



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MRP COMO HERRAMIENTA DE INGENIERÍA PARA LA
PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA**

Alba Marina García Cabrera

Asesorado por el MBA. Ing. Erick Ronaldo Recinos Márquez

Guatemala, agosto de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MRP COMO HERRAMIENTA DE INGENIERÍA PARA LA
PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ALBA MARINA GARCÍA CABRERA

ASESORADO POR EL MBA. ING. ERICK RONALDO RECINOS MÁRQUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2016

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
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:

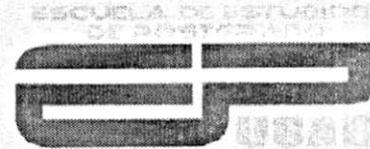
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MRP COMO HERRAMIENTA DE INGENIERÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha mayo de 2016.


Alba Manna García Cabrera



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-026-2015

Guatemala, 14 de mayo de 2016.

Director
Juan José Peralta Dardón
Escuela de **Ingeniería 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 **Alba Marina García Cabrera** carné número **2007-17903**, 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 Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

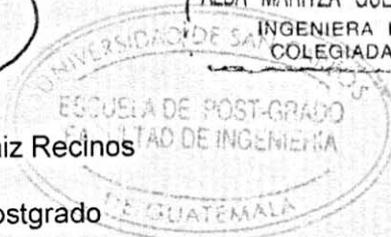
MSc. Ing. Erick Ronaldo Recinos Márquez
Asesor (a)

Erick Ronaldo Recinos Márquez
INGENIERO MECÁNICO
COLEGIADO 9695

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

ALBA MARITZA GUERRERO DE LOPEZ
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 4611

MSc. Ing. Murphy Glympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la



REF.DIR.EMI.132.016

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 DEL MRP COMO HERRAMIENTA DE INGENIERÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA**, presentado por la estudiante universitaria **Alba Marina García Cabrera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2016.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.371-2016

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 DEL MRP COMO HERRAMIENTA DE INGENIERÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA**, presentado por la estudiante universitaria: **Alba Marina García Cabrera**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

9/07/16
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, agosto de 2016



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y los medios para conquistar esta gran meta, el éxito y la gloria sean solo para Él.
- Virgen María** Como madre, por acompañarme durante todo este camino brindarme apoyo absoluto en los momentos que creí más difíciles y darme el consuelo que necesitaba.
- Mis padres** Carlos Ariel García Peláez y Elva Virginia Cabrera Galdámez de García, por el amor y apoyo incondicional que me han brindado siempre y por darme el ejemplo para ser una persona de bien y superarme en la vida.
- Mis hermanos** Carlos Ariel y Francisco Javier García Cabrera, por estar siempre a mi lado apoyándome en todo momento y por ese cariño sincero de hermanos que siempre nos ha mantenido unidos.
- Mi esposo e hija** Bylly Israel Gómez Herrera y Sofía Isabella Gómez García, por ser mi motivación para seguir luchando por alcanzar mi meta de ser una profesional.

Mis tíos y primos

Por su apoyo, consejos y cariño que han me brindado y me hicieron crecer como profesional y persona.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme paciencia, fortaleza, sabiduría y perseverancia para poder llegar a ser una profesional.
Mi asesor	Ing. Erick Recinos, por su colaboración en la asesoría, revisión y corrección de este trabajo.
Mis profesores y auxiliares	Por darme los valiosos conocimientos que me permitieron formarme como ingeniera.
Mis amigos	Eduardo Carredano, Migdalia Del Cid, Aníbal García, Humberto Melgar, Jaime Meléndez, Alejandra Zapeta, Willber Barrios, Juan Solares, Carmen Pérez, Ricky Morales, Karen Morales, Ana Yalibat, Romeo García, David Nisthal, Luis Gálvez y todos los profesionales con los que tuve la oportunidad de recibir clases, por brindarme su amistad de forma desinteresada y generosa.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme la puerta a sus instalaciones para estudiar en esta casa de estudios, por ser mi segundo hogar en los últimos años, por formarme y egresar como Sancarlista.

Facultad de Ingeniería

Por haberme formado como profesional, para egresar como maestra e ingeniera de esta Facultad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
ÍNDICE DE SIMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. ANTECEDENTES	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1. Problema	5
2.2. Descripción del problema	5
2.3. Formulación del problema	6
2.4. Delimitación del problema	7
2.5. Viabilidad	7
2.6. Consecuencias de la investigación	7
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. OBJETIVOS	13
5. NECESIDADES A CUBRIR	15
6. ALCANCES	17
7. MARCO TEÓRICO	19

7.1.	Litografía	19
7.1.1.	Historia	19
7.1.2.	Misión	20
7.1.3.	Visión.....	20
7.1.4.	Ubicación.....	20
7.1.5.	Descripción procesos de preprensa	20
7.1.5.1.	Recepción de artes	21
7.1.5.2.	Planificación de la producción	21
7.1.6.	Descripción de procesos prensa	22
7.1.7.	Descripción de procesos de posprensa.....	22
7.2.	Participación y trabajo en equipo	24
7.3.	Planificación	25
7.3.1.	Análisis de sistemas de planificación	25
7.3.2.	Sistemas de planificación actual	26
7.3.3.	Sistemas MRP.....	27
7.4.	Comercialización	36
7.4.1.	Enfoque sobre los clientes	36
8.	ÍNDICE PROPUESTO	39
9.	METODOLOGÍA	43
9.1.	Tipo de estudio y diseño de investigación.....	43
9.2.	Variables e indicadores.....	45
9.3.	Fases de trabajo	47
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	49
10.1.	Observación	49
10.2.	Encuesta	49
10.3.	Fases de estudio.....	50

11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	51
12.	RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	53
12.1.	Recurso humano	53
12.2.	Recurso físico.....	53
	BIBLIOGRAFÍA.....	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Planificación de requerimiento de materiales (MRP)	32
2.	Planificación de requerimiento de los materiales (MRP) en los diversos departamentos	34
3.	Planificación de los recursos.....	51

TABLAS

I.	Definición de variables para el modelo MRP.....	30
II.	Variables e indicadores.....	46
III.	Fases de trabajo	48
IV.	Técnicas de análisis de datos	50
V.	Recursos del proyecto.....	54

ÍNDICE DE SIMBOLOS

Z	Nivel de confianza
%	Porcentaje
d	Precisión
p	Probabilidad de éxito
q	Probabilidad de fracaso
Q	Quetzal
N	Tamaño de la población

GLOSARIO

<i>E-commerce</i>	Transacción de comercio de compra y venta de productos o servicios a través de una página en internet.
MRP	<i>Material resource planning</i> (planificación de la requisición de materiales).
MRP I	Sistema de planificación de los materiales, que determina el momento y la cantidad indicada.
MRP II	Sistema de planificación y control de los recursos que toma en cuenta todos los elementos necesarios para ejecutar la producción.
Posprensa	Procesos que se llevan a cabo después de realizar el procedimiento de impresión en la prensa.
Prensa	Máquina que realiza el proceso de impresión en papel, de un diseño, utilizando la separación de color en cuatro colores.
Preprensa	Procesos que se llevan a cabo antes de realizar el procedimiento de impresión en la prensa.

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevará a cabo en una litografía, esta empresa cuenta con un sistema de planificación, producción y entrega de materiales impresos, tradicionalmente, que tiene un tiempo promedio dos semanas, para trabajos con volúmenes mayores de 1 000 unidades.

Se presentará una propuesta para un nuevo sistema de planificación para el área de ventas menores de 1 000 unidades que utilizan una prensa digital, las ventas se realizan a través de un portal web. No existe precedente que describa la ejecución de un sistema de planificación para procesos relacionados con páginas web y litografía, ya que por lo general estas funcionan como un medio de distribución donde el cliente tiene la potestad de elegir sus tiempos de entrega.

Se propone la herramienta de planificación MRP II, ya que esta admite organizar toda la planificación de la producción desde que el cliente realiza su pedido hasta la entrega del producto final y la factura. La propuesta será para ser implementada en el Departamento de Planificación

Se tiene la expectativa que el resultado señale que esta herramienta es más práctica para el trabajo de estas nuevas órdenes y con tiempos establecidos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se refiere al estudio que se desarrollará en una litografía de la ciudad capital en el que se analizará su sistema actual de planificación de la producción, cómo se abastece actualmente la prensa híbrida con el material necesario para realizar los trabajos.

Esta empresa, al igual que otras que tienen los mismos procesos, cuenta con un sistema de planificación y producción de materiales impresos tradicional, que tiene un tiempo promedio de planificación, producción y entrega de dos semanas para trabajos con volúmenes de más de 1 000 unidades. Se planea implementar un nuevo sistema de planificación para el área de ventas en línea.

No existe precedente que describa la ejecución de un sistema de planificación para procesos relacionados con páginas web y litografía, ya que, por lo general, estas funcionan como un medio de distribución donde el cliente tiene la potestad de elegir sus tiempos de entrega.

Se desea implementar un sistema de planificación MRP II que permita organizar toda la planificación de la producción, desde que la orden de trabajo ingresa hasta que se va con el material y la factura con el cliente. Con este nuevo sistema de planificación se verán beneficiados los departamentos de Planificación y Producción, ya que tendrán una herramienta actualizada que les permitirá realizar la requisición de los materiales y programar las máquinas para la preparación y entrega del material. También, el Departamento de Contabilidad no deberá estar rastreando cada material para facturar y coordinar

su entrega con mensajería, sino que cada material llegará al Departamento para su facturación y entrega.

Se identificará cómo el sistema tradicional de planificación perjudica a los demás departamentos, en el cumplimiento de sus funciones para poder producir y entregar los productos en tiempo del nuevo sistema de ingreso de órdenes vía internet.

Una vez obtenidos los resultados, se realizará el análisis para aplicar el sistema de planificación MRP II para el Departamento de Planificación de dicha empresa.

