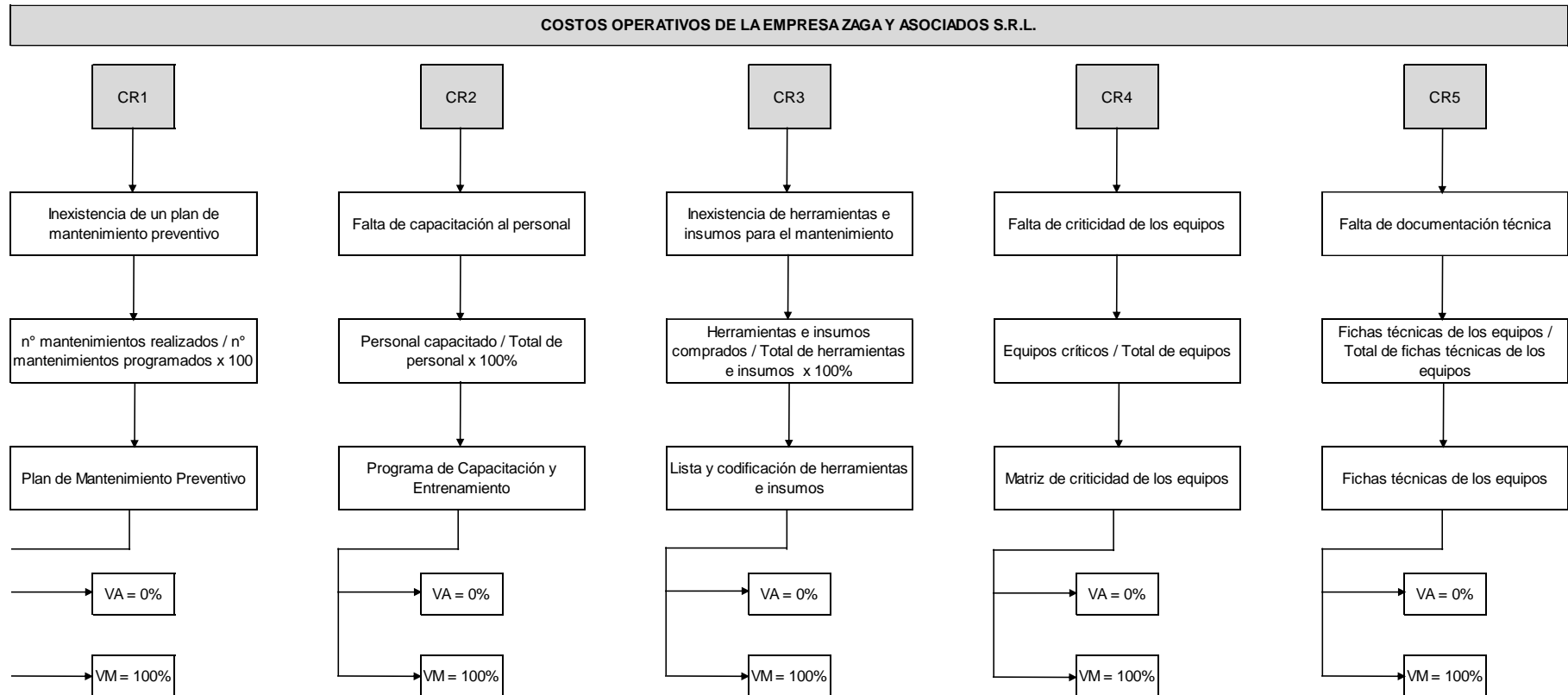


Figura 8: Matriz de Indicadores. Elaboración propia

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### 3. Solución propuesta

Continuando con el desarrollo de la investigación y de acuerdo con lo expuesto en los capítulos anteriores, se procederá a detallar una solución integral de los problemas atacando a las principales causas que lo ocasionan.

Para la solución del problema general y los específicos, se planteó la creación y propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, este plan de mantenimiento será de mucho beneficio para reducir los costos operativos a su vez ayudará a que todos se organicen y trabajen de forma más ordenada siguiendo los procedimientos establecidos.

#### 3.1. Implementación de 5S

**Seiri:** Organización y clasificación de máquinas: En este paso se pretende codificar las máquinas existentes en el área de producción y poder identificarlas a través de código.

**Codificación de los equipos:** Tiene como objetivo establecer un código para las máquinas de la planta de producción que permita identificar a cada uno de los equipos de acuerdo con las diferentes áreas y características de estos.

A continuación, mostramos la codificación empleada:

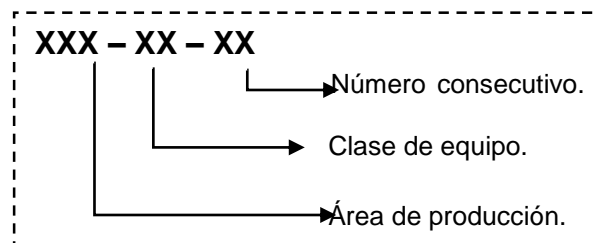


Figura 9: Estructura del código de equipos. Elaboración Propia.

**Código por área de producción:** Está conformado por tres letras, que son la primera la inicial de área (A) y las dos siguientes las iniciales del nombre del área.

Tabla 7  
Codificación de área de producción.

Áreas de Producción	Código
Inspección Inicial	AII
Raspado	ARA
Escareado	AES
Corte de Banda	ACB
Cementado	ACE

Rellenado	ARE	Fuente: Elaboración Propia.  Clase de equipo: Está conformado por la primera letra del nombre de la máquina o equipo y seguido por la primera consonante. En el
Encojinado	AEN	
Embandado	AEM	
Armado	AAR	
Vulcanizado	AVU	
Desarmado	ADE	
Acabado	AAC	

caso de que dos nombres de equipos coincidan con la codificación mencionada, se cambia la segunda letra del código de uno de los equipos, por la siguiente consonante del mismo nombre.

Tabla 8  
*Código de equipo.*

Nombre del Equipo	Código
Raspadora	RA
Escariadora	ES
Cementadora	CE
Embandadora	EM
Autoclave	AU
Compresor	CO

Fuente: Elaboración Propia.

Numeración consecutiva: Por último, paso es designarle un número arábigo a cada equipo, según su área de trabajo, para poder saber cuántos equipos del mismo tipo tenemos.

Tabla 9  
*Codificación de cada equipo.*

Nombre del Equipo	Código
Raspadora	ARA-RA-01
Escariadora	AES-ES-01
Encementadora	ACE-CE-01
Embandadora	AEM-EM-01
Autoclave	AVU-AU-01
Compresor	ACA-CO-01

Fuente: Elaboración Propia.

**Seiton:** Orden de piezas de entradas y de salida, zonas específicas delimitadas. En este paso, se considerará solo los elementos necesarios que requieren las máquinas cerca al personal a cargo de dicha maquinaria de acuerdo con la frecuencia de uso.

Una vez que se ha determinado qué herramientas y qué repuestos son los realmente necesarios para la máquina se codificará añadiendo las iniciales R si es repuesto o H si es herramienta, además de las dos primeras letras del nombre del repuesto u herramienta y el número de referencia.

Tabla 10  
*Código de herramientas y repuestos.*

Repuesto / Herramienta	Código	Frecuencia	Ubicación
Destornillador	H-DE-01	Varias veces al día	Colocar junto a la persona
		Varias veces por semana	Colocar cercano al área de trabajo
		Algunas veces al mes	Colocar en áreas comunes
		Algunas veces al año	Colocar en el almacén

Fuente: Elaboración Propia.

**Seiso:** Limpieza e inspección tanto del área en sí como de sus máquinas y equipos. La limpieza es una herramienta de detección de fallos.

Para ello, los operarios deben realizar limpieza a su estación de trabajo y a la maquinaria a cargo diariamente después finalizar sus labores.

