



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR
LA EFICIENCIA DE MAQUINARIA UTILIZADA EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE
PLÁSTICO**

Jonathan Javier Estrada Pérez

Asesorado por el M.A. Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA
MEJORAR LA EFICIENCIA DE MAQUINARIA UTILIZADA EN UNA EMPRESA DE
FABRICACIÓN DE PLÁSTICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JONTHAN JAVIER ESTRADA PÉREZ

ASESORADO POR EL M.A. ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
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. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Ángel Roberto Sic García (a.i)
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA
MEJORAR LA EFICIENCIA DE MAQUINARIA UTILIZADA EN UNA EMPRESA DE
FABRICACIÓN DE PLÁSTICO**

Tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrados, con fecha 30 de marzo de 2019.



Jonathan Javier Estrada Pérez

Ref. AGS-MGIPP-005-2019

Guatemala, 30 de marzo de 2019.

Director:

Julio César Campos Paiz
Escuela de Ingeniería Mecánica
Su despacho. -

Distinguido Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Jonathan Javier Estrada Pérez** carné número **201404342**, quien optó 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 Gestión Industrial.

Y si 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 Decimo, 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.

Sin otro particular, atentamente,

Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

"Id y Enseñad a Todos"

Maestro. Ing. Carlos Humberto Pérez R.
Asesor(a)

Alba Maritza Guerrero S.
Doctora Inga. Alba Maritza Guerrero S.
Coordinadora de Área
Gestión de Servicios

Edgar Darío Álvarez Cortés
Maestro Ing. Edgar Darío Álvarez Cortés
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Cc: archivo/LZ.LA.

RESOLUCIÓN DE JUNTA DIRECTIVA: Proceso de Graduación aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011.



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.089.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación de la Coordinadora del Área de Gestión y Servicios de la Escuela de Estudios de Postgrado, modalidad Pregrado-Postgrado de la Maestría en Artes en Gestión Industrial de la Décima Quinta Cohorte, del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE MAQUINARIA UTILIZADA EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE PLÁSTICO** del estudiante **Jonathan Javier Estrada Pérez**, CUI **2668287360101**, Registro Académico No. **201404342** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Julio César Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, abril 2019

/aej

Universidad de San Carlos
de Guatemala

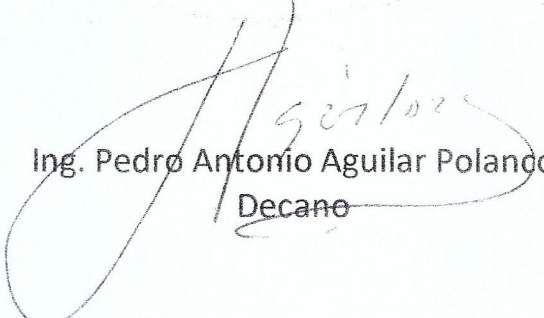


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 247.2019

El Decano 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 Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE MAQUINARIA UTILIZADA EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE PLÁSTICO**, presentado por el estudiante universitario: **Jonathan Javier Estrada Pérez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, mayo de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por estar a mi lado en cada paso que doy e iluminarme en todos mis actos.
- Mi madre** Miriam Pérez, por hacer de mí la persona que soy, con su amor y su confianza me enseñó a vivir y ser feliz, ha estado a mi lado siempre cuando más la necesito.
- Mi padre** Alfonso Estrada, por enseñarme los valores de responsabilidad, puntualidad y honradez y estar siempre a mi lado.
- Mi hermano** Armando Estrada, por darme el ejemplo de superación, motivación y compartir conmigo todas las experiencias.
- Mi tía** Mayra Pérez, por estar a nuestro lado siempre y apoyarnos cuando más lo necesitamos con su amor y confianza.

Mi novia

Andrea Gamas, por acompañarme y darme su amor y comprensión en toda mi carrera, y por apoyarme siempre.

Mi abuela

Yolanda Esquivel (q. e. p. d.), por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, darme todo su amor y acompañarme siempre desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS A:

Pueblo de Guatemala	Todas las personas, hasta las más humildes, con sus impuestos financiaron mi educación, espero retribuirles con mis labores.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas y brindarme todas las herramientas para desempeñarme en mi carrera.
Facultad de Ingeniería	Por ser una organización que con ética y trabajo me brindó las herramientas para culminar mi carrera universitaria.
Escuela de Estudios de Postgrado	Por darme la oportunidad de culminar mi carrera al mismo tiempo de continuar avanzando en mi formación académica.
Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de comenzar mi carrera laboral y hacer que me sienta atraído por la docencia universitaria.
Mis amigos de la Facultad	Por todas las experiencias vividas en las aulas y enseñarme a proyectar mis ideas hacia el futuro.

Mi tío

Alejandro Estrada, por aconsejarme y acompañarme en mi carrera universitaria.

Mi tía

Ernestina Estrada, por apoyarme y compartir con nosotros su cariño y respeto.

Familia Barco

Por abrirme la puerta de su casa, confiar y compartir conmigo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Descripción del problema	7
3.2. Formulación del problema	8
3.2.1. Pregunta central	8
3.2.2. Preguntas auxiliares de investigación.....	8
3.3. Delimitación del problema	9
3.4. Viabilidad.....	9
3.5. Consecuencias.....	10
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS.....	13
5.1. Objetivo general.....	13
5.2. Objetivos específicos.....	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	17

7.1.	Empresa de fabricación de plástico	17
7.1.1.	Áreas de la empresa	18
7.1.1.1.	Compras y proveedores	18
7.1.1.1.1.	Objetivos de compras	18
7.1.1.2.	Bodega.....	19
7.1.1.3.	Producción.....	20
7.1.1.4.	Ventas.....	21
7.2.	Maquinaria inyectora para la producción de plástico	22
7.2.1.	Funcionamiento.....	23
7.2.2.	Partes más importantes de la máquina	23
7.2.2.1.	Unidad de inyección	24
7.2.2.2.	Unidad de cierre	25
7.2.2.3.	Unidad de control	26
7.2.2.4.	Molde.....	26
7.2.3.	Coloración de la pieza.....	28
7.2.4.	Temperatura de proceso	29
7.2.5.	Eficiencia.....	30
7.2.6.	Tiempo muerto de maquinaria.....	30
7.2.6.1.	Pérdidas por fallas.....	31
7.2.6.2.	Pérdidas de cambio de modelo	31
7.2.6.3.	Pérdidas debido a paros menores.....	31
7.2.6.4.	Pérdidas de velocidad	32
7.2.6.5.	Pérdidas por defectos de calidad	32
7.2.7.	Planificación de mantenimientos preventivos.....	32
7.2.7.1.	Objetivos del mantenimiento preventivo ...	34
7.3.	Plan maestro de producción.....	35
7.3.1.	Definición.....	36
7.3.2.	Objetivos del plan maestro	36
7.3.3.	Ventajas del plan maestro	37

7.3.4.	Procedimiento para elaborar el plan maestro	37
7.3.5.	Dimensiones del plan maestro.....	38
7.3.6.	Pronósticos.....	39
7.3.6.1.	Tipos de pronóstico.....	39
7.3.6.2.	Enfoques de pronósticos	40
7.3.6.3.	Modelos básicos de promedios	40
7.6.3.4.	Error de pronóstico..	40
8.	ÍNDICE PROPUESTO DE CONTENIDO	43
9.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	45
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	51
11.	CRONOGRAMA	53
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	55
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
14.	APÉNDICES	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Esquema de solución.....	16
2. Cronograma.....	53

TABLAS

I. Operativización de variables	47
II. Costos y recursos del diseño de investigación	56

GLOSARIO

Control	Examen u observación cuidadosa que sirve para hacer una comprobación.
Cualitativo	Adjetivo de la cualidad o relacionado a ella.
Cuantitativo	Adjetivo de la cantidad o relacionado a ella.
Eficacia	Capacidad de alcanzar el efecto que se espera o se desea tras la realización de una acción.
Eficiencia	Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.
Fusión	Proceso físico que resulta de la transición de fase de una sustancia de un sólido a un líquido.
Insumos	Es todo aquello disponible para el uso y el desarrollo de la vida humana, desde lo que se encuentra en la naturaleza, hasta lo que crean las personas, es decir la materia prima de una cosa.
Mantenimiento	Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.

Planificación	Proceso bien meditado y con una ejecución metódica y estructurada, con el fin de cumplir un objetivo determinado.
Producción	Creación y procesamiento de bienes y mercancías.
Productividad	Relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtenerla.
Pronóstico	Predicción de la evolución de un proceso o de un hecho futuro a partir de criterios lógicos o científicos.

1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia con la cual una empresa de manufactura trabaja depende de la planeación de su cadena de suministro. La presente investigación propone un diseño de un plan maestro de producción en una empresa de fabricación de plástico.

La problemática de la empresa radica en que no se cuenta con una adecuada planificación de producción. Este problema produce que se trabaje con menos del 50 por ciento de eficiencia en la maquinaria y a su vez que las áreas de la empresa trabajen aisladamente. Las áreas de la cadena de suministro no trabajan en sinergia. El aislamiento de las áreas retrasa el tiempo de poner a trabajar una máquina para una orden de producción nueva, puede llegar a tardar hasta 3 días.

Este diseño de investigación es importante, ya que se proyecta mejorar la eficiencia de la maquinaria, así mismo evitar el desperdicio de los recursos para la fabricación de plástico. El diseño de un plan maestro de producción pretende fomentar un sistema de producción donde se tenga el mínimo tiempo muerto de maquinaria.

En esta investigación se espera como resultado que la eficiencia en maquinaria aumente. Otro resultado esperado es reducir tiempos muertos de la maquinaria. La reducción de estos tiempos tiene como objetivo aprovechar mejor los recursos y disminuir los costos de producción.