Se espera que el resultado demuestre que esta herramienta es más efectiva para la planificación de órdenes más rápida y con tiempos fijos establecidos, contra el sistema tradicional de una litografía y su sistema de planificación empírico que ha utilizado por más de una década.

En el primer capítulo se presenta una descripción de los antecedentes de la empresa, así como el detalle de los procesos de impresión que son preprensa, prensa y posprensa.

En el segundo capítulo se hace un análisis de la situación actual del Departamento de Planificación, que es el que se verá beneficiado con este trabajo, se estudiarán sus reportes y el sistema de planificación vigente.

En el tercer capítulo se realizará un análisis al sistema de planificación, se realizará un análisis FODA como parte de una de varias evaluaciones.

En el cuarto capítulo se especificará el plan de ejecución, se definirá la recolección de datos, las vías de comunicación para el plan de las áreas de trabajo, el diseño de la herramienta eficiente y se definirá el presupuesto para la reproducción y distribución de material.

Es en el último capítulo en el que se determinará si la aplicación del nuevo sistema de planificación, si tendrá un impacto positivo para la empresa y en el desenvolvimiento de sus procesos productivos, para la ejecución de órdenes de trabajo que tienen indicadores que antes no tenían la necesidad de satisfacer.

1. ANTECEDENTES

No existe precedente que describa la ejecución de un sistema de planificación para procesos relacionados con páginas web y litografía, ya que por lo general estas funcionan como un medio de distribución donde el cliente selecciona un producto, indica la dirección de entrega y, si se le da opción, el tiempo de entrega (entregas exprés).

En este caso, se realizará un estudio de las funciones y un sistema efectivo de planificación. Además de los procesos litográficos posteriores a la impresión, que son los que coordinaría el proceso de planificación, para crear un sistema nuevo que se ajuste al tiempo hábil para las entregas de los materiales. Se describen algunos de los antecedentes encontrados:

López (2010) afirma que la planificación es el procedimiento que inicia cuando el vendedor solicita al encargado de planificación la fecha de entrega de un pedido, indicando todas las especificaciones. Con esta información, planificación verifica la existencia de materia prima, luego, basándose en la información de materiales, procede a la programación en el tablero manual, designando la máquina y el tiempo necesario para la producción.

En el artículo *Estandarización de tiempos*, Rojas (2007) describe varios procesos de producción en una litografía, como el proceso de troquelado que consiste en generar la forma de los dobleces y bordes de las cajas plegadizas, por contacto a presión de plecas de corte o de dobléz. Las plecas son pequeños perfiles planos de metal que en uno de sus extremos puede o no tener filo, estas están incrustadas en una tabla rectangular, formando lo que se

llama molde de troquel. En este proceso se pueden trabajar presiones de 0 a 300 toneladas por pulgada cuadrada. Las figuras troqueladas en el pliego pueden ser separadas manualmente o durante el proceso de troquel, al incluir accesorios especiales que permitan su separación.

También describe el proceso de creación de cajas. Las cajas plegadizas pueden tener diferentes tipos de pegue, entre los que están: pegue lateral, pegue colapsible y fondo automático. Estos tipos de pegue se pueden mezclar según sea el diseño de la caja.

El pegue lateral consiste en adherir los lados de la caja en un área que quede por dentro y así generar la forma que se hizo al troquelarse, mientras que sus extremos se cierran por tapaderas incrustadas dentro de la caja.

El pegue colapsible se usa en cajas diseñadas para mostrar producto, como las bandejas. La forma troquelada de estas cajas permite unir sus lados por pequeños puntos de adhesivo. A este tipo de cajas se les da forma al hacer fuerza en sus esquinas.

El fondo automático es un pegue lateral combinado con dos puntos de adhesivo en uno de sus extremos. Este tipo de pegue permite dar seguridad a lo que empaca, pues solo permite un lado de salida. El proceso de empaque incluye actividades de inspección al 100 %, con el objetivo de asegurar la calidad.

De acuerdo a Torres (2009), como parte de la creación de un nuevo sistema de planificación, se deben describir las actividades dedicadas a la mejora de procesos críticos y la nueva distribución de labores y personal. Por

último, se debe presentar un plan de implementación del sistema que debe contar con capacitaciones, cronograma de actividades y presupuesto requerido.

Es importante tomar en cuenta que el tipo de producción de los productos de una litografía está influenciado por el cliente, ya que ningún producto es igual. De acuerdo a Chapman (2006), el nivel de influencia del cliente en el proceso es alto, por lo se podría catalogar el tipo de producción como fabricado bajo pedido, ya que el cliente puede seleccionar entre una gran cantidad de opciones, decidiendo sobre el diseño general, especificando su diseño exacto, siempre y cuando en su fabricación se utilicen materias primas y componentes estándar.

El MRP permite administrar de forma eficiente los recursos de una compañía, ya que evita el agotamiento de los materiales, esperando al último minuto para realizar la reorden de los mismos. El MRP II, por su parte, viene a completar al primero, ya que involucra a todas las áreas relacionadas en el proceso, según a McLeod (2000).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Problema

Hace falta una herramienta de planificación adecuada para el nuevo sistema de ventas. Los Departamentos de Planificación y de Producción, al no tener un nuevo sistema de trabajo, siguen manteniendo el ritmo del sistema tradicional, de forma que se atrasa la entrega del producto (que fue elaborado y está listo a tiempo), ya que se hace la solicitud de creación de la factura demasiado tarde (tres días después de ya estar listo el trabajo), provocando que el nuevo sistema se demore con lo prometido al cliente.

2.2. Descripción del problema

La investigación se llevará a cabo en una litografía de la ciudad capital. Esta empresa, al igual que otras que tienen los mismos procesos, cuenta con un sistema de planificación y producción de materiales impreso tradicional que tiene un tiempo promedio de planificación, producción y entrega de dos semanas para trabajos con volúmenes de más de 1 000 unidades.

Hace dos años, la empresa compró una prensa litográfica que es capaz de lograr que el proceso de producción sea más rápido que el sistema tradicional, reduciendo el tiempo de producción y entrega a 5 días máximo. Con la llegada de la máquina se creó un software en línea donde los clientes pueden realizar órdenes de trabajo directamente enlazados con la prensa, para volúmenes menores de 1 000 unidades. Con este software, ellos pueden hacer sus pedidos y determinar el tiempo de entrega de lo que necesitan, desde 24 horas hasta 5

días, también se creó un departamento que coordina y controla estas órdenes y el software. Se habló con el personal de producción y entrega, y se determinó la prioridad de estos trabajos en las órdenes de producción.

Se realizó una campaña de publicitaria, presentando el nuevo sistema de solicitud y envío de órdenes de trabajo. Sin embargo, no se definió cual iba a ser el procedimiento de ingreso de las órdenes de trabajo del nuevo sistema de impresión a planificación. El Departamento de Planificación, además de coordinar el uso de las máquinas y sus mantenimientos, es el encargado de gestionar la papelería necesaria para la requisición de materiales, enviar la solicitud de elaboración de factura que se adjunta con el producto en la entrega.

2.3. Formulación del problema

- Pregunta principal
 - ¿Qué proceso de planificación es el adecuado para la automatización en el control de los trabajos del nuevo sistema de impresión?

- Preguntas secundarias
 - ¿Cuál es la información necesaria que la nueva área comercial debe proporcionar al Departamento de Planificación para ejecutar la orden de trabajo de forma correcta?
 - ¿Cuáles serían los indicadores necesarios para el nuevo sistema de planificación, de modo que se pueda verificar su correcta funcionalidad y puntos de mejora continua?
 - ¿Cuál será la mejor herramienta, necesaria para que todos los departamentos involucrados puedan utilizarla e interpretarla debidamente, con la suficiente información que brinde los indicadores indispensables?

2.4. Delimitación del problema

La investigación se llevará a cabo en la empresa litográfica que se encuentra en la ciudad capital, en el nuevo departamento encargado del nuevo sistema de impresión en conjunto con los departamentos de planificación, producción y contabilidad. Se analizarán las órdenes de trabajo realizadas por el portal de 2014 y 2015.

2.5. Viabilidad

La empresa ha dado su autorización para la realización del estudio y ha proporcionado información básica para los cálculos necesarios de la investigación, con la restricción de no revelar su nombre comercial. Los gastos incurridos en esta investigación serán cancelados por la estudiante que realizará el estudio.

2.6. Consecuencias de la investigación

Como consecuencias de esta investigación, se espera tener un sistema de planificación que acorte los tiempos de solicitud de materiales, tiempos de producción, facturación y logística de entrega. Se logrará un incremento de la eficiencia en la producción y un cumplimiento de la facturación a tiempo de los materiales, evitando dobles viajes en la entrega de materiales y luego de la factura.

De tener buenos resultados con las órdenes de compras en líneas, se espera adaptar e implementar el sistema de planificación a los procesos de producción litográfica tradicional.

De no realizarse la investigación, la litografía seguirá trabajando canales comerciales distintos, con el mismo sistema de planificación. Este sistema puede cumplir con la demanda de uno de los canales, pero seguirá perjudicando el otro canal comercial y por consiguiente a los clientes, quienes, además de recibir tarde su material, lo recibirán incompleto. Porque, la papelería de facturación y envío harán que se retrase más el pedido, o bien, que se tenga que gastar en doble envío, ya que se entregará primero el paquete y luego la factura. Con clientes insatisfechos, la empresa corre el riesgo de perderlos con la competencia.

3. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación para este trabajo será la de implementación de sistemas de planificación de la producción: planeación de requerimientos de materiales y de recursos productivos. Se desarrollará la investigación con base en la necesidad de un nuevo sistema de planificación para la nueva área comercial que exige una nueva estructura de planificación y entrega, ofrecidos según la capacidad prevista.

