



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LAS  
SELLADORAS DE BOLSA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA  
EXPORTADORA DE VEGETALES FRESCOS**

**Felix Alfredo López Ajxup**

Asesorado por Mtro. Ing. Luis Cristian Garcia Estrada

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LAS  
SELLADORAS DE BOLSA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA  
EXPORTADORA DE VEGETALES FRESCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**FELIX ALFREDO LÓPEZ AJXUP**

ASESORADO POR MTRO. ING. LUIS CRISTIAN GARCIA ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

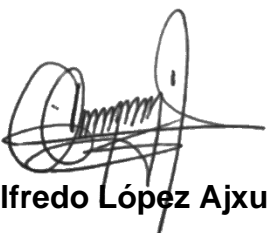
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Ing. Mayra Rebeca Garcia Soria
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LAS  
SELLADORAS DE BOLSA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA  
EXPORTADORA DE VEGETALES FRESCOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 06 de noviembre de 2022.



**Felix Alfredo López Ajxup**



**EEPM-PP-1528-2022**

Guatemala, 6 de noviembre de 2022

**Director**  
**Armando Fuentes Roca**  
**Escuela De Ingenieria Civil**  
**Presente.**

**Estimado Mtro. Fuentes**


Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.


El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LAS SELLADORAS DE BOLSA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA EXPORTADORA DE VEGETALES FRESCOS.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gestión del Mantenimiento Gestión financiera del mantenimiento (mantenimiento, proyectos de inversión y servicios)**, presentado por el estudiante **Felix Alfredo López Ajxup** carné número **200714242**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Ingeniería De Mantenimiento.

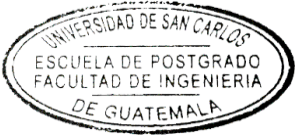
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.


Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
**Luis Cristián García Estrada**  
Ingeniero Electrónico  
Col.: 10772  
Mtro. Luis Cristián Garcia Estrada  
Asesor(a)

  
**Mtra. Rocío Carolina Medina Galindo**  
Coordinador(a) de Maestría



  
**Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí**  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP.EIC.1301.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LAS SELLADORAS DE BOLSA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA EXPORTADORA DE VEGETALES FRESCOS.** , presentado por el estudiante universitario **Felix Alfredo López Ajxup**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Mtro. Armando Fuentes Roca  
Director  
Escuela De Ingenieria Civil

Guatemala, noviembre de 2022



Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.252.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LAS SELLADORAS DE BOLSA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA EXPORTADORA DE VEGETALES FRESCOS**, presentado por: **Felix Alfredo López Ajxup**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabeia Cordova Estrada

Decana



Guatemala, febrero de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida, la salud y la sabiduría para poder alcanzar una de las metas propuestas.
<b>Mis padres</b>	Alfredo y María López, por la comprensión, ayuda y sacrificio realizado, este triunfo es suyo. Dios los bendiga.
<b>Mis hermanos</b>	Edith, Alejandro y Cesar López, por brindarme su cariño, motivación y apoyo incondicional.
<b>Mi familia</b>	Evelin, Sofía y Adrián López por ser la razón de mi vida y el motivo para seguir adelante.
<b>Familia</b>	Por la ayuda brindada en los momentos que los necesite.
<b>Mis amigos</b>	Por su amistad y ayuda brindada a lo largo de este camino.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida, la sabiduría y la protección durante este tiempo.
<b>Mis padres</b>	Por ser ejemplo de superación y esfuerzo en mi vida.
<b>Mis amigos</b>	Por ser el apoyo, la comprensión y la instrucción durante este tiempo.
<b>Mis hermanos</b>	Por su ayuda y motivación para seguir adelante.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por la formación académica y profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
3.1. Descripción del problema .....	9
3.2. Delimitación del problema .....	9
3.3. Formulación de preguntas orientadoras .....	9
3.3.1. Pregunta central .....	10
3.3.2. Preguntas auxiliares .....	10
4. JUSTIFICACIÓN .....	11
5. OBJETIVOS .....	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos .....	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	19



9.	METODOLOGÍA.....	39
9.1.	Tipo de estudio.....	39
9.2.	VARIABLES e indicadores.....	39
9.3.	Fases.....	41
9.4.	Resultados esperados.....	41
9.5.	Selección de la muestra.....	42
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	43
11.	CRONOGRAMA.....	45
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	47
13.	REFERENCIAS.....	49
14.	APÉNDICES.....	53



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Esquema de solución .....	17
2.	Significado de TPM .....	24
3.	TPM y sus pilares fundamentales .....	26

### TABLAS

I.	Evolución del mantenimiento industrial .....	23
II.	Mantenimiento autónomo y su secuencia .....	28
III.	Variables e indicadores .....	40
IV.	Cronograma del proyecto .....	45
V.	Costos estimados de investigación .....	47



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>h</b>	Hora
<b>lb</b>	Libra
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzales





## GLOSARIO

<b>Autónomo</b>	Que puede actuar por sí mismo y no depende de otros elementos para su accionar.
<b>Disponibilidad</b>	Capacidad de un elemento de encontrarse en un estado para desarrollar una función requerida bajo unas condiciones determinadas en un instante dado.
<b>Estandarización</b>	Proceso mediante el que una serie de procesos se ajustan o se adecúan a un estándar. En este sentido, adaptar los procesos a un modelo que se considera de referencia.
<b>Factibilidad</b>	Herramienta que se utiliza para orientar la decisión de continuar o abandonar un proyecto y se aplica ya en la parte pre-operativa del ciclo.
<b>Falla</b>	Defecto material o deficiencia en el funcionamiento de una cosa.
<b>Mantenimiento</b>	Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.



## **RESUMEN**

La filosofía del mantenimiento autónomo es una serie de etapas que pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de trabajo, así como minimizar las pérdidas de tiempo en paradas programadas y las fallas del equipo para conseguir una óptima disponibilidad. Los factores como paros inesperados por obstrucciones, fallos en mecanismos por poca lubricación y deficientes condiciones operativas reducen la disponibilidad de la máquina.

La presente investigación tiene como punto de partida una pequeña descripción de los antecedentes de la empresa, así como la situación actual del área que se desea investigar.

Posteriormente se describirá el origen y la fundamentación del mantenimiento autónomo, los métodos y herramientas que serán utilizadas. Se realizará un estudio de factibilidad para la implementación de un plan de mantenimiento autónomo para las selladoras de bolsa del área de producción de una empresa exportadora de vegetales frescos.



# 1. INTRODUCCIÓN

La planta de producción de empaque de vegetales frescos está situada en el área de San Juan Sacatepéquez y empaca productos como ejotes, arvejas (criollas, dulces, chinas), col de Bruselas, coliflor entre otros. En la planta se deben cumplir con las normas y regulaciones que exige el mercado para el cual se exporta.

El propósito de elaborar un estudio de factibilidad es ayudar a los altos mandos de la empresa a tomar decisiones sobre la puesta en marcha o no de un proyecto, dado que se presenta una evaluación y el análisis del impacto potencial de un proyecto propuesto.

El presente trabajo constituye una sistematización al mantenimiento autónomo de las selladoras de bolsa del área de producción, generando una serie de procedimientos con actividades a realizar por parte del usuario del equipo. Ayudan a disminuir la ocurrencia de fallas y los paros de producción, aumentando por ende la disponibilidad de los equipos.

El problema que actualmente tiene la etapa de sellado es el paro continuo de las labores por desperfectos en los equipos, aunado a esto se tienen equipos antiguos cuyo obsolescencia contribuye a los tiempos altos de reparación. Estas reparaciones se realizan por personal de mantenimiento, por lo que se deben reportar las fallas, esperar a que el personal llegue, realice la inspección y pueda proceder a la reparación del mismo, aumentando significativamente el tiempo de reparación.