En esta investigación se plantea un esquema de solución con varios enfoques. Primero un sistema de medición que permita tener indicadores de eficiencia, eficacia y productividad para tener un punto de referencia y diagnóstico. La segunda fase es un análisis de indicadores claves que afecten a la eficiencia de maquinaria. Por último se desea diseñar un plan maestro de producción que ayude a fomentar una sinergia entre las áreas de la cadena de suministro de la empresa.

La presente investigación estará conformada por 3 capítulos. En el primer capítulo se incluye el marco teórico, donde se recopila toda la información teórica necesaria para lograr tener bases argumentadas respecto a la investigación. En el siguiente capítulo se desea realizar una propuesta del diseño de un plan maestro de producción. En el tercer capítulo, por último, se realizará una discusión de resultados con un análisis del diseño.

2. ANTECEDENTES

Respecto a los antecedentes de investigaciones realizadas con el tema de diseño de un plan maestro de producción:

Morales, en su investigación, presenta que debido al aumento de demanda de productos en la empresa, es necesario hacer una planificación adecuada que logre sustentar y cubrir esta demanda. Una planificación actual a corto y mediano plazo de las ventas esperadas y producción necesaria para dichas ventas. (Morales, 2012, p. 21).

Se debe tener claro que la demanda tiene un horizonte aproximado de 90 días, desde el cálculo del pronóstico de las ventas hasta la ejecución de la herramienta definida. El plan maestro de producción proporciona satisfacer la demanda mensual, recordando que los datos para el buen desarrollo del plan tienen que ser actuales.

Este informe ayuda a observar y evaluar el modelo de pronóstico de demanda, de manera constante se debe actualizar la información de ventas. Esta investigación sugiere comprobar que los cálculos realizados estén apegados a la situación y así estos puedan ser utilizados para el plan maestro de producción.

Sánchez establece un programa de producción que se encarga de establecer los insumos a utilizar, esto para no incurrir en paros de fabricación por falta de materiales, que es un problema que la empresa ha venido teniendo. Estos paros generan pérdida por demora y rechazo por el cliente. Otro problema

que indica es la falta de comunicación en las áreas de proveedores, compra de materia prima, producción y ventas. (Sánchez, 2013, p. 10).

Esta investigación logra establecer que la comunicación y sinergia de las áreas de toda la cadena de suministro, desde proveedores y compra de materia hasta transporte al cliente final, es primordial para la eficiencia de una organización.

Gutiérrez argumenta que el problema de falta de planificación de producción de la empresa crea una incertidumbre al no tener clara la cantidad de producción diaria. No saber la capacidad de producción hace difícil la labor de establecimiento de metas e indicadores que ayuden a tener una buena eficiencia. (Gutiérrez, 2014, p. 15).

Con el diseño de un plan maestro de producción se puede llegar a establecer capacidades, metas e indicadores. Estas herramientas ayudan a tener claro en toda la organización la capacidad de oferta específica y la demanda que se puede llegar a tener.

Gómez expone el obstáculo que presenta la empresa, la cual no cumple con el pronóstico de ventas ni las exigencias de los clientes. El problema se da debido a un exceso de demora por la falta de planeación y una mala administración hace el uso de insumos innecesarios. La fabricación de productos atrasados genera ineficiencia y pérdidas por costos de almacenamiento de productos. (Gómez, 2011, p. 17).

En esta investigación se establecerán registros y control de datos de producción. Con los datos se realizará el cálculo de la capacidad y eficiencia de la planta, para establecer un pronóstico de ventas y demanda.

Revollo propone una planeación de producción con la herramienta Justo a Tiempo (JIT), disminuyendo así los inventarios, teniendo una eficiente administración y logrando establecer contacto con los clientes. Esta herramienta se utilizó a través del departamento de ventas. (Revollo, 2012, p. 24).

Esta investigación deja claro que son necesarias actualizaciones constantes de los pronósticos para disminuir el tiempo de entrega e inventarios. La información debe ser clara y directa para evitar pérdidas.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Baja eficiencia de maquinaria por inexistencia de planificación de paros y control de maquinaria.

3.1. Descripción del problema

La empresa de producción de plástico tiene la misión de mantenerse a la vanguardia en cuanto a nuevas tecnologías de producción y distribución de productos de plástico, acorde a las demandas del mercado. Los precios deben mantenerse competitivos para ofrecer a los clientes productos de plástico durables, prácticos y accesibles para el hogar y la industria.

La planta de producción se divide en 2 áreas. La primera donde se fabrican cajas de colocación de bebidas carbonatadas, siendo utilizada la maquinaria más pesada en esta área. La segunda donde se obtienen productos comúnmente utilizados en el hogar, siendo utilizada la maquinaria más pequeña. Se pretende enfocarse en área de fabricación de cajas, ya que es el área de la empresa que genera mayores ganancias debido al tamaño de la maquinaria.

La planta de producción trabaja las 24 horas, esto hace que las órdenes de producción cambien constantemente. El tiempo en que se puede llegar a culminar una orden con considerable cantidad de productos es corto. Es necesario detener la maquinaria para cambiar de un producto a otro y cambiar el molde. Este proceso suele llevar mucho tiempo (hasta 5 días). El tiempo que la máquina está detenida se considera tiempo muerto, lo cual genera una baja eficiencia.

3.2. Formulación del problema

El problema radica en que no se cuenta con una adecuada planificación de producción, en que el departamento de ventas y de producción tenga una mejor comunicación entre sí. La relación entre estas áreas es primordial para lograr disminuir el tiempo muerto de maquinaria. Este tiempo muerto puede llegar a tardar hasta 3 días. De igual manera genera costos extras de producción, los cuales pueden llegar a aumentar, según la experiencia del investigador, hasta un 100% por unidad. La falta de mantenimiento preventivo provoca fallas garrafales en maquinaria parada, hasta 60 días en un año, lo cual corresponde al 15% en tiempo de paro anual. Los registros tomados previamente según la experiencia del investigador exponen una eficiencia en maquinaria mensual menor al 50%. El plan maestro de producción ayudará a pronosticar cuándo se parará la máquina y qué molde se le colocará, con el menor tiempo muerto de maquinaria.

3.2.1. Pregunta central

¿Cómo mejorar la eficiencia en un 20% de la maquinaria utilizada en la línea de cajas de plástico, en una empresa de fabricación de plástico con el diseño de un plan maestro de producción?

3.2.2. Preguntas auxiliares de investigación

1. ¿Cuál es la eficiencia de la maquinaria utilizada en la línea de producción de cajas de plástico?

2. ¿Cuáles son los factores que intervienen en la eficiencia de la maquinaria?
3. ¿Qué beneficio se obtendrá al diseñar un plan maestro de producción en la empresa de fabricación de plástico?

3.3. Delimitación del problema

La eficiencia con la que ha venido trabajando la planta de producción es menor al 50 por ciento, esto da un punto de referencia para comparar resultados y lograr establecer indicadores útiles de productividad. Una delimitación es la resistencia al cambio por parte de colaboradores que tienen mucho tiempo trabajando de esta manera y que pueden llegar a generar una oposición. El espacio para la elaboración de la investigación se hará directamente en la planta de producción de una empresa de fabricación de plástico en la Ciudad de Guatemala. El tiempo comprendido para la presente investigación es de octubre de 2018 a julio de 2019.

3.4. Viabilidad

Para tratar el problema que se presenta por la falta de planeación de paros de maquinaria es viable considerar la utilización de herramientas de gestión industrial. Para realizar esta investigación es necesario reunir todos los datos y registros de las variables que se involucran en los paros de maquinaria, al igual que contar con la disponibilidad del personal operativo, administrativo y gerencial de la empresa.

3.5. Consecuencias

Si el problema no se trata de mejorar se estarían utilizando los recursos ineficientemente para la elaboración de productos de plástico. Los costos fijos de producción que no dependen de la cantidad producida elevan los costos unitarios, llegando a costar el doble de lo ideal. La empresa produce artículos en cantidades masivas, lo que produce que si el costo de producción unitario aumenta puede llegar a generar grandes pérdidas.

4. JUSTIFICACIÓN

Un diseño de un plan maestro de producción es importante, porque pretende evitar la baja eficiencia y desaprovechamiento de los recursos para la fabricación de plástico. Este diseño también intenta fomentar un sistema de producción en que se tenga el mínimo tiempo muerto de maquinaria. La línea de investigación que se relaciona es la de optimización de operaciones y procesos. La investigación tiene relación con los cursos de Ingeniería de la Productividad, Logística, Metodología de la Producción y Sistemas de Producción.

Esta investigación propondrá una solución para aumentar la eficiencia de maquinaria, lo cual es un aporte para la empresa. El tiempo muerto de maquinaria reducirá, lo cual aportará un aprovechando mejor de los recursos. El plan maestro de producción se unirá a todas las áreas de la cadena de suministro, haciendo más eficiente la empresa. Los beneficiarios serán directamente los dueños o inversionistas de la empresa de producción de plástico. La eficiencia mejorará, con lo cual se puede llegar a reducir costos de producción hasta la mitad.

Esta investigación tiene relevancia en el área de gestión industrial, debido a que se busca aumentar la productividad y eficiencia de la maquinaria por medio de la utilización de un plan maestro de producción. Con esta herramienta se logrará optimizar los recursos utilizados en la elaboración de productos de plástico. Las áreas de la cadena de suministro trabajarán en conjunto para lograr alcanzar los objetivos comunes de la organización y no aisladas entre sí.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Diseñar un plan maestro de producción para aumentar la eficiencia de la maquinaria utilizada en la línea de producción de cajas de plástico en una empresa de fabricación de plástico.

