



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN
Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE PLANIFICACION DE REQUERIMIENTO DE
MATERIALES (MRP) Y UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP) EN UNA FABRICA
DE RECUBRIMIENTOS UBICADA EN VILLA NUEVA**

Lucia Magaly Tolico Garcia

Asesorada por Ma. Ing. Dina Liseth Estrada Moreira

Guatemala, noviembre 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN
Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE PLANIFICACION DE REQUERIMIENTO DE
MATERIALES (MRP) Y UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP) EN UNA FABRICA
DE RECUBRIMIENTOS UBICADA EN VILLA NUEVA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA DIRECCIÓN DE LA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POR

LUCIA MAGALY TOLICO GARCIA

ASESORADO POR MA. ING. DINA LISETH ESTRADA MOREIRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Ordóñez
EXAMINADOR	Ing. Jorge Rodolfo García Carrera
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 PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE PLANIFICACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP) Y UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP) EN UNA FABRICA DE RECUBRIMIENTOS UBICADA EN VILLA NUEVA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado (Escuela de Ingeniería Química), con fecha julio 2023.



Lucia Magaly Tolico Garcia



EEPFI-PP-1654-2023

Guatemala, 14 de octubre de 2023

Director
Williams Guillermo Álvarez Mejía
Escuela De Ingeniería Química
Presente.

Estimado Mtro. Álvarez

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

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE PLANIFICACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP) Y UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP) EN UNA FABRICA DE RECUBRIMIENTOS UBICADA EN VILLA NUEVA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Sistemas de gestión**, presentado por la estudiante **Lucía Magaly Tolico Garcia** carné número **201701075**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestion Industrial.

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

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtra. Dinna Lissette Estrada Moreira
Asesor(a)

Ingeniera Química

Dinna Lissette Estrada Moreira
Colegiado 666

Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría



Mtra. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Oficina Virtual





EEP-EIQ-1515-2023

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE PLANIFICACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP) Y UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP) EN UNA FABRICA DE RECUBRIMIENTOS UBICADA EN VILLA NUEVA**, presentado por el estudiante universitario **Lucia Magaly Tolico Garcia**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Mtro. Williams Guillermo Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, octubre de 2023



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.144.2023

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 Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE PLANIFICACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP) Y UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP) EN UNA FABRICA DE RECUBRIMIENTOS UBICADA EN VILLA NUEVA**, presentado por: **Lucia Magaly Tolico Garcia** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco Gómez Rivera
Motivo: Orden de impresión
Fecha: 13/11/2023 11:20:44
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, noviembre de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 144 CUI: 3589255840101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A

Dios

Salmos 139. Tal conocimiento es demasiado maravilloso para mí. Alto es, no lo puedo comprender.

Mi hermano

Jonathan Oswaldo Tólico Garcia (q. e. p. d.), por recordarnos lo que verdaderamente tiene valor en esta vida, por su legado.

AGRADECIMIENTOS A

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Alma máter, sin esta hermosa institución pública no podría haberme graduado. Mil gracias.

Mi padre

Álvaro Tolico, por siempre velar que siguiera un camino recto. Por su esfuerzo y apoyo en este trayecto. Por ser guía y pilar en mi vida.

Mi madre

Rosana Garcia, por su apoyo y ánimo a lo largo de este trayecto. Por ser lugar de comprensión y por las múltiples tazas de café.

Mi abuela

Violeta Chacón (q. e. p. d.), por cimentar en mi mente valores que me acompañan hasta el día de hoy. Por su eterno ejemplo de determinación y amor.

Mi novio

Kevin Alfaro, por caminar junto a mí, por su apoyo incondicional y gran amor.

Mis amigos

Hector Arrecis, Walter Orozco, Luis Morales, Andy Luna, Paula Gaitán, Ernesto Garcia. Compañeros de carrera que aligeraron el camino, por su apoyo y compañía en nuestro largo trayecto compartido.

Mis tíos

Alfonso De León y Maribel Garcia, por su apoyo y cariño desde la infancia.

Mi tío

Jorge Mario Garcia, por creer en mi sueño de ser ingeniera y por su apoyo en el área profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
3.1. Planteamiento del problema	5
3.2. Contexto y descripción	5
3.3. Preguntas de investigación	6
3.4. Delimitación del problema.....	7
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS.....	11
5.1. General.....	11
5.2. Específicos	11
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN.....	13
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. Recubrimientos.....	19
7.2. Organización de la empresa	19
7.3. Pronósticos.....	21

7.4.	Análisis primario	23
7.5.	Análisis secundario	23
7.6.	Plan maestro de producción PMP	23
7.7.	Plan de requerimiento de materiales MRP	24
7.8.	Sistemas de gestión y control de la producción.....	26
8.	PROPUESTA INDICE DE CONTENIDOS	29
9.	METODOLOGÍA	31
9.1.	Características del estudio	31
9.2.	Unidad de análisis	32
9.3.	Variables	32
9.4.	Fases del estudio	33
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	41
10.1.	Pronósticos	41
10.2.	Plan maestro de producción PMP	46
10.3.	Manejo de materias primas (compras) MRP	46
11.	CRONOGRAMA	51
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	53
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	55
	APÉNDICES	59
	ANEXOS	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Esquema de solución.....	17
Figura 2.	Estructura lista de materiales.....	25
Figura 3.	Familia de curvas estables.....	42
Figura 4.	Familia de curvas ascendentes.....	43
Figura 5.	Familia de curvas cíclicas.....	44
Figura 6.	Familia de curvas combinadas.....	45
Figura 7.	Esquema del MRP.....	47
Figura 8.	Gráfica del lote económico de compra.....	49

TABLAS

Tabla 1.	Fases del proyecto de investigación.....	14
Tabla 2.	Variables del estudio.....	32

GLOSARIO

Análisis primario	Etapa del pronóstico consistente en diferenciar y catalogar el comportamiento de los datos de requerimientos de producto.
Análisis secundario	Etapa del pronóstico en la que se determina el método o modelo matemático que mejor se aplica a la serie de datos históricos.
BOM	<i>Bill Of Materials</i> /Lista de materiales Lista estructurada de materiales de las cantidades de componentes, ingredientes y materiales requeridos para hacer un producto.
Eficiencia	Operar de modo que los recursos sean utilizados de forma más adecuada. Utilizar la menor cantidad de recursos y disminuir los costos de su uso.
EOQ	<i>Economic Order Quantity</i> /Cantidad Óptima a Pedir Cantidad óptima a pedir de un artículo en un momento dado para lograr el equilibrio entre un servicio optimizado y unos costes minimizados.