El estudio se realizará en una litografía en la ciudad capital que cuenta con un sistema de planificación tradicional de producción de materiales impresos. Este tiene un tiempo de producción y entrega, en promedio, de dos semanas, para trabajos con volúmenes de más de 1 000 unidades. Hace 4 años la empresa adquirió una prensa litográfica que es capaz de realizar el proceso de impresión más rápido, que el sistema tradicional, y entregar el producto en 5 días o menos. Además, se desarrolló un software en línea en el que los clientes pueden realizar órdenes de trabajo para la nueva prensa, en volúmenes menores de 1 000 unidades. Los clientes pueden hacer sus pedidos y determinar el tiempo de entrega de lo que necesitan desde 24 horas hasta 5 días.

Con la adquisición de la máquina y el nuevo software que genera la orden de trabajo, no se definió cuál iba a ser el procedimiento de ingreso de las órdenes a Planificación. El Departamento de Planificación, además de coordinar el uso de las máquinas y sus mantenimientos con el Departamento de Producción, es el encargado de gestionar la papelería necesaria para la

requisición de materiales y la solicitud de creación de factura, con el Departamento de Contabilidad, para entregarla con el producto al cliente.

Al no tener un nuevo sistema de trabajo, el Departamento de Planificación sigue manteniendo el ritmo del sistema tradicional, de forma que atrasa la entrega del producto (que fue elaborado y está listo a tiempo), ya que hace la solicitud de creación de la factura demasiado tarde (hasta 3 días después de estar listo el trabajo) provocando que el nuevo sistema tenga una demora con lo prometido al cliente. La necesidad de mejorar esta área es importante, ya que con los tiempos de entrega actuales son varios los clientes insatisfechos, así como la creciente posibilidad de seguir perdiendo clientes por el incumplimiento de los tiempos prometidos.

Es de suma importancia crear un nuevo sistema de planificación para la nueva área comercial, que la empresa está dispuesta a implementar, para evitar más molestias y posibles pérdidas de clientes.

Como consecuencia de la implementación del nuevo sistema, se beneficiará a la litografía en sí, ya que podrá cumplir con los tiempos ofrecidos y ampliar su cartera de clientes con la nueva área comercial.

En específico, se beneficiará al Departamento de Planificación, ya que tendrá un sistema más eficiente para la requisición de materiales y programación de maquinaria de acabados para la producción del producto, así como para pasar la papelería necesaria para la facturación y entrega. También se beneficiará a los Departamentos de Contabilidad y Ventas, ya que, además de aumentar los niveles que ayudarán a las metas mensuales del Departamento de Ventas, se podrán entregar las facturas con los productos tal y como debería ser, y no con un desfase de tiempos que retrase la entrega.

La motivación principal de la investigadora es lograr integrar los conocimientos adquiridos durante la maestría junto con la experiencia de poder aplicarlos en una industria como la litografía. Además de que, con la culminación de este trabajo, se logra obtener el título en la maestría de Gestión Industrial.

4. OBJETIVOS

General

Proponer, en una empresa litográfica, al MRP II como la herramienta para el nuevo sistema de planificación de órdenes de trabajo del nuevo sistema comercial de impresión, el cual automatizará y controlará los recursos y maquinaria del Departamento de Planificación, para las de órdenes de impresión.

Específicos

1. Diagnosticar la situación actual de la empresa litográfica desde un punto de vista técnico con base en los requerimientos planteados por los usuarios.
2. Realizar una medición cuantitativa de las características del sistema y generar indicadores de calidad.
3. Identificar, recopilar y organizar la información necesaria de cada departamento de la empresa litográfica para los procesos de planificación, entrega y facturación, de forma que estén sincronizados y que para la entrega llegue todo con el producto final.
4. Plantear el MRP II, en el Departamento de Planificación de la empresa litográfica, como el nuevo sistema de planificación que logre satisfacer la

necesidad de los demás departamentos con un sistema automatizado y controlable, de forma ordenada y legible.

5. NECESIDADES A CUBRIR

Al no tener un nuevo sistema de trabajo, el Departamento de Planificación sigue manteniendo el ritmo del sistema tradicional, de forma que atrasa la entrega del producto (que fue elaborado y está listo a tiempo), ya que hace la solicitud de creación de la factura demasiado tarde (hasta tres días después de estar listo el trabajo), provocando que el nuevo sistema tenga una demora con lo prometido al cliente.

Se espera que el resultado demuestre que esta herramienta es más efectiva para la planificación de órdenes más rápidas y con tiempos fijos establecidos que el sistema tradicional y empírico de una litografía, utilizado por más de una década. Se determinará si la aplicación del nuevo sistema de planificación tendrá un impacto positivo para la empresa, sobre todo en el desenvolvimiento de sus procesos productivos para la ejecución de órdenes de trabajo que tienen indicadores que antes no tenían la necesidad de satisfacer.

Se planea estudiar los historiales de órdenes de 2014 y 2015 (documentación autorizada por la empresa) para identificar la cantidad de materiales, el ritmo de solicitud, el tipo de materiales solicitados y tiempos de entrega estimados. Con esta información se determinarán los volúmenes de los materiales necesarios para planificación. Además se determinará la papelería necesaria para la ejecución y entrega de cada orden

6. ALCANCES

En el alcance metodológico, esta investigación será de carácter descriptivo y se realizará en el Departamento de Planificación de la empresa litográfica, ya que es el departamento encargado de la requisición de los materiales y la programación de las maquinarias, así como de la coordinación de entregar el producto terminado y la papelería necesaria para la facturación respectiva.

El estudio será de carácter descriptivo, ya que en la organización de la empresa litográfica se cuenta con un sistema de planificación ya establecido que se ha estado utilizando por el tiempo que tiene la empresa de existir. Sin embargo, con la adquisición de la nueva máquina de impresión, es necesario crear un nuevo sistema de requisición de materiales y entrega de producto y papelería que pueda ser utilizado por el Departamento de Planificación, a modo de que se puedan agilizar las nuevas órdenes de trabajo y no se retrasen, como ha estado ocurriendo.

Se realizará un análisis de la documentación del sistema de planificación de la litografía en estudio. Se seleccionó el periodo de 2014 a 2015 debido que para estas fechas ya estaba funcionando programa de órdenes en línea. Esto permitirá tener una muestra significativa y actualizada para el análisis de los datos. Además, porque la prensa litográfica tendrá más de un año y medio de estar en producción y se podrá tener una mejor perspectiva de la situación.

En el alcance técnico, se planteará una propuesta de un nuevo sistema de planificación para las órdenes de trabajo de la nueva máquina. Es importante

que este nuevo sistema de planificación sea claro y preciso, utilizando la papelería correcta, de modo que sea sencillo de implementar y entender por los Departamentos de Planificación y de Contabilidad, quién es el que recibirá la papelería de facturación y coordinará la entrega.

En el alcance de resultados, se proporcionará una propuesta que, al ser implementada permitirá a los departamentos involucrados tener un mejor control sobre los inventarios y los tiempos de entrega con la debida papelería. También tendrán los indicadores necesarios para saber si el nuevo sistema está funcionando de la forma adecuada, de lo contrario se sabrá cuáles son los puntos de mejora. Como se indicó en el alcance técnico, se entregará una propuesta para el Departamento de Planificación, sin embargo, la decisión si esta es implementada o no quedará bajo la responsabilidad de la empresa.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Litografía

Es una industria que se dedica a las artes gráficas, a la reproducción de impresiones de tinta sobre papel y procesos que dan el acabado final que el cliente solicita y espera. Esto se realiza a través de procesos digitales y mecánicos. Se utiliza una máquina que se llama prensa, que es la que realiza el estampado de la tinta sobre el papel, previamente realizados los procesos de preprensa, una vez realizada la impresión, el material sigue con los procesos de posprensa. A pesar de que se utilizan muchos procesos mecánicos, también se realizan muchos trabajos manuales de exactitud, como de calibraciones y trabajos artesanales.

7.1.1. Historia

La litografía donde se realizará el estudio, en los años noventa inicio como una agencia de publicidad con experiencia en el desarrollo de artes gráficas, con el paso del tiempo, además de la asesoría ofrecía el servicio de quemado de placas para la impresión *offset*. Con el transcurrir del tiempo, dejaron de ser una agencia y pasó a ser una litografía, ya que además de ofrecer la impresión *offset* brindaba los servicios de posprensa, como troquelado, pegado en caliente y embuchado de revistas.

Es una de las pocas empresas que cuentan una máquina híbrida, es decir que cuenta con la calidad que los clientes esperan de una máquina *offset* y la rapidez de una máquina digital.

7.1.2. Misión

Su misión es servir a sus clientes con excelencia, integrando la inversión continua en tecnología con el desarrollo de su talento y habilidades profesionales para ser líderes en la industria de las artes gráficas. Esta integración permite ir más allá del rol tradicional del negocio para ofrecer soluciones innovadoras y formar asociaciones inteligentes.

7.1.3. Visión

Su visión para los próximos 20 años es llegar a ser la mejor empresa de litografía en Guatemala, innovando siempre en procesos y productos que se puedan ofrecer a los clientes. Diferenciándose de los demás en la calidad de productos y servicio que ofrece, expandiendo continuamente la cartera de clientes extranjeros y nacionales. Entendiendo los negocios de los clientes para satisfacer sus necesidades con profesionalismo, a través de calidad del servicio, confiabilidad e integridad.

7.1.4. Ubicación

La empresa esta ubicada en la zona industrial sobre la calzada Atanasio Tzul, cerca de las grandes industrias y al mismo tiempo se encuentra cerca de las áreas altamente administrativas como los en las zonas 9, 10, 13 y 14.

7.1.5. Descripción procesos de preprensa

Estos son los procesos que se realizan antes de que el material pase a impresión en la prensa, estos empiezan cuando el cliente envía los archivos de los diseños que desea que sean impresos. Una vez recibidos los archivos, el

diseñador realiza el montaje digital de cómo deben ir los archivos en el papel, de modo que puedan imprimirse correctamente.

Se crea un nuevo archivo con el montaje realizado y pasa a la prensa, este debe llegar simultáneamente con las tintas y el papel (en el que el cliente solicitó que su diseño sea impreso), previamente solicitado por Planificación a bodega.