5.2. Objetivos específicos

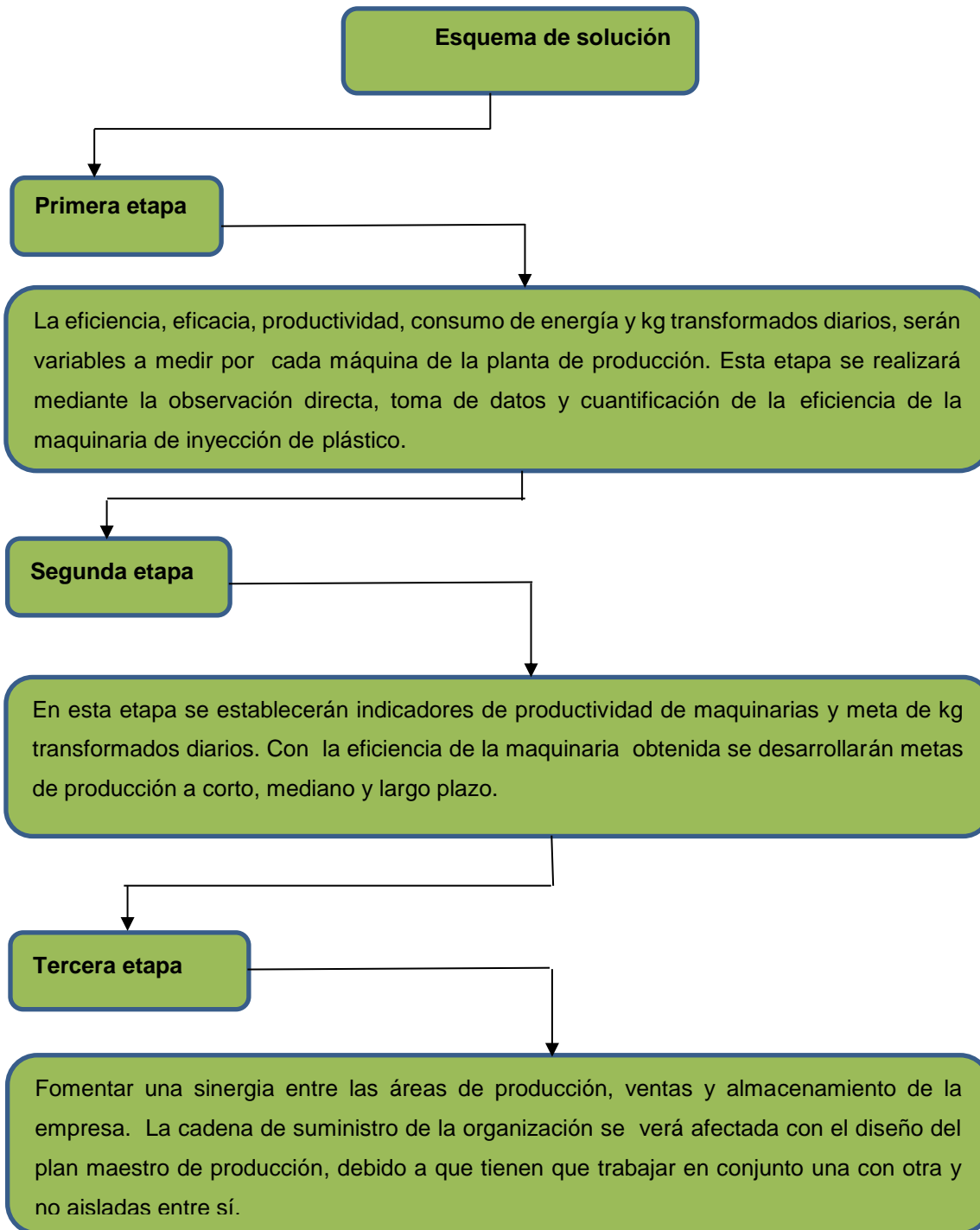
1. Determinar la eficiencia óptima de la maquinaria utilizada para la fabricación de cajas de plástico en la empresa.
2. Analizar los factores que intervienen en la eficiencia de la maquinaria.
3. Determinar los beneficios en cuanto a la mejora de eficiencia en la maquinaria utilizada en una empresa de fabricación de plástico con el diseño de un plan maestro de producción.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La principal necesidad a cubrir con el estudio de investigación es prevenir la baja producción y eficiencia. Este problema genera un mal aprovechamiento de los recursos utilizados para la fabricación de productos de plástico y un gasto extra de producción. En esta investigación se usarán diferentes métodos y técnicas para su desarrollo, entre las cuales se pueden listar:

- Sistema de medición que permita tener indicadores de eficiencia, eficacia y productividad de maquinaria, de toda la planta de producción y diariamente. EL sistema de medición tiene el fin de obtener un punto de referencia y comparación.
 - Control de las unidades reales producidas por la maquinaria
 - Control de unidades defectuosas producidas por la maquinaria
 - Medición de las unidades ideales producidas por la maquinaria
 - Medición de eficiencia y eficacia
 - Establecimiento de costo de producción ideal y real
 - Establecimiento de meta de kilogramos de producto transformado
 - Medición y comparación de porcentaje de meta cumplido diaria
- Métodos teóricos: permiten profundizar en el conocimiento de las herramientas necesarias para la buena gestión del uso de la planeación estratégica. Con estos métodos se podrá interpretar y conceptualizar los datos empíricos encontrados, al igual que se recopilará la información bibliográfica del tema por medio de: textos, tesis, publicaciones, Internet, entre otros.

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

El presente marco teórico está comprendido por los temas relacionados con el trabajo de investigación, mostrando de una manera general el entorno. Se abarcarán temas como la industria de fabricación de plástico en Guatemala, maquinaria utilizada para la producción de plástico y utilización de la herramienta del plan maestro de producción.

7.1. Empresa de fabricación de plástico

“Una empresa de fabricación de plástico se incluye dentro de las empresas de manufactureras”. (Boiteux, 2007, p. 32). La función de este tipo de empresas es la transformación de materia prima en bienes de consumo. La transformación puede ser por medio de maquinaria o bien manualmente, para obtener productos para el consumidor.

“Las empresas manufactureras tienen dos tipos generales. Las empresas automatizadas también emplean máquinas o líneas de producción donde la mano de obra es vital. Las empresas que funcionan plenamente gracias al esfuerzo del personal sin utilización de maquinaria”. (Buffa, 1992, p. 43).

En resumen una empresa de manufactura realiza todas las acciones necesarias para lograr transformar la materia prima. Esta transformación se logra a base de tecnología y mano de obra.

7.1.1. Áreas de la empresa

“La empresa cuenta con las áreas necesarias, las que están organizadas de manera simple y dinámica. Todas las áreas están lideradas por la gerencia general. Esta gerencia está pendiente de la buena marcha de la organización y de la eficiencia en la cadena de suministro”. (Flores, 2013, p. 37).

Son las encargadas de hacer marchar a la empresa para lograr alcanzar los objetivos y metas planteadas por la organización. (Albornoz, 1999, p. 42).

La cantidad de áreas de la empresa está relacionada con el tamaño de esta. En esta investigación se analizarán las áreas importantes de la cadena de suministro. Estas áreas son proveedores, almacenamiento, producción y ventas.

7.1.1.1. Compras y proveedores

Es un área que tiene que permanecer en una buena gestión para así lograr el buen funcionamiento de la organización. La responsabilidad del departamento de compras es certificar que los insumos adquiridos por la empresa estén en su lugar, los inventarios en orden y al nivel establecido. Una atribución importante es relacionarse con los proveedores y buscar una eficaz negociación para beneficio de la empresa. (Albornoz, 1999, p. 47).

7.1.1.1.1. Objetivos de compras

Es importante establecer objetivos para evaluar el desempeño del departamento, es decir si está cumpliendo sus atribuciones. “El objetivo primordial del mismo es asegurar que el suministro de las materias primas, los productos que se subcontraten, los repuestos, tengan una continuidad. Estas

atribuciones del departamento de compras logran evitar las posibles roturas de stock”. (Gutiérrez, 2014, p. 50).

Entre los diferentes objetivos que se pueden plantear dependiendo de la organización están:

- Disminuir los costos asociados con sus atribuciones, que son los de compra de insumos, inventario y transporte de productos.
- Mantener los almacenes abastecidos transportando los insumos necesarios.
- Buena administración de los almacenes para asegurar los niveles de inventarios.
- Negociación con proveedores.
- Llevar registro actual de las compras de la empresa.

En resumen, el departamento de compras se encarga de abastecer de todo los bienes necesarios a la organización. Estos bienes son los insumos y materias primas que la empresa se encarga de transformar y procesar. Los procesos tienen el fin de llegar a cumplir las especificaciones del cliente final.

7.1.1.2. Bodega

El departamento de bodega es el encargado de controlar todos los artículos presentes en los almacenes con que cuenta la organización. Los artículos pueden ser de materia prima, producto en proceso, producto terminado, entre otros. Esta área también se encarga de registrar y administrar la calidad de los bienes en los almacenes. Otra función del departamento suele ser el cálculo del nivel óptimo de cada uno de ellos. (Boiteux, 2007, p. 28).

“El departamento de almacenes e inventarios es el responsable de abastecer los artículos suficientes para el buen funcionamiento de la empresa. Su función es llevar el registro y control de los niveles de producción en las diferentes bodegas como producto en proceso y finalizado”. (Gutiérrez, 2014, p. 37).

Morales refiere que las funciones del departamento de bodega son:

- Examinar y verificar la adecuada calidad de los bienes almacenados.
- Reportar si no se cumple con ella.
- Controlar el almacenaje en las bodegas.
- Administrar los reportes de niveles de las bodegas.
- Verificar los documentos de despacho.
- Optimizar la rotación de inventarios.
- Mantener la higiene dentro de los almacenes de bodegas. (Morales, 2012, p. 39).

