



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL MRP1 PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA
DEDICADA A LA COMERCIALIZACIÓN DE PAPELERÍA IMPRESA**

Franz Erick Alexander Palomo Tuyuc

Asesorado por el MSc. Ing. José Luis Duque Franco

Guatemala, abril de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL MRP1 PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA
DEDICADA A LA COMERCIALIZACIÓN DE PAPELERÍA IMPRESA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FRANZ ERICK ALEXANDER PALOMO TUYUC
ASESORADO POR EL MSC. ING. JOSÉ LUIS DUQUE FRANCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL I | Ing. Angel Roberto Sic García |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez |
| VOCAL V | Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos |
| EXAMINADOR | Ing. Alberto Eulalio Hernández García |
| EXAMINADOR | Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta |
| 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 LA UTILIZACIÓN DEL MRP1 PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA COMERCIALIZACIÓN DE PAPELERÍA IMPRESA.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de estudios de posgrado, con fecha febrero de 2016.

Franz Erick Alexander Palomo Tuyuc



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226

AGS-MGIPP-017-2015

Guatemala, 21 de abril 2016.

Director
Juan José Peralta Dardon
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado 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 **Franz Erick Palomo Tuyuc** carné número **2009-15014**, 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 de 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 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.

Sin otro particular, atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

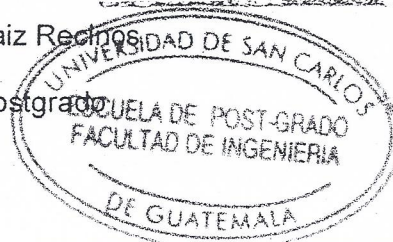
MSc Ing. José Luis Duque Franco
Asesor (a)

ING. JOSÉ LUIS DUQUE FRANCO, M.Sc.
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5459

Dra. Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola
Coordinadora de Área
Gestión y Servicios

ALBA MARITZA GUERRERO DE LOPEZ
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 4811

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la



REF.DIR.EMI.052.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DE LA UTILIZACIÓN DEL MRP1 PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA COMERCIALIZACIÓN DE PAPELERÍA IMPRESA**, presentado por el estudiante universitario **Franz Erick Alexander Palomo Tuyuc**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2017.

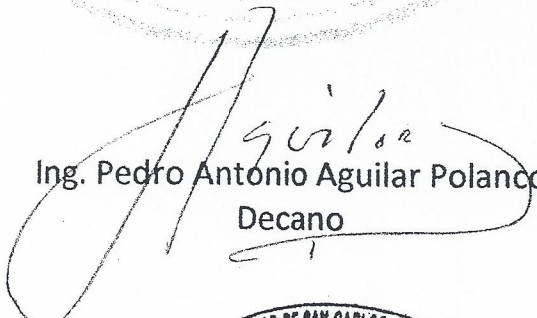
/mgp



DTG. 192.2017

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 Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL MRP1 PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA COMERCIALIZACIÓN DE PAPELERÍA IMPRESA**, presentado por el estudiante universitario: **Franz Erick Alexander Palomo Tuyuc**, 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, abril de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Porque está presente en todas las actividades de mi vida y porque fue Él quien me acompañó en mi vida estudiantil.

Mi mamá

Victoria Tuyuc, porque luchó todos los días para que no me faltara nada mientras estudiaba y porque siempre estuvo presente para suplir mis necesidades.

Mi papá

Daniel Tuyuc, pues fue ese motor de superación personal en mí y me impulsó a estudiar para sobresalir en mi vida personal y laboral.

Mi familia

Pues conté con ellos en las buenas y en las malas y me enseñaron a hacer todas y cada una de mis actividades con amor, esmero y honestidad.

Mi esposa

María Mercedes Hernández, pues estuvo presente en toda mi carrera universitaria con amor y paciencia.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Porque me permitió estudiar en la universidad y me ha acompañado en cada momento de mi vida.

Mis padres

Porque ellos siempre estuvieron presentes en mi vida estudiantil, me brindaron todas las comodidades necesarias para poderme desarrollar adecuadamente en la universidad.

Mi abuela

Pues ella ha sido un ejemplo de trabajo duro para salir adelante y porque siempre me ha inculcado el amor a Dios.

Mi asesor

Jose Luis Duque, porque me empujó a terminar mi tesis y nunca dudó en ayudarme en este gran reto.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | V |
| GLOSARIO | VII |
| RESUMEN..... | IX |
| INTRODUCCIÓN | XI |
| | |
| 1. ANTECEDENTES | 1 |
| | |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 5 |
| 2.1. Problema | 5 |
| 2.2. Descripción del problema | 5 |
| 2.3. Formulación de las preguntas | 6 |
| 2.3.1. Pregunta central | 6 |
| 2.3.2. Preguntas auxiliares | 7 |
| 2.4. Delimitación | 7 |
| 2.5. Viabilidad..... | 7 |
| 2.6. Consecuencias | 8 |
| | |
| 3. JUSTIFICACIÓN | 9 |
| | |
| 4. OBJETIVOS | 11 |
| | |
| 5. ALCANCES | 13 |
| | |
| 6. MARCO TEÓRICO..... | 15 |
| 6.1. Imprenta | 15 |

| | | |
|----------|--|----|
| 6.1.1. | Generalidades | 15 |
| 6.1.2. | Sistema de impresión <i>offset</i> | 16 |
| 6.1.3. | Descripción del proceso de impresión..... | 18 |
| 6.1.3.1. | Diseño | 18 |
| 6.1.3.2. | Preprensa..... | 19 |
| 6.1.3.3. | Prensa | 19 |
| 6.1.3.4. | Posprensa | 20 |
| 6.2. | Planificación de la producción | 20 |
| 6.2.1. | Definición..... | 20 |
| 6.2.2. | Entornos de producción | 21 |
| 6.2.2.1. | Fabricación para almacenamiento | 21 |
| 6.2.2.2. | Armado bajo pedido | 22 |
| 6.2.2.3. | Ingeniería bajo pedido | 22 |
| 6.2.3. | Categorías del proceso | 23 |
| 6.2.3.1. | Por proyectos | 23 |
| 6.2.3.2. | Procesamiento por lotes o intermitente..... | 23 |
| 6.2.3.3. | Producción continua..... | 24 |
| 6.3. | Administración de inventarios | 24 |
| 6.3.1. | Modelos básicos de reabastecimiento de inventarios independientes de la demanda | 28 |
| 6.3.1.1. | Modelos basados en cantidad..... | 28 |
| 6.3.1.2. | Modelos basados en el tiempo..... | 30 |
| 6.4. | Plan maestro de producción (PMP) | 30 |
| 6.5. | Sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP)..... | 32 |
| 6.5.1. | Clasificación | 34 |
| 6.5.2. | Lista de materiales | 35 |
| 6.5.3. | Registro de inventarios..... | 37 |

| | | |
|----------|---|----|
| 6.5.4. | Explosión del sistema MPR | 38 |
| 6.6. | El estudio de tiempos como control del proceso productivo y su relación con el sistema MPR 1..... | 39 |
| 6.6.1. | Estudio de tiempos | 40 |
| 6.6.2. | El tiempo estándar y sus componentes | 41 |
| 7. | PROPUESTA DEL ÍNDICE | 43 |
| 8. | MARCO METODOLÓGICO | 47 |
| 8.1. | Investigación..... | 47 |
| 8.2. | Diseño | 47 |
| 8.3. | Tipo de estudio..... | 49 |
| 8.4. | Alcance..... | 49 |
| 8.5. | Variables e indicadores | 50 |
| 8.5.1. | Variables cuantitativas..... | 50 |
| 8.5.1.1. | Pronóstico de la demanda | 50 |
| 8.5.1.2. | Órdenes reales | 51 |
| 8.5.1.3. | Niveles de inventario de la materia..... | 51 |
| 8.5.1.4. | Tiempo estándar..... | 51 |
| 8.5.1.5. | Tiempo de procesamiento de una orden | 52 |
| 8.5.2. | Variables cualitativas | 52 |
| 8.5.2.1. | Especificaciones de los pedidos | 52 |
| 8.5.2.2. | Análisis de causas y efectos..... | 52 |
| 8.5.2.3. | Políticas de abastecimiento | 52 |
| 8.6. | Fases..... | 53 |
| 8.6.1. | Diagnóstico en el Departamento de Producción de una empresa que se dedica a la comercialización de papelería impresa..... | 53 |

| | | |
|--------|--|----|
| 8.6.2. | Estudio de tiempos en área de Producción | 54 |
| 8.6.3. | Pronóstico de la demanda..... | 54 |
| 8.6.4. | Determinar un plan maestro de producción..... | 55 |
| 8.6.5. | Elaborar lista de materiales | 55 |
| 8.6.6. | Elaborar un sistema MPR 1..... | 55 |
| 8.6.7. | Ensayo de solución | 56 |
| 9. | CRONOGRAMA | 57 |
| 10. | FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO | 59 |
| 11. | PRESUPUESTO..... | 63 |
| 12. | RESULTADOS..... | 65 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 67 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Sistema de impresión <i>offset</i> | 16 |
| 2. | Cuatricromía color verde..... | 18 |
| 3. | Patrones típicos de cantidades en inventarios independientes a la demanda a lo largo del tiempo..... | 28 |
| 4. | Determinación del punto de reorden..... | 29 |
| 5. | Plan general y programa maestro de producción de camas..... | 31 |
| 6. | Lista de materiales jerárquica para una patineta..... | 36 |
| 7. | Materiales listados..... | 36 |
| 8. | Lista de materiales de un motor eléctrico en forma de explosión..... | 37 |
| 9. | Explosión del sistema MPR 1..... | 39 |
| 10. | Representación gráfica del tiempo estándar..... | 41 |
| 11. | Cronograma de actividades..... | 58 |

TABLAS

| | | |
|------|----------------------------|----|
| I. | Recursos humanos..... | 63 |
| II. | Recursos tecnológicos..... | 63 |
| III. | Recursos materiales..... | 64 |
| IV. | Resumen..... | 64 |

GLOSARIO

| | |
|---------------------|--|
| CTP | <i>Computer to plate</i> , por sus siglas en inglés. Significa desde la computadora hacia la placa. Método de impresión de placas de manera digital en el que la impresión de la placa es de manera directa desde la computadora hacia la placa. Esto a través de una máquina que genera una reacción fotoquímica. |
| Cuatricromía | Sistema de impresión que se utiliza en <i>Offset</i> basado en la mezcla de cuatro colores: cian, magenta, amarillo y negro; en diferentes proporciones para cualquier color existente. |
| MRP | Sistema de manejo de inventarios de demanda dependiente que busca mantener los niveles de <i>stock</i> de materia prima a los niveles mínimos posibles considerando la proyección de producción a corto plazo. |
| Offset | Tipo de impresión indirecto en el que una imagen, a base de tinta oleosa, es transferida desde una placa metálica hasta una serie de rodillos de caucho y desde estos hacia la superficie que desea ser impresa. |

Placa

Lámina metálica generalmente de zinc. Esta se utiliza para transferir la imagen que se desea imprimir, hacia los rodillos de caucho de la máquina *offset*.

Pronóstico

Estudio de la demanda de producción futura basándose en datos históricos de periodos anteriores.

RESUMEN

La presente investigación se basa en un estudio de control de la producción. Esto mediante la utilización de un sistema de *Material Requirement Planning* (MRP), en una empresa que se dedica a la comercialización de papelería impresa.