Gestión producción	Sistema de planeación, control y organización de los recursos empresariales que tiene como finalidad la transformación de materias primas.
Lead time	Tiempo de espera Tiempo que transcurre desde que se detecta la necesidad de pedir, hasta que se tiene el inventario disponible para las operaciones.
Logística	Parte de la cadena de suministros que plantea, implementa y controla el flujo eficiente y efectivo de los productos desde la fuente hasta el consumo final.
MRP	<i>Material Requirement Planning</i> /Plan de requerimiento de materiales Sistema de planificación de la producción y gestión de inventarios, que permite especificar los tiempos y cantidades de fabricación y aprovisionamiento de material.
Planificación	Proceso bien meditado y con una ejecución metódica y estructurada, con el fin de cumplir un objetivo determinado. Consiste en agrupar los recursos correspondientes en términos generales o globales.
PMP	Plan Maestro de Producción Plan detallado que establece cuantos productos finales se tienen que producir y en qué periodo de tiempo.

Proceso producción	Proceso por medio del cual, a través del desarrollo de actividades, y métodos se transforma la materia prima agregándosele valor para la obtención de bienes y servicios.
Productividad	Grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles, para alcanzar objetivos determinados.
Pronósticos	Técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro.
Recubrimiento	Materiales, transparentes o pigmentados, formadores de película que se aplican como una capa protectora en una superficie llamada sustrato y le confieren propiedades físicas.

1. INTRODUCCIÓN

La industria de pinturas y recubrimientos en Guatemala representa un mercado amplio que posee un crecimiento constante, estas empresas se enfrentan cada a retos cada vez mayores de eficiencia, productividad y aumento de demanda. Se propone en este trabajo de investigación la implementación de un plan de requerimiento de materiales MRP y un plan maestro de producción PMP en una fábrica de pinturas y recubrimiento en Guatemala, a fin de conformar un sistema eficiente de planificación y control de la producción. Actualmente la empresa trabaja empleando una planeación de producción basada en datos históricos del año inmediato anterior y pedidos recabados en tiempo real por vendedores y colocados al área de bodega, situación que vulnera todo el proceso productivo debido a que no se tiene una planificación de producción certera basada en proyecciones y datos reales.

La implementación de un plan de requerimiento de materiales MRP y un plan maestro de producción PMP trae consigo beneficios como la reducción del tiempo de espera para aprovisionamiento de materia prima debido a una mala o nula planificación y mejora en la eficiencia del proceso productivo para poder satisfacer la demanda creciente del consumidor. Un sistema de gestión y control de la producción permite coordinar de manera holística las actividades de cada una de las áreas que conforman la empresa siendo las principales: área de compras, área de producción e inventarios, área de bodega y área de control de calidad. El plan de requerimiento de materiales MRP toma en cuenta la capacidad de planta, las órdenes de adquisición de materia prima y los datos en tiempo real a fin de evitar los tiempos muertos por faltantes de materia prima, la parada de maquinaria y mano de obra para poder tener un eficiente aprovisionamiento y

gestión de recursos. Posteriormente se busca implementar un plan maestro de producción PMP a través de la utilización de un método de pronóstico de demanda para la empresa por medio del cual se busca responder a las preguntas sobre qué producir, cuánto y en qué momento a fin de alcanzar una mayor productividad en la planta de producción.

2. ANTECEDENTES

Un sistema de gestión de la producción al aplicar un PMP tiene como fin aumentar la eficiencia productiva y aprovechar de mejor manera los recursos de la empresa. Para su implementación se debe lograr una comunicación y colaboración entre las diferentes áreas que conforman la empresa. En la universidad de San Carlos se llevó a cabo una investigación con el título de Diseño de un plan maestro de producción para mejorar la eficiencia de maquinaria utilizada en una empresa de fabricación de plástico, enfocada en el análisis cuantitativo y cualitativo de los datos recabados mediante observación y de las variables involucradas en el estudio (Estrada, J. 2020).

Se hace mención de un enfoque basado en procesos y el ciclo de la mejora continua PHVA -Planificar, Hacer, Verificar y Actuar- para progresivamente obtener una mejora en los procesos vigentes de la organización en la investigación presentada a la Universidad de San Carlos de Guatemala sobre el tema de los sistemas enfocados hacia la gestión en ambas vías de producción o de calidad (Fernández, I. 2018).

Los pronósticos se llevan a cabo para correlacionar datos del pasado con expectativa sobre el futuro, estos pueden estar enfocados hacia una planificación eficiente de datos clave como la demanda de una empresa y los procesos relacionados a producción que se verán afectados por ellos. Se puede apreciar dicho enfoque en la investigación basada en pronósticos se realizó en la Universidad Austral de Chile, titulada Diseño de plan maestro de producción para la pesquera Transantartic en ella, se emplearon pronósticos cuantitativos llevados a cabo con un riguroso análisis matemático (Gutiérrez, N. 2014).

La inserción especializada de la metodología MRP trae como consecuencia reducciones del tiempo de organización de los productos, reducción de costes de montajes, cotas de stock, entre otros, como se logra evidenciar en la investigación Diseño e implementación de Plan de requerimientos de materiales para mejorar la fabricación de plantas evaporadoras de aguacola, EMPRESA IFM S.A.C. de la Universidad César Vallejo. “Un plan de requerimiento de materiales incide de forma definitiva en la capacidad de cualquier empresa para poder tener un eficiente aprovisionamiento de recursos” (Jefferson, 2015, p. 2).