La importancia de solucionar dicho problema es la reducción de los tiempos de paro en las líneas de producción por medio de un plan de mantenimiento autónomo en donde el usuario del equipo será el encargado de realizar reparaciones menores que disminuyan el tiempo de reparación y por ende los paros en producción.

Los resultados esperados serán los documentos que detallan la realización del mantenimiento autónomo, los registros necesarios para la verificación de estos. También un documento de factibilidad de la implementación de este tipo de mantenimiento.

El esquema de solución propone verificar el estado actual de los equipos, identificando los tipos de falla más recurrentes, los tiempos de reparación. Adicionalmente se analizará todos los factores que intervienen en la línea de producción y el costo que tiene la línea de producción por hora.

El capítulo uno describe la ubicación de la planta de producción, el propósito de la realización de un estudio de factibilidad; describe el problema actual por el cual se realiza la investigación y la posible solución a implementar. El capítulo dos posee una serie de antecedentes tomados como referencia para la realización de la investigación. El capítulo tres nos describe el problema, los alcances y límites, así como nos da a conocer las preguntas realizadas para la investigación.

En los capítulos cuatro, cinco y seis encontramos la justificación de la investigación, los objetivos tanto general como específicos y las necesidades a cubrir y la representación del esquema de solución.

En los capítulos siguientes tendremos el marco teórico el cual describe los tipos de estudios de factibilidad, que es y cómo evolucionó el mantenimiento hasta llegar a la descripción del mantenimiento autónomo. Se presenta una propuesta de índice de contenidos, se describe la metodología a utilizar; el tipo de estudio, las variables e indicadores; fases de la investigación.

En el capítulo once se presenta el cronograma de actividades de la investigación y se describen los recursos necesarios para la realización de la investigación en el capítulo doce. Por último y no menos importante se presentan las referencias de nuestra investigación en el capítulo trece.





## 2. ANTECEDENTES

En la actualidad existen trabajos de investigación sobre la implementación de planes de mantenimiento autónomo, los cuales ayudarán como soporte para la presente investigación. A continuación, se mencionan algunos que aportan información importante:

La implementación del mantenimiento autónomo incrementa la disponibilidad. Identificando como variable independiente al Mantenimiento Autónomo y variable dependiente a la Disponibilidad, dentro de las variables incluyen muchos procesos y tareas en el rubro siderúrgico, relacionado al sector minero. La primera dimensión de nuestra variable dependiente es el tiempo medio entre fallas (MTBF), es el Tiempo promedio de la frecuencia de ocurrencias de fallas y se calcula dividiendo el número de horas totales entre el número de averías, como segunda dimensión está el Tiempo medio de reparación (MTTR), se define como el tiempo promedio que se utiliza para la reparación de la máquina y se calcula dividiendo el número de horas de paro por averías entre el número de averías. (Baldeon y Casani, 2021, p. VII).

“Actualmente las industrias productoras de agroquímicos tienen alta demanda debido a que estos productos son utilizados en cantidades considerables dentro de los campos de cultivos, por tal motivo deben de garantizar un alto nivel de productividad” (Aguilar y Robles, 2021, p. VII).

Por otra parte, Silva (2020) en su tesis con título *Propuesta de mantenimiento autónomo, para la mejora de eficiencia de los equipos de las*

*líneas de embolsado del área de producción de la empresa Cementos Pacasmayo, Piura, 2018*, nos indica que la implementación del mantenimiento autónomo debe tener 3 niveles inicial, eficiencia y de plena implantación. Dentro de estos 3 niveles se distribuyen siete pasos para la implementación dentro de los cuales se encuentran acciones como capacitaciones, documentación, concientización del personal.

En la actualidad la toma de decisiones respecto la factibilidad de cambiar de mantenimiento básico a mantenimiento predictivo contribuye indiscutiblemente un aspecto de primer orden a resolver, ya que mediante la garantía del mismo se propicia, no solo la adecuada mantención, sino que también mejorará la disponibilidad del servicio. Las funciones únicas del nuevo modelo Mantenimiento Predictivo (monitoreo continuo) es para crear datos fiables sobre los síntomas de fallo para diagnóstico automático de estos, tanto Instantáneo como Predictivo, con predicción y registro del tiempo de inactividad. (Sanhueza, 2018, p. 1)

Pasar de una estrategia preventiva a una predictiva implica cambiar una cultura en todos los niveles, desde la dirección hasta los técnicos que realizan las operaciones más básicas de mantenimiento, por lo que dicho cambio debe ser bien fundamentado y los resultados deben a su vez ser verificables para justificarlo. (Tejaxún, 2018, p. 5)

En su tesis Valdez (2017) pretende demostrar que el mantenimiento autónomo tiene un rol clave en el proceso del mantenimiento para mejorar los indicadores absolutos, y del mismo modo para implementar con pasos seguros el TPM, demostrar que el mantenimiento autónomo mejora la cultura del hombre del mantenimiento y posibilita un ambiente de seguridad y calidad en el proceso del mantenimiento.

El TPM permite distinguir a una empresa en relación a sus competidores, gracias a la mejora de tiempos de solución, disminución de costos de producción y de calidad, aseguramiento de materiales, personal con mejor preparación y mayor calidad de los productos finales o servicios. El objetivo básico de este sistema es reducir a cero ciertos factores importantes dentro del proceso productivo, los cuales son: accidentes, defectos, averías, desperdicios o despilfarros. (Chávez, 2015, p. 4)

“Que la aplicación del mantenimiento autónomo tiene una relación directa la productividad con en el área de mantenimiento. La aplicación del mantenimiento autónomo incrementa significativamente el servicio. La aplicación del mantenimiento autónomo incrementa relevantemente el uso de las horas hombre” (Morillo, 2018, p. X).



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Descripción del problema**

El problema es el aumento de las fallas en las selladoras de bolsa del área de producción de una empresa exportadora de vegetales frescos. Este problema afecta al proceso de empaque y sellado de bolsas. El aumento de las fallas se ha evidenciado en el año 2021. Dicho aumento ha generado paros de producción y genera atrasos en la planificación establecida. Debido a la obsolescencia de los equipos y la falta de repuestos se generan tiempos de reparación más grandes y fallas más continuas. Como efecto no se tiene un número adecuado de equipos para suplir la necesidad de procesamiento. No se completa el plan de mantenimiento preventivo por la disponibilidad de equipos. También los operarios no utilizan de forma adecuada las selladoras asignadas para cada proceso.

#### **3.2. Delimitación del problema**

El estudio está enfocado en la implementación del plan de mantenimiento autónomo a las selladoras de bolsa del área de producción.

#### **3.3. Formulación de preguntas orientadoras**

El trabajo de investigación titulado estudio de factibilidad para la implementación de un plan de mantenimiento autónomo para las selladoras de bolsa del área de producción de una empresa exportadora de vegetales frescos, se basa en las siguientes preguntas.

### **3.3.1. Pregunta central**

¿Es factible la implementación de un plan de mantenimiento autónomo para las selladoras de bolsa del área de producción de una empresa exportadora de vegetales frescos?

### **3.3.2. Preguntas auxiliares**

- ¿Cuáles son las fallas que presentan las selladoras?
- ¿Cuánto es el tiempo de paro de las selladoras?
- ¿Qué costo tiene el funcionamiento de una línea de producción con enfoque de mantenimiento autónomo?

## **4. JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo pertenece a la línea de investigación del área de administración del mantenimiento de la maestría. La propuesta es importante para la reducción de fallas de las selladoras de bolsas del área de producción de una empresa exportadora de vegetales frescos porque se tienen constantes paros del área de producción. Esto genera reparaciones con mayor frecuencia y tiempos grandes de reparación.