El departamento de bodega cumple una función de la cadena de suministro de controlar los niveles de inventarios en las diferentes bodegas. Las bodegas pueden ser de materia prima, producto en proceso o producto terminado. (Morales, 2012, p. 39).

7.1.1.3. Producción

El departamento de producción se encarga de transformar los insumos en productos tangibles para el cliente final. Este objetivo se logra a través de procesos establecidos en los que la materia prima se convierte en bienes con valor final. (Gómez, 2011, p. 33).

En el proceso de producción, la fase final e inicial están involucradas las demás áreas de la empresa como compras, almacenamiento y ventas. Las áreas tienen que trabajar conjuntamente, lo cual es complicado debido a la rapidez que esto requiere. El departamento de producción es responsable de gran parte de esto, ya que su labor no acaba con el bien puesto en la bodega de producto terminado. El área de producción tiene la labor de hacer una sinergia entre las demás áreas de ventas, lo cual puede llegar a hacer más eficiente la planta. (Gutiérrez, 2014, p. 47).

Dependiendo del tamaño de la organización se puede tener niveles de jerarquía en un organigrama de la organización. Estos niveles pueden ir desde operarios, encargados, jefe de producción, ingenieros o personal técnico especializado. (Gutiérrez, 2014, p. 49).

“El departamento de producción tiene como responsabilidad tomar las mejores decisiones para el buen funcionamiento de la organización”. (Morales, 2012, p. 52). Las decisiones están relacionadas con los aspectos de procesos, capacidad, inventarios, personal y calidad. El sistema de producción tiene la responsabilidad de no producir sin planificación previa, sino que con un objetivo planteado por toda la organización.

7.1.1.4. Ventas

El área de ventas se encarga de la planeación y control de la demanda y oferta que pueda llegar a tener una organización. Los pronósticos de la demanda crean incertidumbre, debido a los cambios imprevistos que suelen suceder. El departamento de ventas debe atender estos cambios y dar seguimiento a los mismos. (Gómez, 2011, p. 40).

“En este departamento se prepara día a día el pedido de ventas a manufactura según su requerimiento. El área de mercadeo trabaja en conjunto con ventas para lanzamiento de productos, promociones y ofertas”. (Lee, 2004, p. 27).

Morales refiere que las funciones del departamento de ventas son:

- Diseño de pronósticos de la demanda.
- Colocación de precios al producto final.
- Mercadeo de productos.
- Control y administración de ventas.
- Trabajar en conjunto con el departamento de bodega, con el fin de mantener niveles adecuados de inventarios.

El departamento de ventas tiene un papel muy importante dentro de cualquier organización. Su función primordial es la del intercambio de bien por dinero. El departamento de ventas debe tener una relación directa con el cliente. El cliente es el encargado de agregar valor al bien o servicio ofrecido por la empresa. (Morales, 2012, p. 45).

7.2. Maquinaria inyectora para la producción de plástico

El método de inyección se basa en suministrar continuamente un polímero en un molde frío para luego extraer una pieza final. Este método puede lograr fabricar gran cantidad de artículos de diferentes formas y tamaños. La técnica de inyección es el principal proceso de fabricación de plástico. Los objetos fabricados pueden ir desde pequeños objetos hasta partes de transporte de gran dimensión. (Minik, 1990, p. 15).

“El método de inyección es altamente popular debido a la gran gama de piezas que se pueden fabricar, poco tiempo de proceso que lleva a altos niveles de producción y bajos costos”. (Gianni, 2017, p. 19). Debido a que las piezas suelen quedar muy bien terminadas sin necesidad de operaciones manuales.

Actualmente los polímeros sustituyen a otros tipos de materiales. El proceso suele ser más amigable con el medio ambiente. Este proceso no contamina el ambiente directamente, una ventaja de la utilización de inyección de plástico es que las piezas suelen quedar muy bien terminadas sin necesidad de operaciones manuales.

7.2.1. Funcionamiento

Díaz cataloga al moldeo por inyección como “un proceso continuo que se basa en suministrar un material polímero o cerámico en estado fundido, a un molde cerrado a presión y frío”. (Díaz, 2011, p. 20). En el molde se plastifica pasando a estado sólido, para luego extraer la pieza.

Es importante el conocimiento del funcionamiento interno de la maquinaria de inyección de plástico para el buen manejo de esta. Los supervisores deben saber el proceso de transformación de materia prima en productos útiles.

7.2.2. Partes más importantes de la máquina

Gianni argumenta que las partes de importancia en el diseño de una máquina inyectora de plástico son: unidad de inyección, unidad de cierre, unidad de soporte (estructura), unidad de trabajo (circuito hidráulico). (Gianni, 2017, p. 23). Cada parte cumple una función específica en la maquinaria. En esta investigación se detallarán las partes más importantes. Estas partes son

consideradas primordiales para el buen funcionamiento de la maquinaria de inyección de plástico.

7.2.2.1. Unidad de inyección

Esta unidad tiene como objetivo primordial suministrar el material polímero en estado de fusión en el molde. Las características termodinámicas del material se deben de considerar. Gianni define a las características termodinámicas a considerar: “las temperaturas de fusión del material, la capacidad calorífica del polímero, el calor latente de fusión”. (Gianni, 2017, p. 27).

“El proceso de fusión necesita de un aumento de la temperatura del polímero, que resulta del calentamiento y la fricción de este con la cámara” (Díaz, 2011, p. 25). Este incremento de temperatura tiene como contraparte la disminución de viscosidad del polímero, al igual que la velocidad de corte. Estos factores deben ser ajustados correctamente para la eficiente inyección de material al molde.

“La unidad de inyección mantiene la temperatura programada en la cámara constante. La profundidad del canal del husillo disminuye de forma gradual desde la zona de alimentación hasta la zona de dosificación”. (Minik, 1990, p. 29).

Gianni argumenta que “las funciones de la unidad de inyección son: acercar o retirar la boquilla hacia el molde, generar la presión requerida entre la boquilla y el molde, girar el tornillo, mover horizontalmente el tornillo, mantener la presión de sostenimiento”. (Gianni, 2017, p. 31).

En cuanto al ciclo de inyección, Díaz expone que los procesos del ciclo de inyección son:

- **Plastificación:** para el proceso de plastificación el molde debe estar cerrado. El material pasa por un cañón, que es donde se lleva a cabo la plastificación, seguido de la boquilla que es la que suministra al molde el material.
- **Inyección:** para este proceso el tornillo inyecta el material actuando como pistón. El material pasa a través de la boquilla hacia las cavidades del molde con la presión de inyección respectiva al material.
- **Presión de sostenimiento:** este proceso sucede al terminar de inyectar el material. El tornillo se mantiene adelante aplicando una presión de sostenimiento, para evitar que el material salga del molde durante el enfriamiento.
- **Enfriamiento:** en este proceso la pieza se enfría en el molde. El calor es disipado por medio de un fluido refrigerante. Cuando el tiempo de enfriamiento termina la parte móvil del molde se abre y la pieza es extraída. (Díaz, 2011, p. 21).

7.2.2.2. Unidad de cierre

“La unidad de cierre es una prensa hidráulica o mecánica. La fuerza de cierre de esta unidad es suficiente para contrarrestar la fuerza ejercida por el polímero fundido al ser inyectado en el molde. El plástico entra a las cavidades del molde y una vez que el material se enfría la pieza se expulsa”. (Gianni, 2017, p. 23).

“Las presiones de cierre y apertura son ajustables. El material requiere de presión alta o baja dependiendo de las características al solidificarse. Si la fuerza de cierre es insuficiente el molde tenderá a abrirse y el material escapará por la unión del molde”. (Minik, 1990, p. 34).

La interacción de esta unidad con el ciclo de inyección es de gran importancia. El tiempo en que la unidad de cierre expulsa el producto puede significar que todo el ciclo trabaje eficientemente o de manera retardada.

7.2.2.3. Unidad de control

“En esta unidad se pueden establecer los puntos en los cuales se trabajarán. El sistema de control envía las señales que accionan los dispositivos de inyección y cierre. Este sistema además mantiene las variables de temperatura y presión en el punto de referencia determinado”. (Díaz, 2011, p. 27).

La temperatura y la presión de operación de la máquina deben ajustarse según el material a moldear. Los plásticos en estado fundido poseen diferente viscosidad y fluidez. Las propiedades intrínsecas de las resinas deben ser controladas según las condiciones del moldeo. (Cadena, 2006, p. 31). A las variables de temperatura, presión y tiempo de ciclo es necesario ponerles atención, ya que de ellas depende la calidad del producto final.

- Temperatura

En la unidad de control es posible variar la temperatura de fundido, más no la de enfriamiento. El enfriamiento de los moldes se realiza a través de un flujo de agua fría que pasa a través de cavidades localizadas en el molde. (Cadena, 2006, p. 32).

- Presión

Díaz indica sobre la presión que “la presión de empuje y retroceso del tornillo varía según el plástico a transformar. La viscosidad y densidad del material debe tomarse en cuenta”. (Díaz, 2011, p. 34).

- Tiempo

El tiempo de carga indica el volumen de material que entra al cilindro. El volumen de carga tiene que ser modificado, puesto que no todas las piezas son del mismo volumen. (Minik, 1990, p. 44).

7.2.2.4. Molde

Es el espacio donde se forma la pieza a partir del material fundido inyectado por la boquilla, estos tienen las formas de los productos finales específicos. El molde es enfriado para la plastificación del material. Las quijadas hidráulicas o neumáticas del molde expulsan al producto. (Minik, 1990, p. 47). El molde en la maquinaria de inyección de plástico es fundamental para el óptimo funcionamiento de esta. La calidad del producto final se obtendrá dependiendo de las características de molde.