Según el análisis de Mayta, desde su investigación Diseño de un sistema de planificación y control de la producción basado en la teoría de restricciones para mejorar la productividad de una empresa de tratamiento de vidrios, menciona la complejidad asociada al proceso de compra y la relevancia de adoptar y ejecutar un sistema MRP, a fin de coordinar el balance entre datos asociados al inventario como los niveles disponibles en la empresa y los pedidos de reabastecimiento debido a que en la industria se trabaja con altos volúmenes de producto. Al pasar las empresas de un sistema manual a un sistema MRP logran ventajas como precios más competitivos, precios de venta más bajos, niveles de inventarios más bajos y respuestas más rápidas a las demandas del mercado.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Planteamiento del problema

La carencia de un sistema eficiente de planificación y control de la producción en una fábrica de pinturas y recubrimientos, actualmente la empresa trabaja con una producción basada en datos y pedidos recabados en tiempo real, situación que vulnera la eficiencia de todo el proceso de producción al no tomar en cuenta las condiciones reales como aumento de la demanda, escasez de materias primas y problemas inesperados en la planta de producción. Para la adquisición de materia prima se trabaja solamente con datos históricos, dichos datos son recabados de las compras inmediatamente anteriores, sin tomar en consideración la variabilidad en la producción y los cambios asociados a los proveedores, estos pronósticos no son analizados mediante ningún modelo matemático. Lo que evidencia una nula o parcial gestión de producción desde la compra de materia prima, el proceso de producción en planta hasta la entrega del producto terminado.

3.2. Contexto y descripción

La empresa Pinturas Segs maneja un proceso de producción basado solamente en datos históricos y pedidos en tiempo real del cliente. Los requerimientos de producto son cargados a una plataforma por los vendedores donde el encargado de bodega coordina la cantidad de producto final requerido según la existencia real del producto en bodega. Estos requerimientos se hacen con una semana de anticipación, a fin de coordinar la producción en tiempo real. El jefe de producción, una vez recibido el requerimiento necesario, planifica el

orden de producción de los productos terminados según exista disponibilidad de materia prima y maquinaria. Situación que compromete la posibilidad de cumplir con la demanda de producto final debido a que muchas veces se reciben requerimientos de productos que deben fabricarse en la misma máquina o el abastecimiento de una materia prima demora más de lo esperado por una mala proyección de requerimiento. El departamento de compras locales e importaciones maneja la gestión de las compras con base a datos históricos del año inmediato anterior, situación con la cual no se toma en cuenta ningún porcentaje de crecimiento de la empresa o aumento en la producción, los pedidos con los proveedores de materias primas se manejan sin tener en cuenta una proyección real y confiable de los productos finales a fabricar y muchas veces la empresa recae en atrasos de recepción de materia prima requerida por no manejar una planificación confiable y dicho sea de paso, un atraso en la producción general de la planta.

3.3. Preguntas de investigación

A continuación, se enlistarán las preguntas de investigación que se plantearon durante la investigación.

- Pregunta central

¿Cómo implementar un sistema de gestión de la producción en una fábrica de pintura y recubrimientos?

- Preguntas auxiliares

¿Cómo satisfacer la demanda de producto desde la etapa de adquisición de materia prima en una empresa en la que fabrican una alta cantidad de productos?

¿Cómo integrar de manera eficiente los datos necesarios para la fabricación de un producto como por ejemplo pronósticos y pedidos de producto final?

¿Qué métodos matemáticos podrían utilizarse para predecir la demanda de productos?

3.4. Delimitación del problema

A continuación, se describirán los aspectos específicos para comprender mejor el alcance de la investigación.

- Delimitación temática

El presente trabajo de graduación tendrá un enfoque cuantitativo para la creación de una base de datos a utilizarse en una planificación de materiales MRP y posterior implementación de un plan maestro de producción PMP.

- Delimitación temporal

El trabajo de graduación inicial con el diseño, determinación de metodología y directrices correspondientes a seguir para llevar a cabo el sistema

de gestión de producción. Se tiene estimado llevar a cabo la etapa experimental en un periodo de 1 año.

- Delimitación espacial

La parte experimental del trabajo de graduación se llevará a cabo en la planta central de una empresa de producción de pinturas y recubrimientos ubicada en Bárcenas Villa Nueva. Igualmente, para el análisis y recopilación de todos los datos necesarios se utilizará el equipo ubicado en el laboratorio de investigación y desarrollo de dicha empresa.

- Delimitación del universo

El proceso de recopilación de los datos a utilizar para la planificación de materiales se llevará a cabo juntamente con el departamento de compras locales e importaciones, se recopilarán datos históricos, así como datos e información de los proveedores. Los datos necesarios se recopilarán juntamente con el departamento de producción específicamente con el jefe de producción, quien tiene la información histórica y proyecciones calculadas. Igualmente, la información necesaria sobre las ordenes de producción y existencia de materiales y producto terminado será trabajada y analizada con el departamento de bodega, así como nuevos requerimientos de producto para apegarse al proceso real.

4. JUSTIFICACIÓN

La planificación de la producción es clave para definir el volumen y el momento de fabricación de los productos, estableciendo así un equilibrio entre la producción y la capacidad de los distintos niveles para la búsqueda de competitividad. Un plan maestro de producción es clave como guía para establecer por anticipado las operaciones y actividades a desarrollarse para determinar oportunamente los requerimientos existentes en los factores de mano de obra, materias primas, maquinaria, equipo para realizar la producción de un bien en función de las cantidades demandadas, los costos y calidad deseados con relación a la capacidad de planta y a las unidades que se desean obtener. Al no contar con programación y control de producción se tiene como consecuencia pérdidas de tiempo o sobrecargas en la planta de producción, así como un incumplimiento de los plazos de entrega establecidos asociados a estos factores.

La gestión de producción se interrelaciona con todos los departamentos involucrados en el proceso de producción desde la compra de materia prima, la recepción de ella, la fabricación, envasado, empaque, almacenamiento y entrega. El departamento que afecta directamente la gestión de la producción es el departamento de compras locales e internacionales, esto debido a que la calidad de los productos se ve asociada a la calidad de las materias primas utilizadas para su fabricación. Se hace evidentemente necesaria la aplicación de un programa de Planificación de requerimientos de materiales MRP, en la industria de recubrimientos la compra de materia prima se realiza a través de empresas que manejan la representación de varias marcas internacionales por lo que las relaciones personales con los vendedores son fundamentales, así como las

proyecciones de compra de materia prima para asegurar el abastecimiento de estas según lo requiera la demanda del mercado.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Implementación de un sistema eficiente de planificación y control de la producción mediante un plan maestro de producción (PMP) y una planificación de materiales (MRP) en una fábrica de pinturas y recubrimientos en Guatemala.