El desarrollo de la investigación pretende obtener un plan de mantenimiento autónomo, reparación e inspección de las selladoras. El desarrollo de este procedimiento beneficiará a los usuarios de los equipos, a la línea de producción, a los jefes del área y al personal del departamento de mantenimiento. Esto se debe a la mayor disponibilidad de los equipos que se utilizan en el área, tiempos más cortos de reparación y la reducción de las fallas.

El mantenimiento autónomo de las selladoras del área de producción puede brindar una reducción de fallas. Como resultado se tiene mayor disponibilidad de los equipos, reducción de costos por paros de producción. Además, se podrán adquirir otros equipos para tener reservas de estos y rotar estos para evitar el para de las líneas de producción.





## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Realizar un estudio de factibilidad para la implementación de un plan de mantenimiento autónomo para las selladoras de bolsa del área de producción de una empresa exportadora de vegetales frescos.

### **5.2. Específicos**

- Determinar el estado actual de las selladoras.
- Determinar el tiempo de paro de las selladoras.
- Determinar el costo de funcionamiento de una línea de producción con enfoque de mantenimiento autónomo.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

Para poder empacar vegetales frescos como ejotes, arvejas, coles entre otros cada línea de producción cuenta con una selladora de bolsas, estas selladoras cuentan con dos bloques metálicos que se encargan de transmitir calor a las fajas de teflón que sellaran las bolsas. También posee una banda de transporte que moviliza el producto a sellar a lo largo de las fajas. Si los bloques no cuentan con la temperatura adecuada de sellado el material de empaque no sellará por completo y realizará un sello defectuoso, por lo que será necesario parar la selladora llamar al departamento de mantenimiento y realizar la reparación de la selladora. Para tener un sellado óptimo se deben realizar pruebas de temperatura graduando los controles a la temperatura necesaria y realizar la verificación de fajas de teflón para que se encuentren en óptimas condiciones. Estas reparaciones detienen la línea de producción y producen pérdidas.

El estudio de factibilidad para la implementación de un plan de mantenimiento autónomo para las selladoras de bolsa del área de producción pretende reducir los tiempos de paro de la línea de producción, prolongar la vida de los componentes de las selladoras, reducir los tiempos entre fallas.

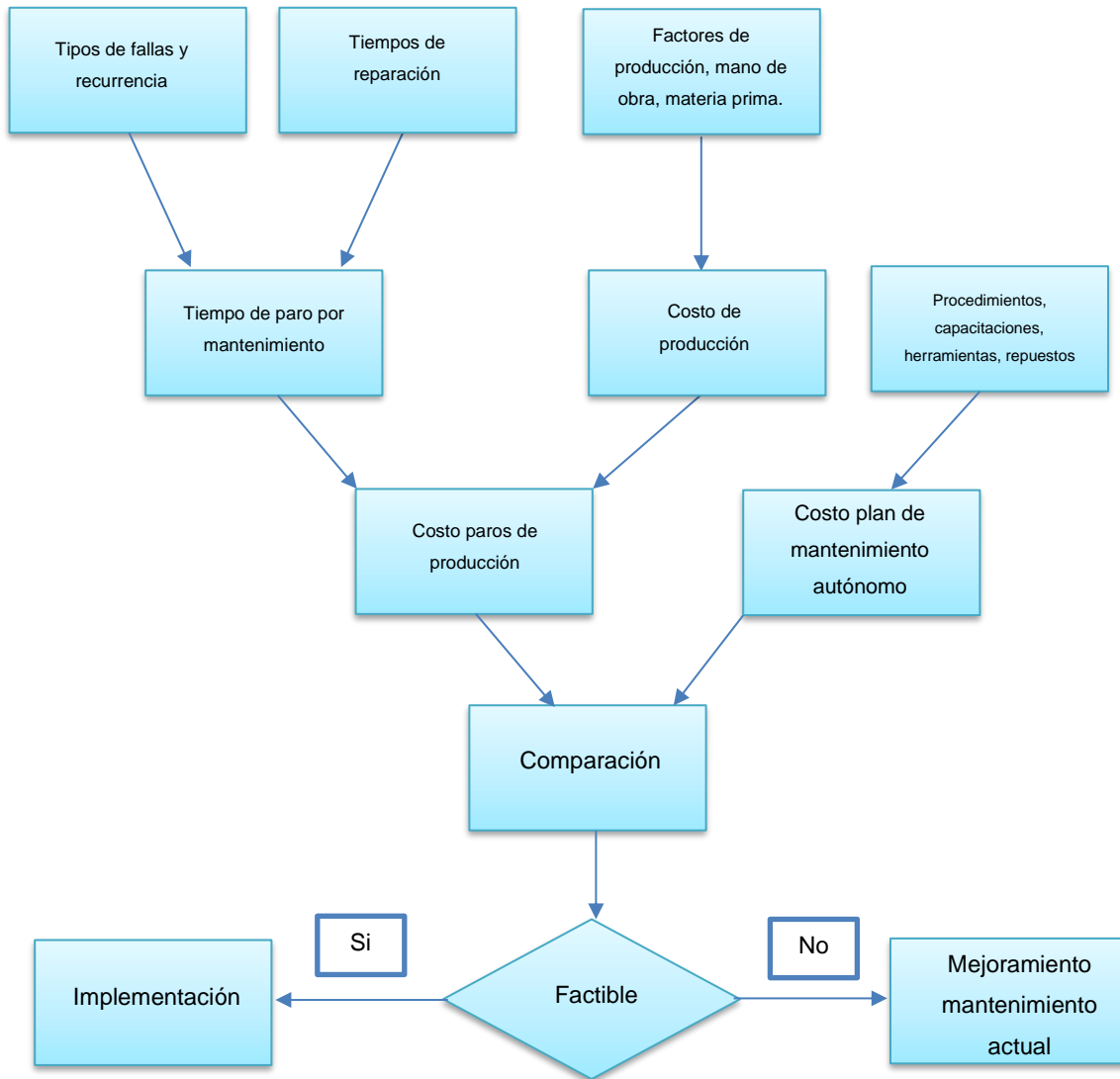
Para la implementación de un mantenimiento autónomo se realizarán procedimientos donde se describirán las tareas a realizar para cada tipo de falla que se pueda presentar, los insumos y herramientas a utilizar. Se capacitará al personal encargado de las selladoras y se dará seguimiento para la realización de las actividades.

El tiempo de monitoreo de las condiciones actuales será de 6 meses, en los cuales se verificarán los registros de fallas en selladoras, los tiempos de reparación y los repuestos utilizados en las reparaciones. Se determinarán los factores que intervienen en la línea de producción, se analizarán los datos obtenidos para determinar la factibilidad de la implementación del plan de mantenimiento autónomo.

El estudio se ejecutará según un esquema de 3 etapas, con las cuales se pretende cumplir los objetivos planteados, como primer etapa se realizará un diagnóstico de las selladoras, mediante la identificación y descripción de las fallas y su ocurrencia, como segunda etapa se contabilizarán los tiempos de reparación y la utilización de repuestos y mano de obra, se analizarán los datos para generar indicadores del mantenimiento actual.

Como tercera etapa se definirán todos los factores que intervienen en la línea de producción para determinar el costo de cada una. Se planteará una propuesta integral que incluya materiales, mano de obra, capacitaciones e instructivos para la implementación de un plan de mantenimiento autónomo. Por último, se comparará el costo de cada una de las variables para determinar el óptimo funcionamiento, control y monitoreo.

Figura 1. Esquema de solución



Fuente: elaboración propia, empleando programa Word.



## **7. MARCO TEÓRICO**

La recopilación de información teórica proveniente de estudios, investigaciones y demás recursos literarios se encuentran recopilados en esta sección y serán importantes para sustentar la investigación propuesta.