- Ciclo de moldeo

Díaz define que en el ciclo de moldeo se distinguen 6 pasos principales:

1. El molde se mantiene cerrado y vacío. La unidad de inyección carga de material y se llena de polímero fundido.
2. La válvula se abre y se inyecta el polímero. El husillo actúa como un pistón. El material pasa a través de la boquilla hacia las cavidades del molde.
3. La presión se mantiene constante para lograr que la pieza tenga las dimensiones adecuadas. La pieza al enfriarse tiende a contraerse.
4. La presión se elimina. La válvula se cierra y el husillo gira para cargar material. El husillo al girar también retrocede.
5. La pieza en el molde termina de enfriarse (este tiempo es el más caro pues es largo e interrumpe el proceso continuo). La prensa libera la presión y el molde se abre. Las barras expulsan la parte moldeada fuera de la cavidad.
6. La unidad de cierre vuelve a cerrar el molde y el ciclo puede reiniciarse. (Díaz, 2011, p. 39).

7.2.3. Coloración de la pieza

Minik expone sobre la coloración de la pieza: “en este proceso el producto adquiere el aspecto que lo hace adquirible para el cliente, agrega valor. Los colores son un factor primordial para la vena final para el cliente”. (Minik, 1990, p. 49). Básicamente hay tres formas de agregar color a la pieza en el proceso de inyección.

1. Que toda la materia prima utilizada sea del color específico de que se está fabricando el producto.
2. Utilizar un plástico de color natural y mezclarlo con colorante o pigmento en polvo.
3. Utilizar un plástico de color natural y mezclarlo con cierta cantidad de plástico de color.

“La tercera opción de mezclar el material natural con cierta cantidad concentrada de color deseado del producto suele ser la más eficaz”. (Minik, 1990, p. 51). Mezclar el color natural proporciona un tiempo de cambio de color más corto y limpio a comparación de las demás opciones. Esta opción también es la más económica. La primera opción de utilizar todo el material de color suele ser la más cara.

7.2.4. Temperatura de proceso

Gianni argumenta sobre la temperatura en el proceso de inyección: “para inyectar un polímero, específicamente un termoplástico, es necesario conocer su temperatura de fusión”. (Gianni, 2017, p. 39).

“La temperatura es un factor no constante en cada material polímero termoplástico. Para conocer la temperatura es necesario una hoja de especificaciones donde se encuentre la temperatura de trabajo”. (Díaz, 2011, p. 40).

Es necesario conocer las temperaturas de trabajo, dependiendo el tipo de materiales que se empleará para la producción de cada artículo. La elección de una adecuada temperatura en el proceso resultará en un buen acabado y disminuirá los productos defectuosos.

7.2.5. Eficiencia

Silva se refiere a este concepto así: “la eficiencia significa operar de modo que los recursos sean utilizados de forma más adecuada. La habilidad de cumplir con algún objetivo planteado con el uso mínimo de recursos estipulados para ese objetivo, lográndolo con la misma satisfacción”. (Silva, 2013, p. 7).

“Un proceso es más eficiente que otro cuando este es superior en los beneficios económicos utilizando los mismos recursos. Para ello se requiere utilizar la menor cantidad de recursos y también disminuir los costos de su uso.” (Couter, 2013, p. 12).

Se puede resumir que la eficiencia es un factor fundamental en cualquier actividad económica. El objetivo de toda organización es aumentar sus ganancias invirtiendo menos, para ello se trata de disminuir de cualquier manera los costos innecesarios. Estos costos se involucran en el proceso productivo y no agregan valor al producto final ni al cliente.

7.2.6. Tiempo muerto de maquinaria

“El tiempo muerto de maquinaria sucede cuando la maquinaria se encuentra en reposo sin usar. Los factores que puedan ocasionar estas situaciones pueden ser directamente o indirectamente con los equipos”. (Gianni, 2017, p. 45). Estos tiempos dan lugar a reducciones de eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Paros de maquinaria no programados.
- Disminución de producción.
- Defectos en productos por mal funcionamiento del equipo.

El tiempo muerto en la maquinaria ocasiona una baja eficiencia en el sistema de producción. Una estrategia organizacional con el menor tiempo posible de paro de maquinaria da como resultado un buen aprovechamiento de los recursos utilizados para la producción.

7.2.6.1. Pérdidas por fallas

“Cuando un equipo tiene una falla garrafal ocasiona una ruptura en el sistema de producción debido a que no se tenía previsto esa falla”. (Díaz, 2011, p. 45). Estas fallas tienen costos de producción fijos. El tiempo muerto que la maquinaria pasa sin producir, al igual que los costos de los repuestos y reparación del equipo, generan pérdidas. Entre mayor sea el tiempo muerto que ocasione la falla mayor será el costo.

7.2.6.2. Pérdidas de cambio de molde

Estas pérdidas son ocasionadas por el cambio de condiciones de operación, cambio de línea de producción o cambio de personal de turno. El tiempo muerto de la maquinaria en este tipo de cambio es llamado tiempo en cambio de herramienta o molde. La metodología SMED intenta reducir el tiempo muerto que ocasiona el cambio. Este método suele ser utilizado en líneas de producción donde el cambio de herramienta se constante.

7.2.6.3. Pérdidas debido a paros menores

“Estas pérdidas son a causa de un fallo menor en el equipo como atascamiento de material o tiempo de retardo. Las pérdidas menores no generan un daño garrafal al equipo ni causan un efecto absoluto en el sistema de producción”. (Minik, 1990, p. 35). Al integrar estas fallas en un total puede dar una cantidad grande de tiempo muerto en la maquinaria.

7.2.6.4. Pérdidas de velocidad

“Estas pérdidas son a causa de elevación del tiempo de producción frecuentemente a causa del aseguramiento de la calidad requerida”. (Flores, 2013, p. 37). Es importante llevar un registro del tiempo ideal de producción para determinado producto.

7.2.6.5. Pérdidas por defectos de calidad

“Es a causa de artículos que están fuera de los requerimientos de la calidad establecida, suelen llamarse productos defectuosos”. (Díaz, 2011, p. 44).

Los productos defectuosos generan baja eficiencia debido a que tienen que ser reprocesados o eliminados completamente.

7.2.7. Planificación de mantenimientos preventivos

“Las fallas en los equipos son inevitables, lo cual adquiere un costo de reparación” (Velásquez, 1997, p. 22). Un plan de mantenimiento preventivo es vital para disminuir el costo de reparación de maquinaria cuando se presenta una falla garrafal.

Gianni expone sobre la planificación del mantenimiento que “el plan de mantenimiento preventivo ayuda a reducir las fallas imprevistas en los equipos”. (Gianni, 2017, p. 33). Esta planificación hace más eficiente el sistema de producción de la empresa, anticipándose a los problemas futuros que puedan ocasionar las fallas en la maquinaria.

En la actualidad es una responsabilidad asegurar el buen funcionamiento y conservación de la maquinaria utilizada en cada empresa. La planificación de mantenimientos preventivos lograr mantener la eficiencia y calidad en los productos.

Las fallas en los equipos son costosas por diferentes factores, entre ellos están:

- Costes de reparación que incluyen gastos en materiales, gastos de personal y mano de obra.
- Daños al equipo que pueden llegar a acortar su funcionamiento y vida útil.
- Retrasos en la producción que ocasionan costos fijos de producción innecesarios, disminuyendo la eficiencia de la planta.

- Excesos de tiempos de entrega de productos finales con el cliente, lo que puede llegar a dañar la imagen de la empresa.
- Producción de mala calidad o defectuosa, lo cual genera pérdida del material completo de trabajo.
- Riesgos para el personal que está operando el equipo, se puede llegar a tener accidentes de gran impacto.

“La buena gestión de un plan de mantenimiento preventivo ayuda a disminuir estos costos y lograr aumentar la eficiencia en el área de producción de la empresa”. (Velásquez, 1997, p. 27). Con una buena gestión de mantenimiento se puede reducir el número de paros por mantenimiento. Los costos de mantenimiento correctivo que son más altos se pueden disminuir cuando se evitan las fallas garrafales.

7.2.7.1. Objetivos del mantenimiento preventivo

- Disminuir la corrección de maquinaria en un fallo grave, intervenir en el equipo antes de que se produzca la falla.
- Planificar las ejecuciones y recursos necesarios para el mantenimiento preventivo de cada equipo utilizado.
- Reducir los gastos por mantenimiento y reparaciones.
- Aumentar la eficiencia de la maquinaria y su capacidad de producción, aumentando así las utilidades de la empresa.
- Alargar la vida útil de los equipos para que puedan seguir funcionando perfectamente el mayor tiempo posible sin necesidad de ser sustituidos por otros nuevos.
- Disminuir los tiempos muertos de maquinaria aumentando así la eficiencia de la planta de producción.

- Evitar la pérdida de materia prima por baja calidad en los productos para no tener que desecharlos o reprocesarlos.
- Disminuir los accidentes que pueden ser causados por una falla grave en el equipo utilizado.

7.3. Plan maestro de producción

“El plan maestro de producción es un plan de producción futura de los artículos finales, durante un horizonte de planeación marcando. El plazo para lograr hacer más eficiente el sistema productivo de la empresa”. (Gómez, 2011, p. 19).

7.3.1. Definición

Por su parte, Salazar menciona sobre el plan maestro que “el PMP establece el número de productos que se tienen que terminar al final del plazo marcado. Este plazo puede ser diario, semanal o mensual, generalmente el plazo debe ser corto para contar con una muestra más exacta y poder pronosticar a futuro”. (Salazar, 2017, p. 22).

Flores expone sobre el PMP: “permite instaurar la planificación de la producción de la gama de productos finales de una estructura productiva, para un horizonte temporal, en clase, en cantidad y momento para cada uno”. (Flores, 2013, p. 17).