5.2. Específicos

- Asegurar la disponibilidad de todas las materias primas necesarias para satisfacer la demanda de los clientes mediante un programa de Planificación de requerimientos de materiales MRP.
- Establecer un plan maestro de producción PMP a nivel global en el que se consideren cada una de las variables necesarias para la fabricación de productos finales (tiempo de fabricación, tamaño de lote, stock de seguridad).
- Aplicar métodos matemáticos para realizar los pronósticos de ventas a incorporar en el Plan Maestro de producción PMP.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

La principal necesidad que se busca cubrir con la implementación de un sistema de gestión de la producción es, mediante un MRP y PMP controlar de una manera efectiva los procesos productivos de la empresa a lo largo de toda la cadena, iniciando desde el departamento de compras con la evaluación, compra y recepción de materia prima de calidad hasta la correcta planificación y producción en planta, hasta llegar al almacenamiento del producto en bodega con un eficiente uso del espacio disponible. Implementar una correcta gestión de la producción tendrá un efecto positivo en el proceso productivo al mejorar la eficiencia de cada una de las etapas involucradas en la cadena de producción.

Las consecuencias de la carencia de una planificación de materiales se relacionan a la adquisición de materias primas de menor calidad, esto debido a que al no contar con una proyección de consumo se pierde la garantía de abastecimiento que tienen los proveedores de materias primas en Guatemala. Estos proveedores trabajan como representantes de las empresas fabricantes de materias primas para recubrimientos de Alemania, Estados Unidos, China, Brasil, entre otros. Lo que implica que ellos asumen el trabajo de importación y logística, razón por la cual, a falta de disponibilidad inmediata local, trabajan mediante proyecciones de compra con las empresas. Esta situación conlleva a una variabilidad de materias primas debido al cambio de proveedores y fabricantes según disponibilidad de producto en bodega local. Igualmente, la labor de compras se ve comprometida al no tener una estimación real de la cantidad de materia prima necesaria para la producción, actualmente se utilizan proyecciones basadas en datos de producción del año inmediato anterior, sin tomar en cuenta

el crecimiento de la empresa o factores externos como la inflación que podrían influir en la producción. Al momento de aplicar un plan maestro de producción PMP con datos en tiempo real y proyecciones estadísticas, se contaría con una planificación más acertada de la cantidad de producto a producir en planta y por ende una proyección real de la materia prima necesaria para dicho fin. Reduciendo así la variabilidad de las materias primas y el exceso en producción que representaría un uso eficiente también del espacio disponible en bodega y una rotación real del producto. Con la implementación del sistema de gestión de producción se disminuirían los costos innecesarios como la compra de materia prima de más, o se conseguirían mejores precios con los proveedores al trabajar con proyecciones. Igualmente se ahorraría tiempo y energía eléctrica en la planta de producción si se produce acorde a las necesidades reales, se tendría una producción más eficiente. Por último, se aprovecharía mejor el espacio disponible en bodega y se tendría una mayor rotación del producto terminado, evitando así la descomposición de este y la pérdida de la garantía de un año.

Tabla 1.

Fases del proyecto de investigación

No.	Fase	Descripción	Tiempo estimado
01	Revisión documental	Se debe revisar la documentación de referencia para la investigación	20 días
02	Análisis del proceso productivo	Establecimiento de los parámetros del proceso productivo	10 días

Continuación de la tabla 1.

No.	Fase	Descripción	Tiempo estimado
03	Calibración de departamentos	Reunión de coordinación de departamentos de compras, producción y bodega	10 días
04	Verificación inventarios	recolección datos de inventarios, datos de ventas históricos	15 días
05	Determinación demanda	Cálculo de pronósticos: análisis primario	10 días
06	Determinación demanda	Cálculo de pronósticos: análisis secundario	10 días
07	Tamaños de lote	Determinación con producción de los tamaños de lote	5 días
08	Lead time	Establecimiento del tiempo de espera de las materias primas	10 días
09	Plan maestro de producción PMP	Determinación PMP por producto	20 días
10	Lista de materiales BOM	Esquemmatización de la lista de materiales para cada producto	20 días

Continuación de la tabla 1.

No.	Fase	Descripción	Tiempo estimado
11	Recopilación datos para MRP	Proveedores locales e internacionales, tiempo de espera, stock de seguridad	15 días
12	Implementación del plan de gestión producción	Se estructurará el documento escrito para revisión final por gerencia	15 días
13	Desarrollo plan de capacitaciones	Capacitar al personal de cada departamento para la utilización e implementación del PMP y MRP	20 días

Nota. Descripción de las 13 fases del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado en Excel.

Figura 1.

Esquema de solución



Nota. Esquema de solución del proyecto. Elaboración propia, realizado con Canva.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Recubrimientos

Un recubrimiento superficial es una mezcla homogénea de varios componentes: resinas, solventes, pigmentos, cargas y aditivos, que se aplica en estado líquido y debido a procesos químicos pasa a estado sólido formando una película que cubre una superficie cambiando las propiedades físicas de la misma. Existen dos tipos de recubrimientos que son los más comerciales, estos son los recubrimientos látex, para acabados arquitectónicos y los recubrimientos alquídicos, para acabados industriales (Zeissig, J. 2010).

7.2. Organización de la empresa

La dirección ejecutiva ejercida por un gerente general guía todas las divisiones dentro de una empresa, supervisando tanto el desempeño de la organización en su conjunto como la eficacia de la cadena de suministros. Todas las áreas de una empresa son coordinadas por un referente líder, la gerencia general. “Ella está pendiente de la buena marcha de la organización y de la eficiencia en la cadena de suministros” (Flores, 2013, p. 32).

A lo largo de este trabajo de investigación se analizarán las áreas que desempeñan un papel crucial en la cadena del proceso productivo de pinturas y recubrimientos. Estas áreas son compras, que incluye toda la logística de adquisición de materia prima; producción, departamento a cargo de la fabricación del producto y bodega, que se interrelaciona con el control de inventario.

- Departamento de compras

Este departamento desempeña un papel clave debido a que la mayoría de las materias primas utilizadas en la industria de pinturas y recubrimientos son fabricadas fuera de Guatemala y son manejadas por representaciones de un tercero. Dichas empresas manejan la cartera de productos de diferentes fabricantes internacionales, por lo que es clave mantener una relación consistente con los proveedores a fin de garantizar el suministro de las materias primas en el momento necesario.

Una de las principales funciones de este departamento consiste en la construcción de relaciones eficientes con los proveedores e intermediarios de materias primas a fin de establecer negociaciones convenientes a la empresa (Estrada, J. 2020).