El modelo de inventario que se utiliza en el sistema MRP1 es de demanda dependiente. Esto significa que los niveles de inventario variarán de acuerdo a la demanda de materiales necesarios para producir. Esto es directamente proporcional a la demanda de trabajo en el Departamento de Producción.

El pronóstico de la demanda es el punto de partida de todo MRP. Esto para establecer una demanda aproximada de un periodo de tiempo futuro se utilizará un estudio de pronóstico de la demanda considerando los periodos anteriores.

Para determinar un tiempo de entrega de pedidos se realizará un estudio de tiempos en el Departamento de Producción, con el fin de determinar el tiempo estándar que se tomaría cualquier pedido en ser producido.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería de la producción es en la actualidad una rama de la ingeniería que ha cobrado auge en la industria guatemalteca debido a que en todo momento se busca reducir costos y aumentar la productividad de los procesos; estas dos estrategias pueden ser alcanzadas desde el punto de vista de ingeniería mejorando los procesos productivos y controlando la actividades fabriles mediante la aplicación de herramientas que garanticen un mejor control en fábrica.

La presente investigación se basará en una propuesta de diseño de planificación y control de la producción del departamento de producción en una imprenta, utilizando un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP1 por sus siglas en inglés). El objetivo principal de esta investigación es solucionar el problema de desorden en el área de producción de dicha empresa, basándose en la aplicación de la herramienta de planificación de requerimiento de materiales, que de aquí en adelante se mencionará simplemente como MRP1.

En el primer capítulo se estudian los antecedentes que dan origen al problema planteado y se describe el mismo para explicar el por qué de la situación y profundizar en los aspectos que generan insatisfacción al cliente final.

Luego se formula el problema planteado preguntas auxiliares de investigación, pregunta central de investigación, delimitación, viabilidad y consecuencias así como una justificación del por qué es importante abordar

dicha problemática y resolverla. Asimismo, se plantean los objetivos tanto generales como específicos que al abordar el tema se buscan cumplir y se establece hasta donde pretende llegar la investigación mediante el planteamiento de los alcances.

En el segundo capítulo se aborda la teoría relacionada con el problema planteado; se menciona lo que es la imprenta en Guatemala, los sistemas de impresión y la evolución de la imprenta. Posteriormente, se abordan temas relacionados a la planificación de la producción como los entornos de producción y las categorías de proceso. Luego, tomando en cuenta que el sistema MRP es un modelo de manejo de inventarios, se abarca el tema de los inventarios, su clasificación por el tipo de demanda (dependiente e independiente) y los costos en los que se incurre por un mal manejo de inventarios.

En seguida se aborda el tema de los tres aspectos fundamentales en los que se basa el sistema MRP1: Plan maestro de producción, lista de materiales y control de inventarios; para luego entrar de lleno en materia y abordar el tema del sistema MRP1 apoyado de estudio de tiempos y la relación que existe entre estos estudios.

En el tercer capítulo se trata el tema del diseño de la investigación, es decir, planificar cómo se espera o pretende que se desarrolle la investigación a lo largo del estudio, se abordan temas como: fases, variables e indicadores y tipo de diseño de investigación.

En el cuarto capítulo se desarrolla un marco administrativo que involucra costos estimados, recursos necesarios (humanos, físicos, económicos, entre otros) y especificación de fuentes de financiamiento.

Por último se mencionan los resultados; el investigador espera con la consecución de la investigación que se mejore el sistema productivo de la organización mediante la aplicación de herramientas de control como: estudio de tiempos y sistema MRP1. Los beneficiarios de dicho estudio son: la organización en primer lugar, pues se pretende resolver el problema causado por el mal manejo del sistema productivo y el investigador quien abordará dicho problema. Los resultados que se buscan al terminar la presente investigación son: Mejorar el proceso productivo de la organización, realizar un estudio de tiempos que proporcione tiempos exactas de proceso, manejar un inventario acorde a los pedidos realizados por los clientes, entre otros.

1. ANTECEDENTES

La planificación y control de la producción ha adquirido gran relevancia en la administración de las organizaciones, es fundamental para estas instituciones contar con un programa que sea capaz de brindar tiempos de producción, cantidad de materia prima a utilizar y tiempos de entrega exactos. Martínez (2008) menciona “Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman los elementos de entrada en resultados” (p.8).

Para el caso de una imprenta, el proceso productivo es un poco más complejo de controlar, debido a que la producción se realiza de manera intermitente o por lotes, lo que significa que se producen varias unidades de diferentes diseños. Chapman (2006) afirma “Un proceso por lote puede generar cientos de unidades de un modelo de producto, empleando varias horas antes de cambiar la configuración para producir otro lote de un modelo ligeramente diferente” (p.5).

La aplicación del sistema MRP1 varía de acuerdo a la industria a la que se desea aplicar dicha herramienta, por ejemplo, Bernal (2004) afirma que:

La implementación del MRP trae consigo beneficios como disminución del *stock*, incremento en la rapidez de entrega, coordinación en la programación de la producción, rapidez de detección de dificultades en el cumplimiento de la programación y la posibilidad de conocer más rápidamente las consecuencias de la planificación. (p.30)

Por lo tanto, la aplicación del sistema MRP1 ayuda a controlar los niveles de inventario de materia prima y ayuda a tener un control en la producción de un producto cualquiera generando un impacto directo en las finanzas de cualquier institución, Bernal (2004) determinó que el 25 % del tiempo de producción correspondía a tiempo muerto, que costaba a la organización \$. 5,597.86. Lo que significa costos ocultos para una empresa.

En la actualidad, muchos proveedores son analizados por sus clientes en base a su cumplimiento de entrega de pedidos, es decir, que los analizan y catalogan en función de las fechas de entrega y el cumplimiento de dichas fechas. Así, un proveedor que promete un pedido en una fecha determinada y entrega en esa fecha o antes, es catalogado como un buen proveedor, en contraparte, un proveedor que entrega demasiado atrasado a la fecha de entrega es catalogado como un proveedor incumplido.

Dicho lo anterior, se deduce que la capacidad que tiene una organización de responder a la demanda de sus productos está directamente relacionada con la capacidad que tiene para organizarse productivamente.

El sistema de planificación de los requerimientos de materiales utiliza la dependencia que existe entre la demanda de los productos y las especificaciones de fabricación para determinar la cantidad precisa de cada uno de los materiales que serán necesarios para cumplir dicha demanda. (Ramos, 2004, p. 79).

Al tener control sobre la demanda de productos y la cantidad de materia prima es más fácil tener un control en proceso productivo como tal.

El manejo adecuado de materia prima es fundamental para cualquier organización debido a que se incurren en costos que pueden afectar en las finanzas de la organización, por ejemplo, un exceso de materia prima en bodega acarrea costos como: dinero invertido en materia prima y almacenado en bodegas, espacio físico que puede ser utilizado para alguna tarea productiva, costos de personal para movilizar la materia prima, entre otros. El sistema MRP1 es una herramienta que controla los inventarios considerando que la demanda es dependiente, es decir que, la cantidad de materia prima a comprar depende de la cantidad de productos que se desee producir. Amat (2009) comenta al respecto:

Al conocer la temporización del proceso de montaje, se define las necesidades de los recursos en función del tiempo. De manera que no es necesario disponer del material en *stock* mucho tiempo, ya que se puede adquirir o fabricar el artículo en el momento que este es necesario para realizar el montaje. (p.134)

Lo que significa que la correcta implementación del sistema MRP1 genera también ingresos para la organización, o en su defecto, evita desembolsos innecesarios en materia prima a almacenar.

Todo sistema MRP tiene sus inicios en los pronósticos de ventas de un cierto periodo a analizar, los pronósticos deben ser catalogados de una manera muy crítica debido a que si éste se hace mal, se arrastrará ese error hasta el proceso productivo, lo que tendrá como consecuencia dos escenarios: exceso de materia prima o falta de la misma. Es por eso que la demanda variable de cualquier producto requiere de pronósticos más certeros que sean capaces de determinar las variaciones posibles en la demanda como: estacionalidades, eventos especiales, entre otros. (Hernández, 2010, p. 66). Lo que significa que

el éxito de un buen MRP1 depende en gran medida de un correcto análisis histórico de los pronósticos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Problema

Deficiencia en la productividad del Departamento de Producción en una empresa que se dedica a la comercialización de papelería impresa.

2.2. Descripción del problema

Esta empresa dedicada a la comercialización de papelería impresa ingresan pedidos de dos tipos de clientes: los que necesitan que su pedido sea entregado con urgencia y los que disponen de tiempo para esperar la producción de su pedido. Los primeros son por lo regular clientes grandes, por lo que se les presta mayor atención, los segundos en cambio, son comúnmente empresas pequeñas que hacen sus pedidos con anticipación y disponen de tiempo para esperar por su pedido.

Con el afán de cumplir con los clientes grandes y entregarles lo antes posible, se ingresan sus órdenes aunque haya otras en cola, esto genera atrasos en la entrega de pedidos a los clientes que estaban en cola y estos atrasos representan disgusto de los mismos por entregas demasiado tardías.

Cuando los pedidos de los clientes cuentan con tiempo de entrega altos (el cliente dispone de suficiente tiempo para esperar su pedido), se ingresan las ordenes que se atrasaron por haber ingresado las órdenes urgentes de los clientes grandes, lo que vuelve a crear atraso en las órdenes que van ingresando.

Los pedidos son producidos según el criterio del operario de la máquina, pues es él a quien los vendedores le informan qué tan urgentes son los mismos y es él quien decide que pedido ingresa a producción con base a la información brindada por los vendedores.

Este problema en el desorden de producción genera primordialmente atrasos en entregas de pedidos a clientes, lo que desencadena en enojo de parte de los mismos porque se le ofreció su papelería en una fecha y se entrega hasta una semana después de la fecha pactada lo que a su vez produce que las fechas de cuentas por cobrar se atrasen.

La insatisfacción del cliente es consecuencia de la mala organización en el departamento de producción ya que no se cuentan con tiempos de producción ni existe un orden a seguir para el ingreso de las órdenes a procesar.

Actualmente, se solicitan de 8 a 10 días hábiles para entrega de pedidos después de haber autorizado el arte final de impresión, muchas veces los pedidos son entregados con 15 días de atraso o más.

2.3. Formulación de las preguntas

A continuación el desarrollo de las preguntas de investigación.

2.3.1. Pregunta central

¿Cómo se lograría controlar y mejorar la productividad del Departamento de Producción de una empresa que se dedica a la comercialización de papelería impresa?

2.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cuál es la situación del Departamento de Producción de la organización?
- ¿Qué requisitos se necesitan para poder programar una orden en el ingreso de pedidos a producción?
- ¿Qué causas provocan que no se conozca el tiempo exacto que una orden tardará en ser producida?

2.4. Delimitación

La situación problemática ocurre en el Departamento de Producción de una empresa que se dedica a la comercialización de papelería impresa, ubicada en la zona 7 de Mixco, en el departamento de Guatemala.

El problema será abordado en junio de 2015 y se espera sea solucionado en diciembre de 2016.

2.5. Viabilidad

Para el estudio del problema se cuenta con la aprobación de la dirección de la organización para obtener la información que sea precisa para cumplir los objetivos de dicho estudio.

Todos los recursos utilizados para atacar el problema (horas hombre, hojas para apuntes, calculadora, cronómetro, impresora, computadora y otros) serán costeados por el investigador y el financiamiento será propio.