Tabla 11  
*Tiempo mínimo de limpieza.*

Procesos	Estaciones	Tiempo mínimo	Operario
Inspección Inicial	1	15 min	Bonelly
Raspado			
Escareado	2	15 min	Yeison
Cortado de bandas			
Cementado	3	15 min	Bonelly
Rellenado			
Encojinado	4	15 min	Malquin
Embandado			
Armado	5	15 min	Robert
Vulcanizado			
Desarmado	6		
Acabado			

Fuente: Elaboración Propia.



**Seiketsu:** Estandarización o normalización de piezas y equipos. Facilidad de identificación, uso y mantenimiento.

Cada trabajador debería tener un conjunto de tareas diarias de limpieza. Estas tareas pueden incluir:

- Limpiar las herramientas antes de guardarlas en los estantes correspondientes de acuerdo con el check list del anexo N°01.
- Limpiar e inspeccionar la maquinaria utilizada durante ese turno.
- Limpiar su propio banco de trabajo.
- Sacudir o limpiar las superficies de trabajo.
- Guardar adecuadamente los objetos del banco de trabajo – por ejemplo, tapar de nuevo los frascos.
- Barrer su área designada.
- Apagar o desenchufar las herramientas eléctricas, lo que sea adecuado.
- Revisar visualmente que todo está en su lugar.

Este conjunto de acciones no debería añadir más de cinco minutos a la rutina de tareas diarias de cada trabajador.

Para que la administración imponga los estándares, estos necesitan ser documentados.

**Shitsuke:** Cumplimiento y disciplina de los planes de inspección y mantenimiento por los trabajadores del área. Los pasos para seguir son:

- Inspecciones por parte del Gerente de la empresa o persona asignada por él antes de culminar su horario de trabajo.
- Publicación de fotos del antes y después
- Imprimir boletines informativos y colocarlos en cada estación de trabajo.

### 3.2. Fichas técnicas de los equipos de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.:

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA						ZAGA & ASOCIADOS S.R.L.	
Realizado por:	Vannia Rodriguez			Fecha:	1/03/2020		
Máquina	Raspadora			Código Inventario:	ARA-RA-01		
Fabricante	RUBBER & PLASTIC SAC			Precio:	\$ 1,750.00		
<b>Características Generales</b>							
Peso	250 kg	Altura	1600 mm	Ancho	2280	Largo	1730
<b>Características Técnicas</b>				<b>Foto de la Máquina-Equipo</b>			
<p>Motor trifásico de 10 a 12 HP , 3600 RPM            Capacidad de raspado: 24" - 15.1/3"            Radios de raspado:15"-42"            Angulo de flancos: 0º-60º            Potencia instalada: 18 kw            02 polines de 3" de diámetro y 30 cm de largo            Porta raspas            Cabeza tambor de aluminio            Timones de raspado</p>							
<b>Función</b>							
<p>Permite el raspado de llantas aro 12" hasta 24", la capacidad está dada por el tamaño de llanta a raspar.</p>							

Figura 10: Ficha técnica de la Raspadora. Elaboración propia.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				ZAGA & ASOCIADOS S.R.L.			
<b>Realizado por:</b>	Vannia Rodriguez			<b>Fecha:</b>	1/03/2020		
<b>Máquina</b>	Escariadora			<b>Código Inventario:</b>	AES-ES-01		
<b>Fabricante</b>	RUBBER & PLASTIC SAC			<b>Precio:</b>	\$ 2,200.00		
Características Generales							
<b>Peso</b>	100 kg	<b>Altura</b>	1200 mm	<b>Ancho</b>	1600 mm	<b>Largo</b>	1700 mm
Características Técnicas				Foto de la Máquina-Equipo			
<p>Estructura que permite el movimiento tridimensional</p> <p>Motor 22v, 1 HP</p> <p>Eje flexible de 1/2"</p> <p>Manubrio con acople rapido</p> <p>(mandril hexagonal de 11 mm)</p>							
Función							
<p>Sirve para el escariado en la reparación de la carcasa, limpieza y pulido despu</p>							

Figura 11: Ficha técnica de la Escariadora. Elaboración propia.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				ZAGA & ASOCIADOS S.R.L.			
<b>Realizado por:</b>	Vannia Rodriguez		<b>Fecha:</b>	1/03/2020			
<b>Máquina</b>	Encementadora		<b>Código Inventario:</b>	ACE-CE-01			
<b>Fabricante</b>	RUBBER & PLASTIC SAC		<b>Precio:</b>	\$ 1,600.00			
Características Generales							
<b>Peso</b>	150 kg	<b>Altura</b>	1600 mm	<b>Ancho</b>	2100 mm	<b>Largo</b>	1900 mm
Características Técnicas				Foto de la Máquina-Equipo			
<p>Motor reductor trifásico de 1HP, 60 RPM, 220V.            Brazo sólido con polin.            Rodillos para giro de llanta            Motor-rodillo para giro            Giro regulado por pedal</p>							
Función							
Sirve para el soporte de la llanta que va a ser cementada.							

Figura 12: Ficha técnica de la Encementadora. Elaboración propia.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				ZAGA & ASOCIADOS S.R.L.			
<b>Realizado por:</b>	Vannia Rodriguez	<b>Fecha:</b>	1/03/2020				
<b>Máquina</b>	Embandadora	<b>Código Inventario:</b>	AEM-EM-01				
<b>Fabricante</b>	RUBBER & PLASTIC SAC	<b>Precio:</b>	\$ 4,500.00				
Características Generales							
<b>Peso</b>	250 kg	<b>Altura</b>	1600 mm	<b>Ancho</b>	2000 mm	<b>Largo</b>	1200 mm
Características Técnicas				Foto de la Máquina-Equipo			
<p>Electroneumática            Motor reductor trifásico de 1HP, 60 RPM, 220V.            Brazo sólido con polin.            Pistón de 4" de diámetro de 20 cm de carrera.            Mando neumático dos tiempos.            Estructura con eje alargado moleteado.</p>							
Función							
<p>Permite la adhesión necesaria entre la carcasa de la llanta y la nueva banda de rodadura.</p>							

Figura 13: Ficha técnica de la Embandadora. Elaboración propia.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				ZAGA & ASOCIADOS S.R.L.			
<b>Realizado por:</b>	Vannia Rodriguez		<b>Fecha:</b>	1/03/2020			
<b>Máquina</b>	Autoclave		<b>Código Inventario:</b>	AVU-AU-01			
<b>Fabricante</b>	RUBBER & PLASTIC SAC		<b>Precio:</b>	\$ 20,000.00			
<b>Características Generales</b>							
<b>Peso</b>	1 TN	<b>Altura</b>	2300 mm	<b>Ancho</b>	2200 mm	<b>Largo</b>	5000 mm
<b>Diámetro</b>	1600 mm	<b>Espesor</b>	12 mm				
<b>Características Técnicas</b>				<b>Foto de la Máquina-Equipo</b>			
<p>Sistema de gas directo</p> <p>Cierre tipo pines (Cierre rápido)</p> <p>Presión de trabajo 80 PSI</p> <p>Acoplar bomba de vacío con Pres. de vacío-30in.HG</p> <p>Presión de las cámaras de los neumáticos 110 PSI</p> <p>Capacidad de operación llantas 29.5x22.5": 10</p> <p>Capacidad de operación llantas 24x20": 12</p> <p>Motor circulo de aire: 5.5 kw</p> <p>Temperatura de trabajo: 130"</p> <p>Presión de trabajo máximo: 7 BAR</p>							
<b>Función</b>							
Sirve para vulcanizar llantas desde aro 12" hasta 24".							