Según Méndez, es de suma importancia una gestión adecuada de compras por las siguientes razones:

- Las compras impactan de manera en los costos totales de las empresas. Un ahorro en las compras tiene un efecto multiplicador en el resultado.
- La satisfacción de la demanda se encuentra ligada a la óptima gestión del departamento de adquisición de materia prima. Un trabajo eficiente en esta área implica un aumento de competitividad.
- La calidad de las materias primas adquiridas y el cálculo automático de los recursos necesarios para producir los productos a adquirirse por el consumidor (Méndez, P. 2008).

- Departamento de producción

Área clave para la empresa, encargada del cambio físico de la materia prima recibida hacia un producto final listo para ser adquirido por el cliente, este tiene a su cargo las acciones a realizarse para la obtención de dicho producto terminado como la mezcla, dispersión, llenado y empaquetado. “En el proceso de producción, la fase final e inicial están involucradas las demás áreas de la empresa: compras, almacenamiento y ventas” (Estrada, 2020, p. 5).

Toda la organización debe plantear un objetivo a fin de que el departamento de producción pueda producir con planificación previa.

- Departamento de bodega

El departamento de bodega se encarga del control de todos los productos terminados en almacén. También es el encargado de la recepción de pedidos de producto y posterior coordinación de existencias en almacén a fin de determinar las ordenes de producción. Mediante esta logística las tiendas distribuidoras logran abastecerse para un oportuno despacho del producto al cliente, logrando así un funcionamiento eficiente. Su función se encuentra ligada a la producción de la fábrica, así como las fluctuaciones que puede presentar el inventario en bodega (Gutiérrez, N. 2014).

7.3. Pronósticos

“La formulación de pronósticos es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro” (Mayta, 2017, p. 18).

Los pronósticos son importantes al momento de implementar un PMP, estos proporcionan información sobre lo que se espera que suceda en el futuro en términos de recursos, costos y tiempos. Para así poder estimar los costos de manera más precisa, aspecto fundamental para establecer propuestas realistas y evitar pérdidas financieras innecesarias. Proporcionan una base sólida para los aspectos clave como el tiempo óptimo para producir a fin de evitar paros productivos. Según Chapman, existen varios tipos de pronóstico, según los diferentes propósitos y sistemas. Se pueden clasificar en dos categorías principales fundamentales de pronósticos: cualitativos y cuantitativos

- Pronósticos cualitativos

Son aquellos que se generan a partir de información que no tiene estructura analítica bien definida, específicamente útil cuando no se tiene información histórica, como con un producto nuevo. Los métodos más comunes de pronósticos cualitativos incluyen encuestas de mercado, consenso de panel, valoración informada y analogía de ciclo de vida (Chapman, S. 2006).

- Pronósticos cuantitativos

Existen dos subcategorías que se mencionarán a continuación. El método causal se fundamenta en la relación entre una o más variables independientes (causas) y una variable dependiente (efecto). Este busca identificar y cuantificar cómo ciertos factores influirán en el resultado deseado, por otro lado, los pronósticos de series de tiempo se basan en patrones y tendencias observadas en datos históricos a lo largo del tiempo que pueden ser proyectados hacia el futuro. Al analizar las observaciones pasadas y detectar patrones estacionales, tendencias y comportamientos cíclicos, se pueden construir modelos matemáticos o estadísticos para generar predicciones. La suavización

exponencial simple es un método utilizado para suavizar las fluctuaciones aleatorias en el patrón de demanda. La regresión es una técnica estadística para intentar ajustar una línea a partir de un conjunto de puntos, “mediante el uso del mínimo error cuadrado total entre los puntos reales y los puntos sobre la línea” (Chapman, 2006, p.35).

7.4. Análisis primario

La finalidad de este análisis es diferenciar y catalogar el comportamiento de los requerimientos de productos. Se realiza un análisis gráfico de los datos históricos de los requerimientos de producto de periodos iguales.

7.5. Análisis secundario

La finalidad de este análisis es determinar el modelo matemático que mejor se aplica a la serie de datos históricos según su tendencia, este análisis parte como un análisis cuantitativo de la familia o familias definidas en el análisis primario (Zeissig, J. 2010).

7.6. Plan maestro de producción PMP

El proceso de planificación a largo plazo se materializa en planes anuales (planificación agregada), estos son estimaciones de las capacidades de producción y las demandas esperadas mes a mes. Estos planes agregados se convierten en programas detallados de producción conocidos como Planes Maestros de Producción.

- Definición

Según Salazar, consiste en una planificación estratégica que establece las pautas para la planificación, programación y control de la producción en un lapso que va desde una planificación por días, semanas o meses; “generalmente el plazo debe ser corto para contar con una muestra más exacta y poder pronosticar a futuro” (Salazar, 2017, p.20). Su objetivo consiste en atender la demanda del producto terminado, proporcionando una guía precisa para la producción, así como el procesamiento de órdenes de compra y atención a los pedidos. Consiste en darle respuesta a las preguntas relacionadas al plan de producción como lo son:

- ¿Qué producir?
- ¿Cuánto producir?
- ¿Cuándo producir?

7.7. Plan de requerimiento de materiales MRP

Su propósito es gestionar los niveles de materia prima en existencia, establecer jerarquías operativas para los productos y coordinar capacidad del departamento de producción. Permite determinar los materiales específicos necesarios para producir el producto final, las cantidades necesarias y las fechas en que hay que enviar y recibir los pedidos de estos materiales y fabricarlos dentro del ciclo de producción. “La técnica del MRP permite coordinar de forma holística las actividades de todas las áreas de una empresa, cuya concepción es sistemática y por ende optimiza sus beneficios” (Jefferson, 2015, p.1). Los sistemas MRP reducen el costo de paradas de planta por faltante de materia prima.