2.6. Consecuencias

Esta investigación busca solucionar el problema planteado mediante la eliminación de entregas tarde valiéndose de herramientas de ingeniería que sean capaces de brindar información de la situación actual y herramientas que apoyen al investigador a poder establecer una solución eficiente.

Las consecuencias a la solución de dicho problema son muy importantes para la empresa debido a que, una vez que se haya atacado el mismo, serán minimizadas las entregas tarde, serán minimizados los disgustos del cliente por dichas entregas y finalmente se espera crear relaciones duraderas en la relación comercial establecida.

3. JUSTIFICACIÓN

El presente problema se vincula con línea de investigación de producción, porque está enfocado precisamente en la mejora de los procesos productivos a través de la utilización de un sistema MRP1, que se apoyará de datos del departamento de producción de la imprenta como: estudio de tiempos, análisis de inventarios y pronósticos de la demanda; lo que como consecuencia proporcionará orden en el departamento de producción desde la proyección de la demanda hasta el manejo de inventarios adecuados a las órdenes de producción.

La importancia de realizar esta investigación surge debido a que muchos clientes quedan insatisfechos por las entregas tarde de sus pedidos, lo que hace perder a la empresa participación en el mercado. Al atacar este problema desde el ordenamiento de la producción se logrará estimar fechas de entrega precisas que estén fundamentadas en estudios de tiempos y mantenimiento de inventarios dependientes de la misma producción.

La necesidad de realizar este estudio se fundamenta en la carencia de planificación y control de la producción en una empresa que se dedica a la comercialización de papelería impresa. Dicha carencia produce atraso en órdenes de producción y disgusto por parte de los clientes.

La motivación que surge al investigador al abordar este problema es que se establecerán nuevas bases para la producción de papelería impresa, dichas bases son fundamentadas en estudios ingenieriles: estudio de tiempos, control de ingreso de pedidos, planificación de la producción, y otros.

La presente investigación beneficiará primordialmente a la organización comercializadora de papelería impresa pues se ordenará el Departamento de Producción por completo, luego serán beneficiados los clientes pues tendrán sus pedidos de papelería en tiempo y no tendrán problemas asociados a la falta de la misma y por último se beneficia el investigador pues este trabajo es fundamental para su crecimiento personal.

4. OBJETIVOS

General

Utilizar el MRP1 para mejorar la productividad en el Departamento de Producción de una empresa dedicada a la comercialización de papelería impresa.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación previa al estudio, en el Departamento de Producción de la empresa.
2. Determinar los requisitos necesarios para poder programar una orden en el ingreso de pedidos al Departamento de Producción.
3. Establecer las causas que provocan que no se conozca con certeza el tiempo en el que una orden será producida.

5. ALCANCES

El presente trabajo es un enfoque mixto porque es cualitativo y cuantitativo y los alcances del mismo son de tipo descriptivo correlacional porque estudiará la relación entre dos variables: planeación y producción.

La presente investigación busca determinar la relación que existe entre la planeación de la producción y el control de la misma, desde el punto de vista técnico se diseñará un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP1) capaz de mantener un control en el proceso productivo y de inventarios de la organización.

Resultados: se diseñará un sistema MRP1 en una imprenta, se realizará un estudio de tiempos de producción que tendrán como consecuencia contar con una producción eficiente y ordenada, capaz de brindar información verídica sobre aspectos importantes como: tiempo de producción, cantidad de materia prima para producir, materiales en *stock* y fechas de entrega aproximadas.

La consecución de la presente investigación tendrá beneficios como:

- Controlar la producción e inventarios de una manera eficiente, a través de un sistema MRP.
- Determinar de manera eficiente las fechas exactas de entrega de los pedidos realizados por los clientes.

Crear relaciones duraderas con los clientes cumpliendo con las fechas determinadas de entrega de pedidos.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Imprenta

A continuación se desarrollarán conceptos importantes de la imprenta.

6.1.1. Generalidades

La imprenta en Guatemala se remonta a 1659 cuando fray Payo Enríquez De Rivera solicitó a las autoridades reales y eclesiásticas el proyecto de instalar la cuarta imprenta de las colonias españolas, en Guatemala, después de haberse instalado imprentas en México en 1539, Lima en 1584 y Puebla en 1640 (Martínez, 2014, p.4).

A lo largo de los años la imprenta ha evolucionado desde el estampado de letras sobre papel, hasta máquinas totalmente automáticas que imprimen en el mismo gracias a un sistema de rodillos y cilindros rotativos que giran a gran velocidad.

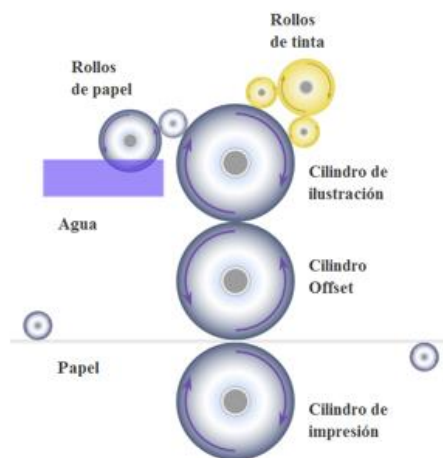
Hoy en día las máquinas que imprimen por estampado, llamadas de linotipo, son conservadas únicamente como un preciado recuerdo de lo que fueron los inicios de la imprenta. Estas máquinas han sido desplazadas por otras más avanzadas, con velocidad de impresión insuperable y alta calidad que proporcionan a los propietarios de las mismas ventajas como: incremento de la productividad, agilidad en el proceso de impresión y reducción de costos de operación.

6.1.2. Sistema de impresión *offset*

Es el sistema de impresión por excelencia. La palabra *offset* se traduce al español como: fuera de lugar, debido a que la impresión es realizada de manera indirecta pues no existe contacto directo entre el papel a imprimir y la placa que contiene la imagen a reproducir.

En la impresión *Offset*, una placa con la imagen a reproducir es enrollada sobre un cilindro que gira hasta establecer contacto con los rodillos que transfieren la tinta, luego, la placa entintada transfiere la imagen a una mantilla de caucho enrollada alrededor de otro cilindro metálico que luego transfiere la imagen al papel gracias a otro cilindro de presión que empuja el papel contra la mantilla, generando una copia exacta de la imagen de la placa.

Figura 1. Sistema de impresión *offset*



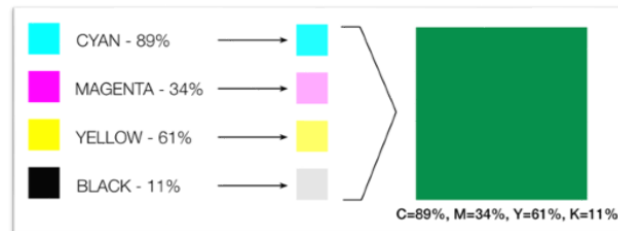
Fuente: Fast Grafic Impresores. *Offset*. <http://www.fastgrafic.cl/imprenta/autor/admin/>.
Consulta: 2 de febrero de 2016.

El sistema de impresión *offset* se fundamenta en el principio de repelencia entre agua y aceite, debido a que las tintas utilizadas para la impresión son de base oleosa. Para recurrir a dicho principio, las placas antes mencionadas, que generalmente son de zinc, son sometidas a un proceso fotoquímico que crea zonas, que después de ser humedecidas, atraen o repelen la tinta oleosa. (Red Gráfica Latinoamericana, 2012).

Actualmente se procesan las placas con una tecnología de impresión denominada CTP (*computer to plate*), que permite imprimir directamente desde la computadora hacia la placa que se utilizará durante la impresión, en esta impresión el proceso fotoquímico sucede durante la impresión de la placa, lo que ha permitido reducir costos directos al proceso productivo.

La impresión *offset* se realiza mediante placas que transfieren la imagen, de manera indirecta al papel. Dependiendo del diseño a imprimir (un color o *full color*), se pueden utilizar uno, dos, tres o cuatro colores de tinta. El *full color*, por ejemplo utiliza 4 colores de tinta: cyan, magenta, amarillo y negro, basándose en el método de la cuatricromía (CMYK). En este modelo CMYK, a cada pixel se le asigna un porcentaje de cada uno de los colores de la cuatricromía para establecer un color en específico. Así, cada color tiene su propia configuración según los cuatro colores base CMYK.

Figura 2. **Cuatricromía color verde**



Fuente: Proyectacolor. <http://www.proyectacolor.cl/aplicacion-del-color/modelos-de-color/modelo-cmyk/>. Consulta: 2 de febrero de 2016.

6.1.3. Descripción del proceso de impresión

A continuación se presenta la descripción del proceso para imprimir.

6.1.3.1. Diseño

Es el primer paso del proceso productivo de la impresión *offset*. Es el momento en el que se transforman las ideas de los clientes en formatos productivos para la organización a través de una computadora y un diseñador gráfico.

Los diseños se realizan en programas específicos para diseño, tales como: InDesign, Publisher, Photoshop, Freehand, entre otros.

El diseño es fundamental en el proceso productivo porque genera una primera idea de lo que se producirá y lo que los clientes recibirán al final del proceso productivo.

6.1.3.2. Preprensa

Es el proceso mediante el cual se plasman los diseños en placas para impresión. Estas placas son de material metálico, más específicamente en placas de aluminio y zinc que son impresas de dos diferentes maneras:

- La manera antigua: que se basa en la creación de negativos, en base al diseño generado, que serán revelados en una placa de aluminio. Este proceso ha quedado en el pasado debido a que el proceso de impresión y revelación de un negativo es extenso y más caro, sin embargo, su calidad y durabilidad es mayor que la de los procesos más nuevos.
- La manera actual: actualmente el proceso de impresión de placas se realiza en un sistema CTP que se traduce: desde la computadora hacia la placa (*computer to plate*), lo que significa que se imprime directamente desde la computadora hacia la placa, sin necesidad de utilizar negativos, a través de una impresora CTP.

6.1.3.3. Prensa

Es el proceso productivo como tal, es el momento en el que se utilizan las placas mencionadas anteriormente en máquinas especializadas para la impresión. Además, cuando es necesario, se numeran las hojas impresas para mantener un correlativo.

En este punto del proceso productivo se utiliza la mayor parte de recursos: materia prima; que es fundamentalmente papel, mano de obra, maquinaria e insumos como: gasolina para limpiar las máquinas, tinta para impresión, emulsificantes para protección de las placas, entre otros.

6.1.3.4. Posprensa

Es la etapa final del proceso productivo, es el momento en el que todo el papel impreso es ordenado según especificaciones del cliente. La etapa de post-prensa es conocida también como encuadernación porque se compaginan las hojas en talonarios con cantidades variables, según la necesidad del cliente.

6.2. Planificación de la producción

A continuación se describirá la planificación de la producción.

6.2.1. Definición

Santos (2007) define:

“La planificación en las empresas es un proceso por el cual cada uno de los departamentos organiza sus recursos en el tiempo, con el objeto de optimizar su uso y conseguir así el mayor beneficio posible para la empresa”.
(p.7).

La planificación abarca distintos recursos, dependiendo del proceso a planificar, por ejemplo, en el departamento de producción se planifican recursos como: mano de obra, maquinaria y materia prima, entre otros.

El objetivo principal de la planificación de la producción responder a la necesidad del cliente al menor costo, en el tiempo esperado y utilizando los recursos de la mejor manera.