Figura 14: Ficha técnica de la Autoclave. Elaboración propia.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				ZAGA & ASOCIADOS S.R.L.			
<b>Realizado por:</b>	Vannia Rodriguez	<b>Fecha:</b>	1/03/2020				
<b>Máquina</b>	Compresor	<b>Código Inventario:</b>	ACA-CO-01				
<b>Fabricante</b>	RUBBER & PLASTIC SAC	<b>Precio:</b>	\$ 1,350.00				
Características Generales							
<b>Peso</b>	295 kg	<b>Altura</b>	850 mm	<b>Ancho</b>	1350 mm	<b>Largo</b>	1500 mm
Características Técnicas				Foto de la Máquina-Equipo			
Potencia del motor: 5 HP Velocidad del motor: 1750 RPM Tipo de motor: Eléctrico Voltaje: 220V Presión máxima: 175 PSI Capacidad del tanque: 500 lts. Cambio de aceite RC-X3000 - 1500 horas Capacidad de aceite para la cabeza: 1.5 lts.							
Función							
Este producto tiene una versatilidad de usos para distintos que van desde talleres automovilísticos, llanteras u otro tipo de talleres grandes hasta el uso dentro de la industria.							

Figura 15: Ficha técnica del Compresor. Elaboración propia.

### 3.3. Capacitación del personal

El entrenamiento es administrado con el objetivo de capacitar y/o mejorar los siguientes puntos básicos:

- Habilidad básica del operador.
- Conocimientos Básicos sobre los diversos sistemas de la Máquina.
- Capacidad de Inspeccionar e Identificar Problemas en la Máquina.
- Capacidad de efectuar pequeños reparos.
- Capacidad de efectuar Limpieza en la Máquina.
- Capacidad de Lubricar.
- Capacidad de Identificar puntos inseguros.

Programa de Formación: Realizamos una evaluación inicial para determinar el grado de conocimientos o nivel de información del operario con la máquina y su puesto de trabajo.

Desarrollamos un programa de formación para mejorar las capacidades de mantenimiento y operación.

El primer paso es capacitar a los operadores en la filosofía de las 5's de la siguiente forma.

Tabla 12  
Filosofía 5S.

5'S	Limpieza Inicial 1	Optimización 2	Formalización 3	Perpetuidad 4
Clasificar	Separar lo que es útil de lo inútil.	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las normas de orden.	Estabilizar
Orden	Tirar lo que es inútil.	Definir la manera de dar un orden a los objetos.	Colocar a la vista las normas así definidas.	
Limpieza	Limpiar las instalaciones.	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución.	Buscar las causas de suciedad y poner remedio a las mismas.	Mantener
Estándar	Eliminar lo que no es higiénico.	Determinar las zonas sucias.	Implantar las gamas de limpieza.	Mejorar
Disciplina	<b>ACOSTUMBRARSE A APLICAR LAS 5'S EN EL EQUIPO DE TRABAJO Y RESPETAR LOS PROCEDIMIENTOS EN EL LUGAR DE TRABAJO.</b>			Evaluar (Auditoria 5'S)

Fuente: Elaboración Propia



El cronograma de capacitación se desarrolla en base al Curso de Mantenimiento de Equipos Industriales brindado por TECSUP, desarrollando las actividades de mantenimiento preventivo, que asegura la ejecución en las paradas planificadas y garantizar el nivel de producción a fin de minimizar los tiempos no productivos.

Tabla 13  
*Cronograma de Capacitación en Mantenimiento de Equipos Industriales*

Ítem	Capacitación	Octubre				Noviembre				Diciembre				Proveedor	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	Nombre	Costo
1	Mantenimiento de reductores de velocidad	■													
2	Alineamiento de ejes acoplados		■												
3	Mecanismos con superficies de deslizamiento			■											
4	Mantenimiento de conectores para sistemas hidráulicos				■										
5	Mantenimiento de sellos para sistemas hidráulicos y neumáticos					■								Tecsup	S/. 5,250.00
6	Mantenimiento de bombas y motores hidráulicos						■								
7	Mantenimiento de bombas centrífugas							■							
8	Mantenimiento de compresores								■						
9	Lubricación y lubricantes industriales									■					
<b>TOTAL</b>														<b>S/. 5,250.00</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4. Diagnóstico Inicial de la Eficiencia Global de los Equipos:

#### Disponibilidad:

$$\text{Disponibilidad (D)} = \frac{\text{TIEMPO NETO DE PRODUCCIÓN (T<sub>o</sub>)}}{\text{TIEMPO CALENDARIO (T<sub>c</sub>)}}$$

Tabla 14

*Disponibilidad de los equipos.*

Equipo	Horas de Fallas al Año	Tiempo Calendario	Disponibilidad
Raspadora	48	2496	98.08%
Escariadora de mano	16	2496	99.36%
Encementadora	18	2496	99.28%
Embandadora	18	2496	99.28%
Autoclave	16	2496	99.36%
Compresor de Aire	10	2496	99.60%

Fuente: Elaboración Propia

#### Desempeño Inicial (PE):

También llamada tasa de rendimiento (Tr) es un dato que se obtuvo del análisis del área de producción.

$$\text{TASA DE RENDIMIENTO (Tr)} = \frac{\text{TASA DE PRODUCCIÓN REAL MEDIA (T<sub>rm</sub>)}}{\text{TASA DE PRODUCCIÓN ESTÁNDAR (T<sub>pe</sub>)}}$$

Tabla 15

*Tasa de Rendimiento de los equipos.*

Equipo	Tasa de producción real media	Tasa de producción estándar	Tasa de rendimiento
Raspadora	4680	6240	<b>75.00%</b>
Escariadora de mano	4680	6240	<b>75.00%</b>
Encementadora	3744	4992	<b>75.00%</b>
Embandadora	3744	4992	<b>75.00%</b>
Autoclave	3120	4992	<b>62.50%</b>
Compresor de Aire	3120	4992	<b>62.50%</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Tasa de Calidad Inicial (RQ):

Con la ayuda del área de producción, obtenemos los productos rechazados durante el año, en el siguiente cuadro:

$$\text{TASA DE CALIDAD (Tc)} = \frac{\text{CP} - \text{PDC} - \text{PRP}}{\text{CP}}$$

Donde:

CP = Cantidad de Producción.

PDC = Pérdidas por defectos de calidad.

PRP = Pérdidas de reprocesos.

Tabla 16  
*Tasa de Calidad de los Equipos.*

Equipo	Cantidad de Producción	Pérdidas por reproceso	Tasa de calidad
Raspadora	2184	0	100.00%
Escariadora de mano	2184	0	100.00%
Encementadora	2184	0	100.00%
Embandadora	2184	0	100.00%
Autoclave	2184	0	100.00%
Compresor de Aire	2184	0	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17  
*Eficiencia Global de los Equipos.*

Equipo	Disponibilidad	Tasa de rendimiento	Tasa de calidad	OEE
Raspadora	98.08%	75.00%	100.00%	73.56%
Escariadora de mano	99.36%	75.00%	100.00%	74.52%
Encementadora	99.28%	75.00%	100.00%	74.46%
Embandadora	99.28%	75.00%	100.00%	74.46%
Autoclave	99.36%	62.50%	100.00%	62.10%
Compresor de Aire	99.60%	62.50%	100.00%	62.25%
Eficiencia Global de Equipos				70.22%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18  
*Valoración del OEE.*

OEE	VALORACION	DESCRIPCION
0-64%	Deficiente	Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad.
65-74%	Regular	Es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad.
75-84%	Aceptable	Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85-94%	Buena	Entra en valores de Clase Mundial. Buena competitividad.
95-100%	Excelente	Valores de Clase Mundial. Alta competitividad.

Fuente: Elaboración Propia.

El cuadro nos revela que la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) en el periodo de un año es 70.22%, lo cual se debe realizar mejoras.

Con la propuesta de la implementación del plan de mantenimiento preventivo se obtendría la OEE en 94.49% en el periodo de un año, considerando que la producción diaria aumenta debido a la reducción de paradas.