Según Jefferson, los principales objetivos consisten en:

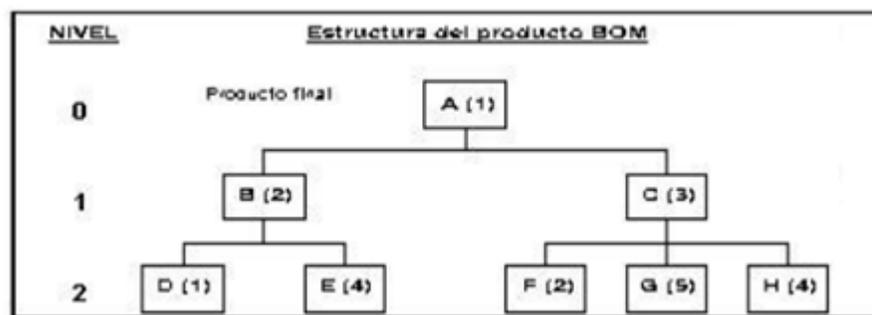
- Minimización de inventarios
- Minimización de periodos de espera para el departamento de producción y entrega del producto terminado
- Estrategia a largo plazo

- Lista de materiales

La lista de materiales BOM se debe identificar previo a instaurar un sistema MRP, ya que esta especifica las materias primas requeridas para la elaboración de un producto final, en este caso las pinturas y recubrimientos. Según Méndez (2008), “es una lista estructurada de todos los componentes, ingredientes y materiales necesarios para manufacturar un producto terminado en particular” (p.7).

Figura 2.

Estructura lista de materiales



Nota. Estructura básica de la lista de materiales BOM. Obtenido de P. Méndez (2008). *Análisis de la cadena de suministro y su integración estratégica mediante la gestión de inventarios de la empresa industrias lácteas, S.A.* (<https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/MAIES15.pdf>), consultado el 15 de septiembre de 2023. De dominio público.

7.8. Sistemas de gestión y control de la producción

Estos son estructuras generales de métodos y pasos llevados a cabo para asegurar que la fábrica implementa las acciones necesarias para lograr sus metas trazadas como empresa. Estos permiten a las empresas controlar las acciones que generan gasto y las que no lo hacen (Fernández, I. 2018).

Dichos sistemas requieren la incorporación de una logística integral que considere los siguientes elementos:

- La eficiente administración de los servicios, la capacidad y los inventarios.
- Los sistemas y procedimientos de control como función en la administración.
- La armonización de la cantidad disponible de producto y la necesidad del mercado sustentada en metas globales.

En resumen, se debe integrar una visión complementaria en el sistema de gestión y control de la producción a fin de que los diferentes departamentos de la empresa trabajen en conjunto para obtener una mayor eficiencia (Méndez, P. 2008).

- Planificación y control de la producción

Según Mayta, permite la recepción de materia prima de calidad conjuntamente a los esfuerzos realizados con los proveedores, el establecimiento de un plan de producción, la regulación óptima del inventario de materia prima y producto final y el manejo de datos necesarios para coordinar la demanda (Mayta, R. 2017).

- Tareas básicas
- Planificación de la capacidad de producción y análisis de disponibilidad de materiales necesarios para el proceso.
- Control de inventarios de materia prima y producto terminado.
- Control y eficiencia de la producción dentro de estándares de tiempo previsto.
- Comunicación efectiva con todos los departamentos de la empresa (Mayta, R. 2017).
- Productividad

La productividad se refiere a la eficiencia con la que se utilizan los recursos disponibles para la producción de producto final. Según Mayta, se pueden implementar las siguientes estrategias para mejorar la productividad:

- Optimizar los procesos de producción para eliminar cuellos de botella, redundancias y actividades innecesarias, a través de un análisis exhaustivo. A fin de poder identificar las áreas de mejora y optimizar los flujos de trabajo.
- Reducir la dependencia de la mano de obra mediante la automatización en la planta de producción.
- Control de inventarios a manera de evitar la escasez o exceso de materiales y por ende una reducción del tiempo de espera.
- Aplicación rigurosa de los estándares de control de calidad en todas las etapas de la cadena de producción. A fin de cumplir con los requisitos y especificaciones establecidos.

El establecimiento de las estrategias anteriores contribuye a la obtención de resultados más eficientes que traerán beneficios directos a la fábrica. “Resulta

fundamental medir la productividad para conocer el desempeño de las operaciones” (Mayta, 2017, p.11).

8. PROPUESTA INDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Recubrimientos

2.2 Estructura de la empresa

2.2.1 Área de compras

2.2.2 Área de producción

2.2.3 Área de bodega

2.3 Pronósticos

2.3.1 Pronósticos cualitativos

2.3.2 Pronósticos cuantitativos

2.4 Análisis primario

2.5 Análisis secundario

2.6 Plan maestro de producción PMP

2.6.1 Definición

2.7 Plan de requerimiento de materiales

2.7.1 Lista de materiales

2.8 Sistemas de gestión y control de la producción

2.8.1 Planificación y control de la producción

2.8.2 Tareas básicas

2.8.3 Productividad

3. METODOLOGÍA

4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

5. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Revisión documental

5.2 Análisis del proceso productivo

5.3 Calibración de departamentos

5.4 Verificación de inventarios

5.5 Determinación de la demanda, parte 1

5.6 Determinación de la demanda, parte 2

5.7 Establecimiento tamaños de lotes y stock de seguridad

5.8 Lead time

5.9 Plan Maestro de Producción PMP

5.10 Lista de materiales BOM

5.11 Recopilación de datos MRP

5.12 Implementación del plan de gestión de la producción

5.13 Plan de capacitaciones

6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Características del estudio

A continuación, se presentan los aspectos relevantes relacionados con la investigación para comprender bajo qué condiciones se realizó la investigación.

- **Enfoque**

El enfoque de la investigación es cualitativo debido a que se tomarán datos históricos relacionados al mercado, demanda, inventarios y variables de la cadena de suministro. Este enfoque es más flexible y se adapta mejor a los datos que han sido generados por la empresa hasta la actualidad.

- **Alcance**

El alcance de la investigación abordará el desarrollo e implementación de un plan maestro de producción que permitirá mejorar la eficiencia de la producción, reducir costos, optimizar la gestión de inventarios y satisfacer la demanda de manera más eficaz. También se logrará la creación de un listado de materiales que correlacionará cada una de las materias primas necesarias para la fabricación de cada producto, esto es fundamental para la planificación de compras.

- Diseño

El diseño de investigación es no experimental, debido a que no será necesario el uso de laboratorios o pruebas experimentales para determinar la información necesaria que será utilizada en el proyecto planteado.

9.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis será el proceso productivo de la fábrica de pinturas y recubrimientos, con todas las características involucradas hasta la obtención del producto final.

9.3. Variables

En la siguiente tabla se describen las variables con sus indicadores.

Tabla 2.