Con la información que se recolecta es posible obtener pedidos de los clientes y los pronósticos de demanda, qué productos finales hay que fabricar y en qué plazos deben tenerse terminados. Las cantidades y fechas en que han de

estar disponibles los productos también son datos que brinda el plan maestro de producción.

La responsabilidad del PMP se divide en cada área para lograr que estas trabajen con sinergia para los fines comunes de la organización. Las áreas no deben trabajar aisladas entre sí, pues se genera una baja eficiencia de la cadena de suministro en la empresa.

7.3.2. Objetivos del plan maestro

Flores argumenta que “el programa maestro de producción toma la capacidad de producción a corto plazo, determinada por el plan agregado, y la asigna a pedidos de producción finales”. (Flores, 2013, p. 23). Hay básicamente dos objetivos:

El primer objetivo del PMP suele ser cumplir con el tiempo pronosticado y de entrega de los productos finales.

El segundo objetivo es reducir el riesgo de no cumplir con la demanda requerida por una mala administración en producción, incurriendo en pérdidas y ventas caídas para la empresa.

Velásquez afirma “que el PMP facilita el cumplimiento la producción y por tanto debe cumplir con ciertos requisitos, los cuales pueden ser:

- Las cantidades deben coincidir con el plan agregado.
- La descomposición de las líneas de productos se deben agregar al total de producción.

- Buscar disminuir costos aumentando la eficiencia con la cual se elabora cada producto.
- Evitar el exceso de inventario que implica un costo de almacenamiento y una baja eficiencia de la gestión del PMP. (Velásquez, 1997, p. 29).

7.3.3. Ventajas del plan maestro

Algunas de las ventajas que un plan maestro de producción puede generar pueden ser:

- Trabajar en sinergia con las demás áreas de la organización generando eficiencia en común para la empresa.
- Obtener mejores pronósticos y cumplimiento de metas e indicadores de producción más certeros.
- Satisfacer eficientemente las necesidades de los clientes e información sobre ellos.
- Mejora en la administración de inventarios, rotación de activos y gastos de almacenamiento más bajos.

7.3.4. Procedimiento para elaborar el plan maestro

“Para lograr un buen diseño de un plan maestro de producción se debe basar en los problemas que se encuentran en la empresa. Los problemas tienen que estar relacionados con el uso de esta metodología”. (Salazar, 2017, p. 31).

En la empresa de fabricación de productos de plástico el problema es el alto tiempo muerto de maquinaria y la baja eficiencia de la misma. Este problema se transforma en baja producción y gasto excesivo de recursos. Albornoz establece que es necesaria la elaboración de un registro de la siguiente información:

- Pronósticos de ventas a corto plazo, en unidades de producto.
- Pedidos de productos reales o ya comprometidos con los clientes.
- Capacidad de instalaciones y maquinarias.
- Demanda.
- Inventario de productos terminados en unidades de producto. (Albornoz, 1999, p. 39).

“Es imprescindible una continua actualización de datos e información del plan maestro de producción, ya que como es de naturaleza dinámica se actualiza semanalmente. Los pedidos pueden presentarse posteriores a los de inicio y por eso se requieren modificaciones constantes”. (Sánchez, 2013, p. 35).

7.3.5. Dimensiones del plan maestro

- Demanda

La demanda es el dato de ingreso de todo PMP, esta se puede obtener por estimaciones o pronósticos. La obtención se puede lograr con base en registros históricos que se tenga de ellas o por pedidos concretos de los clientes. (Flores, 2013, p. 27). Dependiendo la fuente donde se obtenga el dato, se puede ser más exacto al producir. El riesgo de rotura de *stock* se puede evitar con cierta holgura o inventario de reserva.

- Capacidad de producción

La capacidad dependerá del tamaño de la empresa y de la variedad de productos que esta ofrezca. El cálculo puede ser por unidades por tiempo o bien por masa o peso por unidad de tiempo. (Salazar, 2017, p. 27). En el caso de la

empresa de fabricación de plástico se suele calcular en kilogramos de materia prima transformada. El lapso de tiempo puede ser diario, semanal o mensual. Sánchez argumenta que para un eficiente cálculo de la capacidad de producción se debe tener en cuenta:

- “Identificar él o los cuellos de botella del sistema.
- Explotar dichos cuellos de botella, maximizando su eficiencia.
- Subordinar o alinear todas las decisiones de los demás procesos a la capacidad de los cuellos de botella”. (Sánchez, 2013, p. 25).

7.3.6. Pronósticos

Salazar argumenta sobre los pronósticos que “la elaboración de pronóstico es usada para tener un panorama del futuro y prevenir ciertas acciones a tomar. Estos se pueden realizar con base en registros pasados”. (Salazar, 2017, p. 28).

“Los pronósticos son incorrectos a menudo ya que difícilmente las ventas van a ser igual a la cantidad pronosticada y producida”. (Albornoz, 1999, p. 33).

Gálvez establece que “la preparación de pronósticos es el arte y la ciencia de predecir eventos futuros. El método de emplear en la elaboración de pronósticos debe elegirse cuidadosamente”. (Gálvez, 2017, p. 45). Los pronósticos son una herramienta fundamental para el diseño, ya que permiten establecer metas e indicadores. Las metas, dependiendo de la capacidad de producción, se llegan a cumplir.

7.3.6.1. Tipos de pronóstico

“Para un diseño de PMP es necesario utilizar pronósticos a corto plazo ya que se requiere de actualizaciones constantes para mejorar la eficiencia de la planta”. (Salazar, 2017, p. 27). Flores argumenta que los pronósticos a corto plazo tienen un tiempo programado de hasta un año. La práctica o aplicación de estos es menor a tres meses. (Flores, 2013, p. 37). Es necesario que los pronósticos sean a corto y mediano plazo. Es necesario que la información sea actualizada constantemente.

7.3.6.2. Enfoques de pronósticos

D`alessio expone que el enfoque del pronóstico es cuantitativo, ya que se basa en las unidades de ventas mensuales. Los pronósticos de demanda se generan junto con producción. (D`alessio, 2004, p. 26). Por su parte, Sánchez argumenta sobre el enfoque del pronóstico que “el pronóstico cuantitativo maneja una variedad de modelos matemáticos que utilizan datos históricos o variables para pronosticar la demanda”. (Sánchez, 2013, p. 54).

7.3.6.3. Modelos básicos de promedios

Flores expone que el modelo para pronóstico puede ser: “promedios ponderados, en el cual se le da una diferente ponderación escogida personalmente a ciertos períodos por diversos factores”. (Flores, 2013, p. 37). La ponderación se puede dar sea por época del año o por algún acontecimiento en estas fechas. Los promedios ponderados pueden ser más exactos en los casos de demandas discontinuas. Un método simple de realizar un pronóstico es el uso de promedios. En los promedios el valor de los registros pasados es igual para todos los períodos establecidos

7.6.3.4. Error de pronóstico

Los pronósticos a menudo contienen errores. Estos errores de pronóstico se pueden clasificar en dos tipos: errores de sesgo y errores aleatorios. Los errores de sesgo son la variación que hay entre el pronóstico establecido y el dato real. Esta variación puede resultar de ignorar o no establecer correctamente los patrones o tendencias de la demanda. El error aleatorio se puede dar a menudo por factores imprevisibles. Los factores, ya sean internos o externos, no pueden ser controlados de manera certera. Este error hace que el pronóstico hecho no concuerde con los datos reales obtenidos al final del ciclo.. (Velásquez, 1997, p. 27).

Los pronósticos no suelen ser exactos, es necesario tener claro que estos pueden tener errores. La planeación agregada puede ser de ayuda para la absorción de estos errores sin incurrir en pérdidas.

8. ÍNDICE PROPUESTO DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS
ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Empresa de fabricación de plástico
 - 1.1.1. Áreas de la empresa
 - 1.1.1.1. Compras de proveedores
 - 1.1.1.1.1. Objetivos de compras
 - 1.1.1.2. Bodega de materia prima
 - 1.1.1.3. Producción
 - 1.1.1.4. Ventas
 - 1.2. Maquinaria inyectora utilizada para la producción de plástico
 - 1.2.1. Funcionamiento
 - 1.2.2. Partes más importantes de la máquina
 - 1.2.2.1. Unidad de inyección
 - 1.2.2.2. Unidad de cierre
 - 1.2.2.3. Unidad de control
 - 1.2.2.4. Molde
 - 1.2.3. Coloración de la pieza
 - 1.2.4. Temperatura del proceso
 - 1.2.5. Eficiencia

- 1.2.6. Tiempo muerto de maquinaria
 - 1.2.6.1. Pérdida por fallas
 - 1.2.6.2. Pérdida por cambio de molde
 - 1.2.6.3. Pérdida por paros menores
 - 1.2.6.4. Pérdida de velocidad
 - 1.2.6.5. Pérdidas por defectos de calidad
- 1.2.7. Planificación de mantenimiento preventivo
 - 1.2.7.1. Objetivos del mantenimiento preventivo
- 1.3. Plan maestro de producción
 - 1.3.1. Definición
 - 1.3.2. Objetivos de un plan maestro
 - 1.3.3. Ventajas de un plan maestro
 - 1.3.4. Procedimiento para elaborar un plan maestro
 - 1.3.5. Dimensiones de un plan maestro
 - 1.3.6. Pronósticos
 - 1.3.6.1. Tipos de pronósticos
 - 1.3.6.2. Enfoques de pronósticos
 - 1.3.6.3. Modelos básicos de promedios
 - 1.3.6.4. Error de pronóstico

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El propuesto trabajo de investigación cuenta con las siguientes características:

- Enfoque

Mixto, cualitativo porque se utilizarán métodos de observación y recolección de datos del estado de la organización. Las herramientas de gestión también será utilizadas en el proceso de la investigación. También es cuantitativo debido a que se manipularán variables numéricas que influyen en el desarrollo del estudio piloto.