### **7.1. Estudio de factibilidad**

La finalidad de elaborar estudios de factibilidad es ayudar a Gerentes con poder de decisión en la determinación de poner en práctica o no un proyecto, dado que se le presenta una evaluación y el análisis del impacto potencial de un proyecto propuesto. (Aceituno, 2008, p. XVII)

Factibilidad es un estudio que se utiliza al implementar proyectos de innovación, automatización, estandarización entre otros y definir su porcentaje de éxito. Este estudio se realiza antes de iniciar cualquier actividad contenida en el proyecto propuesto.

#### **7.1.1. Factibilidad operativa**

Al implementar cualquier proyecto que implique nuevas actividades para el usuario debemos pensar si el usuario es capaz de realizar las actividades de forma correcta ya que de lo contrario debemos fortalecer sus conocimientos para ejecutar las labores y no tener problemas de resistencia al cambio.



Dentro de los factores a tomar en cuenta tenemos que cuando un sistema es complejo en su utilización en los usuarios se puede dar una resistencia a su utilización de tal forma que no lo utilicen. Por otra parte, el miedo a ser desplazados por el nuevo sistema causaría temor y la falta de cooperación. Al introducir el sistema se debe de hacer de forma que el usuario se adapte a él e identifique los beneficios que le generaría al utilizarlo. (Aceituno, 2008, p. 7)

Al dar a conocer un sistema o cambio de algún proceso debe hacerse de forma que el colaborador se adapte rápidamente y pueda identificar los beneficios que tendrá al utilizarlo.

#### **7.1.2. Factibilidad económica**

Se refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo el proyecto, sus actividades y procesos, enmarcados en cada una de las áreas de trabajo para así lograr obtener eficiencia y eficacia al brindar el servicio de mantenimiento que satisfaga a nuestros clientes y lograr a cambio la permanencia del mismo. (Ortiz y Yaguana, 2013, p. 20)

A este estudio le competen los factores como la cantidad de inversión que se necesita para el proyecto, los ingresos que va a tener y los costos y gastos que van a deducir estos ingresos, luego de implementar previos estudios financieros.

### **7.1.3. Factibilidad técnica**

El estudio técnico tiene por objeto proveer para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área.

“Donde se establece la magnitud real del proyecto, en donde se va a realizar, la infraestructura que se necesita y la maquinaria y equipos necesarios para el buen funcionamiento del proyecto” (Sanchez, 2015, p. 23).

Otro punto importante a resaltar en esta factibilidad es la experiencia del usuario ya que al no poseerla tendremos una barrera y esto llevará al repudio de los procedimientos que se desean implementar.

## **7.2. Mantenimiento**

El mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral. Se define como el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones, edificios, industria, entre otros, puedan seguir funcionando adecuadamente. (Cornú *et al.*, 2010, p. 12)

Dentro de las empresas en la actualidad el departamento de mantenimiento forma parte de la cadena de valor, siendo vital para la continuidad de todos los proceso en los cuales está inmerso el equipo, maquinaria e instalaciones.

### **7.2.1. Evolución del mantenimiento**

Desde el principio de la humanidad hasta los siglos XVII y XVIII la prevención y mantenimiento que se le realizaban a las máquinas no tuvo un gran desarrollo debido a la menor importancia que tenían éstas con respecto a la mano de obra, por lo tanto, el mantenimiento que se daba en esa época era de conservación correctiva. Sólo se arreglaba la máquina cuando presentaba paros o fallas y no se pensaba en el servicio que ésta suministraba. (López, 2009, p. 10)

En la primera Guerra Mundial (1914) las máquinas trabajaron a toda capacidad y sin interrupción, pues su funcionamiento era de vida o muerte; por este motivo la máquina tuvo cada vez mayor importancia y aumentaron en cuanto a la cantidad y el cuidado de éstas.

En esta forma nació el Mantenimiento Preventivo, el cual consiste en la detección y tratamiento de anomalías del equipo antes de que causen defectos o pérdidas; esta práctica se aceptó en la década de los veinte, que aunque onerosa, resultaba necesaria. Fue hasta 1950 que se empezó a tener en cuenta la máquina como tal y se le dio importancia al servicio que ésta proporcionaba. La maquinaria quedaba en segundo término, pues solamente era un medio para obtener un producto o servicio, que era el verdadero fin del centro fabril o empresa. (Dounce, 2000, pp. 2-5)

Tabla I. **Evolución del mantenimiento industrial**

EPOCA	TIPO DE MANTENIMIENTO APLICADO	PAISES DE APLICACIÓN
ANTES - SIGLO XIX	Mantenimiento de conservación correctiva: solo se arreglaban las máquinas cuando presentaban paros o fallas.	PAISES INDUSTRIALIZADOS DE LA EPOCA
1916 - 1950	Mantenimiento preventivo, detección y tratamiento de anomalías antes de que causen defectos o pérdidas.	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA
AÑOS 50'S y 60's	Se complementa al mantenimiento preventivo con el mantenimiento productivo, se le da más importancia a la fiabilidad para la entrega de servicio al cliente.	JAPON
AÑOS 70'S y 80's	Mantenimiento Productivo Total TPM, basado en el respeto y participación de todo el personal de las compañías.	JAPON Y ALGUNOS PAISES OCCIDENTALES
AÑOS 90'S Y PRINCIPIO DE SIGLO XXI	Se presenta un mantenimiento más participativo y enfocado a la eliminación de desperdicios y pérdida en cualquier área de las compañías a partir de la aplicación del TPM.	GLOBALIZACIÓN, EN TODO EL MUNDO

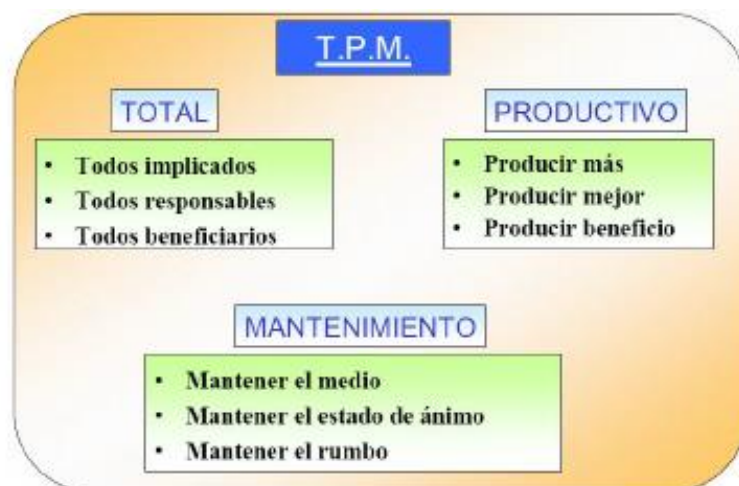
Fuente: Dounce (2000). *La productividad en el mantenimiento industrial: Nuevas bases filosóficas para el mantenimiento industrial.*

### 7.3. **Mantenimiento productivo total**

El TPM es un sistema de trabajo que maximiza la efectividad de los sistemas de producción, desarrollando las habilidades de toda la organización, para evitar todo tipo de pérdidas, involucrando a todos, desde la alta dirección hasta los colaboradores en un mismo proyecto, orientado hacia las cero pérdidas. Traslada la responsabilidad primaria de mantener el equipo, a los

trabajadores que operan el equipo. Cuando los operadores están bien entrenados, se espera que éstos: comprendan cómo funcionan las máquinas y estén conscientes de las señales que indican la inminencia de una falla, ejecuten todo el mantenimiento preventivo rutinario, limpien las máquinas con regularidad, inspeccionen las máquinas diariamente, esto permite que los operadores identifiquen los problemas con rapidez y hagan los ajustes necesarios. Este tipo de mantenimiento también se conoce como mantenimiento predictivo. (Méndez, 2006, p. 11)

Figura 2. **Significado de TPM**



Fuente: López (2009) *El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación.*

### 7.3.1. **TPM y sus objetivos**

En resumidas cuentas, el TPM es un involucramiento de todas las personas que conforman la empresa orientadas hacia las tareas de mantenimiento, al utilizar este tipo de mantenimiento se busca los siguientes objetivos:

### **7.3.1.1. Objetivos estratégicos**

Según López (2009):

La aplicación del mantenimiento productivo total busca que las organizaciones sean más competitivas en el mercado y tengan ventajas frente a los procesos de producción que tienen otras organizaciones, por esto es necesario buscar la máxima eficiencia productiva y el menor número de fallas, defectos y cero accidentes para alcanzar un rendimiento global, que permita que la compañía esté vigente en el mercado, generando mejoras que muestren su participación en la oferta y la demanda.