Tabla 19  
*Eficiencia Global de los Equipos Propuesta*

Equipo	Disponibilidad	Tasa de rendimiento	Tasa de calidad	OEE
Raspadora	99.76%	90.00%	100.00%	89.78%
Escariadora de mano	99.94%	90.00%	100.00%	89.95%
Encementadora	99.92%	93.75%	100.00%	93.67%
Embandadora	99.84%	93.75%	100.00%	93.60%
Autoclave	99.68%	100.00%	100.00%	99.68%
Compresor de Aire	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Eficiencia Global de Equipos				94.49%

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5. Análisis de criticidad

Para determinar a cuáles de los equipos se va a implementar el programa de mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno los criterios de producción, calidad, seguridad y mantenimiento.

Tabla 20  
*Valores de Producción*

<b>Tasa de utilización del equipo</b>	
Calificación	Características
4	>80%
2	Entre 50 y 80%
1	<50%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21  
*Valores de Calidad.*

<b>Influencia en la calidad final del producto</b>	
Calificación	Características
6	Decisiva
4	Importante
2	Sensible
1	Nula

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22  
*Valores de Mantenimiento.*

<b>Número de horas de paradas por averías en el mes</b>	
Calificación	Características
4	Mayor 5 horas
2	Entre 2 a 5 horas
1	Menor de 2 hora
<b>Grado de especialización del equipo</b>	
Calificación	Característica
4	Especialista
2	Normal
1	Sin especialidad
<b>Costo mensual de mantenimiento</b>	
Calificación	Característica
4	> 700
2	Entre 400 a 700
1	< 400

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23  
*Valores de Seguridad.*

Influencia del equipo sobre la SS. II	
Calificación	Características
6	Riesgo mortal
4	Riesgo para la instalación
2	Influencia relativa
1	Sin influencia

Fuente: Elaboración propia.

Con la suma de todas las puntuaciones se establecen tres grupos de criticidad:

- I. Índice de criticidad entre 24 y 28: Equipos críticos para los cuales se implementará el programa de mantenimiento preventivo.
- II. Índice de criticidad entre 18 y 23: Equipos de importancia media, que en un determinado momento pueden llegar a ser críticos. A estos equipos se le llevará la documentación necesaria para hacerles control sobre las actividades de mantenimiento.
- III. Índice de criticidad menor a 18: Equipos secundarios en el proceso que pueden ser sometidos a un programa de mantenimiento correctivo.

Tabla 24  
*Matriz de criticidad de los equipos.*

Nº	Equipo	Producción	Calidad	Mantenimiento	Seguridad	Total
1	Raspadora	4	4	4	4	22
2	Escareadora	4	4	4	1	19
3	Encementadora	4	4	4	2	20
4	Embandadora	4	4	4	2	20
5	Autoclave	4	6	4	4	28
6	Compresor de Aire	4	4	2	4	19

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. Mantenimiento Preventivo

Las actividades del programa de mantenimiento preventivo tendrán como objetivo de conservar las condiciones óptimas de funcionamiento y las de detectar posibles fallas potenciales que puedan ocasionar parada en la producción o afectar la seguridad del personal.

El soporte del programa de mantenimiento preventivo se encuentra en el sistema de información, que permite llevar el mantenimiento de una manera organizada y programada. Ayuda a controlar las actividades e intervenciones hechas a los equipos como también los repuestos empleados y sus costos, saber si el personal es el adecuado o si su número es suficiente y los costos por mano de obra se justifican y están bien controlados. El sistema de información está conformado por los siguientes formatos:

- Inventario de máquinas y equipo: Se ha realizado la codificación de los equipos de acuerdo con el proceso, detallado en el punto 3.1.
- Ficha técnica. Es el registro donde se consignan las características técnicas y variables físicas de cada equipo, el cual se puede visualizar en el punto 3.2.
- Programa anual de mantenimiento preventivo. Recopila las actividades de mantenimiento preventivo que se deben realizar durante el año a cada uno de los equipos críticos de la planta de producción.

Por lo general, las rutinas que se deben aplicar se clasifican según el tipo:

- Inspección: constituye la base para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria. Suministra la información necesaria para llevar a cabo el mantenimiento adecuado y óptimo. Actividades de inspección son aquellas que requieren de una verificación de valores y observación de funcionamiento.
- Lubricación: es normalmente realizada de acuerdo con las especificaciones del fabricante y la experiencia obtenida a través del tiempo. Reduce el frotamiento, calentamiento y desgaste de las partes móviles del equipo.
- Limpieza: constituye una actividad sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas. Estas pueden ser externas (partes de la máquina a simple vista) o internas (zonas tras un cuerpo de la máquina).
- Ajuste: es una consecuencia directa de la inspección, ya que es a través de esta que se detectan las condiciones inadecuadas de los equipos.

- Orden de trabajo de mantenimiento preventivo. Es el formato que se utiliza para lograr la ejecución del programa de mantenimiento. La orden de trabajo es utilizada como un documento para solicitud, planeación y control de los trabajos de mantenimiento. Detalla cada una de las actividades de mantenimiento preventivo (mecánico, eléctrico y lubricación), que se deben efectuar sobre el equipo

Adicional, se implementará el formato AMEF para determinar las fallas que originen alguna parada en la producción y se determinará bajo el parámetro de impacto, ocurrencia y detención de la falla.

Tabla 25  
*Rangos para la Matriz AMEF*

RANGOS	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26  
*Nivel de Significancia para la Matriz AMEF*

SIGNIFICANCIA	RANGO	NIVEL	DESCRIPCIÓN
SIGNIFICATIVO	20 a 25	MUY ALTO	Genera un alto impacto (legal, imagen, económico y operativo) a la organización y es muy probable que ocurran. Aquel riesgo de soborno que al presentarse puede causar una afectación directa a la estrategia de la organización, se sugiere no continuar con las actividades hasta que se realicen acciones que aporten a la mitigación del riesgo de soborno. NIVEL DE RIESGO NO ACEPTABLE REQUIERE LA IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES.
	13 a 19	ALTO	Genera un impacto (legal, imagen, económico y operativo) a la organización, y es más probable que ocurran. Aquel riesgo de soborno que al presentarse puede originar una afectación a los procesos de negocio, se debe realizar acciones correctoras a corto o mediano plazo a fin de mitigar el nivel de riesgo de soborno e iniciar acciones preventivas con el fin que el riesgo de soborno no se manifieste. NIVEL DE RIESGO NO ACEPTABLE REQUIERE LA IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES
	9 a 12	IMPORTANTE	Genera un impacto (legal, imagen, económico y operativo) a la organización, y es probable que ocurran ocasionalmente. Se debe tomar acciones correctoras a mediano o largo plazo a fin de que el riesgo de soborno no se manifieste. NIVEL DE RIESGO ACEPTABLE Y NO REQUIERE LA IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES.
NO SIGNIFICATIVO	4 a 8	TOLERADO	Genera moderado impacto a la organización y es poco probable que ocurran. Se recomienda actividades de retención del riesgo de soborno. NIVEL DE RIESGO ACEPTABLE Y NO REQUIERE LA IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES
	1 a 3	BAJO	No generan impacto a la organización y es improbable que ocurran. Se pueden continuar con las actividades sin llevar a cabo controles adicionales.

Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 27  
*Clasificación del Impacto de la Falla*

CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO DE LA FALLA			
DESCRIPTOR DEL RIESGO	DESCRIPTOR DE LA OPORTUNIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones Imperceptibles	Muy Baja Repercusiones Imperceptibles	Si el hecho llegara a presentarse, tendría consecuencias negativas o efectos positivos mínimos sobre la organización.	1
Baja Repercusiones Irrelevantes apenas perceptibles.	Baja Repercusiones Irrelevantes apenas perceptibles.	Si el hecho llegara a presentarse, tendría baja consecuencia negativa o efectos positivos sobre la organización. El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente, fácilmente subsanable. La oportunidad generaría una remota mejora.	2
Moderada Defectos de relativa importancia.	Moderada Efecto positivo de relativa importancia.	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema. Si el hecho llegara a presentarse, tendría un efecto positivo significativo sobre la organización	3
Alta	Aprovechamiento	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado. Si el hecho llegara a presentarse, tendría efectos positivos importantes sobre la organización.	4
Muy Alta	Imperdible	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si el hecho llegara a presentarse un efecto positivo muy importante sobre la organización.	5

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 28  
*Clasificación de la Frecuencia de Ocurrencia de la Falla*

CLASIFICACIÓN DE LA FRECUENCIA/PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA FALLA			
DESCRIPTOR DEL RIESGO	DESCRIPTOR DE LA OPORTUNIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Muy Baja Improbable	El defecto puede ocurrir solo en circunstancias excepcionales, no se ha presentado en los últimos 5 años. La oportunidad tiene muy baja probabilidad de éxito al corto, mediano o largo plazo.	1
Baja	Baja	El defecto puede ocurrir en algún momento, al menos de 1 vez en los últimos 5 años. La oportunidad tiene baja probabilidad de éxito al corto, mediano o largo plazo.	2
Moderada	Moderada	El defecto podría ocurrir en algún momento, al menos de 1 vez en los últimos 2 años. La oportunidad tiene moderada probabilidad de éxito al corto mediano o largo plazo, pero requiere una gestión cuidadosa y esfuerzos en mejorar los métodos y procesos.	3
Alta	Alta	El defecto probablemente ocurrirá en la mayoría de las circunstancias, al menos de 1 vez en el último año. La oportunidad tiene alta probabilidad de éxito al mediano plazo, pero requiere una gestión cuidadosa y esfuerzos en mejorar los métodos y procesos.	4
Muy Alta	Muy Alta	Se espera que el evento ocurra en la mayoría de las circunstancias, más de 1 vez al año. La oportunidad tiene muy alta probabilidad de éxito al corto plazo, pero requiere una gestión cuidadosa y esfuerzos en mejorar los métodos y procesos.	5

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29  
*Clasificación de la Facilidad de Detección de la Falla*

CLASIFICACIÓN DE LA FACILIDAD DE DETECCIÓN DE LA FALLA			
DESCRIPTOR DEL RIESGO	DESCRIPTOR DE LA OPORTUNIDAD	CRITERIO	VALOR
<b>Muy Alta</b>	<b>Muy Alta</b>	El riesgo u oportunidad es obvia. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	<b>1</b>
<b>Alta</b>	<b>Alta</b>	El riesgo u oportunidad, aunque es obvia y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	<b>2</b>
<b>Mediana</b>	<b>Mediana</b>	El riesgo u oportunidad es detectable. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de los procesos del SGC.	<b>3</b>
<b>Pequeña</b>	<b>Pequeña</b>	El riesgo u oportunidad es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	<b>4</b>
<b>Improbable</b>	<b>Improbable</b>	El riesgo u oportunidad no puede detectarse.	<b>5</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 30

*Matriz de Análisis de Modo y Efecto de Fallas*

SUBPROCESO:		MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS										Código: FO-MT-005		
OPERACIÓN / FUNCIONALIDAD		R/O	MODO DE FALLO/ OPORTUNIDAD	EFECTO	CAUSA	CONTROL ACTUALES	VALORACIÓN			NPRO IxOxD	ACCIONES	RE - VALORACION	NPRO IxOxD	OBSERVACIONES
							I	O	D			I	O	D

ELABORADO POR

NOMBRE:

CARGO:

FIRMA:

REVISADO POR

NOMBRE:

CARGO:

FIRMA:

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 33

Programa de Mantenimiento Preventivo de la Raspadora

<b>ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.</b>	<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA RASPADORA</b>	<b>Código: FO-MP-003</b>
		<b>Fecha: 25/06/2020</b>
		<b>Revisión: 01</b>

**CÓDIGO DE ACTIVO:** ARA-RA-01

**FECHA DE EMISION:**

DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	FECHA PROGRAMADA		FECHA REPROGRAMADA		FECHA EJECUTADA	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
1 Colocarse los equipos de protección personal	Diario	18/01/2021	23/01/2021				
2 Limpieza exterior	Diario	18/01/2021	23/01/2021				
3 Lubricar las piezas	Semanal	18/01/2021	23/01/2021				
4 Ajustar las piezas	Semanal	18/01/2021	23/01/2021				
5 Revisar la cabeza tambor de aluminio	Semanal	18/01/2021	23/01/2021				
6 Revisar los timones de raspado	Semanal	18/01/2021	23/01/2021				
7 Inspeccionar el estado de chumaceras y cuchillas	Cada 3400 rpm	18/01/2021	23/01/2021				
8 Revisar todas las conexiones eléctricas	Semestral	18/01/2021	23/01/2021				
9 Limpieza general	Semestral	18/01/2021	23/01/2021				

**EJECUTADO POR:**

**Nombres y Apellidos:**

**DNI:**

**Firma:**

**VERIFICADO POR:**

**Nombres y Apellidos:**

**DNI:**

**Firma:**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34

Programa de Mantenimiento Preventivo de la Escareadora

<b>ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.</b>	<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA ESCAREADORA</b>	<b>Código: FO-MP-003</b>
		<b>Fecha: 25/06/2020</b>
		<b>Revisión: 01</b>

**CÓDIGO DE ACTIVO:** AES-ES-01

**FECHA DE EMISION:**

DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	FECHA PROGRAMADA		FECHA REPROGRAMADA		FECHA EJECUTADA	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
1 Colocarse los equipos de protección personal	Diario	8/03/2021	13/03/2021				
2 Limpieza exterior	Diario	8/03/2021	13/03/2021				
3 Lubricación de piezas	Semanal	8/03/2021	13/03/2021				
4 Ajuste de piezas	Semanal	8/03/2021	13/03/2021				
5 Inspección de reten	Semestral	8/03/2021	13/03/2021				
6 Revisar todas las conexiones eléctricas	Semestral	8/03/2021	13/03/2021				
7 Limpieza general	Semestral	8/03/2021	13/03/2021				

**EJECUTADO POR:**

**Nombres y Apellidos:**

**DNI:**

**Firma:**

**VERIFICADO POR:**

**Nombres y Apellidos:**

**DNI:**

**Firma:**

*Fuente: Elaboración propia.*



Tabla 35

Programa de Mantenimiento Preventivo de la Encementadora

ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.		ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA ENCEMENTADORA				Código: FO-MP-003	
						Fecha: 25/06/2020	
						Revisión: 01	
CÓDIGO DE ACTIVO: ACE-CE-01		FECHA DE EMISION:					
DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	FECHA PROGRAMADA		FECHA REPROGRAMADA		FECHA EJECUTADA	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
1 Colocarse los equipos de protección personal	Diario	31/05/2021	5/06/2021				
2 Limpieza exterior	Diario	31/05/2021	5/06/2021				
3 Ajustes de piezas	Semanal	31/05/2021	5/06/2021				
4 Lubricación de piezas	Semanal	31/05/2021	5/06/2021				
5 Inspección de rodillos y pedal	Semanal	31/05/2021	5/06/2021				
6 Revisar todas las conexiones eléctricas	Semestral	31/05/2021	5/06/2021				
7 Limpieza general	Semestral	31/05/2021	5/06/2021				
<b>EJECUTADO POR:</b>		<b>VERIFICADO POR:</b>					
<b>Nombres y Apellidos:</b>		<b>Nombres y Apellidos:</b>					
<b>DNI:</b>		<b>DNI:</b>					
<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36

Programa de Mantenimiento Preventivo de la Embandadora

<b>ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.</b>	<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMBANDADORA</b>	<b>Código: FO-MP-003</b>
		<b>Fecha: 25/06/2020</b>
		<b>Revisión: 01</b>