- Diseño de la investigación

El trabajo de investigación se clasifica dentro del tipo no experimental. Las características y los factores que afectan el entorno en estudio son descritos. El trabajo tiene un diseño no experimental debido a que no se realizarán análisis en laboratorios o demostraciones de teorías.

- Tipo de estudio

El tipo de estudio es descriptivo, debido a que se detallará el fenómeno estudiado a través de la medición de los factores que afectan la eficiencia de la maquinaria utilizada en la planta de producción. Serán identificadas las relaciones que intervienen, tanto cualitativas como cuantitativas, y que afectan en el sistema de producción de la empresa.

- Alcance

La investigación tendrá un alcance descriptivo. El propósito consiste en llegar a concretar si el diseño de un plan maestro de producción tiene como consecuencia un aumento en la eficiencia de la maquinaria.

- Variables e indicadores

El presente trabajo de investigación cuenta con variables independientes que en primeras instancias no podrán ser afectadas. También con variables dependientes que dependerán de la variación de la causa o la variable independiente con la que se relacionen.

- Variables independientes

- Eficiencia
- Factores que afectan la eficiencia de maquinaria
- Plan maestro de producción

- Variables dependientes

- Maquinaria
- Eficiencia
- Paros de maquinaria

- Operativización de variables

Tabla I. Operativización de variables

Objetivos	Variables	Tipo	Indicador	Técnicas	Plan de tabulación
Determinar la eficiencia utilizada en la planta de producción.	Eficiencia Maquinaria	Cuantitativa/Independiente/Discreta. Cualitativa/Dependiente/Ordinal	Porcentaje de producción ideal vs producción real. Maquinaria con alta o baja eficiencia	Medición en planta de producción. Análisis de resultados de eficiencia medida	Tabulación de datos (ver anexos) Observación directa
Analizar los factores que intervienen en la eficiencia de la maquinaria	Factores Eficiencia	Cualitativa/Independiente/Ordinal Cuantitativa/Dependiente/Discreta	Análisis de los factores que afectan directamente a la eficiencia de las máquinas. Qué tanto varía la eficiencia en función a estos factores.	Observación y recolección de datos en empresa de plástico. Análisis de variación de porcentaje de eficiencia.	Recolección de datos (ver anexos) Tabulación de datos (ver anexos)
Desarrollar un plan maestro de producción que disminuya los paros de maquinaria aumentando su eficiencia	Plan maestro Paros de maquinaria	Cualitativa/Independiente/Ordinal. Cuantitativa/Dependiente/Discreta	Diseño de un plan maestro de producción. Mejora de los paros y tiempo muerto de maquinaria.	Propuesta de utilización de plan maestro de producción. Porcentaje de eficiencia mejorada.	Tabulación y análisis de datos.

Fuente: elaboración propia.

- Fases

- Fase 1: revisión documental

En esta fase ocurre la revisión documental de investigaciones previas hechas sobre el tema a presentar. Es necesario tener claro un parámetro del estado del arte que se está investigando.

- Resultados

- Fase 2: diagnóstico de eficiencia de la planta de producción

Se pretende comprender la situación que presenta la empresa, para lograr proporcionar un punto de referencia claro, así como definir los factores que afectan la eficiencia de la maquinaria utilizada. Estos factores se manejarán por medio de observación directa en los procesos y toma de datos de producción.

- Fase 3: análisis de factores que afectan la eficiencia y presentación de resultados

Esta fase se compone por la exploración de las áreas de la empresa que tienen repercusión en la eficiencia de producción. Sobre los factores que inciden en la eficiencia es necesario corroborar si al modificarse o mejorarse pueden tener consecuencias favorables. Esta fase comprende el puente entre la formulación y el análisis de diseño. Las metas a alcanzar serán definidas, al igual que las actividades para alcanzar dichos objetivos.

- Fase 4: diseño del plan maestro de producción y discusión de resultados

Se proyecta tener claro las fases anteriores de eficiencia de producción de la planta y la determinación de factores que inciden en estas. Una propuesta de un plan maestro de producción, analizando los beneficios de este, se pretende lograr en esta fase.

- Población

La población está conformada por la empresa que se dedica a la fabricación de productos de plástico en la República de Guatemala. Se utilizará toda la población del departamento de producción, la maquinaria que lo conforma, personal y bienes fabricados en este. La línea de producción de cajas de plástico será utilizada modelando un plan piloto.

- Resultados esperados

El resultado pretendido es el diseño de un plan maestro de producción, con el objetivo de lograr aumentar la eficiencia de la maquinaria utilizada en la planta de producción. Los recursos manipulados para la transformación de materia prima serán utilizados de mejor manera. Las utilidades y ganancias aumentarán, haciendo más rentable la producción.

11. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la investigación es necesaria la utilización de técnicas de análisis de información. En la primera fase del panorama del diagnóstico de la situación que se desea estudiar se utilizarán técnicas de observación directa y cuantificación de datos. En la discusión de resultados se manipularán técnicas como la observación directa y cuantificación de parámetros como: eficacia, eficiencia, productividad y tiempo muerto de maquinaria. Las técnicas servirán para evidenciar si los resultados obtenidos fueron favorables. Con la información obtenida mediante estas técnicas y el diagnóstico hecho, se realizará un análisis de la cadena de suministro de la empresa. Los factores que afectan la eficiencia de la maquinaria serán el objetivo a estudiar. Estos factores de información servirán en el proceso de diseño de un plan maestro de producción que logre aumentar la eficiencia.

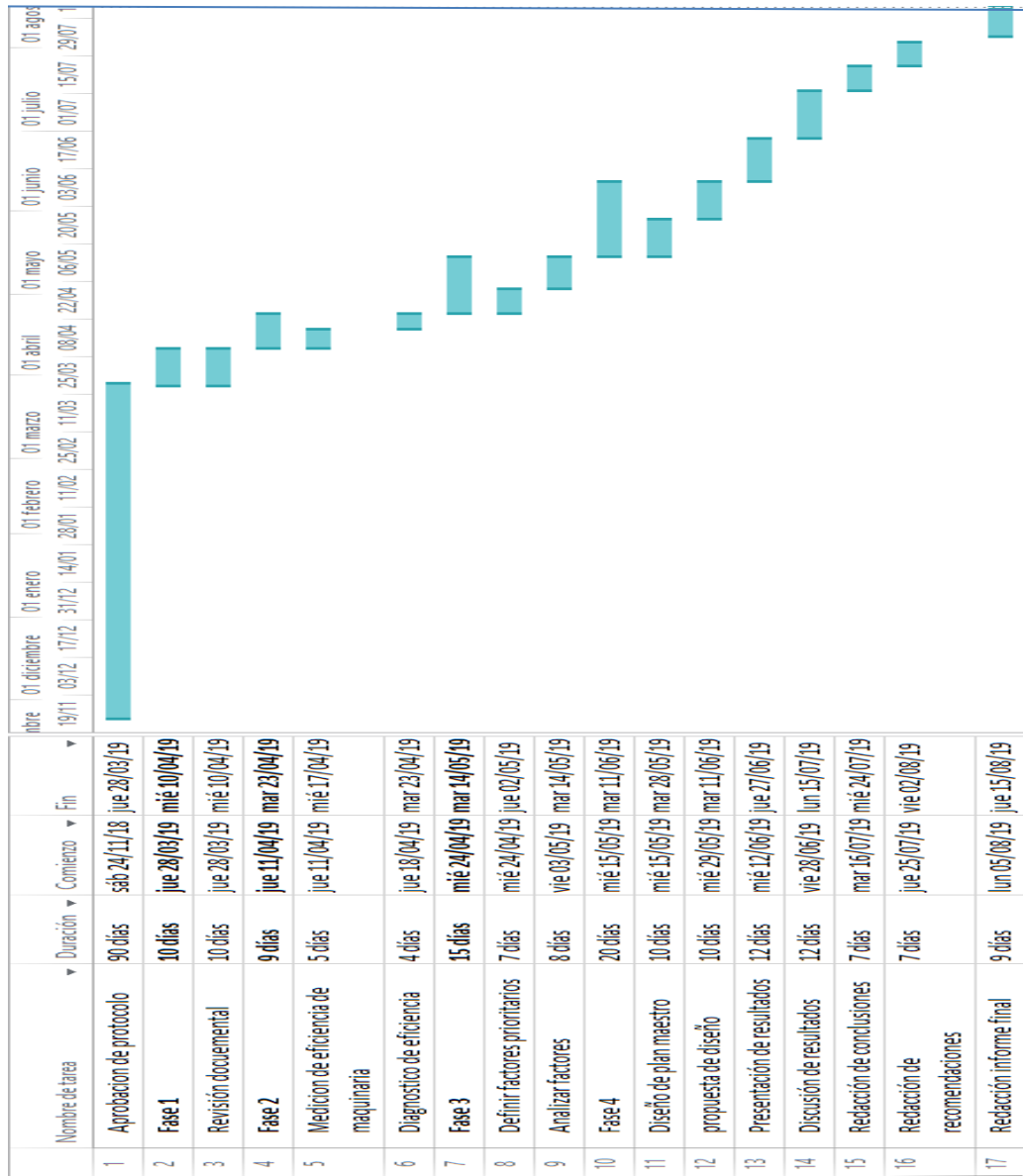
Se utilizarán las siguientes herramientas:

- Organización de datos
- Clasificación de variables
- Tablas
- Gráficas

El uso de estas herramientas permitirá realizar los distintos análisis de la situación de la empresa. Los resultados obtenidos con el diseño de un plan maestro de producción serán mostrados.