6.2.2. Entornos de producción

El diseño y control de la planificación de la producción está limitado por varios factores como: volumen de producción, mano de obra disponible y la variedad de producción esperada, factores que, a su vez, tienden a ser definidos por el grado de influencia que el cliente ejerce sobre el diseño del producto.

El grado de influencia del cliente en el diseño y en el volumen de producción están catalogados como:

6.2.2.1. Fabricación para almacenamiento

Los productos son fabricados en base a la oferta de los mismos, es decir, que los productos son producidos con el fin de almacenarlos para que estén presentes para la parte demandante del mismo (Chapman, 2006). El cliente solo tiene dos opciones a elegir: compra el producto o no comprarlo. Estos patrones de compra grupales pueden alterar el diseño del producto, sin embargo, un cliente individual no puede hacerlo.

Este entorno de producción se caracteriza por manejar altos costes de almacenamiento debido al *stock* que se debe mantener de producto terminado. Un ejemplo de este entorno de producción es el mercado de las bebidas carbonatadas, estas son producidas en grandes cantidades y almacenadas en espera del consumo del cliente final.

6.2.2.2. Armado bajo pedido

En este caso, el cliente tiene mayor influencia en el diseño final del producto pues es diseñado y creado en base a sus necesidades personales; siempre y cuando, en su fabricación se utilicen materias primas y componentes estándar para la organización productora (Chapman, 2006). Es decir que, el cliente puede diseñar un producto que satisfaga sus necesidades pero tomando como base únicamente los componentes y materia prima que la empresa productora puede ofrecer. Un ejemplo de este tipo de producción puede ser una computadora, Dell actualmente maneja un sistema de producción bajo pedido donde el cliente solicita qué elementos quiere en su computadora, desde el procesador hasta el tamaño de la pantalla.

En el caso de Dell, los componentes son estándar porque existen limitaciones en cuanto a las opciones de cada componente, Dell tiene una lista de componentes entre los que el usuario debe elegir el que más se ajuste a sus necesidades.

6.2.2.3. Ingeniería bajo pedido

Es el caso en el que el cliente tiene un perfecto control del diseño del producto. En esta situación, el cliente tiene perfecto poder de decisión sobre el diseño del producto o servicio. En general, no se verá limitado a la utilización de componentes o materia prima estándar, sino que incluso podría hacer que el productor le entregue algo diseñado desde cero. (Chapman, 2006, p.4)

Por lo que la ingeniería bajo pedido es el proceso de producción en el que el cliente tiene completo control del diseño del producto, de los componentes y materia prima del mismo. El término ingeniería bajo pedido debe su nombre a la

ingeniería que debe aplicarse en la elaboración de un producto tal y como el cliente lo desea, desde los tipos de materiales para la materia prima hasta los valores agregados que se desean para el producto final.

6.2.3. Categorías del proceso

La influencia del cliente en el diseño de un producto tiene grandes repercusiones en el diseño de los procesos para generar dichos productos solicitados por el cliente. En general existen cinco categorías para describir el proceso a aplicar en producción, dependiendo del control del cliente en el diseño del producto, para esta investigación se mencionarán únicamente las tres categorías más utilizadas.

6.2.3.1. Por proyectos

Son basados en la elaboración de productos únicos, por lo que es muy difícil encontrar un proyecto igual a otro. Un ejemplo de este tipo de estrategia de producción es la construcción de edificios. Este tipo de estrategia de producción requiere de grandes inversiones, por su estatus de exclusividad.

6.2.3.2. Procesamiento por lotes o intermitente

Es el tipo de producción que está centrada entre producción por proyectos y producción continua. En este tipo de producción, el cliente tiene control sobre el diseño del producto pero solo utilizando componentes estándar para el fabricante, por lo tanto, la producción es dedicada a cada cliente y se produce bajo su propio pedido (Chapman, 2006).

El equipo y maquinaria suele ser especializado, pero lo suficientemente flexible para adaptarse a otros diseños. En este tipo de producción la mano de obra no suele ser tan especializada como en el caso de producción por proyectos. Un ejemplo claro de este tipo de producción es una imprenta, donde el cliente solicita un producto basándose en los componentes que la imprenta puede ofrecer.

6.2.3.3. Producción continua

Está situada en el extremo opuesto de la producción por proyecto, en este caso, la producción es realizada por maquinaria sumamente especializada y se utiliza poca mano de obra (Chase, 2009). La producción es llamada continua, debido a que la producción es masiva y se fabrican grandes cantidades del mismo producto en cada corrida de producción. La mano de obra en la producción continua es menos especializada que en la producción por lotes pero la maquinaria necesaria para producir es específica y muy avanzada. La inversión para montar una fábrica de producción continua suele ser muy elevada, debido a que la maquinaria es de tecnología muy avanzada.

Estos son los tipos de producción más comunes, pero se debe recalcar que muchas industrias trabajan con combinaciones de estos tres métodos, generando métodos propios que atienden a las necesidades de cada industria.

6.3. Administración de inventarios

Un inventario no es más que un listado detallado de materias o recursos que están a disposición de los distintos departamentos en una organización. Un sistema de inventario es un conjunto de controles establecidos sobre los inventarios presentes en la organización, con el fin de determinar los niveles del

mismo, el ritmo de consumo, cuándo hacer nuevos pedidos y cada cuanto debe ser reabastecido.

Los inventarios pueden ser de varios tipos, dependiendo de la naturaleza de las materias a almacenar: inventario de productos, inventario de mermas, inventario de manufactura, etc. En esta investigación el enfoque será en manufactura. Chase, Jacobs y Aquilano (2009) lo definen como “Las piezas que contribuyen o se vuelven parte de la producción de una empresa. El inventario de manufactura casi siempre se clasifica en materia prima, productos terminados, partes componentes, suministros y trabajo en proceso” (p.547).

Los inventarios son necesarios por varias razones, entre las que se pueden mencionar:

- Mantener un nivel adecuado de existencias: un inventario sano es aquel que no mantiene más de lo que se necesita para producir, pero tampoco mantiene niveles inferiores a los necesarios para la producción, por lo tanto, un inventario sano suministra al proceso productivo la cantidad adecuada de materiales, manteniendo un ritmo constante de aprovisionamiento.
- Reducir costos por falta de inventario: entre los costos por falta de inventario se pueden mencionar:
 - Costos por falta de producción: debido a la falta de materia prima o componentes, la producción para, lo que incurre en altos costos.

- Costos por mano de obra parada: íntimamente relacionada con los costos por falta de producción, pues las máquinas y procesos necesitan de seres humanos para funcionar.
- Costos por compras a precios elevados: cuando un inventario está en su nivel cero, muchas veces no se escatiman los costos con el fin de alimentar el inventario a toda costa.
- Reducir costos por exceso de inventario: un inventario por arriba de lo necesario incurre en costos como:
 - Costos por materiales obsoletos: un inventario demasiado elevado incurre en costos por materiales que se descomponen o se discontinúan debido a la gran cantidad de días que pasan almacenados.
 - Costos de almacenamiento: todo recurso almacenado en inventario incurre en un costo por almacenamiento que involucra desde el espacio físico hasta la utilización de personal para su traslado/almacenamiento.
- Determinar el momento ideal para nuevos pedidos: los inventarios, cuando son administrados de una manera correcta y eficiente, son herramientas poderosas que permiten a las organizaciones tomar decisiones de nuevos aprovisionamiento de materiales o recursos basándose en los niveles de consumo de los mismos. Por lo tanto, una correcta administración de inventarios proporciona bases sólidas para mantener los niveles de materiales/recursos en un nivel controlado y estable.

Una vez que se han detallado los costos en los que se puede incurrir por un mal manejo de inventarios, es necesario clasificar los mismos de alguna manera. Para efectos de esta investigación se clasificarán en base a la demanda de inventario (aunque existen varias como: posición del inventario en el proceso), básicamente hay dos maneras de clasificar los inventarios de acuerdo a este parámetro.

- Inventarios de demanda independiente: las demandas de inventario se dan por fuentes ajenas a la organización, la mayoría de las veces es por clientes externos, se le llama de demanda independiente porque la organización no tiene control directo sobre estas demandas del cliente externo.

- Inventarios de demanda dependiente: a diferencia del anterior, en este tipo de demanda, la organización tiene control directo sobre la necesidad de abastecimiento de recursos, generalmente está relacionada con la necesidad de saber qué producto producir, cuándo producirlo y en qué cantidad.

Conocer la diferencia entre inventario de demanda dependiente e inventario de demanda independiente es primordial para la planificación y el control de la producción debido a que en cada caso, se utiliza un método o sistema diferente de planificación y control. A continuación el enfoque será sobre los inventarios de demanda independiente pero más adelante se mencionarán los inventarios de demanda dependiente.

6.3.1. Modelos básicos de reabastecimiento de inventarios independientes de la demanda

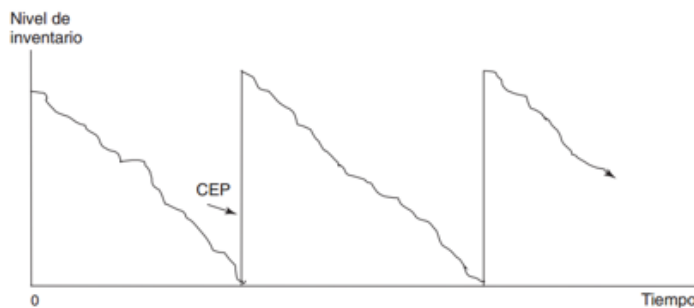
Cuando se menciona reabastecimiento de inventarios independientes de la demanda, se entienden aquellas demandas que son ajenas al control de una organización.

Estos modelos se clasifican en dos categorías básicas: modelos basados en cantidad y modelos basados en el tiempo:

6.3.1.1. Modelos basados en cantidad

Son aquellos inventarios en los que se debe mantener una revisión periódica de los niveles de inventario para saber las condiciones del mismo. El patrón básico de este tipo de modelo es de diente de sierra, debido a que es una demanda independiente de la demanda, misma que se supone se mantiene constante a lo largo del tiempo (Chapman, 2006).

Figura 3. Patrones típicos de cantidades en inventarios independientes a la demanda a lo largo del tiempo



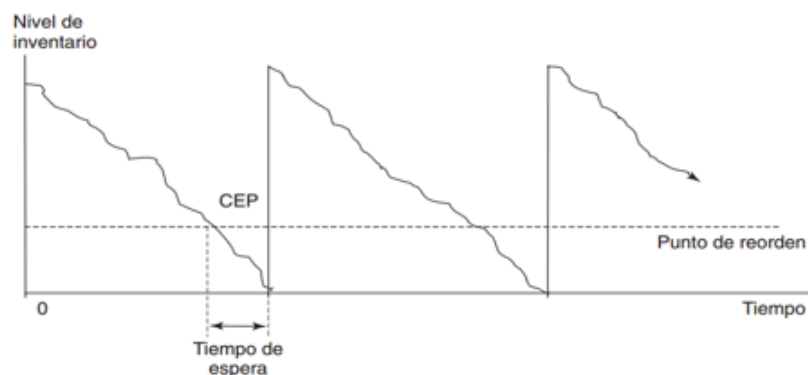
Fuente: CHAPMAN, Stephen. *Planificación y control de la producción*. p. 34.

Según se observa en la figura 3, al llegar el inventario a nivel cero, inmediatamente es reabastecido de nuevos materiales; situación que no ocurre en la vida real debido a que para que ocurra un reabastecimiento es necesario un tiempo de reabastecimiento, no importando la procedencia del material, ya sea de una fuente interna (producción) o de una fuente externa (proveedores).