7.1.5.1. Recepción de artes

La recepción de los artes queda en mano de los diseñadores estos vienen de forma digital (en algún programa de diseño como Photoshop, Indesign, Illustrator o en formato PDF) de preferencia editable, (por si el cliente solicita algún cambio). La forma de recepción puede ser por algún dispositivo como una USB o un CD, o bien se pueden recibir a través de un enlace de descarga o por correo electrónico. Por motivos de calidad, se le envía al cliente una prueba de color, que es una muestra de impresa de su diseño, esto se realiza para que vea el color de la impresión y le dé una revisión final, de modo que no haya errores de impresión en la producción

Con los archivos aprobados, el diseñador realiza un montaje, que es un archivo de cómo deben ir colocados los diseños del cliente sobre el papel, para que sea este aprovechado al máximo y, al mismo tiempo, que se puedan realizar los procesos de posprensa sin tanta dificultad

7.1.5.2. Planificación de la producción

De acuerdo con López (2010, p. 29) las órdenes de trabajo, una vez han sido aprobadas por el departamento de ventas, pasan directamente a planificación. Este departamento será el encargado de crearle la ruta al material

solicitado a través de producción, ya que es el encargado de solicitar el material necesario y coordinar la producción correcta del mismo. Además, es el encargado del empaque, así como de la coordinación para la entrega de material, en el caso de la litografía a quien se le hará la propuesta, el Departamento de Planificación es también el encargado de pasar a contabilidad la papelería necesaria para la facturación y entrega.

7.1.6. Descripción de procesos prensa

Los procesos de prensa inician una vez han sido aprobados los artes y ya se ha hecho la planificación de los demás procesos. Con la requisición de los materiales completa se procedo al proceso de impresión con la prueba de color autorizada en manos del operador de modo que la calidad sea la que el cliente espera.

Una vez está listo el arte se procede al quemado placas, que es una placa de aluminio que contiene la imagen en negativo que luego se i colocara en la máquina para que esta sea trasladada al papel que fue solicitado

En la mayoría de los centros de copia que utilizan maquinas digitales no brindan una prueba de color, sin embargo en las litografías medianas y grandes el cliente aprueba una prueba de color en papel fotográfico. En este caso que la empresa utiliza una maquina hibrida la prueba de color se entrega en el material que el cliente solicito su producto.

7.1.7. Descripción de procesos de posprensa

Estos procesos son los que se llevan a cabo después del proceso de impresión. Se lleva el material en pliego impreso al área de producción, donde

es asignada la ruta de modo que se realicen los acabados solicitados por el cliente. Existen procesos que son finales o bien de apoyo para otro proceso.

El troquelado, según Rojas (2007), consiste en dar la forma de dobleces y bordes al material, sin embargo se utiliza mayormente en material de empaque, como las cajas plegadizas. El proceso se lleva a cabo por la presión por una máquina troqueladora que con un troquel (molde de madera con perfiles de metal planos de corte o de doblez que en un extremo pueden o no tener filo), este proceso con la presión ejercida sobre el pliego y el troquel, da forma a las figuras troqueladas, por separado, en el pliego.

Otro proceso es el de encuadernación o pegue, en este proceso se producen las cajas plegadizas, estas pueden tener diferentes tipos de pegue, como: pegue lateral, pegue colapsible y fondo automático. Estos tipos de pegue se pueden mezclar según sea el diseño de la caja. También se utiliza para la formación de libros o revistas si estas llevan el proceso de pegado en caliente, engrapado o bien cosido (para libros).

El doblado es otro proceso que puede ser final o de apoyo, ya que mediante de rodillos y presiones crea dobleces finales para foliares (como bifoliares, trifoliares y demás) o de compaginación para la creación de revistas o libros que luego pasan al proceso de encuadernación.

Existen varios procesos distintos para cada material, sin embargo, todos deben pasar por revisión final de control de calidad, después pasan a empaquetado, identificación del paquete, solicitud de elaboración de factura, Una vez lista la factura, se coordina la entrega del producto final.

7.2. Participación y trabajo en equipo

Este principio de la gestión de calidad total está basado en el desarrollo de un clima organizacional que origine una motivación sostenida hacia las metas de la organización. Además, es de suma importancia, por lo que se deben combinar los incentivos propuestos por la organización con las necesidades humanas y la obtención de las metas y objetivos. Los directivos de las organizaciones tienen una gran responsabilidad en determinar el clima psicológico y social que impere en ellas. Al final, los gerentes son los responsables de que su grupo de trabajo esté motivado.

Los trabajadores que participan en equipos se motivan por la experiencia de trabajar con sus compañeros en la búsqueda de maneras de mejorar sistemas y procesos de la empresa y resolver problemas. Si el equipo logra alcanzar sus metas, la experiencia suele ser muy satisfactoria y genera una fuerte identificación con el equipo y orgullo por sus logros.

Para lograr motivar a un equipo, es necesario entender que es imposible motivarlo si sus integrantes y el propio equipo no han seguido el desarrollo o recorrido que los caracteriza. En caso contrario, el trabajo suele tomar más tiempo de lo previsto, ya que lograr el acuerdo de todos los miembros del equipo puede resultar difícil y necesita mucho esmero. Se debe invertir en la capacitación de los individuos para que se pueda aprovechar la sinergia del equipo, este debe tener libertad y autoridad para poner en práctica sus decisiones, debe sentir el compromiso de la organización con su accionar.

De acuerdo con Kalimo (1988), no hay un método único para lograr la motivación, solo el entender el proceso motivacional en forma global ayudará a establecer el mejor camino para conseguir motivar a un equipo.

La implementación de programas de gestión de calidad, junto con el despliegue paralelo de equipos de trabajo, aparece como la propuesta más adecuada para enfrentarse a estos cambios. Esto se debe a que la dinámica del equipo de trabajo promueve el rendimiento, apoya el cambio de comportamiento y de aprendizaje, y es mucho más efectiva que unidades organizativas mayores o individuos aislados, esto de acuerdo a Katzenbach y Smith (1993).

7.3. Planificación

Es el procedimiento en el que se realiza la coordinación de diferentes procesos con un orden sistemático o coherente, para que se logre un objetivo de manera óptima. Dentro de la litografía, el Departamento de Planificación es el encargado de crear la ruta al material, desde que el Departamento de Ventas hace el ingreso de la orden realizada por el cliente hasta que se entrega el producto final con la solicitud de factura para la entrega final al cliente.

7.3.1. Análisis de sistemas de planificación

López (2010) afirma que la Planificación es el procedimiento que inicia cuando el vendedor solicita al encargado de planificación la fecha de entrega de un pedido, indicando las especificaciones. Con esta información, planificación verifica la existencia de materia prima, generalmente esto se hace con la persona encargada de bodega de materia prima. Basándose en esta información de materiales, viene a la programación, que generalmente se hace en conjunto con el Departamento de Producción, en el tablero manual, designando la máquina y el tiempo necesario para la producción.

Pérez (2004) afirma que en la planificación las órdenes de trabajo se realizan de acuerdo a la disposición de tiempo del operario y la fecha de

entrega de pedidos se basa de acuerdo a los días hábiles y no al tiempo de duración del proceso.

Debido a lo anterior, se establece que existe una problemática en el área de planificación con la entrega de pedidos y el uso de los recursos de la empresa, ya que el sistema tradicional, está acostumbrado a una planificación para trabajos de 2 semanas no para trabajos de 5 días hábiles. Por lo tanto, se genera confusión en el Departamento, en el proceso completo y en los demás departamentos involucrados.

7.3.2. Sistemas de planificación actual

La litografía cuenta con máquinas *offset* para la impresión de sus productos, las cuales pueden ajustarse a distintas velocidades según el calibre de papel a usar. Sin embargo, solo existe una guillotina para corte, en donde convierten el material de pliegos a hojas y medidas especiales con cortes rectos (no troquelados). Por lo general, el 70 % de los materiales que producen en la empresa terminan su proceso de producción en esta máquina y por contar solamente con una guillotina, en ocasiones se producen retrasos de materias primas y producto terminado. Además, el personal debe realizar horas extras diariamente para poder terminar los pedidos, lo cual esto retrasa los demás pedidos y genera gastos extras a la producción.

De acuerdo con López Santizo (2008), las funciones que el departamento de producción cumple dentro de una litografía son:

- La creación de las pruebas de color para la aprobación del cliente.
- Quemado de placas para las prensas de impresión.

- En la guillotina de preprensa se corta el papel solicitado por el cliente, adecuándolo a las medidas necesarias dependiendo del tipo de papel y de la máquina a usar (prensa).
- Se imprime en prensa, se coloca las placas en las diferentes torres de impresión, el papel previamente cortado que alimentara al a máquina para la impresión.
- Después de la impresión, se envían los pliegos ya impresos hacia las máquinas que continuarán con el proceso de producción, podrían ser las de corte, doblado, pegado, embuchado o troquelado.
- Por último, el material pasa por control de calidad para ver que el material cumpla con los requerimientos del cliente.

7.3.3. Sistemas MRP

Existen sistemas importantes para la planeación de la producción, como los sistemas de planeación de requerimientos de materiales MRP (*material requirements planning*), que permiten traducir las necesidades de producción de productos terminados en necesidades netas de producción o compra de cada uno de los componentes de dichos productos, logrando programar el uso de recursos dentro de la empresa. Sin embargo, para asignar recursos se requiere realizar una toma de decisiones soportada en información que sea lo menos imprecisa posible, lo cual implica introducir el manejo de incertidumbre en los planes de producción.

En la propuesta MRP se sugieren modelos de programación matemática difusa, que consideran incertidumbre en parámetros como la disponibilidad de capacidad de fabricación, disponibilidad de inventario y tiempos de entrega, en un ambiente cerrado o restringido por capacidades de los recursos. Se presenta

una contextualización de los sistemas de planeación de la producción, que consideran aspectos relevantes en los sistemas MRP.