**CÓDIGO DE ACTIVO:** AEM-EM-01

**FECHA DE EMISION:**

DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	FECHA PROGRAMADA		FECHA REPROGRAMADA		FECHA EJECUTADA	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
1 Limpieza exterior	Diario	1/02/2021	6/02/2021				
2 Aplicar una ligera capa de lubricante	Diario	1/02/2021	6/02/2021				
3 Desconectar el suplidor de aire y agregar lubricante	Semanal	1/02/2021	6/02/2021				
4 Remover toda impureza	Semanal	1/02/2021	6/02/2021				
5 Aplicar una ligera capa de lubricante	Semanal	1/02/2021	6/02/2021				
6 Chequear y limpiar el exterior de la válvula de seguridad	Semanal	1/02/2021	6/02/2021				
7 Verificar el nivel de aceite de el reductor de cauchos	Mensual	1/02/2021	6/02/2021				
8 Limpiar los conductos de aire o cambair los filtros de airde	Mensual	1/02/2021	6/02/2021				
9 Abrir la caja de controles y revisar el estado de botones y conexiones	Semestral	1/02/2021	6/02/2021				
10 Limpieza general	Semestral	1/02/2021	6/02/2021				

**EJECUTADO POR:**

**Nombres y Apellidos:**

**DNI:**

**Firma:**

**VERIFICADO POR:**

**Nombres y Apellidos:**

**DNI:**

**Firma:**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 372

Programa de Mantenimiento Preventivo de la Autoclave

ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.		ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA AUTOCLAVE				Código: FO-MP-003	
						Fecha: 25/06/2020	
						Revisión: 01	
CÓDIGO DE ACTIVO:		AVU-AU-01		FECHA DE EMISION:			
DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	FECHA PROGRAMADA		FECHA REPROGRAMADA		FECHA EJECUTADA	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
1 Colocarse los equipos de protección personal	Después de cada uso	24/05/2021	29/05/2021				
2 Inspeccionar adentro de la cámara que no haya ningún material combustible	Después de cada uso	24/05/2021	29/05/2021				
3 Inspeccionar que no haya ningún escape en los sobres "envelopes"	Después de cada uso	24/05/2021	29/05/2021				
4 Inspeccionar los acopladores de los envelopes o sobres	Después de cada uso	24/05/2021	29/05/2021				
5 Inspeccionar todos los indicadores	Después de cada uso	24/05/2021	29/05/2021				
6 Drenar la válvula de agua DPC	Después de cada uso	24/05/2021	29/05/2021				
7 Chequear la exactitud de los medidos de temperatura	Diaria	24/05/2021	29/05/2021				
8 Lubricar la junta de las puertas	Diaria	24/05/2021	29/05/2021				
9 Inspeccionar si hay algún escape en las válvulas del DPC	Diaria	24/05/2021	29/05/2021				
10 Limpiar y lubricar las agarradoras de la puerta y la cámara	Semanal	24/05/2021	29/05/2021				
11 Limpiar y lubricar las juntas de la puerta	Semanal	24/05/2021	29/05/2021				
12 Inspeccionar todos los medidores y válvulas	Semanal	24/05/2021	29/05/2021				
13 Inspeccionar todas las mangueras de inflado y de gases de combustión	Semanal	24/05/2021	29/05/2021				
14 Limpiar todas las válvulas de los infladores de neumáticos	Semanal	24/05/2021	29/05/2021				
15 Inspeccionar las válvulas de seguridad	Semanal	24/05/2021	29/05/2021				
16 Lubricar la puerta de acople	Semanal	24/05/2021	29/05/2021				
17 Ajustar la puerta si es necesario	Semanal	24/05/2021	29/05/2021				
18 Inspeccionar y limpiar los filtros y reguladores	Mensual	24/05/2021	29/05/2021				
19 Limpiar la cámara internamente	Mensual	24/05/2021	29/05/2021				
20 Chequear el grabador de presiones	Mensual	24/05/2021	29/05/2021				
21 Limpiar los silenciadores de gases en combustión	Mensual	24/05/2021	29/05/2021				
22 Chequear el temporizador para ver su exactitud	Mensual	24/05/2021	29/05/2021				
23 Chequear la válvula DPC	Cada 2 meses	24/05/2021	29/05/2021				
24 Chequear todas las conexiones eléctricas	Cada 6 meses	24/05/2021	29/05/2021				
25 Reemplazar el filtro del DPC	Cada 6 meses	24/05/2021	29/05/2021				
26 Cambiar los sellos de los acopladores	Cada 6 meses	24/05/2021	29/05/2021				
27 Remover la cubierta del ventilador, limpie la cámara y pinte si es necesario	Anual	24/05/2021	29/05/2021				
28 Limpiar a fondos colectores de neumáticos	Anual	24/05/2021	29/05/2021				
<b>EJECUTADO POR:</b>		<b>VERIFICADO POR:</b>					
<b>Nombres y Apellidos:</b>		<b>Nombres y Apellidos:</b>					
<b>DNI:</b>		<b>DNI:</b>					
<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38

*Programa de Mantenimiento Preventivo de la Compresora*

<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA COMPRESORA</b>		<b>Código: FO-MP-003</b>
		<b>Fecha: 25/06/2020</b>
		<b>Revisión: 01</b>

**CÓDIGO DE ACTIVO:** AVU-CO-01

**FECHA DE EMISION:**

DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	FECHA PROGRAMADA		FECHA REPROGRAMADA		FECHA EJECUTADA	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
1 Colocarse los equipos de protección personal	Anual	5/04/2021	10/04/2021				
2 Limpieza interior con aceite	Anual	5/04/2021	10/04/2021				
3 Inspección de las válvulas de seguridad	Anual	5/04/2021	10/04/2021				
4 Inspección de los manómetros	Anual	5/04/2021	10/04/2021				
5 Inspección de los purgadores	Anual	5/04/2021	10/04/2021				
6 Ajuste de las piezas	Anual	5/04/2021	10/04/2021				
7 Lubricación de las piezas	Anual	5/04/2021	10/04/2021				
8 Limpieza general	Anual	5/04/2021	10/04/2021				

**EJECUTADO POR:**

**Nombres y Apellidos:**

**DNI:**

**Firma:**

**VERIFICADO POR:**

**Nombres y Apellidos:**

**DNI:**

**Firma:**

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7. Evaluación Económica y Financiera

#### 3.7.1. Inversión de la Propuesta

En esta parte, se detallarán todos los gastos que se tendrán y se originarán al aplicar la propuesta. El total de estos gastos será visto como un presupuesto necesario.

Se trabajarán ambas propuestas en una sola evaluación financiera. Los costos se muestran a continuación:

Tabla 39

#### *Inversión de la Propuesta*

<b>INVERSIÓN DE LA PROPUESTA</b>				
<b>Costo de elaboración del programa de mantenimiento preventivo</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Elaboración del programa de mantenimiento preventivo	1	persona	S/. 100.00	S/. 100.00
Pasajes al colaborador para la capacitación	18	días	S/. 25.00	S/. 450.00
		<b>Sub-total</b>		S/. 550.00
<b>Costo de capacitación</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Capacitación en mantenimiento industrial	1	persona	S/. 5,250.00	S/. 5,250.00
		<b>Sub-total</b>		S/. 5,250.00
<b>Costos de útiles de escritorio y oficina</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Hojas bond	3	millar	S/. 25.00	S/. 75.00
Tinta negra y de color	6	recarga	S/. 30.00	S/. 180.00
		<b>Sub-total</b>		S/. 255.00
<b>Costo de insumos - lubricantes</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Balde de grasa Unirich 1077/LP	1		S/. 450.00	S/. 450.00
Balde de grasa sanitaria Geralyn AX-W	1		S/. 250.00	S/. 250.00
Pote de grasa Anti Seize	1		S/. 150.00	S/. 150.00
Balde aceite Mobil 600 XP ISO 220	2		S/. 300.00	S/. 600.00
		<b>Sub-total</b>		S/. 1,450.00
<b>Costo de herramientas</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Multimetro	1	und	S/. 350.00	S/. 350.00
Juego de alicates	1	und	S/. 70.00	S/. 70.00
Extractor de seguros	1	und	S/. 50.00	S/. 50.00
		<b>Sub-total</b>		S/. 470.00
<b>Costo de repuestos en almacén</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Bomba de vacío - Autoclave	1		S/. 550.00	S/. 550.00
Motor - Autoclave	1		S/. 300.00	S/. 300.00
Rodamientos	2		S/. 50.00	S/. 100.00
Rodillos - Escareadora y Cementado	2		S/. 100.00	S/. 200.00
Rodillos Embandadora	2		S/. 150.00	S/. 300.00
Manijas Embandadora	2		S/. 100.00	S/. 200.00
		<b>Sub-total</b>		S/. 1,650.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/. 9,625.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.6.1. Evaluación Económica

El análisis financiero en este estudio que se hace mediante la información contable, a través de la utilización de indicadores y razones financieras como el TIR y el VAN, y a partir de ahí estudiar si es económicamente viable o no.