El punto en el que el reaprovisionamiento de materiales se solicita, tomando en cuenta el tiempo de reaprovisionamiento y el nivel de inventario que contempla dicho tiempo se denomina punto de reorden. En este sentido, la decisión de reabastecer el inventario se toma cuando todavía existe cierta cantidad de producto en inventario.

En la figura 4 se puede analizar gráficamente el punto de reorden, que está directamente relacionado con el consumo del inventario y el tiempo de espera para el reabastecimiento (que depende directamente de los proveedores del inventario), también llamado tiempo de reabastecimiento.

Figura 4. **Determinación del punto de reorden**



Fuente: CHAPMAN, Stephen. *Planificación y control de la producción*. p.45.

6.3.1.2. Modelos basados en el tiempo

A diferencia de los anteriores, este modelo de reabastecimiento de inventarios no requiere de un control constante sobre los consumos de materiales o recursos de una organización. En su lugar, se estima un consumo anual promedio de recursos y se estima un consumo mensual de los mismos dentro de la organización, la razón de los dos consumos anteriores generan un intervalo de pedidos al año. Por ejemplo: si en un año se utilizan un promedio de 30 000 unidades de un elemento y mensualmente se utilizan 2 500 unidades del mismo elemento, la razón de ambos consumos genera 12 reabastecimientos al año, es decir, uno al mes.

En situaciones de la vida real, el modelo de abastecimiento de inventarios basados en el tiempo se utiliza cada vez menos, debido al riesgo que corre suponer una demanda constante de recursos suponiendo que hay ocasiones en las que existe una demanda muy superior a lo normal o demandas muy por debajo de lo normal, en estos casos, se incurre a costos que fueron mencionados anteriormente.

6.4. Plan maestro de producción (PMP)

Este indica qué cantidad de cada producto se fabricará, considerando la capacidad de producción que se ha determinado para cada periodo (pronósticos). Para objetos de esta investigación, los pronósticos de cada mes se determinarán en base a las ventas facturadas en los meses anteriores.

“El PMP se emplea en aquellas industrias que utilizan el sistema MRP para determinar las necesidades de materiales en función de la demanda de

productos finales”. (Santos, 2007, p.29). El horizonte de planificación del plan maestro de producción suele ser de tres meses o menos, divididos en semanas.

En general, el PMP inicia con un diagnóstico de las ventas de productos, para luego utilizar reglas que ayuden a los pedidos de los clientes a consumir dicho pronóstico, es decir, se trata de desagregar el plan obtenido indicando qué cantidad de cada producto va a fabricarse, considerando la capacidad de producción que se ha determinado para cada periodo.

La planificación maestra se utiliza en aquellas organizaciones en las que se emplea el sistema MRP para determinar la necesidad de materiales en función de la demanda de productos finales.

Figura 5. **Plan general y programa maestro de producción de camas**

Plan de producción de camas

| Mes | 1 | 2 |
|---------------------|-----|-----|
| Producción de camas | 900 | 950 |

Programa maestro de producción de modelos de camas

| Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| imperial | 200 | | | 300 | | 200 | | 100 |
| Matrimonial | | 100 | 200 | | 150 | | 100 | |
| King | | | 100 | | | 200 | | 200 |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 5 se considera como primer punto la producción global de camas, sin especificar qué tamaño de camas se fabricará. Como segundo punto se especifica un plan maestro de producción de camas según tamaño y

cantidad a producir por semana. El siguiente diagrama que se necesitaría mostrar sería el de explosión o de materiales y por último nivel se mostraría un sistema MRP1 que detallara cuánto se necesita de cada uno de los elementos necesarios para producir cada cama en cada semana.

En conclusión se puede afirmar, según Heizer y Render (2009): “El programa de producción maestro, especifica qué debe hacerse (es decir, el número de artículos o productos terminados) y cuándo. Este programa debe estar en concordancia con el plan de producción. El plan de producción establece el nivel global de producción en términos generales”. (p.562).

Lo que significa que el plan maestro de producción es más específico que el plan de producción y que se detalla, en muchas ocasiones, en semanas; pudiendo cubrir hasta un máximo de 3 meses (desglosados en semanas).

6.5. Sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP)

En el capítulo 3 se mencionaban dos tipos de inventarios, según la demanda del mismo: inventarios de demanda independiente, que se explicaron a detalle en el capítulo 3 y los inventarios de demanda dependiente.

Los inventarios de demanda independiente, como se mencionó en el capítulo 3, son aquellos cuya demanda es independiente de las decisiones operativas internas, la mayoría de las veces está relacionada con los pedidos de los clientes externos; por lo tanto, los inventarios de demanda independiente están relacionados, la mayoría de las veces, con productos terminados o por piezas o repuestos almacenados para reparar otro artículo (equivalente a producto terminado).

En este capítulo, el enfoque será sobre los inventarios de demanda dependiente y cómo controlarlos mediante un sistema MRP1. Un inventario dependiente es aquel en el que la demanda se basa en decisiones internas de una organización, generalmente enfocado en cuánto producir y cuándo hacerlo.

La planificación de requerimiento de materiales (MRP1) es una solución al problema que existía en la antigüedad con el manejo de inventarios por punto de reorden, donde en muchas ocasiones, no se podía producir debido a la falta de algún componente por el mal manejo del punto de reorden. En cambio, el sistema MRP se basa en la solicitud de materiales en base a la cantidad a producir de cierto producto. El objetivo del sistema MRP es: "Determinar cuánto pedir de cada componente para asegurar la disponibilidad de la cantidad deseada, en el lugar adecuado y en el momento en que sean necesarios partiendo de los datos del plan maestro". (Santos, 2007, p.41). El manejo de inventario basado en el sistema MRP1 (de demanda dependiente) asegura el aprovisionamiento de los elementos de una pieza más grande en el momento adecuado, basándose en el plan maestro de producción y en la lista de materiales, así como del plan de producción.

La planificación de requerimiento de materiales guarda estrecha relación con el plan maestro de producción, la lista de materiales y el plan de producción. Dicho lo anterior, se puede asegurar que el MRP1 funciona de la siguiente manera: El plan maestro de producción señala cuanto se va a producir de cada artículo en un periodo de tiempo corto, en la lista de materiales se detallan las piezas necesarias para producir dicho artículo así como la cantidad de cada una de las piezas. El archivo de registro de inventarios indica cuánto hay de cada una de las piezas necesarias y crea un panorama para determinar si con esas piezas en existencia se logra producir lo especificado por el PMP, de lo contrario se genera una orden de abastecimiento. Estos tres elementos

(PMP, lista de materiales y registro de inventarios) generan la información necesaria para alimentar el programa de requerimiento de materiales, que despliega el programa de producción en un detallado plan de programación de pedidos para toda la secuencia de producción.

6.5.1. Clasificación

Con el paso de los años el sistema MRP fue mejorando y abrió paso a dos sistemas:

- Sistema MRP I: es el primer sistema desarrollado, que responde a preguntas como cuánto y cuando aprovisionarse de materiales. Este sistema genera órdenes de compras de materia prima en base a la cantidad de productos a producir.
- Sistema MRP II: con el transcurso de los años, los sistemas de producción exigían cada vez más datos e información para ser procesados. En un primer momento los resultados que se obtenían con un MRP1 eran utilizados como datos de entrada de otros sistemas denominados CRP (capacity requirements planning) que determinaban si la planificación ofrecida era posible o no, basándose en las restricciones de capacidad de la planta.

De este modo, el sistema MRP y CRP se fusionaron para crear el sistema MRP II que es capaz de controlar de manera eficaz todos los recursos de la producción mediante potentes sistemas de computación que se alimentan de la información global de la organización.

6.5.2. Lista de materiales

Heizer y Render (2009) definen así: “Es una lista de los componentes, su descripción y la cantidad requerida de cada uno para hacer una unidad de un producto”. Es decir que la lista de materiales es el desglose detallado de cada componente de un producto.

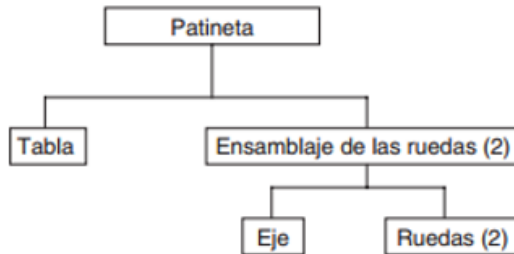
La lista de materiales determina la cantidad de cada componente de un producto y sus dimensiones y especificaciones, con el fin de brindar la mayor información posible al sistema MRP1.

Esta lista de materiales contiene la descripción completa de los productos y contiene información detallada como: materiales, piezas y componentes, así como la secuencia en que se elaboran los productos.

Muchas veces la lista de materiales se muestra en forma escalonada, para identificar claramente cada pieza y la manera en que se arma.

Una lista de materiales puede ser expresada de muchas formas: jerárquica, en forma de lista, en forma de explosión, etc. Cada una de las formas en las que se puede expresar una lista de materiales reflejan de manera más profunda la relación entre cada componente, como se detalla a continuación.

Figura 6. **Lista de materiales jerárquica para una patineta**



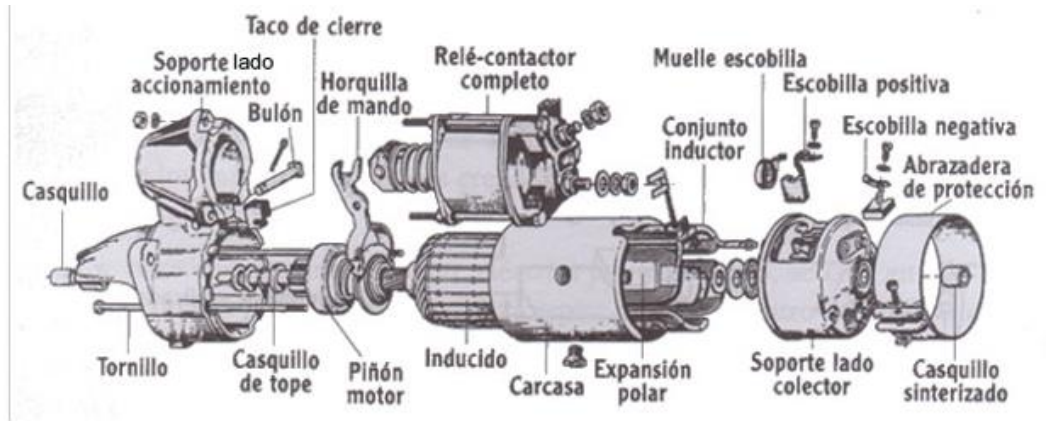
Fuente: CHAPMAN, Stephen. *Planificación y control de la producción*. p. 47.

Figura 7. **Materiales listados**

| COMPONENTE | CANTIDAD REQUERIDA |
|--------------------------|---------------------------|
| Patineta | 1 |
| Tabla | 1 |
| Ensamblaje de las ruedas | 2 |
| Ruedas | 2 |
| Eje | 1 |

Fuente: CHAPMAN, Stephen. *Planificación y control de la producción*. p. 49.

Figura 8. **Lista de materiales de un motor eléctrico en forma de explosión**



Fuente: Aficionados a la mecánica. *Motor eléctrico*.

http://www.aficionadosalamecanica.net/curso_motor.htm. Consulta: 10 de marzo de 2016.