Estos objetivos deben ser planteados desde la gerencia dentro de la planeación estratégica y así mismo deben estar alineados con la misión y la visión, apuntando siempre a la mejora continua de la organización mediante la generación de confianza al cliente externo con los mejores productos o servicios y el bienestar y participación activa de los clientes internos dentro de los procesos, ya que estos últimos reflejan lo que es la organización. (p. 17)

### **7.3.1.2. Objetivos operativos**

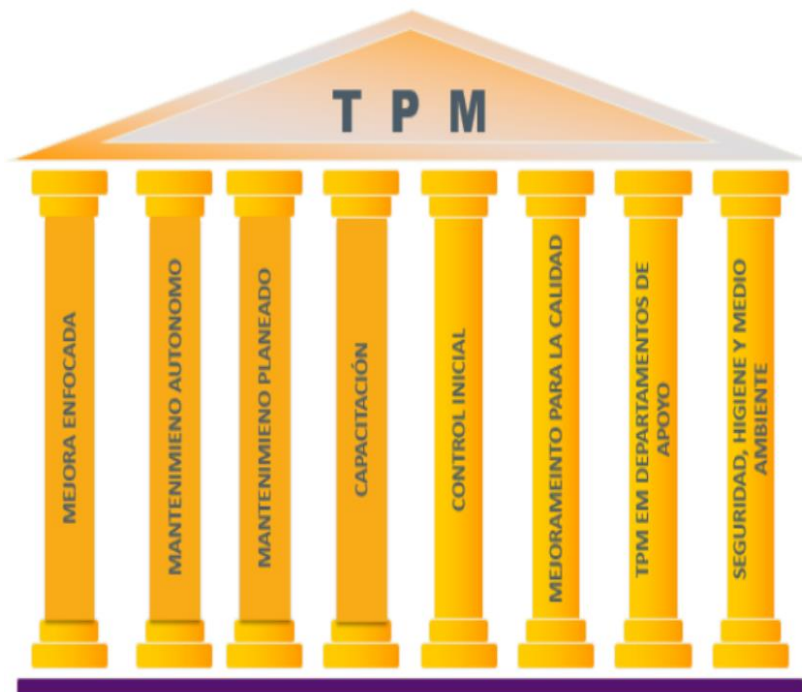
El mantenimiento productivo total tiene como propósito que las tareas diarias realizadas a los equipos reduzcan las fallas, eliminen las pérdidas, mejoren la confiabilidad de equipos y aprovechar la capacidad instalada.

### 7.3.1.3. Objetivos organizativos

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el Propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato. (Méndez, 2006, pp. 16-17)

Seis son los principios que rigen la metodología del mantenimiento total productivo, siendo estos:

Figura 3. **TPM y sus pilares fundamentales**



Fuente: Ortiz (2020) *Plan de mantenimiento autónomo para línea de bebidas en envase de aluminio (línea 21), para el departamento de mantenimiento de una industria de alimentos y bebidas en Guatemala.*

#### **7.4. Mantenimiento autónomo**

Según Ortiz (2020):

El objetivo principal de este pilar de mantenimiento es la creación de una cultura de cuidado de los operarios hacia los equipos, en el cual ellos tengan una iniciativa que mantenga y conserve el activo en buen estado. Sin embargo, este pilar es uno de los más complejos, ya que como lo indica su nombre, al ser completamente autónomo se encontrará directamente ligado a la actitud que tenga el operario frente a la propuesta de mejora que se desee implementar.

Es muy probable que durante las fases iniciales de implementación de este tipo de mantenimiento exista una fuerte resistencia por parte del sector operativo, debido a que asignar nuevas tareas es significado de trabajo extra o tedioso. Es por ello que en este pilar en específico debe existir un apoyo constante de parte de las gerencias como jefaturas, para generar un interés y responsabilidad en este tipo de labores. (p. 110)

Existen tres etapas de desarrollo que se pretende alcanzar con la implementación de este mantenimiento, las cuales son: Mejorar la efectividad de los equipos con la participación del personal, mejorar las habilidades y capacidades de los operarios para mantener altos niveles de eficiencia de los procesos de producción, Mejorar el funcionamiento en general de la organización. (Ortiz, 2020, p. 110)



Tabla II. **Mantenimiento autónomo y su secuencia**

#	PASOS	HERRAMIENTA DE 5'S APLICADA	DEFICIÓN
1	Limpieza inicial	SEISO (LIMPIAR)	Limpieza del área de trabajo realizada por cada operario.
2	Eliminación de fuentes de contaminación		El operario debe proponer medidas para combatir las causa de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc.
3	Estándares de limpieza y lubricación	SEISO (LIMPIAR) Y SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Estandarizar los dos primeros pasos, hacer que el operario determine por si mismo lo que tiene que hacer.
4	Inspección general	SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Revisión de fallas con una inspección general del equipo. Los operarios más experimentados deben enseñan a los de menos experiencia.
5	Inspección autónoma		Comparar y evaluar cada uno de los pasos anteriores, se realiza un manual de inspección autónoma.
6	Organización y ordenamiento	SEIRI (CLASIFICAR) Y SEITON (ORDENAR)	Es Clasificar, seleccionar y ordenar el área de trabajo por parte de los operarios. Los lideres y directores hacen una evaluación a los operarios y se realizan últimos ajustes.
7	Implementación total	SEIKETSU (ESTANDARIZAR) Y SHITSUKE (DISCIPLINA)	Organizar la información para describir las condiciones óptimas y mantenerlas.

Fuente: Ortiz (2020) *Plan de mantenimiento autónomo para línea de bebidas en envase de aluminio (línea 21), para el departamento de mantenimiento de una industria de alimentos y bebidas en Guatemala.*

### **7.4.1. Objetivos del mantenimiento autónomo**

Para poder crear esta cultura es necesario tener definidos los objetivos específicos para cada área o equipo.

Los conocimientos que el operario adquiera en el proceso permiten que estos desarrollen nuevas habilidades por la estrecha relación con sus equipos, también permite identificar las causas de fallas.

Los operarios pueden desarrollar nuevas habilidades para poder analizar los problemas y crear soluciones innovadoras. Como herramientas para desarrollar el análisis se utilizan las capacitaciones y la mayor participación de los operarios en las reuniones de mantenimiento.

Tener establecidos procedimientos de utilización de equipos, una robusta inducción y un tiempo de aprendizaje oportuno harán que los operarios hagan las correctas y mismas actividades para las cuales fueron hechos los equipos.

### **7.4.2. Alcances y límites del mantenimiento autónomo**

Definir los alcances y límites de un proyecto permiten identificar las áreas de trabajo y evita generar pérdidas de recursos en la investigación.

#### **7.4.2.1. Alcances**

- Reducir la utilización de recursos (mano de obra, repuestos y tiempo en las tareas de mantenimiento).
- Tener un indicador de averías que a través del tiempo vaya en reducción.