La planeación de la producción incluye decisiones estratégicas, tácticas y operativas. Las decisiones estratégicas hacen frente a cuestiones de largo plazo, como distribución de las instalaciones y capacidad de planificación de recursos (Torabi, Ebadian y Tanha, 2010). La planeación agregada de la producción APP (*aggregate production planning*) es un proceso de planificación de capacidad a mediano plazo que trata de determinar la producción óptima, fuerza de trabajo y niveles de inventario para cada periodo de planificación (Jamalnia y Soukhakian, 2009). De la APP dependen de manera jerárquica el programa maestro de producción, MPS (*master production Schedule*), y el plan de requerimientos de materiales (MRP).

El MPS se caracteriza por su habilidad para determinar de forma precisa la factibilidad de un programa basado en unas restricciones de capacidad agregada por medio de una comunicación directa con el cálculo de necesidades de materiales MRP (Nahmias, 2007; Chase, Jacobs y Aquilano, 2009; Heizer y Render, 2009). El planteamiento tradicional del MRP comienza con el MPS, que brinda las órdenes para los productos finales en términos de cantidad y fecha de entrega (Orlicky, 1975; Du y Wolfe, 2000; Wong y Kleiner, 2001).

El MPS se convierte en fechas específicas de inicio y de entrega para todos los subensambles y componentes, basándose en la estructura del producto, y luego esto se transforma en un problema detallado de programación de piso que busca cumplir con las fechas de entrega pactadas (Chen y Ji, 2007). El MRP ha sufrido cambios importantes, como la construcción del sistema MRP cerrado y MRP II (Wong y Kleiner, 2001).

Un sistema MRP cerrado busca mejorar un sistema MRP al incorporar la planificación de necesidades de capacidad CRP (*capacity requirements planning*), que permite proporcionar realimentación de información de capacidades y dar la facultad de hacer ajustes y regeneraciones al sistema MRP cerrado (Pai, 2003; Mohebbi y Choobineh, 2005; Grubbstrom y Huynh, 2006; Huynh, 2006; Jacobs y Weston, 2007; Mula, Poler y García, 2007).

El sistema de planeación de los recursos de manufactura (MRP II *manufacturing resource planning*) es una consecuencia y extensión directa del MRP de ciclo cerrado, que busca la efectiva planeación de todos los recursos de la compañía e integra una variedad de procesos (Reynoso et al., 2002; Geneste, Grabot y Reynoso, 2005; Grabot et al., 2005; APICS, 2008; Niu y Dartnall, 2008).

Tabla I. **Definición de variables para el modelo MRP**

Indices	Definición
P	Número de componentes ($i=1,\dots,P$)
T	Horizonte de planeación ($t=1,\dots,T$)
K	Número de recursos ($k=1,\dots,K$)

Parametros y Coeficientes	Definición
$R(i,j)$	Número de componentes i necesarios para realizar componentes j
$D(i,j)$	Demanda externa del componente i en el periodo t
$LS(i)$	Tamaño de lote mínimo para componente i
$LT(i)$	Tamaño de suministro para producir/ comprar un lote del producto i
$J(i,0)$	Inventario inicial del componente i
E	Exactitud del inventario del producto i
$S(i,k)$	Fracción necesaria para cambiar o preparar al articulo i en el recurso k
$U(i,k)$	Fracción del recurso k necesario para una unidad del producto i
$F(k,t)$	Máxima fracción del recurso k que puede adicionarse en el periodo t
$H(i)$	Costo de almacenamiento por unidad por periodo del producto i
$C(i)$	Costo total de realizar y preparar un pedido del producto i (setupCost)
$CO(k,t)$	Costo por fracción de capacidad adicionada al recurso k en el periodo t

Variable	Definición
X	Cantidad de pedido para producir del producto i en el periodo t
O	Fracción adicionada del recurso k en el periodo t
δ	Indicador binario de producción para el producto i en el periodo t
$J(i,t)$	Inventario del producto i al final del periodo t

Fuente: Arango, M., Cano, J. y Álvarez, K. *Modelos de sistemas MRP cerrados integrando incertidumbre*. p. 64.

De acuerdo a Rodríguez (2009), el objetivo de este método de control de inventarios es garantizar la disponibilidad de las materias primas mediante el aprovisionamiento o fabricación de las cantidades necesarias de un material en el momento oportuno. Este proceso implica la supervisión de existencias de inventarios y la creación de propuestas de aprovisionamiento para el

departamento de compras o producción, de acuerdo a las necesidades de producción o niveles de inventario.

La planificación de necesidades es evaluada durante la ejecución de la planificación de requerimiento de materiales, determinando cualquier punto en el que la cobertura no sea óptima en relación al aprovisionamiento de materiales del proceso productivo; dando como resultado la creación de los elementos de aprovisionamiento adecuado.

De acuerdo con Rodríguez (2009), la planificación sobre consumo durante el proceso productivo, mediante el método planificación de requerimiento de materiales, se determina con la creación de los elementos de aprovisionamiento, que vienen a ser los informes emitidos por el área de planificación y logística, en conjunto con el área de operaciones, emitiendo alertas que son producidas, por la caída de los niveles de existencias en los inventarios por debajo de un punto de pedido. La planificación de requerimiento de materiales es un proceso de mejora continua, por lo que periódicamente se debe evaluar si es necesario realizar algún ajuste al proceso.

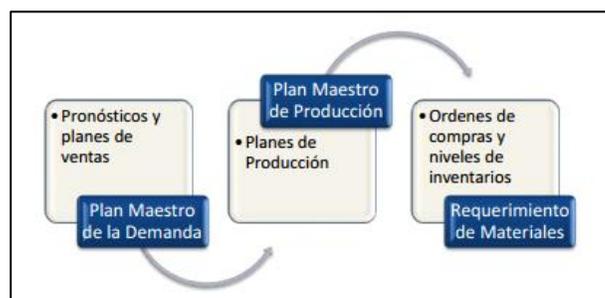
Los puntos principales de la planeación de requerimiento de materiales (MRP), pueden resumirse de la siguiente forma:

- Fuerte compromiso de las áreas de la cadena de suministro.
- Mantenimiento de datos maestro, para ajustar los parámetros definidos.
- Limpieza periódica de datos transaccionales innecesarios como: necesidades primarias obsoletas, órdenes previsionales fijas que no se realizarán, órdenes de fabricación pendientes que no se ejecutarán, solicitudes de pedido fijas que no son necesarias, órdenes de compra pendientes que no serán recibidas, entre otros.

Derivado de las características antes mencionadas, se ha considerado que el método de control de inventarios planificación de requerimiento de materiales, es el más idóneo para el control de inventarios de materias primas en industrias manufactureras de productos de consumo masivo, ya que este método permite cubrir y controlar todos los aspectos mencionados, para lo cual, en adición, es necesario contar con un software que permita su desarrollo.

Este método de control, tal y como se establece en la figura 1, inicia con un adecuado control del plan maestro de la demanda (PMD), el cual se deriva de los planes y pronósticos de ventas, seguido del plan maestro de producción (PMP), culminando la cadena de actividades con la ejecución de las órdenes de compra. Todo esto para dar cumplimiento a las necesidades de materias primas para la ejecución de las órdenes de fabricación y asegurarse, de esta manera el cumplimiento y entrega de los productos solicitados, el mantenimiento de existencias mínimas de inventarios de materias primas, y la planificación de las actividades de fabricación, entregas y compras de materiales.

Figura 1. **Planificación de requerimiento de materiales (MRP)**

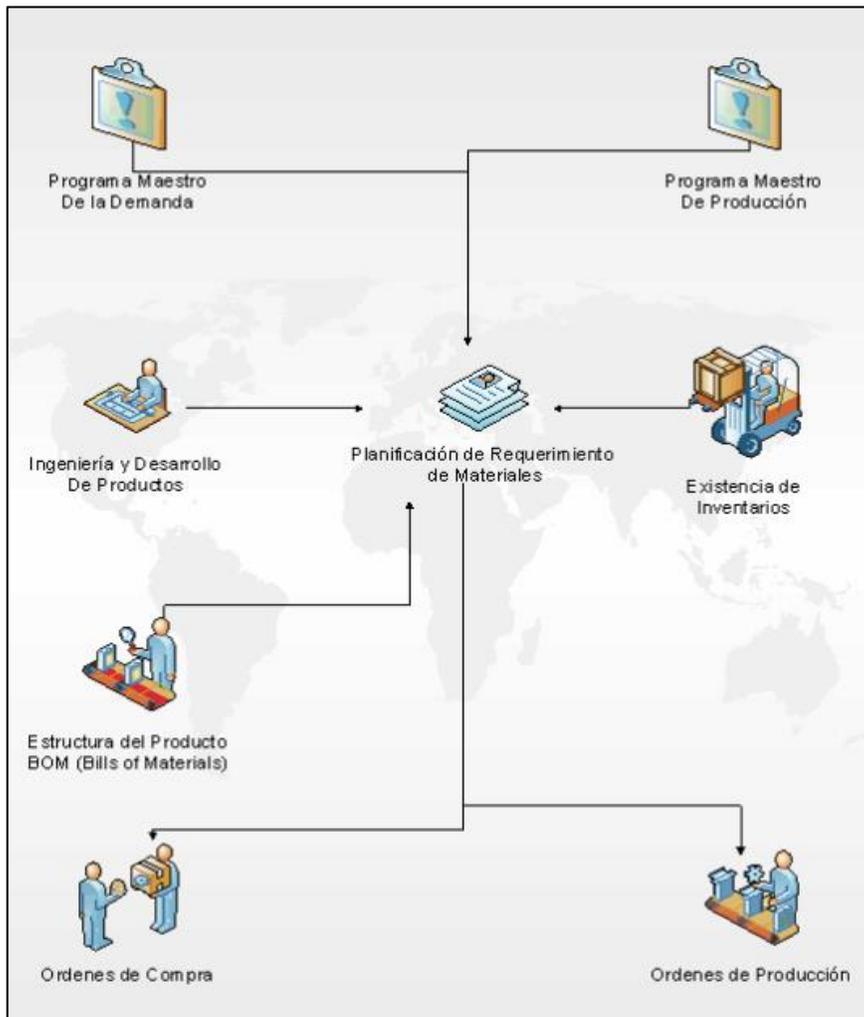


Fuente: Rodriguez, B. *Administración planificación y control de inventarios de materias primas en industrias manufactureras de productos de consumo masivo a través del método de control de inventarios denominado planificación de requerimiento de materiales.* p. 7.