La lista de materiales en forma de explosión es la más detallada, sin embargo en situaciones reales, ocurren mezclas entre cada una de las maneras de presentar una lista de materiales, cada mezcla realizada es de acuerdo a las necesidades de cada organización.

6.5.3. Registro de inventarios

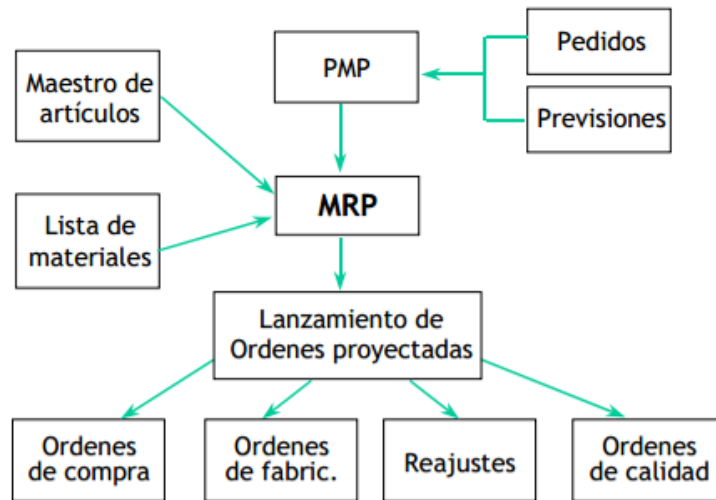
Es uno de los tres elementos esenciales en el sistema MRP (plan maestro de producción, lista de materiales y registro de inventarios) y nos brinda la información en determinado momento, de los niveles de inventario que tiene una organización tomando en cuenta todos y cada uno de los componentes necesarios para producir un bien. Heizer y Render (2009), afirman: “Para que un sistema MRP funcione, es absolutamente necesario contar con una buena administración de inventario”. (p.567). Lo que demuestra la importancia de tener un registro de inventarios preciso y confiable.

6.5.4. Explosión del sistema MPR

“Con el plan maestro de producción, la lista de materiales y la existencia en inventarios, contamos con suficiente información para calcular los componentes necesarios en la planificación”. (Chapman, 2006, p.131). La explosión del sistema MRP no es más que el cálculo de todos y cada uno de los elementos necesarios para llevar a cabo la producción, tomando como base el plan maestro de producción, niveles de inventarios y la lista de materiales en conjunto.

El proceso de calcular las necesidades exactas de cada pieza que se maneja en el sistema se conoce como proceso de explosión, debido a que se “simula” una explosión de un producto para desglosarlo en cada una de sus partes, comenzando desde el plan maestro de producción hasta llegar al MRP1 simulando una explosión.

Figura 9. **Explosión del sistema MPR 1**



Fuente: SANTOS, J. *Organización de la producción II: Planificación de procesos productivos*. p.

55.

El sistema MRP1 es la herramienta que permite analizar, desde un estado general (plan de producción) que abarca hasta 6 meses), hasta un estado particular (lista de materiales) la producción de un elemento o producto. La principal entrada de información del sistema MRP1 es el plan maestro de producción, pues es aquí donde se establece la cantidad a producir de cada uno de los productos.

6.6. El estudio de tiempos como control del proceso productivo y su relación con el sistema MPR 1

El sistema MRP1, el control de la producción y el estudio de tiempos son tres elementos de la ingeniería de la producción que están relacionados entre sí.

Para controlar la producción es necesario tener en primer lugar mediciones: todo lo que se puede medir, se puede mejorar; por lo tanto, la medición de tiempos es esencial en el control de la producción porque permite analizarla en distintos momentos y observar la variación de lo esperado contra lo que realmente se produce.

El sistema MRP1 está ligado con el control de la producción (y por lo tanto con el estudio de tiempos) debido a que el ritmo de consumo de materia prima en inventario fluye o se consume al mismo ritmo de producción. Por lo tanto, para determinar en cuánto tiempo se consume el inventario de materia prima, es necesario conocer primero a qué ritmo se produce una orden, y, para saber en cuánto tiempo se produce una orden de producción, es necesario saber el tiempo estimado de producción de dicha orden.

6.6.1. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de la medición del trabajo, García, R. (2005) define medición del trabajo como:

“La medición del trabajo es un método investigativo basado en diferentes técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo”. (p.177)

Es decir que la medición del trabajo tiene como objetivo final determinar el tiempo necesario para realizar una tarea productiva.

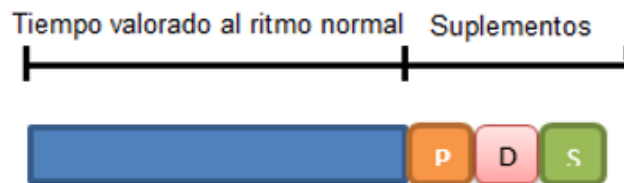
El estudio de tiempos con cronómetro es una técnica de la medición del trabajo que se utiliza para determinar con la mayor exactitud posible el tiempo

necesario para realizar una tarea determinada, mediante la utilización de un cronómetro.

6.6.2. El tiempo estándar y sus componentes

El tiempo estándar es definido como: el tiempo necesario para realizar una actividad específica tomando como base a un operario calificado que opera ni muy rápido ni muy lento, además incluye suplementos inherentes a la actividad y a la naturaleza humana como: suplementos personales, suplementos por fatiga y otros suplementos.

Figura 10. Representación gráfica del tiempo estándar



Fuente: elaboración propia.

La técnica de medir el tiempo necesario para realizar una tarea se llama, comúnmente: cronometraje, por el uso del cronómetro para realizar el análisis.

El tiempo valorado al ritmo normal es sencillamente, el tiempo cronometrado, es recomendable realizar como mínimo 5 mediciones de la tarea para obtener un tiempo promedio que deberá ser sujeto a una normalización. La normalización consiste en calificar la actividad según parámetros establecidos

en el método de normalización por nivelación: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

El tiempo estándar representa el tiempo que un trabajador toma en hacer una tarea, tomando en cuenta los suplementos de fatiga, personales y suplementarios. Estos suplementos están presentes en la tarea, en la persona y en el ambiente respectivamente y generan atraso en la ejecución de la tarea, es por eso que deben ser tomados en cuenta en el estudio.

7. PROPUESTA DEL ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN

- 1.1. Análisis de pronósticos
 - 1.1.1. Proyección de ventas actual
- 1.2. Diagrama de procesos
- 1.3. Análisis FODA del Departamento de Producción
- 1.4. Estudio de tiempos del proceso productivo
 - 1.4.1. Tiempo normal
 - 1.4.2. Tiempo estándar
- 1.5. Control actual de producción

2. MARCO TEÓRICO

- 2.1. La imprenta
 - 2.1.2. Generalidades
 - 2.1.2. Sistema de impresión *offset*
 - 2.1.3. Descripción del proceso de impresión
 - 2.1.3.1. Diseño
 - 2.1.3.2. Preprensa

- 2.1.3.3. Prensa
 - 2.1.3.4. Posprensa
 - 2.2. Planificación de la producción
 - 2.2.1. Definición
 - 2.2.2. Entornos de producción
 - 2.2.2.1. Fabricación para almacenamiento
 - 2.2.2.2. Armado de pedido
 - 2.2.2.3. Ingeniería bajo pedido
 - 2.2.3. Categoría del proceso
 - 2.2.3.1. Proceso del proyecto
 - 2.2.3.2. Proceso por lotes
 - 2.2.3.3. Producción continua
 - 2.3. Administración de inventarios
 - 2.3.1. Modelos básicos de abastamiento
 - 2.3.1.1. Modelos basados en la cantidad
 - 2.3.1.2. Modelos basados en el tiempo
 - 2.4. Plan maestro de producción
 - 2.5. Sistema de planificación
 - 2.5.1. Clasificación
 - 2.5.2. Lista de materiales
 - 2.5.3. Registro de inventarios
 - 2.5.4. Explosión del MPR 1
 - 2.6. Estudio de tiempo como control del proceso productivo y su relación con el MPR 1
 - 2.6.1. Estudios de tiempo
 - 2.6.2. Tiempo estándar y sus componentes
- 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS
 - 3.1. Pronósticos

- 3.1.1. Recopilación de información histórica
 - 3.1.2. Tabulación y ordenamiento de la información histórica
 - 3.2. Creación de un diagrama de operaciones
 - 3.3. Creación de estrategias de acuerdo al FODA
 - 3.4. Análisis de estudios de tiempos
 - 3.4.1. Establecer tiempo de producción real
 - 3.5. Establecer un diseño de control de la producción
- 4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MPR 1
 - 4.1. Método propuesto para pronosticar la producción
 - 4.2. Plan maestro de producción propuesto
 - 4.3. Lista de materiales propuesta
 - 4.4. MPR 1 Propuesto
 - 4.5. Programación a corto plazo
- 5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
 - 5.1. Pronóstico de la demanda
 - 5.2. Plan maestro
 - 5.3. Lista de materiales
 - 5.4. Tiempo estándar de producción
 - 5.5. Funcionamiento del sistema MPR 1
- 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

8. MARCO METODOLÓGICO

8.1. Investigación

En el presente escrito se utilizará una investigación aplicada porque el objetivo final del desarrollo de dicha investigación es solucionar la problemática asociada a atrasos en producción en una empresa que se dedica a la comercialización de papelería impresa. Para lograr dicho objetivo, se analizará a fondo la situación actual de la empresa, se realizará un estudio ingenieril y se propondrá la aplicación de un sistema MRP1 que sea capaz de mantener un control en la producción de papelería impresa.

8.2. Diseño

El presente estudio se basará en un diseño no experimental debido a que no se realizarán experimentos de los aspectos a evaluar, al contrario, se observará el proceso productivo en una imprenta tal y como ocurre naturalmente para posteriormente analizarlo detalladamente en cada una de las escenas que convenga (inventarios, producción, proyección ventas, entre otros) y poder analizarlo desde diferentes puntos de vista (cualitativo y cuantitativo) para así, proponer una mejora al proceso productivo actual. El diseño de investigación será del tipo descriptivo, y más específicamente, del tipo descriptivo simple debido a que se analizará la situación de la imprenta recogiendo los datos necesarios para emitir un juicio en base a las variables que afectan el proceso productivo, además la cantidad de información obtenida sobre el sistema MRP1 en una imprenta es limitada, es decir que no existe demasiada información al respecto pero tampoco existe nada de información.

Asimismo, la muestra que se utilizará será el tiempo de producción de una orden, por lo que se puede evaluar n veces el mismo proceso, lo que significa que se dispone de una muestra grande y con una accesibilidad a los datos fácil, por lo tanto, de un diseño descriptivo del tipo cuantitativo; que puede ser evaluado estadísticamente con una muestra del tamaño adecuado a la investigación, es decir, que el fenómeno puede ser evaluado tantas veces sea necesario para determinar la información necesaria

Para el desarrollo de la investigación se utilizarán dos tipos de instrumentos: cualitativos y cuantitativos, entre los instrumentos cualitativos se pueden mencionar: observación del proceso productivo, análisis del método de trabajo actual e indagación en el manejo de inventarios actual; entre los instrumentos cuantitativos se pueden mencionar: estudio de tiempos de producción, manejo de inventarios y análisis de la demanda. Al hacer uso de ambos tipos de instrumentos, se obtiene un instrumento de evaluación mixto que permitirá obtener información suficiente para solucionar el problema del atraso en las órdenes de producción de la empresa.