- Realizar procedimientos, manuales, registros, diagramas, entre otros, para fortalecer la documentación del departamento.
- Aumentar la disponibilidad y funcionamiento de los equipos.
- Definir plan piloto que ayude a implementar el plan a otros equipos de los diferentes procesos.

#### **7.4.2.2. Límites**

- Uno de los requisitos del mantenimiento autónomo es tener la cantidad suficiente de personal, una limitante sería que esta cantidad solicitada o requerida sea insuficiente.
- Resistencia al cambio.
- Información incompleta del proceso.

#### **7.4.3. Mantenimiento autónomo y sus fases**

El mantenimiento autónomo como todo proceso de aprendizaje conlleva varias etapas que a continuación se describen.

##### **7.4.3.1. Preparación**

En esta etapa del mantenimiento autónomo se prepara al personal por medio de capacitaciones, para que conozcan todas las actividades a desarrollar, la documentación necesaria para el registro de las actividades definidas por ejemplo limpieza, lubricación y estandarización.

Usualmente en esta etapa se realiza documentación para estandarizar los procedimientos y actividades del mantenimiento. Dentro de la documentación tenemos lo siguiente:

Procedimiento general de mantenimiento autónomo, en el cual se incluyen instructivos de realización de actividades, responsables, frecuencias. También se tienen verificaciones e inspecciones a realizar, mapas de ubicación e identificación de equipos, listado de equipos entre otros.

#### **7.4.3.2. Etapa 1, limpieza e inspección visual**

“En esta primera etapa se busca alcanzar las condiciones básicas de los equipos y establecer un sistema que mantenga esas condiciones básicas durante las siguientes etapas” (Ortiz, 2020, p.117)

#### **7.4.3.3. Etapa 2, establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro**

Las actividades que se realizan más usualmente en planta se encuentran relacionadas con la eliminación de fuentes de contaminación, excesos de lubricación y engrase en sitios de la máquina, derrames y contaminación. Es conveniente realizar una inspección inicial para determinar las áreas que se ensucian, qué es lo que más se ensucia, cuándo, cómo y por qué se ensucian. (Ortiz, 2020, p. 118)

#### **7.4.3.4. Etapa 3, preparación de estándares para limpieza e inspección**

Esta etapa es explicada como un tipo de refuerzo o seguro de las actividades emprendidas en las etapas 1 y 2. Se busca crear el hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza, lubricación y apriete de tornillos, pernos y otros elementos de ajuste. Esta fase busca prevenir el deterioro del equipo al mantener las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados. (Ortiz, 2020, p. 119)

Para que cada operario realice las mismas actividades y de la misma manera es necesario conocer qué equipos intervienen en el proceso, cuáles son las partes de los equipos, donde se encuentran ubicados, cuáles son los métodos de inspección, que herramientas utilizan, cuales son los tiempos establecidos, cuál es la frecuencia de realización y quienes son los responsables de las tareas.

#### **7.4.3.5. Etapa 4, inspección general orientada**

En las tres primeras etapas se implementaron actividades orientadas a la prevención del deterioro a través de la mejora de las condiciones básicas de la línea. A partir de esta etapa y la siguiente, tienen como objetivo la identificación temprana del deterioro que puede sufrir un equipo por medio de la participación activa del operador. (Ortiz, 2020, p. 121)

Como lo indica el autor descrito en esta etapa los operarios tienen que realizar actividades de mantenimiento menores acompañados de una persona con experiencia para que pueda ayudar en cualquier duda del procedimiento a realizar, la mejor forma aprender es con practica no con lectura por esto es

importante que el operario esté capacitado constantemente. Los equipos se actualizan o surgen nuevas tecnologías por lo cual es importante actualizar los conocimientos de los operarios por medio de talleres prácticos sobre reparaciones y sobre inspecciones.

#### **7.4.3.6. Etapa 5, inspección autónoma**

Con la implementación puesta en marcha, se debe procurar la conservación de los logros alcanzados. Por ello, esta etapa se encuentra principalmente orientada a la mejora de los estándares y a reducir los tiempos efectivos. Para lograrlo se debe evaluar los estándares de limpieza, lubricación y apriete establecidas en las etapas previas, y mejorar sus tiempos y métodos con base en la experiencia acumulada por el operador. (Ortiz, 2020, pp. 121-122)

#### **7.4.3.7. Etapa 6, estandarización**

La estandarización tiene como principal objetivo que las actividades de una rutina sean asignadas de manera adecuada a los operarios. Estas deben incluir los sistemas de información necesarios para garantizar que los resultados de la inspección autónoma se empleen para la mejora del equipo y prevención de problemas potenciales. Todo ello en búsqueda de un equipo humano que opere de forma armónica y en una misma línea de acción. Básicamente, esta etapa está enfocada en la eliminación de todas aquellas causas que conducen a la pérdida de la eficiencia de mano de obra. (Ortiz, 2020, p. 123)

#### **7.4.3.8. Etapa 7, control autónomo total**

En esta última etapa con los resultados obtenidos en las siete etapas anteriores, se integra plenamente el proceso. Se pretende reconocer la capacidad de autogestión. El operario podrá tomar decisión en el ámbito de su puesto de trabajo, cooperar para el logro de objetivos compartidos y realizar nuevas acciones Kaizen. También se inician nuevas fronteras de mejor e innovación permanente en la forma de trabajar y lograr que la planta sea un tipo de laboratorio de aprendizaje. (Ortiz, 2020, p. 124)

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS  
ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Estudio de factibilidad

1.1.1. Factibilidad operativa

1.1.2. Factibilidad económica

1.1.3. Factibilidad técnica

#### 1.2. Mantenimiento autónomo

1.2.1. Evolución del mantenimiento

#### 1.3. Objetivos del mantenimiento autónomo

1.3.1. TPM y sus objetivos

1.3.1.1. Objetivos estratégicos

1.3.1.2. Objetivos operativos

1.3.1.3. Objetivos organizativos

#### 1.4. Mantenimiento autónomo



- 1.4.1      Objetivos del mantenimiento autónomo
- 1.4.2.     Alcances y límites del mantenimiento autónomo
  - 1.4.2.1.    Alcances
  - 1.4.2.2.    Límites
- 1.4.3.     Mantenimiento autónomo y sus fases
  - 1.4.3.1.    Preparación
  - 1.4.3.2.    Etapa 1, limpieza e inspección visual
  - 1.4.3.3.    Etapa 2, establecer medidas preventivas  
              contra las causas de deterioro
  - 1.4.3.4.    Etapa 3, preparación de estándares para  
              limpieza e inspección
  - 1.4.3.5.    Etapa 4, inspección general orientada
  - 1.4.3.6.    Etapa 5, inspección autónoma
  - 1.4.3.7.    Etapa 6, estandarización
  - 1.4.3.8.    Etapa 7, control autónomo total

## 2.    DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

- 2.1.      Condición de selladoras de bolsas
- 2.2.      Fallas de selladoras de bolsas
- 2.3.      Reparación de selladoras
- 2.4.      Líneas de producción
- 2.5.      Mantenimiento autónomo a selladoras de bolsas

## 3.    PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 3.1.      Estratificación de fallas selladoras de bolsas
- 3.2.      Costo de reparación selladoras de bolsas
- 3.3.      Costos de paros de producción
- 3.4.      Costos programa de mantenimiento autónomo a selladoras de  
bolsas

#### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS



## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1. Tipo de estudio**

Se realizará una investigación cuantitativa, en un diseño no experimental, de alcance descriptivo; base de datos transversal ya que se realizará una sola vez y recopilación de datos longitudinal. El alcance es descriptivo porque busca identificar las fallas, la recurrencia y el impacto de las selladoras de bolsa del área de producción sobre el proceso productivo de una empresa exportadora de vegetales frescos y así poder implementar un programa de mantenimiento autónomo que corrija dicho problema.