En la figura 2 se observa la manera como las distintas áreas de una industria se interrelacionan y se responsabilizan del proceso de control de inventarios a la luz del método de planificación de requerimiento de materiales, partiendo este de un programa maestro de demanda, el cual parte de los planes y pronósticos de ventas. Este programa produce un programa maestro de producción, el cual, en conjunto con el área de ingeniería y desarrollo de producto y aseguramiento de calidad quienes proporcionarán las listas de materiales de los productos a comercializarse, determina las cantidades necesarias de materias primas para dar cumplimiento a dicho programa.

Esto, a su vez, permite que el área de planificación y logística, mediante el análisis de sus niveles de inventarios y los materiales requeridos para la producción, determine cuáles son las cantidades de materias primas necesarias para mantener los niveles óptimos de inventarios, inventarios de seguridad y los consumos de las mismas. El ciclo culmina con el área de cadena de suministros, quien tiene a su cargo la emisión de las órdenes de compra de las materias primas y de las órdenes de producción que se llevarán a cabo.

Figura 2. **Planificación de requerimiento de los materiales (MRP) en los diversos departamentos**



Fuente: Rodríguez B. *Administración planificación y control de inventarios de materias primas en industrias manufactureras de productos de consumo masivo a través del método de control de inventarios denominado planificación de requerimiento de materiales.* p. 9.

McLeod (2000) analiza que el sistema de planificación más adecuado para una empresa de producción es el MRP II, ya que este sistema involucra a todos los demás departamentos relacionados en la elaboración del producto solicitado

por el cliente. Integra todos los procesos que se ocupan en la administración de materiales y se interrelaciona con los demás subsistemas. Mantiene un flujo constante de comunicación e intercambio de datos que interfieren con el flujo de materiales con el Departamento de Ventas así como el de Contabilidad.

De acuerdo con el mismo autor, la participación de la gerencia con el MRPII creara beneficios en las siguientes áreas:

- Uso eficiente de los recursos
- Planificación de prioridades
- Mejor servicio al cliente
- Mejor actitud de los empleados
- Mejor información gerencial

A pesar de las ventajas competitivas que ofrecen los sistemas MRP, en varias ocasiones se ven afectados por diversos factores durante su implementación, de acuerdo con Chapman (2006), por ello algunos de los retos más complicados podrían ser:

- Precisión de los datos: estos sistemas son muy dependientes de bases de datos como reportes de inventarios, registros maestros de comercial, registros maestros de compras programas maestros, entre otros; de no contar con esta información verídica se verá reflejado en una planificación imperfecta.
- Conocimiento del usuario: la educación, capacitación y actitud del usuario. El personal no capacitado no logrará una planificación efectiva.
- Plan maestro de planificación sobrecargado: colocar eventos inesperados al plan sin analizarlos ni corregirlos desde el inicio y con

eficacia, ocasionará que el plan sea ineficiente y refleje resultados negativos del nuevo sistema.

- Compromiso de la gerencia general: es necesario tener un alto nivel de disciplina. El compromiso y activa participación darán un buen resultado en el uso efectivo de este sistema.

7.4. Comercialización

Se define como comercialización a la actividad de poner a la venta un producto o un servicio y facilitar las vías de cómo este llegue a ser entregado al cliente con base en los términos previamente establecidos entre el comerciante y el comprador.

7.4.1. Enfoque sobre los clientes

Según Ayestaran & Aritzeta (2006), el enfoque de la organización hacia la satisfacción de sus clientes, es la práctica que actualmente está mejor fundamentada en las organizaciones para conseguir una ventaja competitiva (capacidad para alcanzar la superioridad en el mercado). La gestión de la calidad total (TQM) enseña que comprender y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes es lo mejor y lo único que lleva al éxito en los negocios.

El enfoque al cliente es una gran cualidad que comienza por un análisis profundo y permanente de sus preferencias y necesidades, requiere del abasto suficiente y oportuno de los mejores productos, de un centro de atención amable y ordenada y de la generación de opciones de pago accesibles. Para ello, los sistemas de información son fundamentales, de acuerdo con Salinas (2008).

Aún teniendo un enfoque al cliente, se debe de tomar en cuenta que las expectativas o necesidades del cliente deben estar de acuerdo a lo que la compañía está ofreciendo. Existe un dicho interesante que dice: “el cliente siempre tiene la razón”. Muchas veces el cliente no tiene la razón y suele suceder mucho en lo que se refiere al desarrollo de software con los usuarios. Muchas veces los usuarios piden cosas no razonables, se debe tomar en cuenta que el usuario siempre busca su propio beneficio, al final el usuario de un sistema es como un comprador. Además, un cliente puede ser intolerante, inclusive tiene paradigmas de con quien hacer negocios y con quien no. Otra razón puede ser que un cliente incumpla un acuerdo, muchas veces los clientes o usuarios hacen promesas que no respetan. Así, pueden haber muchas otras razones por las que un cliente o usuario no tenga la razón.

Con la implementación del nuevo sistema de planificación y por el tipo de producción que es la fabricación bajo pedido, es importante tomar en cuenta que el tipo de producción de una litografía se ve influenciado por el cliente individual, ya que ningún producto es igual a otro. De acuerdo a Chapman (2006), su nivel de influencia en el proceso productivo es alta, por lo se cataloga que el tipo de producción es fabricado bajo pedido, ya que el cliente puede seleccionar entre una gran cantidad de opciones, puede influir sobre el diseño general especificando su diseño exacto, siempre y cuando en su fabricación se utilicen materias primas y componentes estándar, que en este caso serían papel, tintas y acabados finales.

8. ÍNDICE PROPUESTO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

1. ANTECEDENTES

1.1. Litografía

1.1.1. Historia

1.1.2. Misión

1.1.3. Visión

1.1.3.1. Ubicación

1.2. Procesos preprensa

1.2.1. Descripción de los procesos preprensa

1.2.1.1. Recepción de artes

1.2.1.1.1. Verificación de artes

1.2.1.1.2. Correcciones

1.2.1.1.3. Prueba de color

1.2.1.1.4. Quema de placas

1.2.1.2. Planificación de producción

1.3. Procesos en prensa

1.3.1. Descripción de los procesos en prensa

1.3.1.1. Recepción de materiales

1.3.1.2. Colocación de placas

- 1.3.1.3. Impresión
 - 1.4. Proceso posprensa
 - 1.4.1. Descripción de los procesos posprensa
 - 1.4.1.1. Barniz UV
 - 1.4.1.2. Plastificado
 - 1.4.1.3. Guillotina
 - 1.4.1.4. Troquelado
 - 1.4.1.5. Embuchado
 - 1.4.1.6. Pegado en caliente
 - 1.4.1.7. Revisión y empaque
 - 1.4.1.8. Facturación
 - 1.5. Prensa híbrida
 - 1.5.1. Requisición de materiales
 - 1.5.2. Impresión
- 2. DIAGNÓSTICO
 - 2.1. Población
 - 2.1.1. Personal
 - 2.1.1.1. Administradores
 - 2.1.1.2. Operarios
 - 2.1.1.3. Otros
 - 2.2. Sistema de planificación actual
 - 2.2.1. Ingreso de órdenes
 - 2.2.2. Cálculo de tiempo de producción
 - 2.2.3. Requisición de materiales
 - 2.2.4. Asignación de máquinas
 - 2.2.5. Revisión y empaque
 - 2.2.6. Facturación
 - 2.3. Estatus de arte
 - 2.4. Reportes de producción

3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN
 - 3.1. Análisis FODA
 - 3.2. Sistema de planificación MRP
 - 3.2.1. Descripción de sistema MRP II
 - 3.3. Ventas en línea
 - 3.3.1. Productos
 - 3.3.2. Materiales
 - 3.3.3. Tiempo de entrega
 - 3.3.4. Tipo de pago
 - 3.4. Análisis estudio
 - 3.4.1. Descripción de herramientas del estudio
 - 3.4.1.1. Entrevista
 - 3.4.1.2. Análisis de informes oficiales de estudio
 - 3.4.2. Determinación de muestra significativa para estudio del ciclo 2014 -2015
 - 3.4.3. Descripción de la aplicación del sistema MRP II a sistema de planificación
 - 3.4.3.1. Departamentos involucrados
 - 3.4.3.1.1. Ventas
 - 3.4.3.1.2. Producción y Planificación
 - 3.4.3.1.3. Compras
 - 3.4.3.1.4. Contabilidad
4. PLAN DE EJECUCIÓN DE NUEVO SISTEMA DE PLANIFICACIÓN
 - 4.1. Plan MRP II
 - 4.1.1. Recolección y análisis de información general significativa para materiales.
 - 4.1.2. Determinación de vías de comunicación para la propuesta en todas las áreas de trabajo
 - 4.1.2.1. Medio de comunicación escrita

- 4.1.2.2. Medio de comunicación oral
- 4.1.2.3. Medios en internet
- 4.1.3. Diseño de herramienta eficiente de control
- 4.1.4. Presupuesto para reproducción y distribución de material

5. PLAN DE SEGUIMIENTO A RESULTADOS ESPERADOS

- 5.1. Análisis de los resultados con los coordinadores de cada Departamento
 - 5.1.1. Ventas
 - 5.1.2. Producción y Planificación
 - 5.1.3. Compras
 - 5.1.4. Contabilidad
- 5.2. Análisis costo beneficio mejoras
- 5.3. Análisis de recursos no contemplados
- 5.4. Recolección de datos con personal

6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Tipo de estudio y diseño de investigación

De acuerdo con el alcance teórico, la investigación será descriptiva debido a que se realizará un análisis de la documentación del sistema de los últimos dos años a través de datos estadísticos, se analizará el funcionamiento actual, se obtendrán datos a través de encuestas a los jefes y trabajadores de los departamentos clave. Con la información recopilada, se hará una propuesta para implementar un nuevo sistema de producción para la nueva máquina de impresión.