En conclusión, la presente investigación se basará en un diseño no experimental descriptivo simple ya que tiene como finalidad ampliar y precisar un sistema MRP1 en una empresa que se dedica a la comercialización de papelería impresa y además busca describir las características de este sistema de manejo de inventarios, que ha generado problemas en la empresa antes mencionada. Al utilizar esta información, la dirección de la empresa tendrá una herramienta ingenieril muy importante que les permitirá ser más competitivos en el mercado como consecuencia de un programa de entrega de pedidos adecuado.

8.3. Tipo de estudio

El estudio que se utilizará para analizar el problema planteado será descriptivo del tipo cuantitativo debido a que se analizará el proceso de impresión de pedidos a producción, se analizarán los tiempos de producción reales y se analizará el manejo de inventarios actual para poder establecer un tiempo estándar, que a su vez, proporcionará el tiempo de operación de cualquier pedido tomando en cuenta factores como: tamaño del pedido, disponibilidad de maquinaria y mano de obra, demanda actual y nivel de inventarios.

8.4. Alcance

El alcance de esta investigación será descriptivo- exploratorio, descriptivo debido a que un alcance descriptivo busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de un fenómeno que se someta a análisis, de esta manera, se analizará el problema en el departamento de producción de una imprenta, sus propiedades, las características y los perfiles importantes que dan lugar al problema. Una investigación exploratoria, por lo regular, antecede a otros tipos de investigación como la investigación descriptiva, la investigación correlacional y la investigación explicativa. El alcance exploratorio está ligado a la investigación exploratoria y su fin es obtener la mayor información acerca de un tema, es decir, explorarlo para crear un prejuicio al investigador. Por lo tanto, El alcance será exploratorio debido a que se busca encontrar la causa del problema en el departamento de producción y se busca explicar por qué ocurre el fenómeno y en qué circunstancias ocurre, mediante el análisis exploratorio del proceso productivo juzgando cada fenómeno y en busca de posibles razones a dichos fenómenos. Como consecuencia de la información obtenida se procederá a aplicar un sistema MRP1 al proceso productivo.

La presente investigación, busca determinar la relación que existe entre la planeación de la producción y el control de la misma, desde el punto de vista técnico se diseñará un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP1) capaz de mantener un control en el proceso productivo y de inventarios de la organización.

8.5. Variables e indicadores

Para la presente investigación se abordarán variables de dos tipos: cualitativas y cuantitativas que se describen a continuación con su respectivo indicador.

8.5.1. Variables cuantitativas

Son aquellas que pueden ser sometidas a mediciones de distintos tipos, entre las que se utilizarán en la investigación.

8.5.1.1. Pronóstico de la demanda

El flujo de producción depende directamente de la demanda de papelería impresa por los clientes y el pronóstico de la demanda es uno de los primeros pasos que el sistema MRP1 necesita para ser alimentado. Por lo tanto, esta variable necesita ser medida para estimar la producción en un rango de tiempo de 6 meses.

El indicador para esta variable será de dos tipos: en quetzales y en número de órdenes en esos meses.

8.5.1.2. Órdenes reales

El pronóstico de la demanda genera un estimado de producción en seis meses, las órdenes reales, son aquellas que ingresan a la imprenta y que necesitan ser procesadas. Por tal motivo, es imprescindible que se estime la demanda real de papelería en un periodo no mayor de 1 semana.

El indicador para esta variable será analizado por número de órdenes ingresadas a la semana.

8.5.1.3. Niveles de inventario de la materia

El sistema MRP1 se alimenta de información variada y un elemento importante es el nivel de inventario en un momento específico, esto con el fin de analizar si la producción puede ser realizada con los niveles de inventario de ese momento, de lo contrario, se procede a hacer un pedido para inventario.

El indicador para esta variable será la cantidad de hojas disponibles en inventario, según cada tamaño de papel.

8.5.1.4. Tiempo estándar

Consiste en analizar el tiempo de producción de una orden, únicamente en el proceso productivo como tal, para su análisis el investigador se apoyará de un cronómetro y de una hoja de mediciones. Para esta variable, el indicador que se utilizará para describirla y analizarla será el tiempo, medido en minutos.

8.5.1.5. Tiempo de procesamiento de una orden

Consiste en analizar el tiempo que se tomará en ser despachada una orden, desde el momento en que entra como pedido a producción hasta el momento en que está lista para su entrega al cliente.

El indicador de esta variable será el tiempo, que será medido en días.

8.5.2. Variables cualitativas

A continuación se presentan las variables cualitativas de la presente propuesta.

8.5.2.1. Especificaciones de los pedidos

Este tipo de variable es del tipo cualitativo, porque únicamente describe las órdenes de producción, qué color de tinta utilizará, que tamaño de papel y qué color de hojas utilizará.

8.5.2.2. Análisis de causas y efectos

En el diagnóstico de la situación actual del departamento de producción de la imprenta, se realizará un análisis de las causas y efectos de los problemas más comunes.

8.5.2.3. Políticas de abastecimiento

Son las políticas en las que se basa la imprenta para hacer solicitudes de materiales para producción y materia prima.

8.6. Fases

La presente investigación se desarrollará en diferentes fases que tienen como fin principal alcanzar cada uno de los objetivos planteados, a través, de la ejecución de tareas necesarias para solucionar la problemática final. Las fases que se deben cumplir son las siguientes.

8.6.1. Diagnóstico en el Departamento de Producción de una empresa que se dedica a la comercialización de papelería impresa

El diagnóstico se realizará de manera analítica, observando el proceso productivo de una imprenta en general, desde el ingreso de un pedido hasta el producto final, incluyendo la relación entre cada una de las áreas que están involucradas en el proceso productivo como tal.

Mediante esta observación se generará un diagnóstico de la situación actual de la empresa, tomando en cuenta aspectos importantes como: orden en el ingreso de pedidos a producción, manejo de inventarios de materia prima, ritmo de producción, y otros.

La importancia de analizar el proceso actual radica en la necesidad del investigador de tener un punto de referencia o de partida que podrá compararse con un análisis del sistema propuesto.

El tipo de producción de un taller de imprenta es bajo pedido, lo que significa que cada cliente realiza un pedido de acuerdo a las limitantes que el taller de imprenta ofrece, en la mayoría de veces la limitante es el formato de trabajo o la cantidad de colores de tinta, lo que hace que la logística de

producción sea compleja (pues los pedidos al día son bastantes) y más aún, su análisis inicial.

8.6.2. Estudio de tiempos en área de Producción

El estudio de tiempos es fundamental en esta investigación porque está directamente relacionada con la determinación del tiempo de procesamiento de una orden de producción, es decir, que para controlar el proceso productivo, primero debemos medirlo.

El estudio de tiempos y el sistema MRP1 están relacionados porque el ritmo de producción está directamente relacionado con el consumo de materiales en inventario de materia prima.

Además para hacer una programación de la producción a corto plazo, es imprescindible contar con los tiempos de producción.

8.6.3. Pronóstico de la demanda

El pronóstico de la demanda genera un panorama general de producción a largo plazo, es decir, que proporciona un estimado de producción anual, semestral o trimestral que se convierte en la base a producir en dicho tiempo.

El pronóstico de la demanda será basado en la cantidad de papelería impresa en los últimos seis meses, esto con el fin de generar un estimado de producción en los próximos 2 meses.

8.6.4. Determinar un plan maestro de producción

El plan maestro de producción se genera con los ingresos de pedidos reales mensualmente, es decir, aquellos pedidos que ingresan desde el área de ventas de la imprenta.

En el pronóstico de la demanda se crea un perfil de producción basado en hechos históricos, pero en el plan maestro de producción se genera un perfil de producción en base a los pedidos que están disponibles para producción semanalmente.

8.6.5. Elaborar lista de materiales

La lista de materiales no es más que un resumen de los elementos que conforman un producto, para el caso de una imprenta, los productos son variados, por lo tanto, las listas de materiales también son variadas según cada producto.

Las variables que influyen en una lista de materiales para una imprenta pueden ser: colores de papel, colores de tinta, formatos de papel, numeración, troquelado, estampado, y otros.

8.6.6. Elaborar un sistema MPR 1

Al elaborar un sistema MRP1, automáticamente se toma en cuenta un análisis de inventario de materia prima previo a la producción, este análisis de inventario genera la cantidad de materia prima disponible para la producción. Si el nivel de inventario es insuficiente, entonces se procede a hacer un pedido de

materia prima a los proveedores, por el contrario, si es suficiente se procede a procesar el pedido.

Mientras este pedido está en proceso, otro pedido está ingresando a la programación de producción, con lo que se cuenta con tiempo suficiente para realizar un pedido (si este fuera el caso) de materia prima.

Se debe considerar que con un día de anticipación (como mínimo) se tenga un programa maestro de producción que asegure la existencia de materia prima para el día siguiente.

8.6.7. Ensayo de solución

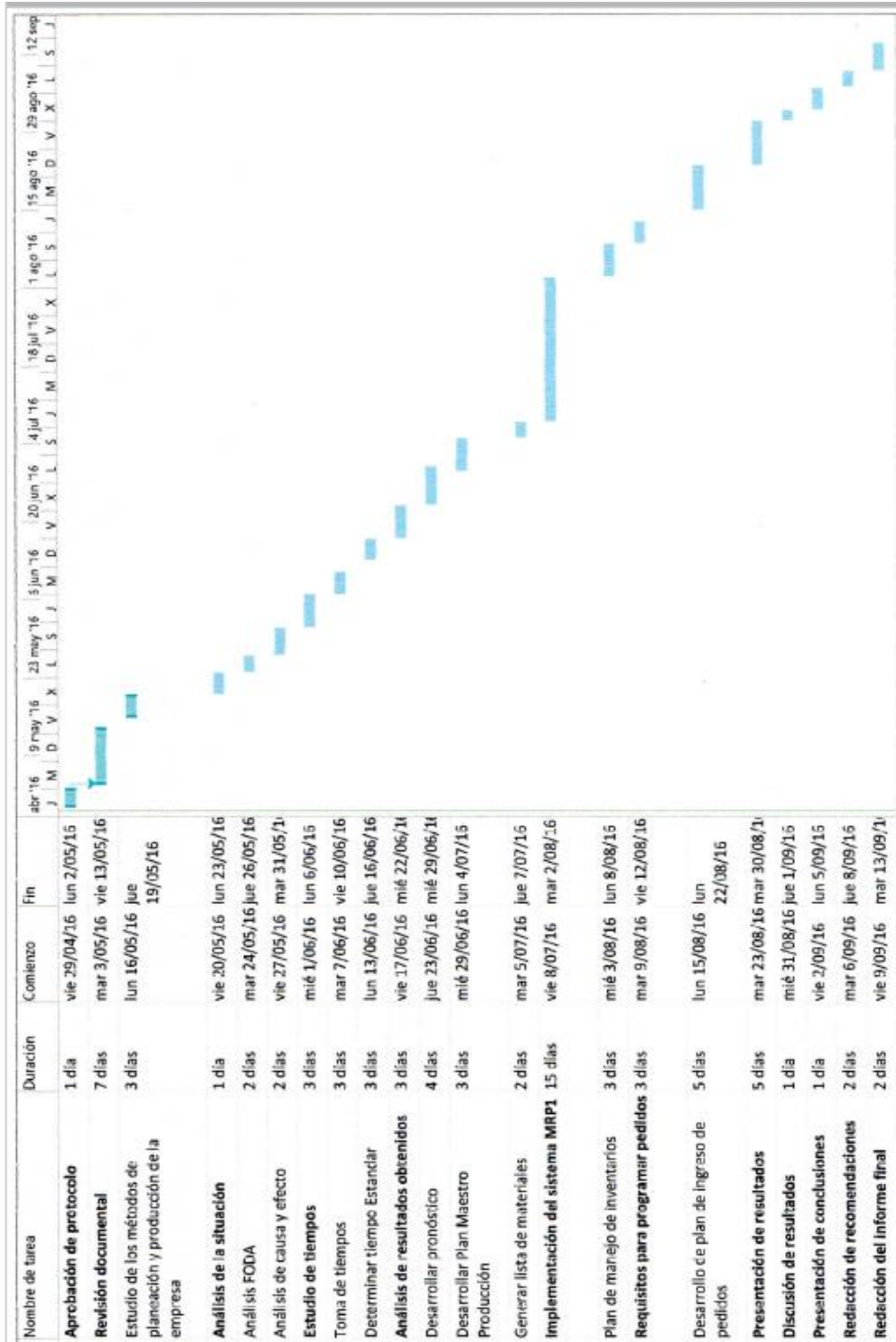
Como el propósito de este estudio es proponer la utilización del sistema MRP1, queda en discreción de la directiva de la imprenta, implementar o no el método propuesto, sin embargo, se realizará un ensayo de la solución al problema, para analizar las mejoras respecto a la situación actual de la empresa.