### **9.2. Variables e indicadores**

Las variables e indicadores se muestran en la tabla III:

Tabla III. **Variables e indicadores**

Objetivos de investigación	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	Tipo de variable	Indicador	Técnica	Plan de tabulación
Determinar el estado actual de las selladoras	Equipos	Cuantitativa	# de equipos	Listado de equipos y maquinaria	Uso de registro de órdenes de trabajo y solicitudes de mantenimiento.
	Longevidad	Cuantitativa	Años de funcionamiento.	Registro	
	Falla	Cualitativa	Tipos de fallas.	Ordenes de trabajo	Uso de programa Excel para generar graficas
	Recurrencia	Cuantitativa	MTBF	Registro ordenes de trabajo	
Determinar el tiempo de paro de selladoras	Tiempo	Cuantitativa	MTTR	Registro Ordenes de trabajo	Uso de registro de órdenes de trabajo y solicitudes de mantenimiento.  Uso de programa Excel para generar gráficas.
Determinar el costo de funcionamiento de una línea de producción	Materia prima exportable	Cuantitativa	Lb/h materia prima exportable	Jet de tiempos y movimientos	Uso de programa Dinamycs Nav y Excel para generar graficas.
	Mano de obra	Cuantitativa	Costo/h mano de obra		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### **9.3. Fases**

- Revisión documental. Inicialmente se realizará la revisión de documentos escritos sobre la temática. Entre ellos se encuentran tesis, trabajos de graduación, documentos académicos, artículos científicos, normas, fichas técnicas, manuales de operación y mantenimiento, historial de datos.
- Trabajo de campo. Se recopilará información sobre el estado de los equipos del proceso productivo. En campo se determinará el número de fallas de cada equipo, el tiempo de reparación, el costo de reparación, costo de la línea de producción por medio de la verificación de registros de mantenimiento, procedimientos establecidos e inspección visual.
- Trabajo de gabinete. Mediante la información recopilada, se tabulará y graficará las tendencias de fallas. Se identificarán los equipos que tengan mayor número de fallas para calcular el costo de la reparación y el costo del paro de producción. Se analizarán los procedimientos establecidos de mantenimiento para conocer los procesos actuales.
- Redacción de documentos. Utilizar la información recopilada y las tendencias mostradas, se procederá a la redacción final del documento de trabajo de graduación.

### **9.4. Resultados esperados**

Se pretende disminuir la cantidad de fallas en los equipos del área de producción. Al poseer la estadística con gráficos de recurrencia de falla en los equipos, tablas de costos de producción por cada línea, se identificarán las selladoras más deterioradas, las líneas con más paros y los costos que implica

el paro de la línea productiva. Estos datos servirán de base para poder tener una base comparativa para la implementación de un mantenimiento autónomo en las selladoras de bolsa del área de producción.

#### **9.5. Selección de la muestra**

Se utilizará el 100 % de la población. Siendo estas 10 selladoras que se ubican dentro de las 6 líneas productivas que se tienen en el área de producción.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Como punto inicial se verificará el número de selladoras que se poseen actualmente, basándose en un listado de maquinaria y equipo. Para llevar a cabo esta tarea se realizará por medio de la observación directa del área comparando el listado con los equipos físicos que se tienen.

Se procederá a verificar todas las órdenes de trabajo de las selladoras y se generarán estadísticas de los datos obtenidos del registro de órdenes de trabajo y solicitudes de mantenimiento que se poseen. Esto para poder tener una estadística de las selladoras con más fallas, y los tiempos de reparación que implicaría un paro de producción.

Como siguiente punto se realizará el análisis de las técnicas de mantenimiento actual de las selladoras por medio de la observación directa, se verificarán los procedimientos y se compararán los procedimientos y lo que se realiza en el mantenimiento.

Teniendo esta información se analizará toda la información para conocer los tiempos de reparación (MTTR) y la recurrencia (MTBF), adicional se verificarán los costos que se generan con los paros en el proceso productivo.

Se cuantificarán las unidades producidas en una línea de producción para conocer el costo por hora de producción. Para esto se emplearán registros de ingresos de materia prima, material de empaque, consumos de energía y tiempo de mano de obra.

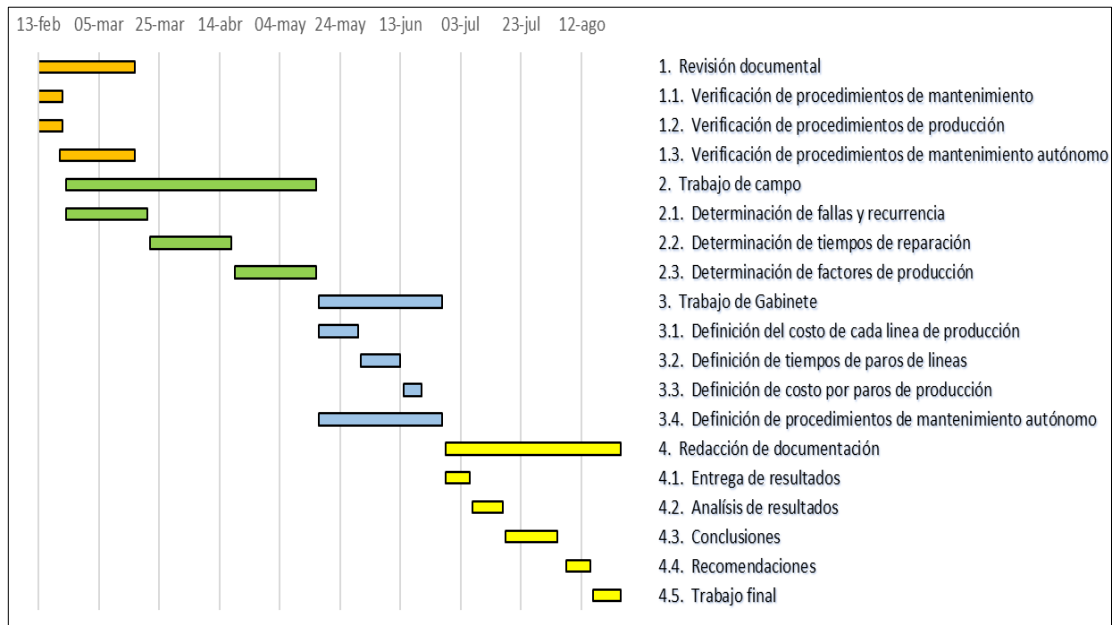


Se realizará una propuesta con los procedimientos, materiales e insumos a utilizar en la implementación de un plan de mantenimiento autónomo de las selladoras.

Se compararán los datos obtenidos del costo de reparación de selladoras y los tiempos de paro de producción contra los costos estimados del plan de mantenimiento autónomo de las selladoras.

# 11. CRONOGRAMA

Tabla IV. Cronograma del proyecto



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Este estudio es aprobado por la Gerencia Administrativa de la empresa exportadora de vegetales frescos, el total de esta propuesta será cubierta por el la empresa y representa la inversión inicial para la implementación de un programa de mantenimiento autónomo para las selladoras de bolsas del área de producción. Con esto se aumentará la disponibilidad de las selladoras de bolsa y se reducirán los paros de producción.