Tabla 40

*Evaluación Financiera*

Estado de Resultados	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS		S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40
EGRESOS	S/. 9,625.00												
FLUJO ECONÓMICO	S/. -9,625.00	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40	S/. 5,648.40
<b>Costo de Oportunidad</b>	<b>2.3%</b>												
<b>VAN</b>	<b>S/. 11,724.22</b>												
<b>TIR</b>	<b>46%</b>												
<b>Beneficio</b>	<b>S/. 21,349.22</b>												
<b>Costos</b>	<b>S/. -9,625.00</b>												
<b>B/C</b>	<b>2.22</b>												

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Se recomienda para la reencauchadora la continuidad de la implementación de la mejora, y la aplicación de las demás mejoras propuestas para el propio beneficio de la empresa.

Seguir con la implementación de este proyecto, ya que según el análisis económico representa una baja inversión y entrega resultados.

La capacitación al personal debe ser constante y se debería evaluar el nivel de aprendizaje con el fin de tener personal altamente técnico.

El Plan de Mejora propuesto cumple con las necesidades de la planta de reencauche para la optimización de procesos y pérdidas innecesarias de tiempo, así como para el mejor desempeño de sus empleados. Es cuestión de la empresa implementar las mejoras propuestas para llegar a obtener un nivel mayor de productividad.

Se recomienda fomentar e inculcar al personal con la filosofía del TPM (Mantenimiento Productivo Total), a fin de que tomen conciencia que las actividades que cada uno de ellos realiza son importantes para el desarrollo y contribución de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.

## 4.2. Conclusiones

Se logró determinar la eficiencia global de los equipos con un promedio de 70.22%, debido a los problemas de mantenimiento que se presentaron en el año 2019, así mismo con la propuesta del mantenimiento preventivo se obtendría una eficiencia global de equipos del 94.49%

Se determinó la criticidad de los equipos, considerando a la autoclave como el equipo más crítico, de igual forma los otros equipos como: la raspadora, escareadora, encementadrea, embandadora y el compresor de aire son equipos de importancia media.

Con la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo a los equipos críticos y de importancia media de la empresa Zaga y Asociados S.R.L. y realizando un adecuado control de los mantenimientos efectivos, se logrará cumplir con los mantenimientos preventivos en un 100%.

Se logrará disminuir los costos de mantenimiento en un 94%, de S/. 71, 943.27 a S/.4,162.50 al año, mediante un mejor funcionamiento de los equipos, así como un mejor uso de los recursos humanos. Permitirá la reducción de tiempos por retraso en el proceso de reencauche y en costos operativos por las horas que se deja de usar el equipo.

El plan de mejora propuesto es viable, ya que en el análisis Beneficio- Costo realizado es de 2.22, los valores de TIR igual al 46% y VAN S/. 11,724.22 siendo mayores a 0, haciendo rentable para la empresa la implementación del proyecto.



## REFERENCIAS

- BOTERO B., Ernesto. La Productividad y el Mantenimiento. ACIEM Cundinamarca. Novenas Jornadas Nacionales de Mantenimiento. Bogotá, Septiembre de 1990.
- BOTERO B., Ernesto. Administración del Mantenimiento. Instituto Colombiano de Administración INCOLDA. Bogotá, 1986.
- CASTLES, John G. Mantenimiento Preventivo Industrial. Editorial McGraw-Hill. New York, 1971.
- CHANG NIETO, E. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler.
- CORNU BARRON, E. F., DEL RIO VEGAIL, M. C., ESCOBEDO GARCIA, E. P., GUERRERO QUIROZ, F. & MORALES MUNGUÍA, D. (2010). Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para la empresa Moraly (Doctoral Dissertation).
- GARCÍA P., Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios Fundamentales. 2012.
- GRIJALVA, W. (2003). Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble. Recuperado el, 23.
- IBARRA LAZCANO, Andrea Elizabeth & NASTASI ROMÁN, Stefano, Universidad de Las Américas (2012), en su tesis: "Plan de mejora en los procesos de producción de reencauche al frío en la empresa reencauchadora europea RENEU S.A. Facultad de Ingenierías y Ciencias Agropecuarias. UDLA. Quito. 190 p
- MORA, Enrique. "TPM: Mantenimiento Productivo Total" TPM en español. Presentación básica del TPM. TPMonline.com. 2004. Disponible en línea: [www.leanexpertise.com/TPMONLINE/presents/pdfs/Tpmesp4pdf.pdf](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/presents/pdfs/Tpmesp4pdf.pdf).
- MORROW, L. C. Manual de Mantenimiento Industrial. Tomo I - Decimocuarta Edición. Editorial CECSA. México, 1986.
- NAKAJIMA, Seiichi. Total Productive Maintenance Productivity Press. Cambridge, Massachusetts. 1984.
- NAKAJIMA, Seiichi. Introducción al TPM". Japan Institute for Plant Maintenance. Tecnología de Gerencia y Producción S. A. Madrid, 1991.
- O'GRADY, P. J. Just In Time. "Una Estrategia Fundamental para los Jefes de Producción. Editorial McGraw-Hill. Madrid España, 1.992.
- Hernandez Matías, JC. Metodología para el análisis y planificación de acciones de mejora continua en fabricación. Tesis doctoral UPM. 2001
- Monden Y. El sistema de producción de Toyota. Madrid. Editorial CDN Ciencias de la Dirección. 1988.

Schonberger RJ. Técnicas japonesas de fabricación. México. Limusa Noriega Editores. 1999.

Seiichi Nakajuma. TPM Programa de desarrollo. Productivity Press. 1991

### ANEXOS

Anexo N°01: Encuestas realizadas al personal de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.

<b>Encuesta al personal de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.</b>		
Nombres y Apellidos: Robert Fernando Zamora Galvez		
DNI: 18161204		
De la escala del 1 al 3 (1 es bajo, 2 regular y 3 alto) asigne un puntaje para identificar las causas principales que generan los costos operativos		
<b>Item</b>	<b>Causas</b>	<b>Puntaje</b>
a	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	3
b	Falta de capacitación al personal	3
c	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento	3
d	Falta de criticidad de los equipos	2
e	Falta de documentación técnica	3
f	Falta de historial de mantenimiento realizados	2
g	Falta de orden y limpieza en el almacén	2

<b>Encuesta al personal de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.</b>		
Nombres y Apellidos: Mirian Consuelo Nuñez Tejada		
DNI: 18215946		
De la escala del 1 al 3 (1 es bajo, 2 regular y 3 alto) asigne un puntaje para identificar las causas principales que generan los costos operativos		
Item	Causas	Puntaje
a	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	3
b	Falta de capacitación al personal	3
c	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento	3
d	Falta de criticidad de los equipos	1
e	Falta de documentación técnica	3
f	Falta de historial de mantenimiento realizados	3
g	Falta de orden y limpieza en el almacén	2

<b>Encuesta al personal de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.</b>		
Nombres y Apellidos: Robert Jose Ruidiaz Rodriguez		
DNI: 02740698		
De la escala del 1 al 3 (1 es bajo, 2 regular y 3 alto) asigne un puntaje para identificar las causas principales que generan los costos operativos		
Item	Causas	Puntaje
a	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	3
b	Falta de capacitación al personal	3
c	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento	2
d	Falta de criticidad de los equipos	2
e	Falta de documentación técnica	2
f	Falta de historial de mantenimiento realizados	2
g	Falta de orden y limpieza en el almacén	2