12. CRONOGRAMA

Figura 2. Cronograma



Fuente: elaboración propia.

13. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación es factible. Los recursos necesarios para poder realizarlo se tienen disponibles en cada una de las fases propuestas, cumpliendo asimismo con los objetivos fijados. La empresa de fabricación de plástico autoriza la ejecución del presente trabajo de investigación. Los recursos suministrados por la empresa son:

- Humanos: personal a disposición para realizar tareas requeridas en la investigación.
- Información: acceso a la información requerida en la investigación guardando la confidencialidad de la industria.
- Equipo e infraestructura: todos los equipos de maquinaria utilizada y ubicaciones disponibles que son necesarios para la realización de la investigación.

Los recursos físicos y materiales a emplearse para la investigación son:

- Computadora
- Hojas
- Impresora
- Tabla de apuntes
- Lapiceros
- Combustible y depreciación de vehículo

El recurso financiero necesario para realizar la investigación será aportado por el investigador. A continuación se presenta un presupuesto estimado para la realización del trabajo:

Tabla II. **Costos y recursos del diseño de investigación**

Recurso	Descripción	Monto (Q)	Porcentaje
Humano	Asesor	2,500.00	18%
Humano	Investigador	5,000.00	36%
Material	Papelería y útiles	500.00	4%
Tecnológico	Computadora e impresora	4,500.00	32%
Transporte	Combustible y depreciación	1,500.00	11%
Total		14,000.00	100%

Fuente: elaboración propia.

14. REFERENCIAS

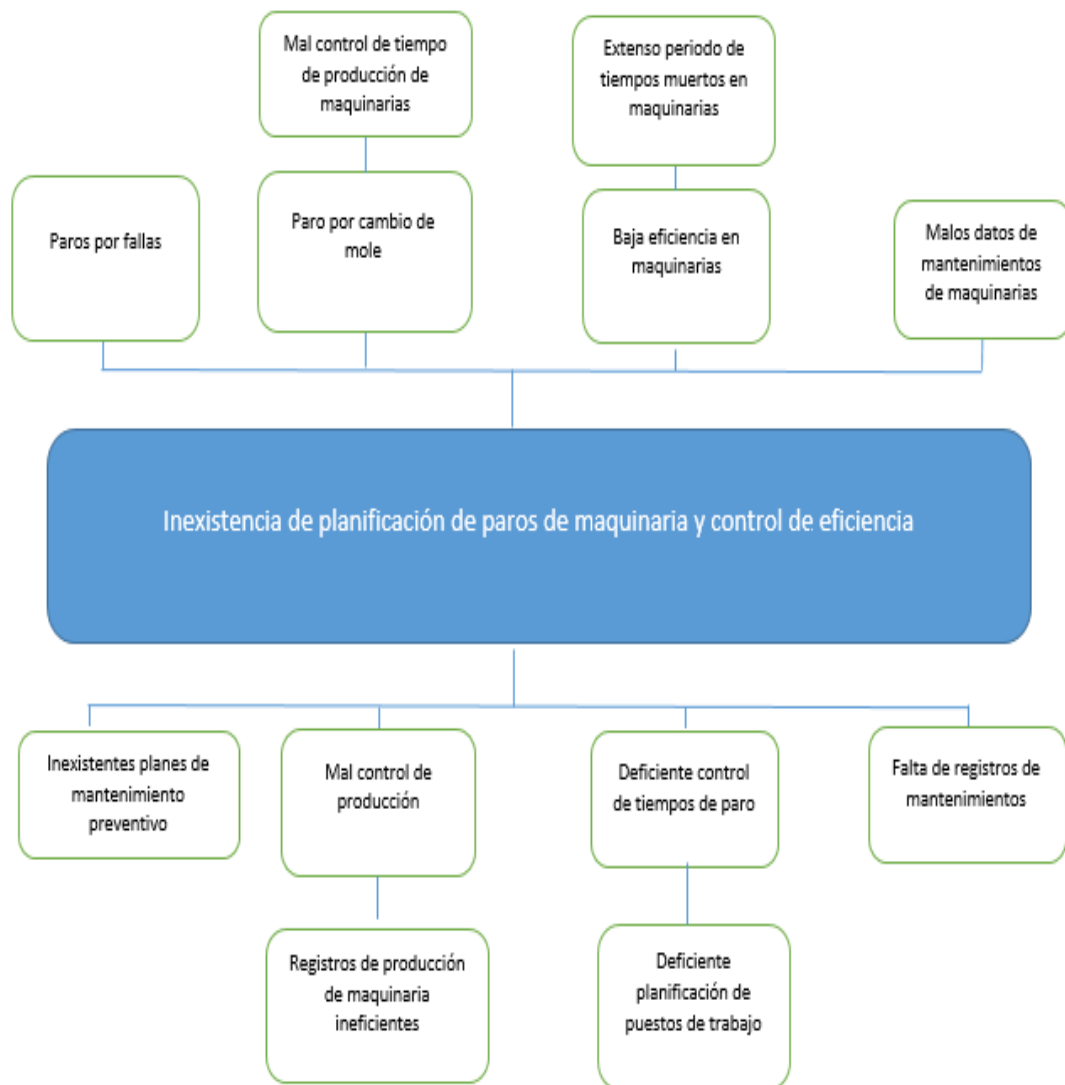
1. Albornoz, V. (1999). *Modelos de optimización robusta para un problema de planificación agregada de la producción bajo incertidumbre en la demanda*. México: Limusa.
2. Boiteux, O.; COROMINAS, A.; LUSA, A. (2007). *Estado del arte sobre planificación agregada de la producción*. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.
3. Buffa, E. (1992). *Administración de la producción y de las operaciones*. México: Limusa.
4. D`alessio, F. (2004). *Administración y dirección de la producción*. Edo. México: Pearson Educación de México, S.A.
5. Díaz, M. (2011). *Propuesta del sistema de control para una máquina de inyección de plástico*. Instituto Politécnico Nacional. México.
6. Flores, M. (2013). *Propuesta de implementación de un MRP II para una planta de confecciones textiles*. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú.
7. Gálvez, B. (2017). *Planeación financiera de corto plazo en empresas que prestan servicios de seguridad privada en la Ciudad de Guatemala*. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

8. Gianni, B. (1992). *Moldes y máquinas de inyección para la transformación de plástico*. México: McGraw-Hill Interamericana.
9. Gómez, K. (2011). *Elaboración de un plan de control de la producción para incrementar la eficiencia y productividad en una empresa dedicada a la manufactura de colchas y cubrecamas*. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
10. Gutiérrez, N. (2014). *Diseño de plan maestro de producción para la pesquera Transantartic*. Universidad Austral de Chile. Chile.
11. Hernández, S.; Fernández, C.; Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
12. Lee, J. (2004). *Administración de operaciones, estrategias y análisis*. México: Pearson Educación.
13. Minik, W. (1990). *Inyección de plástico*. México: McGraw-Hill Interamericana.
14. Morales, F. (2012). *Plan maestro para la producción de la categoría de carnicería de una cadena de supermercados*. Universidad Simón Bolívar. Venezuela.
15. Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. México D.F: Litográfica Ingramex, S. A.
16. Noori, H., (1997). *Administración de operaciones y producción*. México: McGraw-Hill.

17. Revollo, I. (2012). *Propuesta para el mejoramiento de la producción en alimentos SAS S.A., a través de la estructuración de un modelo de planeación, programación y control de la producción*. Universidad Javeriana. Bogotá.
18. Salazar, C. (2017). *Implementación del plan maestro de producción para la reducción de costos de la planta de derivados lácteos D'puyusk en Ayacucho*. Tesis de maestría, Universidad César Vallejo, Perú.
19. Sánchez, E. (2013). *Plan maestro de producción para el control de inventario en la empresa Davmotor Cía*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú.
20. Velásquez, M. (1997). *Administración de los sistemas de producción*. México D.F: Limusa.

15. APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol de problema



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Matriz de coherencia**

Formulación del problema	Objetivo	Variables	Técnicas e instrumentos
Baja eficiencia de maquinaria por inexistencia de planificación de paros y control de maquinaria.	Proponer la utilización de un plan maestro para aumentar la eficiencia de la planta de producción.	-Eficiencia -Eficacia	Sistema de medición: que permita tener indicadores de eficiencia, eficacia y productividad de maquinaria y de toda la planta de producción diaria, con el fin de tener un punto de referencia y comparación.
¿Cuál es la eficiencia de la maquinaria utilizada en la planta de producción?	Determinar la eficiencia de la maquinaria utilizada en la planta de producción.	-Productividad -Consumo de energía	Métodos teóricos: permiten profundizar en el conocimiento de las herramientas necesarias para la buena gestión del uso de la planeación estratégica.
¿Cuáles son los factores que intervienen en la eficiencia de la maquinaria utilizada en planta de producción de plástico?	Analizar los factores que intervienen en la eficiencia de la maquinaria.	-kg transformados diarios	

Continuación apéndice 2.

¿Cuánto disminuirán los paros de maquinaria con la utilización de un plan maestro en la planta de producción?	Definir si la implementación de un plan maestro de producción aumenta la eficiencia de la maquinaria.	-Materia prima utilizada	Con ellos se podrá interpretar y conceptualizar los datos empíricos encontrados.
---	---	--------------------------	--

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Tabulación de datos**

Maquina			Fecha		
Peso			Producto		
Datos	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Producción de máquina real					
Productos defectuosos					
Producto entregado en bodega en buen estado					
Producción de maquinaria ideal					
Eficacia de porcentaje de producción real					
Eficiencia con base en producción real y defectuosa					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Recolección de datos**

Maquina	Fecha	Operarios	Producto
Hora de paro		Hora de inicio	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