También se espera hacer un análisis comparativo entre el método propuesto y el método actual de producción, con el fin de determinar en qué medida se resolvió el problema mediante la aplicación del nuevo método, sus ventajas y sus debilidades.

9. CRONOGRAMA

A continuación se muestra mediante un cronograma las actividades a desarrollar para la elaboración de la investigación.

Figura 11. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia

10. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Durante el transcurso de la investigación se utilizarán diversos recursos dentro de los que se pueden mencionar: recursos tecnológicos, recursos de acceso a la información, recursos humanos, permisos, equipo técnico, infraestructura, papelería, recursos financieros, entre otros.

Los recursos tecnológicos son aquellos que representan una ayuda para el investigador desde el punto de vista de la tecnología, además se pueden incluir entre estos recursos los equipos técnicos necesarios para la investigación. Dentro de estos recursos se pueden mencionar:

- Computadora: que se utilizará para mantener un archivo digital de los datos recopilados durante la investigación.
- Calculadora: utilizable en todos aquellos momentos en el que el investigador necesite hacer cálculos para las diferentes áreas que analizará.
- Cronómetro: será utilizado durante el estudio de tiempos del departamento de producción, este será costado por el investigador.
- Celular: será utilizado para establecer comunicación con las personas pertinentes en cada situación en específico.
- Paquetes informáticos: serán utilizados para crear tablas digitales, para tabular datos y para crear un sistema MRP1, entre otros. Dichos

paquetes informáticos ya están instaladas en la computadora, por lo que el costo de los mismos podría considerarse nulo.

Los recursos de acceso a la información son aquellos recursos que nos permiten generar datos con base en observaciones, además se puede incluir dentro de estos, los permisos necesarios para realizar la investigación.

Los recursos de acceso a la información están implícitos en el análisis del proceso productivo, debido a que para realizar dicho análisis, el investigador se basa en información de diferente índole para obtener datos sujetos a análisis.

Los permisos para la realización de la investigación están incluidos en este tipo de recurso debido a que: para poder ingresar al taller de imprenta y analizar la situación, se debe contar con un permiso previo que el investigador se encargará de tramitar para agilizar el estudio.

Los recursos humanos son todos aquellos recursos en los que se necesita de personas para realizar el análisis y desarrollar la investigación. Dentro de los recursos humanos que se necesitarán para la investigación están:

- El investigador: será el encargado de ejecutar el estudio, análisis y solución al problema planteado, valiéndose de sus conocimientos ingenieriles y de los datos que sean pertinentes para llegar a solventar la situación.
- El personal del Departamento de Producción: es el personal directamente involucrado en el proceso productivo de la organización, incluye a las personas que operan la maquinaria y las personas que manejan los inventarios.

- El catedrático universitario: es la persona encargada de guiar en el proceso de investigación, brindará los conocimientos metodológicos necesarios para lograr el cumplimiento de los objetivos planteados y además brinda apoyo al investigador desde el punto de vista metodológico.
- El asesor de tesis: es el profesional de la ingeniería, encargado de asesorar al investigador en el proceso de investigación, brindando su experiencia en el ramo de la ingeniería para lograr aplicar la herramienta seleccionada, en la solución del problema.

Los recursos financieros son todas aquellas necesidades de dinero que surgen durante el desarrollo de la investigación, algunos de los recursos financieros que se pueden mencionar son:

- Asesoramiento: es el costo de contar con el asesoramiento del profesional de la ingeniería, este costo de asesoramiento es necesario debido a que es esta persona (el profesional de la ingeniería) quien apoyará al investigador desde el punto de vista técnico.
- Combustible: el hecho de que el investigador se traslade, en cada ocasión que sea necesaria, al lugar donde se realizará la investigación o a lugares necesarios para el desarrollo de la misma, incurre en la utilización de vehículo, y por lo tanto de combustible.
- Útiles: en el proceso de investigación, se utilizarán útiles como: hojas, cuadernillo, lápices, lapiceros, libros, marcadores, entre otras. Estos útiles tienen un costo y deben ser representados en la investigación.

El reflejo de todos los recursos que ameriten desembolso de dinero se mencionarán en el cuadro de presupuesto.

11. PRESUPUESTO

A continuación se presenta el presupuesto contemplado para esta investigación.

Tabla I. **Recursos humanos**

| Cantidad | Tiempo (meses) | Concepto | Precio unidad al mes | Total |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|
| 1 | 6 | Pago investigador. | 0,00 | 0.00 |
| 1 | 6 | Pago asesor | Q.417,00 | Q.2 506,00 |
| 1 | 6 | Pago extra a trabajadores | Q.0,00 | Q.450,00 |
| | | Subtotal | ----- | Q.2 956,00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Recursos tecnológicos**

| Cantidad | Tiempo (meses) | Concepto | Precio unidad al mes | Total |
|-----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------|
| 1 | 6 | Computadora | Q.50,00 | Q.300,00 |
| 1 | 6 | Cronómetro | Q.50,00 | Q.300,00 |
| 1 | 6 | Uso de llamadas en celular | Q.75,00 | Q.450,00 |
| 1 | 6 | Paquete informático | 0,00 | 0,00 |
| | | Subtotal | ----- | Q.1 050,00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Recursos materiales**

| Cantidad | Tiempo (meses) | Concepto | Precio unidad al mes | Total |
|---------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| 1 | 6 | Gasto de combustible | Q.100,00 | Q.600,00 |
| Varios | 6 | Compra útiles. | Q.25,00 | Q.150,00 |
| Varios | 6 | Impresiones | Q.2 000,00 | |
| Alimentación | 6 | Compra de comida para el investigador | Q.150,00 | Q.900,00 |
| | | Subtotal | ----- | Q.1 650,00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Resumen**

| Concepto | Valor | Total |
|------------------------------|--------------|--------------|
| Recursos humanos | Q.2 956,00 | Q.2 956,00 |
| Recursos tecnológicos | Q.1 050,00 | Q.4 006,00 |
| Recursos materiales | Q.1 650,00 | Q.5 656,00 |
| 10% de imprevistos | Q.565,60 | Q.6 221,00 |
| Total | ----- | Q.6 221,00 |

Fuente: elaboración propia.

El financiamiento del presente proyecto será absorbido por el investigador.

12. RESULTADOS

- Aumentar la productividad en el Departamento de Producción en una empresa que se dedica a la comercialización de papelería impresa mediante la aplicación de la herramienta MRP1.
- Mantener niveles de inventario de materia prima adecuados, solicitando únicamente el material que se utilizará en un periodo de tiempo conocido.
- Crear relaciones duraderas con los clientes, gracias al ordenamiento del proceso productivo en el Departamento de Producción. Generando tiempos de entrega exactos que garanticen la satisfacción del cliente.
- Conocer el tiempo de producción de una orden en el Departamento de Producción de una imprenta, mediante la aplicación de un estudio de tiempos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMAT, José. (2009). *Estudio para la implementación del sistema MRP de planificación y control de la producción de una empresa productora de maquinaria de control numérico*. Tesis de licenciatura, Facultad de ingeniería, Universidad Politécnica de Catalunya.
2. BERNAL, Andrés. (2004). *Implementación de un sistema MRP en una planta de autopartes en Bogotá, Caso Sauto LTDA*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá.
3. BLANCO, G. (2010). *Organización de la producción en las arte gráficas, España*.
4. CHAPMAN, S.N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson.
5. CHASE, R., JACOBS, F., y AQUILANO, N. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. México: Mc Graw- Hill.
6. DURÁN, F. (2007) *Ingeniería de métodos*. Ecuador, Guayaquil.

7. GARCÍA CRIOLLO, R. (2005). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw Hill. Segunda edición.
8. HEIZER, J., y RENDER, B. (2009), *Principios de administración de operaciones*. México, Pearson Educación de México.
9. HERNÁNDEZ, Jorge. (2010). *Implementación de sistemas de planeación en la producción para la optimización de inventarios*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
10. HIEDELBERG Druckmaschinen, A.G. (2008). *El flujo de trabajo para las imprentas*. Alemania: Heidelberg.
11. MARTÍNEZ, B. (13 de mayo de 2014). *Historia de la imprenta en Guatemala*. Prensa Libre. Recuperado de http://www.prensalibre.com/cultura/Imprenta-Guatemala-Fray_Payo_Enriquez_de_Rivera-Juan_Ibarra_Historia_de_la_imprenta-Historia_colonial_Guatemala_0_1136886577.html.
12. MARTÍNEZ, M. (2008). *Control y mejora del proceso de impresión de litografía en una imprenta* (Tesis de Posgrado). Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
13. NIEBEL, B., y FREIVALDS, A. (2009). *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México, D.F.: McGraw-Hill.

14. Normas APA. (2015). *Normas APA actualizadas 2015*. Recuperado de: <http://normasapa.com/>
15. Ófset, (s.f). En Wikipedia. [Gráfico]. Recuperado el 31 de julio de 2015 de: <https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93fset>
16. PASCUAL, J. (1989). *Nuevas técnicas de gestión de Stocks: MRP Y JIT*. España: Marcombo.
17. PÉREZ, M. (2004). *Implementación de un sistema de planificación y control de la producción y calidad en las empresas Papelera la Castellana, S.A Y Litografía e imprenta Avance Gráfico*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
18. RAMOS, José. (2004). *Sistema de planeación de los requerimientos de materiales en una industria alimenticia*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Universidad De San Carlos de Guatemala.
19. Red Gráfica Latinoamericana. (2012). *Principios de la impresión Offset*. Colombia: Red Gráfica Latinoamericana. Recuperado de: <http://redgrafica.com/Principios-de-la-impresion-Offset>.
20. SANTOS, J. (2007), *Organización de la producción II: Planificación de procesos productivos*, Navarra, España, Unicopia, C.B.
21. SANTOS, J. (2007). *Organización de la producción II*. España: Editorial Tecnun.

22. VARA, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa. Desde la idea inicial hasta la sustentación*. Lima, Perú.