Con el alcance técnico, este proyecto, por ser una propuesta, no es experimental, es analítico, utilizando la estadística descriptiva para la recolección de datos y el diseño de la propuesta. La implementación de la propuesta quedará en manos de la empresa.

Con el uso de estas metodologías se conseguirá formar la propuesta, que permitirá la optimización de los tiempos, así como el control de las órdenes de trabajo del nuevo canal comercial tal como se plantea en los alcances de los resultados.

- Tipo de investigación
 - Según el periodo: se considera transversal, ya que se estudiará cómo fueron los ingresos de los últimos 6 meses y el tiempo en que ocurrieron no es relevante, ya que lo que se necesita saber es

el tiempo que tardó en salir de la empresa con la papelería completa.

- Según la profundidad de las variables y el alcance de los resultados: se considera descriptiva, ya que se recolectarán los datos necesarios en el tiempo definido, se creará un perfil del material necesario y correcto para los trabajos y se verá cuáles son las causas de las demoras de planificación y sus efectos en producción y entregas.
- Universo y muestra
 - Universo: los datos de órdenes de producción de 2014 y 2015.
 - Muestra: órdenes de trabajo hechas a través del portal web que están entrelazadas con la prensa litográfica.
- Procedimientos y técnicas

Estos métodos de investigación se aplicarán sobre una muestra aleatoria simple de una población previamente calculada y validada a través de métodos estadísticos.

Se considera que una recopilación de datos de tablas de órdenes de la prensa litográfica en los últimos 2 años, estudio de los reportes de eficacia y entregas del mismo periodo es lo suficientemente válida. Como se conocerá la población, la fórmula para calcular el tamaño de la muestra será.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Donde:

N= tamaño de la población

Z= nivel de confianza

p= probabilidad de éxito

q= probabilidad de fracaso

d= precisión

9.2. Variables e indicadores

Para el alcance y logro de cada uno de los objetivos definidos inicialmente en este estudio, se identificaron variables tanto dependientes como independientes con las que se mide la viabilidad del sistema MRP. Con las variables se plantearon indicadores que funcionarán para el control del sistema planteado y los instrumentos necesarios para cumplirlos (ver tabla II).

Tabla II. Variables e indicadores

	1	2	3
Objetivos	Diagnosticar la situación actual desde un punto de vista técnico, con base en los requerimientos planteados por los usuarios. Realizar medición cuantitativa de las características del sistema y generar indicadores de calidad.	Identificar, recopilar y organizar la información necesaria de cada departamento, para los procesos de planificación, entrega y facturación de forma que estén sincronizados y llegue todo con el producto final para la entrega.	Planear el MRP II en el Departamento de Planificación, como la como el nuevo sistema de planificación, que logre satisfacer la necesidad de un sistema automatizado y controlable, de forma ordenada y legible, en coordinación con los demás departamentos involucrados con un solo documento.
Variables	INDEPENDIENTES: Información de inventarios de prensa DEPENDIENTES: estatus de cada trabajo. Tiempos de entrega	Orden de trabajo ejecutada por el cliente stocks de materiales DEPENDIENTES: Tiempos de pre prensa Tiempos de prensa Tiempos de posprensa	DEPENDIENTES: Programa compatible en todos los departamentos
Subvariables	INDEPENDIENTES: Información de stock de papel Información de stock de tintas. DEPENDIENTES: Estatus de cada trabajo. Tiempo de entrega Tiempo de facturación	INDEPENDIENTES: Cantidad solicitada, material solicitado, tiempo solicitado, lugar de entrega de producto datos de facturación, lugar de entrega de factura y stocks de materiales DEPENDIENTES: Tiempo de prensa, tiempos de acabados, tiempo de entrega y tiempo de facturación	
Indicadores	Niveles de inventario. Disponibilidad de maquinaria Tiempos de trabajo en cada máquina.	Porcentaje tiempo de entrega de material, en fecha. Porcentaje tiempos de entrega de material, fuera fecha. Porcentaje tiempos de entrega de factura, en fecha. Porcentaje tiempos de entrega de fuera fecha.	Porcentaje de entregas correctas. Eficiencia de herramienta. Compresión de la herramienta
Instrumentos	Reporte de prensa Estado del arte Programación de maquinaria (no prensa)	Estado del arte Reporte de ventas Reporte de facturación	Herramienta creada con MRP
TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	Como el objetivo será recopilar la información histórica del semestre, la recolección de datos en la búsqueda en los la base de datos y observar la tendencia de los mismos. Además, crear una herramienta que vea como es posible la reacción del proceso y realizar una comparación de datos históricos y nuevos, MÉTODO DE RECOLECCIÓN: OBSERVACIÓN Y REALIZACIÓN DE ENCUESTAS A TRABAJADORES PARA LA PROPUESTA DE LA HERRAMIENTA		

Fuente: elaboración propia.

9.3. Fases de trabajo

Esta investigación se elaborará por fases, para el cumplimiento de cada uno de los objetivos.

La primera fase está enfocada en la recopilación y revisión de los documentos necesarios para la elaboración de esta investigación, así como el análisis de la situación actual de la empresa.

En la segunda fase se iniciaría el análisis estadístico, así como la recopilación de la información con los trabajadores y departamentos implicados en la mejora del sistema de planificación.

En tercera fase se analizarán los datos estadísticos previamente calculados y con ellos se crearán indicadores necesarios, para elaborar y controlar el nuevo sistema de planificación.

La última fase se enfocará en la discusión de la propuesta realizada, así como la presentación de un informe final junto con las conclusiones y recomendaciones.

Se podrá ver el desglose de cada fase en la tabla III.

Tabla III. Fases de trabajo

	1	2	3	4
Objetivos	Proponer MRP como la herramienta para el nuevo sistema de planificación, en una empresa litográfica, de órdenes de trabajo del nuevo sistema de impresión, que automatice y controle los recursos y maquinaria para las de órdenes de impresión de los clientes en línea.	Diagnosticar la situación actual desde un punto de vista técnico en base a los requerimientos planteados por los usuarios. Realizar medición cuantitativa de las características del sistema y generar indicadores de calidad.	Identificar, recopilar y organizar la información necesaria de cada departamento, para los procesos de planificación, entrega y facturación de forma que estén sincronizados y llegue todo con el producto final para la entrega.	Plantear el MRP II en el departamento de planificación, como la como el nuevo sistema de planificación, que logre satisfacer la necesidad de un sistema automatizado y controlable, de forma ordenada y legible, en coordinación con los demás departamentos involucrados con un solo documento.
Fase	Solicitud de autorización para recopilación de datos. Análisis de situación actual. Documentación de la papelería necesaria. Clasificación de la papelería.	Definición de la muestra. Recopilación datos. Elaboración de encuesta a trabajadores. Análisis estadístico	Evaluación del análisis estadístico. Creación de indicadores necesarios para los departamentos. Elaboración de propuesta de planificación.	Presentación de resultados. Discusión de resultados. Elaboración de informe final. Conclusiones y recomendaciones.

Fuente: elaboración propia.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

10.1. Observación

Se utilizará esta herramienta para identificar y analizar la situación actual, además de encontrar factores y elementos claves que puedan estar entorpeciendo, o bien, que aún no han sido tomados en cuenta, como apoyo para la nueva propuesta.

El objetivo es recopilar la información histórica de los últimos dos años y con base en estos resultados observar la tendencia de los mismos.

Además, se creará una herramienta que estudie cómo es la reacción del proceso y realizar una comparación de datos históricos y nuevos.

10.2. Encuesta

Esta herramienta servirá como fuente de recolección de información de los trabajadores de la litografía, ya que ellos son los que diariamente trabajan con el sistema antiguo y tienen el conocimiento necesario que, talvez, no podrá ser reflejado en cálculos estadísticos.

Se realizará a los trabajadores de cada departamento relacionado en el sistema de planificación. Esta evaluará la experiencia con el nuevo sistema de planificación, se realizará una encuesta de 10 preguntas, las preguntas serán de selección múltiple. Así mismo, se realizarán encuestas a varios clientes clave que demuestren que los cambios internos están dando resultados.

10.3. Fases de estudio

En la tabla IV se exponen las fases del estudio.