<b>Encuesta al personal de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.</b>		
Nombres y Apellidos: Yeison Roelito Cachay Goicochea		
DNI: 62234567		
De la escala del 1 al 3 (1 es bajo, 2 regular y 3 alto) asigne un puntaje para identificar las causas principales que generan los costos operativos		
Item	Causas	Puntaje
a	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	2
b	Falta de capacitación al personal	3
c	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento	2
d	Falta de criticidad de los equipos	2
e	Falta de documentación técnica	2
f	Falta de historial de mantenimiento realizados	2
g	Falta de orden y limpieza en el almacén	1

<b>Encuesta al personal de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.</b>		
Nombres y Apellidos: Luz Magaly Murga Rosas		
DNI: 70222664		
De la escala del 1 al 3 (1 es bajo, 2 regular y 3 alto) asigne un puntaje para identificar las causas principales que generan los costos operativos		
Item	Causas	Puntaje
a	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	2
b	Falta de capacitación al personal	2
c	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento	3
d	Falta de criticidad de los equipos	2
e	Falta de documentación técnica	2
f	Falta de historial de mantenimiento realizados	2
g	Falta de orden y limpieza en el almacén	2

<b>Encuesta al personal de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.</b>		
Nombres y Apellidos: Mercy Carolina García Acosta		
DNI: 02431003		
De la escala del 1 al 3 (1 es bajo, 2 regular y 3 alto) asigne un puntaje para identificar las causas principales que generan los costos operativos		
Item	Causas	Puntaje
a	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	2
b	Falta de capacitación al personal	2
c	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento	3
d	Falta de criticidad de los equipos	2
e	Falta de documentación técnica	2
f	Falta de historial de mantenimiento realizados	2
g	Falta de orden y limpieza en el almacén	2



<b>Encuesta al personal de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.</b>		
Nombres y Apellidos: Malquin Adenir Paz Nuñez		
DNI: 71047975		
De la escala del 1 al 3 (1 es bajo, 2 regular y 3 alto) asigne un puntaje para identificar las causas principales que generan los costos operativos		
Item	Causas	Puntaje
a	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	3
b	Falta de capacitación al personal	3
c	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento	2
d	Falta de criticidad de los equipos	3
e	Falta de documentación técnica	3
f	Falta de historial de mantenimiento realizados	3
g	Falta de orden y limpieza en el almacén	2

<b>Encuesta al personal de la empresa Zaga y Asociados S.R.L.</b>		
Nombres y Apellidos: Emanuel Castillo Palma		
DNI: 46705277		
De la escala del 1 al 3 (1 es bajo, 2 regular y 3 alto) asigne un puntaje para identificar las causas principales que generan los costos operativos		
Item	Causas	Puntaje
a	Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	2
b	Falta de capacitación al personal	3
c	Inexistencia de herramientas e insumos para el mantenimiento	2
d	Falta de criticidad de los equipos	2
e	Falta de documentación técnica	2
f	Falta de historial de mantenimiento realizados	2
g	Falta de orden y limpieza en el almacén	2

Anexo N°02: Check List de Herramientas de Poder

ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.		<b>CHECK LIST DE HERRAMIENTAS DE PODER</b>					Código: FO-MT-001	
							Fecha: 25/06/2020	
							Revisión: 01	
ÁREA: ALMACÉN			MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE:			FECHA:		
N°	CÓDIGO HERRAMIENTA	ELEMENTOS A INSPECCIONAR	CONDICION			ACCIONES A REALIZAR	ACCIÓN	
			OPERATIVO	MANTENIMIENTO O PRUEBA	DEFECTUOS O		RESPONSABLE	FECHA
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
<b>OBSERVACIONES:</b>								
<b>INSPECCIONADO POR:</b>					<b>RESPONSABLE:</b>			
<b>NOMBRE:</b>					<b>NOMBRE:</b>			
<b>CARGO:</b>					<b>CARGO:</b>			
<b>FIRMA:</b>					<b>FIRMA:</b>			
<b>FECHA:</b>					<b>FECHA:</b>			

Anexo N°03: Registro de Entrega de EPPs

<b>ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.</b>		<b>REGISTRO DE ENTREGA DE EPP'S, EQUIPOS DE EMERGENCIA Y UNIFORME</b>										<b>Código: FO-MT-002</b>			
												<b>Fecha: 25/06/2020</b>			
												<b>Revisión: 01</b>			
<b>DATOS DEL EMPLEADOR</b>															
<b>RAZON SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL</b>				<b>RUC</b>		<b>DOMICILIO (Dirección, distrito, departamento, provincia)</b>					<b>ACTIVIDAD ECONOMICA</b>		<b>N° TRABAJADORES EN EL CENTRO</b>		
<b>DATOS DEL TRABAJADOR</b>															
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>				<b>DNI</b>			<b>PUESTO DE TRABAJO</b>								
<b>LISTA DE MATERIAL ENTREGADO</b>															
N°	FECHA	MARCA (X)			Descripción del material	Talla	Cant	U.M.	Motivo de Entrega			¿Canje?	FIRMA DEL TRABAJADOR	HUELLA DACTILAR	OBSERVACIONES
		EPP	EQUIP	JNIF					Primera vez	Deterioro	Pérdida				
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
#															
<b>RESPONSABLE DEL REGISTRO</b>															
<b>Nombre:</b>				<b>Cargo:</b>								<b>Firma:</b>			

Anexo N°04: Matriz de Equipos de Protección Personal

ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.		MATRIZ DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL										Código: FO-MT-003	
												Fecha: 25/06/2020	
												Revisión: 01	
ITEM	PUESTOS DE TRABAJO / EPPS												
		CASCO DE SEGURIDAD 3M H700 BLANCO	CASCO DE SEGURIDAD 3M H700 AMARILLO	PROTECTOR ODIOS P/CASCO NRR/24DB 3M X2P3E	TAPONES DE OÍDO ROCKETS NRR27 M OLDEX	LENTE ANTIPROYEC. 30ZC67 IN/OUT CONDOR	RESPIRADOR P/PARTICULAS MOLDEX 4800N95	GUANTES HYFLEX 11-627	GUANTES P/QUIMICOS BEST NSK24	PANTALON DRILL C/PRETINA, CINTA AZUL	POLO ALGODÓN C/LOGO M/LARGA AZUL	TOALLA 0.60 X 120 M	ZAPATOS CUERO C/P. ACERO PLANTA PU
1	OPERARIO DE PRODUCCIÓN		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
2	ADMINISTRATIVO QUE INGRESA A PLANTA	X			X	X	X						X

Anexo N°05: Ficha de Orden de Trabajo

<b>ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.</b>	<b>FICHA DE ORDEN DE TRABAJO</b>			<b>Código: FO-MT-004</b>
				<b>Fecha: 25/06/2020</b>
				<b>Revisión: 01</b>
Nº DE ORDEN		FECHA DE SOLICITUD		
SOLICITADO POR		HORA DE SOLICITUD		
DEPARTAMENTO		ÁREA		
MAQUINA		CODIGO		
PRIORIDAD	1	2	3	Definición de priorización 1: Alto - 2: Medio - 3: Bajo
<b>PROGRAMACIÓN DE LA TAREA DE MANTENIMIENTO</b>				
ASIGNADO A:				
FECHA Y HORA DE INICIO:			FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN:	
<b>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO</b>				
Nº	OPERACIÓN	HERRAMIENTAS	REPUESTOS	OBSERVACIÓN
<b>MATERIALES Y REPUESTOS</b>				
Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTOS
<b>OBSERVACIONES</b>				
INSPECCIONADO POR:			RESPONSABLE:	
NOMBRE:			NOMBRE:	
CARGO:			CARGO:	
FIRMA:			FIRMA:	
FECHA:			FECHA:	