Variables del estudio

Nombre de la variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicadores
Demanda del mercado	Unidades fabricadas y vendidas en un tiempo establecido	Cantidad de unidades producidos en la planta producción	de Pronósticos de ventas de Unidades vendidas de Tendencias de la demanda

Continuación de la tabla 2

Nombre de la variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicadores
Demanda del mercado	Unidades fabricadas y vendidas en un tiempo establecido	Cantidad de unidades producidas en la planta de producción	Pronósticos de ventas Unidades vendidas Tendencias de la demanda
Tamaño de lote óptimo	Cantidad óptima de materia prima que se debe comprar en un momento dado	Cantidad de materia prima necesaria para evitar desabastecimientos y exceso de existencias.	Cantidad económica a ordenar (EOQ)
Requerimiento de materias primas	Cantidad de componentes, ingredientes y materiales requeridos para hacer un producto	Necesidades de materia prima que debe comprarse, de conformidad con la forma predefinida de fabricación del producto	Disponibilidad Tiempo de espera Stock de seguridad Plazos de entrega
Cumplimiento de la demanda	Disponibilidad del nivel de suministro correcto para satisfacer las necesidades de los clientes	Pedidos de los clientes que entregan a tiempo según lo programado en el PMP	KPI de nivel de cumplimiento o de pedidos Índice de satisfacción del cliente

Nota. Descripción de las variables de estudio del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizada en Excel.

9.4. Fases del estudio

A continuación, se describen las fases en las que se divide el desarrollo de la investigación:

- Fase 1: Revisión documental

Consiste en la revisión de toda la documentación relacionada a la gestión y control de la producción a través del uso de un plan maestro de producción PMP y una lista de materiales MRP, así como la información relacionada al cálculo de pronósticos para producción. Referencia de trabajos de investigación recientes sobre la planificación estratégica de la producción.

- Fase 2: Análisis del proceso productivo

Esta fase consiste en examinar y evaluar detalladamente todas las actividades y elementos involucrados en la fabricación de los productos terminados de la fábrica de recubrimientos, desde la maquinaria, el personal necesario, la manera de utilizar las materias primas, entre otros elementos. El objetivo principal es comprender por completo cómo funciona el proceso actual y tomar decisiones sobre la implementación del sistema de gestión de la producción a través de la identificación de las áreas de mejora en la planta de producción. Se deben establecer los flujos de trabajo involucrados para poder visualizar y comprender como se realiza el proceso en la práctica.

Se realizará una evaluación exhaustiva de los procesos de producción actuales. Esto incluye la revisión de flujos de trabajo, procedimientos de operación, gestión de inventarios, control de calidad y sistemas de programación de la producción.

- Fase 3: Calibración de departamentos

Durante esta fase se realizarán reuniones con los encargados de cada uno de los departamentos involucrados en la investigación, estos son los siguientes: departamento de compras, departamento de investigación y desarrollo, departamento de producción, departamento de inventarios y bodega. En dichas reuniones se establecerán los datos críticos requeridos de cada departamento, los objetivos comunes del proyecto, así como las acciones a tomar en cada área para lograr una gestión de la producción de manera holística. También es importante identificar posibles conflictos o cuellos de botella debido a la falta de coordinación entre departamentos a fin de establecer una posible solución a estos. Se establecerán los objetivos que se pretende alcanzar en cada departamento y se discutirá el plan estratégico para alcanzarlos.

- Fase 4: Verificación de inventarios

La fase de verificación de inventarios es crucial para garantizar que los datos relacionados con los niveles de inventario sean precisos, en esta fase se llevará a cabo una revisión exhaustiva de los registros de inventario existentes y se clasificarán los productos en función de su importancia y demanda, en productos de alta y baja rotación con el fin de priorizar la gestión del inventario y obtener los datos principales a incluir en el plan maestro de producción. Se ajustarán las políticas de inventario de la empresa como los inventarios de seguridad deseados.

- Fase 5: Determinación de la demanda parte 1

Esta fase implica identificar y prever cuántos productos se necesitarán en un periodo de tiempo específico. Esto es esencial para planificar la producción, gestionar eficazmente los recursos y mantener niveles de inventario adecuados.

Se recopilarán los datos históricos de ventas y de demanda de productos, los registros de las ventas pasadas, pedidos de clientes, datos de facturación y la información relevante que refleje patrones de demanda pasados. Posteriormente se hará un ordenamiento de esta serie de datos del más antiguo al más reciente. Se realizará el análisis primario con el fin de diferenciar y catalogar el comportamiento de los requerimientos de producto. En esta fase se grafican los datos obtenidos para poder identificar a que familias de curvas pertenece la gráfica obtenida de la serie de datos históricos.

- Fase 6: Determinación de la demanda parte 2

Se realizará el análisis secundario y se utilizarán métodos de pronóstico cuantitativos, el análisis de series temporales con ajuste de curvas mediante un modelo matemático para generar pronósticos numéricos de la demanda futura. Se buscará definir el modelo matemático que mejor se aplique a la serie de datos históricos según la tendencia que presenta. Se partirá del análisis cuantitativo de las familias definidas en el análisis primario y continua con un procedimiento de evaluación. El modelo matemático que brinde el menor error acumulado es el que mejor se asemeja a la tendencia real del producto, este método matemático será con el cual se proceda a realizar la definición del pronóstico final.

- Fase 7: Establecimiento de tamaños de lotes y stock de seguridad

En esta fase se debe definir la cantidad de unidades de un producto que se producirá en cada ciclo de producción, esta cantidad dependerá de los pronósticos de ventas determinados en la fase anterior. Se analizará la capacidad de producción, la cantidad máxima de unidades que se pueden producir en un ciclo de producción. Para establecer el stock de seguridad se decidirá el nivel de

servicio que se desee proporcionar a los clientes para asegurar el cumplimiento de la demanda.

- Fase 8: *Lead time*

En esta fase se tomarán como referencia los pronósticos para conocer la cantidad de productos que los clientes podrían solicitar en un periodo específico, a fin de identificar las materias primas necesarias para la fabricación de dichos productos y el tiempo de espera que tardan en ingresar dichas materias primas desde el momento en que se coloca la orden hasta que se reciben en producción.

- Fase 9: Plan maestro de producción PMP

Esta fase se llevará a cabo utilizando los datos de pronósticos, inventario inicial y pedidos de clientes como punto de partida para definir la cantidad óptima de producción para cumplir la demanda del mercado. Los datos de pronósticos serán utilizados para prever la demanda futura de los productos y crear una idea sobre la cantidad que se espera vender en un periodo específico a definirse. El inventario inicial se revisará para conocer la cantidad de productos en existencia en un periodo específico. Se analizarán los pedidos de los clientes para comprender cuántos productos se han solicitado y cuáles son las fechas de entrega previstas. Se establecerá el periodo en el que se desea cumplir con los objetivos de producción establecidos.