Tabla IV. **Técnicas de análisis de datos**

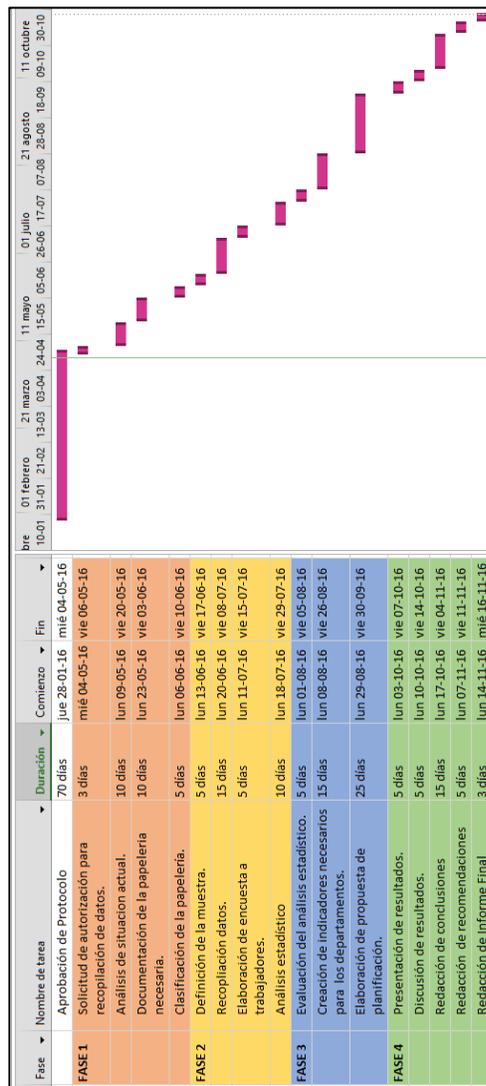
Etapa	Recopilación de información	Técnicas de análisis	Resultados
Identificación del Problema	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisión tablas de órdenes ▪ Revisión de estatus de arte ▪ Entrevistas al cliente para conocer en qué condiciones fue entregado el producto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagramas de flujo del proceso de planificación ▪ Cuestionarios tipo entrevista para clientes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocimiento del proceso actual de planificación ▪ Nivel de satisfacción del cliente
Análisis del fenómeno y del proceso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrevistas al personal para identificar el procedimiento y tareas que ocupan mayor tiempo. Se entrevistará al personal de: Planificación, Producción, Empaque, Ventas, Compras, Contabilidad y Bodega y a quienes intervienen en la cadena de entrega. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gráficas ▪ Reportes ▪ Tiempo (para elaborar un trabajo) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis actual de la empresa ▪ Identificación de las actividades que retrasan procesos. ▪ Cálculo de costos (Perdidas y de Oportunidad)
Diseño del plan de acción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reportes de actividades para mejorar la empresa ▪ Análisis de actividades que retrasan procesos o eliminación de procesos lentos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MRP II ▪ Matriz de responsabilidades 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan de acción que permita mejorar y eficientar los procesos.
Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ninguna 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Herramientas creadas en el plan de acción 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejoras en el proceso de planificación
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisión de actividades modificadas ▪ Análisis de nuevos cambios necesarios ▪ Entrevistas a clientes, sobre satisfacción. ▪ Entrevistas al personal interno para búsqueda de nuevas mejoras. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuestionarios tipo entrevista ▪ Gráficos de comparación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Decisión de continuar con establecer la mejora continua

Fuente: elaboración propia.

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En la figura 3 se presentan las actividades y el tiempo estimado para desarrollar el informe.

Figura 3. Planificación de los recursos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project 2013.

12. RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

En el proyecto se utilizarán los siguientes recursos para su elaboración.

12.1. Recurso humano

- Estudiante (investigador) de maestría en Gestión Industrial
- Asesor externo
- Gerente general de la empresa litográfica
- Jefe de Planificación de la empresa litográfica
- Jefe de Ventas / Mercadeo de la empresa litográfica
- Jefe de Producción de litografía de la empresa litográfica
- Jefe de Contabilidad de litografía de la empresa litográfica
- Operario de prensa de litografía de la empresa litográfica
- Encargado de facturación y cobros de la empresa litográfica

12.2. Recurso físico

- Instalaciones de la empresa litográfica
 - Área de planificación
 - Área de prensa
 - Área de producción y empaque
 - Área facturación y entrega
- Computadora
- Impresora, tinta y hojas
- Internet
- Lapiceros y lápices

- Escritorio y silla
- Automóvil y gasolina
- Alimentación

Tabla V. **Recursos del proyecto**

RUBRO	COSTO POR UNIDAD(Q)	TOTAL(Q)
SERVICIOS PERSONALES		
Asesor	2 500,00	2 500,00
Maestrando	10 000,00	10 000,00
SUBTOTAL		12 500,00
SERVICIOS NO PERSONALES		
Energía eléctrica	500,00	500,00
Telefonía	400,00	400,00
Impresiones, encuadernación y reproducción	2 500,00	2 500,00
Transporte	900,00	900,00
SUBTOTAL		4 300,00
MATERIALES, EQUIPO Y SUMINISTROS		
Suministros de oficina	1000,00	1 000,00
Computadora personal	8 000,00	8 000,00
Impresora	575,00	575,00
SUBTOTAL		9 575,00
TOTAL		26 375,00

Fuente: elaboración propia.

Los costos de este proyecto de estudio serán financiados por el investigador.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ayestarán, S., Aritzeta, A., Gavilanes, J. (2006). *Rumbo a la Innovación: Trabajo en equipo y cambio cultural en las organizaciones*. Zamudio: Cluster de Conocimiento.
2. Apics Dictionary. 12th edition. 2008.
3. Chapman, Stephen N. (2006). *Planificación y Control de la Producción*. 1 ed. Naucalpan de Juárez, Edo de Mexico, Pearson Educación, pp. 3-4.
4. Chase, R. B.; Jacobs, F. R. and Aquilano, N. J. *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros*. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009. 776 p.
5. Chen, K. and Ji, P. (2007). *A mixed integer programming model for advanced planning and scheduling (APS)*. European Journal of Operational Research, vol. 181, No. 1 (August), pp. 515-522.
6. Choobineh, F. and Mohebbi, E. (2004). *Material planning for production kits under uncertainty*. Production Planning & Control, vol. 15, No. 1 (January), pp. 63-70
7. Du, T. C.-T. And Wolfe, P. M. (2000). *Building an active material requirements planning system*. International Journal of Production Research, vol. 38, No. 2 (April), pp. 241-252.

8. Geneste, L.; Grabot, B. and Reynoso, G. (2005). *Management of demand uncertainty within MRP II using possibility theory*. Proceedings of the 16th IFAC World Congress, Czech Republic.
9. Grabot, B.; Geneste, L.; Reynoso, G. and Verot, S. (2005). *Integration of uncertain and imprecise orders in the MRP method*. *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 16, No. 2 (April) pp. 215-234.
10. Grubbstrom, R. and Huynh, T. (2006). *Multi-level, multistage capacity-constrained production-inventory systems in discrete time with non-zero lead times using MRP theory*. *International Journal of Production Research*, vol. 101, No. 1 (May), pp. 53-62.
11. Heizer, J. and Render B. (2009) *Operations management. 9th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall. 597 p.*
12. Huynh, T. T. T. (2006). *Capacity constraints in multi-stage production inventory systems, applying material requirements planning theory. Doctoral thesis. Department of Production Economics. Linköping, Sweden.*
13. Jacobs, F. and Weston, F. (2007). *Enterprise resource planning (ERP): A brief history*. *Journal of Operations Management*, vol. 25, No. 2 (March), pp. 357-363.
14. Jamalnia, A. and Soukhakian, M. (2009). *A hybrid fuzzy goal programming approach with different goal priorities to aggregate production planning*. *Computers & Industrial Engineering*, vol. 56, No. 4 (May), pp. 1474-1486.

15. Kalimo, R. (1988). *Los factores psicosociales y la salud de los trabajadores: Panorama general. En: Los factores psicosociales en el trabajo.* OMS, pp. 3-8.
16. Katzenbach, Q., Smith, J. (1993). *The Wisdom of Teams: Creating the High-performance Organization.* Harvard Business School Press, Harvard, MA, 1993b, 9. M
17. López, N (2010). *Reducción de demoras en el proceso de impresión en una industria litográfica, Guatemala.*
18. López Santizo, M.A. *propuesta para la mejora de la operación en los departamentos de administración, producción y encuadernación de una empresa dedicada a la litografía e imprenta.* Guatemala.
19. Mcleod Jr, Raymond. *Sistemas de Información Gerencial.* 7ma ed. Naucalpan de Juárez, Edo. de Mexico. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. 2000. pp. 489- 491.
20. Mohebbi, E. and Choobineh, F. (2005). *The impact of component commonality in an assemble-to-order environment under supply and demand uncertainty.* Omega, The International Journal of Management Science, vol. 33, No. 6 (December), pp. 472-482.
21. Mula, J.; Poler, R. and García, J. (2007). *Material requirement planning with fuzzy constraints and fuzzy coefficients.* Fuzzy Sets and Systems, vol. 158, No. 7 (April), pp. 783-793.
22. Nahmias, S. (2007) *Análisis de la producción y las operaciones.* 5a ed. México D.F.: McGraw-Hill.

23. Niu, J. and Dartnall, J. (2008). *Application of fuzzy-MRP-II in fast moving consumer goods manufacturing industry*. Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. Miami, FL (7-10 December), pp. 1939-1945.
24. Orlicky, J. (1975) *Material requirements planning: The new way of life in production and inventory management*. New York, NY: McGraw-Hill. 292 p.
25. Pai, P.-F. (2003). *Capacitated lot size problems with fuzzy capacity*. *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 38, No. 5-6 (September), pp. 661-669.
26. Pérez, M. (2004) *implementación de un sistema de planificación y control de producción y calidad en las empresas papelera castellana s. A. Y litografía e imprenta Avance Gráfico Guatemala*.
27. Revista EIA, dic 2012 Issue 18, p. 64
28. Reynoso, G.; Grabot, B.; Geneste, L. and Vérot, S. (2002). *Integration of uncertain and imprecise orders in MRPII*. *Proceedings of the 9th International Multi-Conference on Advanced Computer Systems*. Miedzzydroje, Poland (23-25 October).
29. Rodríguez, B (2012). *Administración, planificación y control de inventarios de materias primas en industrias manufactureras de productos de consumo masivo a través del método de control de inventarios denominado planificación de requerimiento de materiales*. Guatemala : USAC, 2012 pp 5 -10.

30. Rojas, O. (2007). *Estandarización de tiempos, estudio de costos y diseño de un programa de mantenimiento preventivo en el área de impresión litográfica, Comercializadora de Calidad, S.A. Guatemala*
31. Torabi, S. A. and Hassini, E. (2009). *An interactive possibilistic programming approach for multiple objective supply chain master planning*. Fuzzy Sets and Systems, vol. 159, No. 2 (January), pp. 193-214.
32. Torres Lam, Mercedes del Rocío (2009) *Diagnóstico y plan de implantación de un sistema de calidad bajo normas ISO 9000 para el área de manufactura de una empresa litográfica.*
33. Wong, C. and Kleiner, B. (2001). *Fundamentals of material requirements planning*. Management Research News, vol. 24, No. 3-4 (April), pp. 9-12.