Tabla V. **Costos estimados de investigación**

<b>Integración de costos</b>					
Mano de obra					
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Total</b>
1	Investigador	1	Unidad	Q. 3,000.00	Q. 3,000.00
2	Técnico de mantenimiento	1	Unidad	Q. 1,500.00	Q. 1,500.00
3	Personal de producción	1	Unidad	Q. 3,000.00	Q. 3,000.00
4	Asesor externo	1	Unidad	Q. 2,500.00	Q. 2,500.00
Materiales					
5	Formatos	400	Unidad	Q. 0.25	Q. 100.00
6	Impresiones	100	Unidad	Q. 1.00	Q. 400.00
7	Computadora	6	Mes	Q. 200.00	Q. 1,200.00
<b>Total</b>					<b>Q. 11,700.00</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



### 13. REFERENCIAS

1. Aceituno, G. (2008). *Elaboración de estudios de factibilidad en adopción de tic's* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0377\\_CS.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0377_CS.pdf).
2. Aguilar, L., y Robles, J. (2021). *Aplicación del Mantenimiento Autónomo para mejorar la Productividad en la Etapa de Envasado en una Empresa de Agroquímicos, Lima 2021* (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Perú. Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/82948/Aguilar\\_TLM-Robles\\_RJW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/82948/Aguilar_TLM-Robles_RJW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
3. Baldeon, O. D., y Casani, M. A. (2021). *Implementación de Mantenimiento Autónomo para mejorar la Disponibilidad en la línea Shake Out de Aceros Chilca, Lima, 2021*. (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85389>.
4. Chávez, M. M. (2015). *Evaluación y propuesta de un programa de mantenimiento total productivo (tpm) para su implementación en una imprenta* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3468/>.

5. Cornú, E. F., Del Rio, M. C., Escobedo, E. P., Guerrero, F., y Morales , D. (2010). *Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para la empresa MORALY* (Tesis de licenciatura). Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado de <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6075>.
6. Dounce, E. (2000). *La productividad en el mantenimiento industrial: Nuevas bases filosóficas para el mantenimiento industrial*. México: Grupo Editorial Patria.
7. López, E. A. (2009). *El mantenimiento productivo total tpm y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación* (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/7276>.
8. Méndez, P. C. (2006). *Propuesta para la aplicación del mantenimiento productivo total (tpm) administrado por el sistema de planificación de los recursos de manufactura ii (MRPII, MANUFACTURING RESOURCE PLANNING II) en una industria de elaboración de productos de limpieza*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0381\\_Ml.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0381_Ml.pdf).
9. Morillo, C. A. (2018). *Aplicación del mantenimiento autónomo para incrementar la productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018*. (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Perú.

Recuperado de  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43703>.

10. Ortiz, C. (2020). *Plan de mantenimiento autónomo para línea de bebidas en envase de aluminio (línea 21), para el Departamento de Mantenimiento de una industria de alimentos y bebidas en Guatemala* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13580/1/Carlos%20Eduardo%20Ortiz%20Archila.pdf>.
11. Ortiz, J. F., & Yaguana, V. M. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de mantenimiento de vehículos de transporte pesado en la ciudad de Santo Domingo* (Tesis de licenciatura). Universidad Católica del Ecuador, Ecuador. Recuperado de [https://issuu.com/pucesd/docs/estudio\\_de\\_factibilidad\\_para\\_la\\_cre\\_4dd8781b09b90a](https://issuu.com/pucesd/docs/estudio_de_factibilidad_para_la_cre_4dd8781b09b90a).
12. Sanchez, E. F. (2015). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de transportes de servicio especial en el municipio de Turmequé – Boyacá* (Tesis licenciatura). Universidad Pedagógica Y Tecnológica de Colombia, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1482/1/TGT-230.pdf>.
13. Sanhueza, J. I. (2018). *Estudio de prefactibilidad técnica y económica de replazo mantenimiento básico a mantenimiento predictivo* (Tesis de licenciatura). Universidad Tecnica Federico Santa Maria,

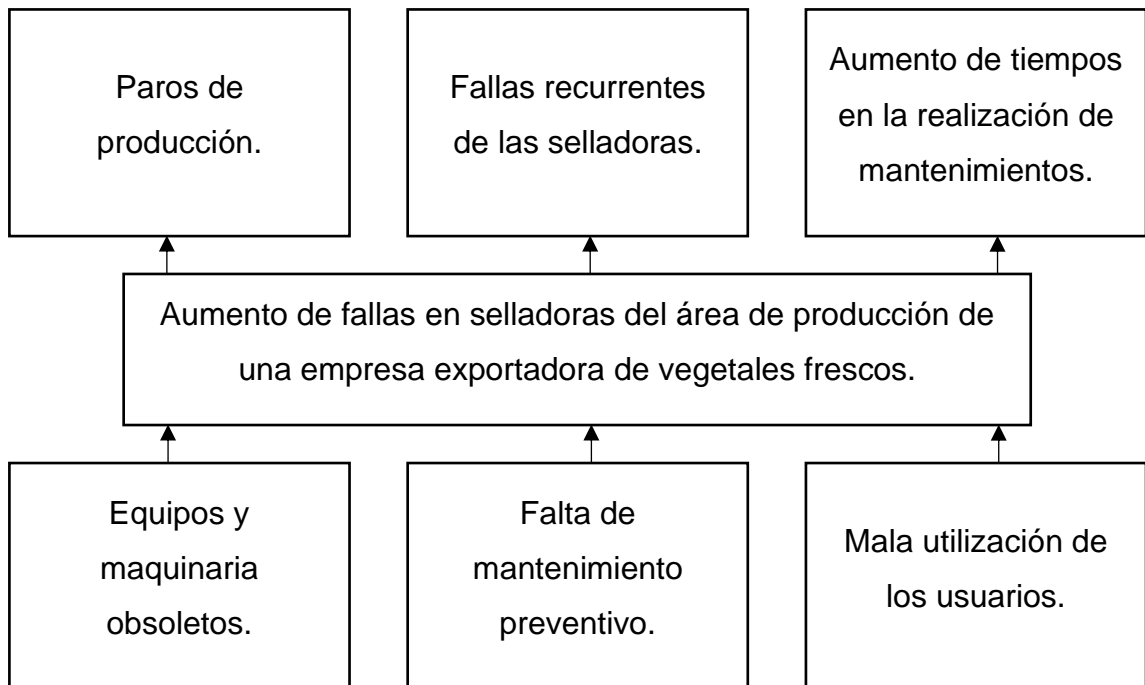


Colombia. Recuperado de  
<https://repositorio.usm.cl/handle/11673/45993>.

14. Silva, V. (2020). *Propuesta de mantenimiento autónomo, para mejorar la eficiencia de los equipos de las líneas de embolsado del área de producción de la empresa Cementos Pacasmayo, Piura, 2018* (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Perú.  
Recuperado de  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55578>.
15. Tejaxún, C. A. (2018). *Diseño de investigación de la gestión de mantenimiento predictivo a través del monitoreo de condición utilizando E.N.D. bajo la Norma ISO 17359:2011, para la conservación de equipos críticos en la industria avícola* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.  
Recuperado de  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0871\\_MI.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0871_MI.pdf).
16. Valdez, J. (2017). *Implementacion del mantenimiento autonomo para aumentar la disponibilidad de equipos trackless en Uchucchacua* (Tesis de maestria). Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.  
Recuperado de  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3937/Valdez%20%20Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

## Apéndice 2. Matriz de coherencia

No.	Objetivo	Pregunta	Variable
1	Determinar el estado actual de las selladoras.	¿Cuáles son las fallas que presentan las selladoras?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de equipos y tiempo de funcionamiento.</li> <li>• Tipos y recurrencia de falla en selladora.</li> </ul>
2	Determinar el tiempo de paro de selladoras.	¿Cuánto es el tiempo de paro de selladoras?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de reparación de selladoras.</li> </ul>
3	Determinar el costo de funcionamiento de una línea de producción.	¿Qué costo tiene el funcionamiento de una línea de producción?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mano de obra directa e indirecta</li> <li>• Materia prima</li> <li>• Material de empaque</li> <li>• Energía eléctrica</li> </ul>
G.	Realizar un estudio de factibilidad para la implementación de un plan de mantenimiento autónomo para las selladoras de bolsa del área de producción de una empresa exportadora de vegetales frescos.		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.