Finalmente, se asegurará que los niveles de inventario se encuentren de acuerdo con las proyecciones de producción y ventas para evitar excesos o insuficiencias.

- Fase 10: Lista de materiales BOM

Creación de la lista de materiales, donde se enumerarán todos los componentes, partes y materia prima necesaria para la fabricación de los productos. Primero se identificarán los productos para los cuales se desea crear la BOM, se establecerán sus características, variantes y componentes. Se organizarán dichas materias primas en una estructura jerárquica y se especificará la cantidad necesaria para fabricar el producto final, estas estructuras serán presentadas en esquemas donde se relacionarán los componentes del producto.

- Fase 11: Recopilación de datos para MRP

En esta fase se reunirán datos precisos y actualizados sobre las materias primas necesarias, proveedores, demanda de clientes, tiempos de entrega y se definirán las cantidades mínimas y máximas de inventario que se debe mantener para asegurar el cumplimiento de los pedidos.

En esta fase quedarán establecidas las materias primas específicas que se necesitan para producir los artículos finales, las cantidades necesarias y las fechas en las que se deberá enviar y recibir los pedidos de esos materiales para poder fabricarlos dentro del ciclo de producción.

- Fase 12: Implementación del plan de gestión de la producción

El proceso de planificación de largo plazo se materializará en un plan anual, una estimación de las capacidades de producción y las demandas esperadas mes a mes. En esta fase se implementará el Plan Maestro de Producción y el Plan de Requerimiento de Materiales. Se comunicará la información pertinente a todos los departamentos involucrados, incluyendo

producción, calidad y compras. Se considerará el volumen y el momento de fabricación de los productos, estableciendo un equilibrio entre la producción y la capacidad a los distintos niveles, en busca de la competitividad deseada. Se tomarán en cuenta los datos determinados en función de las cantidades demandadas, los costos y calidad deseados con relación a la capacidad de planta y a las unidades que se deseen obtener. A fin de satisfacer, al más bajo costo posible, las previsiones de demanda de un periodo dado, tomando en cuenta las restricciones internas (mano de obra, tamaño de lote, almacenamiento, nivel de servicio) y externas (situación socioeconómica y de competencia) las cuales condicionan las variaciones de la demanda.

- Fase 13: Plan de capacitaciones

En esta última fase se realizarán capacitaciones para que el personal encargado de cada departamento pueda entender y aplicar el Plan Maestro de Producción y la Planificación de materiales según necesidad de su departamento. Se implementará un proceso de revisión periódica para tener un ajuste y actualización continuos a medida que cambian las condiciones del mercado, la demanda de los clientes y la capacidad de producción. Se realizarán auditorías periódicas para asegurar que los procedimientos de gestión de la producción se cumplan y estén alineados a los estándares de calidad de la empresa.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

10.1. Pronósticos

Se llevará a cabo un análisis y esquematización del proceso productivo actual donde se incluyan cada una de las fases involucradas y las materias primas involucradas. Se revisará la documentación existente y se obtendrán los datos históricos de ventas y compras de materia prima. Se determinará la demanda a través de los datos históricos de ventas, pedidos de clientes, datos de facturación y la información relevante que refleje patrones de demanda pasados, esto es ideal para gestionar los recursos y mantener niveles de inventario adecuados. Se hará un ordenamiento de esta serie de datos del más antiguo al más reciente.

- Análisis primario

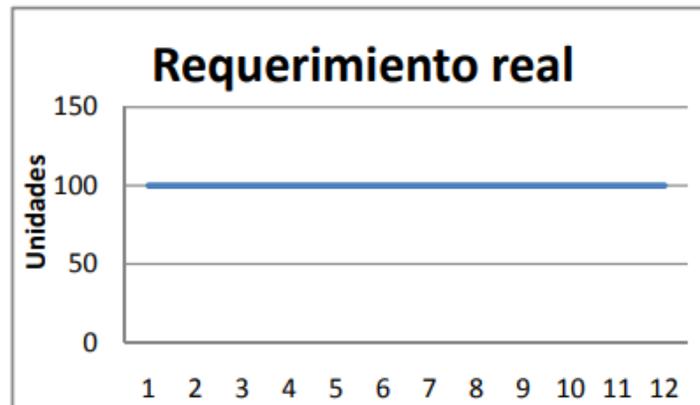
En esta fase se grafican los datos obtenidos para poder identificar a que familias de curvas pertenece la gráfica obtenida de la serie de datos históricos. Al graficar los datos se podrá identificar a que familia de curvas pertenece la gráfica obtenida mediante una comparación visual. Una familia de curvas es un modelo de curva que obedece a cierto patrón específico, estas son:

- Familia de curvas estables

Aquellas en las que los requerimientos de producto no varían a través del tiempo. Esto significa que los requerimientos se mantienen estables. La representación gráfica de esta familia es la siguiente:

Figura 3.

Familia de curvas estables



Nota. Gráfico de familia de curvas estables. Obtenido de J. Zeissig (2010). *Modelo de pronóstico y planificación de la producción de la línea de alto movimiento de fábrica de recubrimientos superficiales.* (http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2193_IN.pdf), consultado el 19 de octubre del 2023. De dominio público.

- Familia de curvas ascendentes

Aquellas en las que se presenta un comportamiento creciente o decreciente del requerimiento real a través del tiempo. La representación gráfica de esta familia es la siguiente:

Figura 4.

Familia de curvas ascendentes



Nota. Gráfico de familia de curvas ascendentes. Obtenido de J. Zeissig (2010). *Modelo de pronóstico y planificación de la producción de la línea de alto movimiento de fábrica de recubrimientos superficiales.* (http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2193_IN.pdf), consultado el 20 de septiembre del 2023. De dominio público.

- Familia de curvas cíclicas

Son aquellas que siguen patrones repetitivos en los datos a lo largo del tiempo, esto significa que un conjunto de valores similares se repite en intervalos regulares. Estas curvas tienden a tener una amplitud variable. Por ejemplo, el requerimiento de febrero en un año es similar al requerimiento de enero del siguiente año y así sucesivamente, los periodos pueden ser semanas, meses, años, entre otros. La representación gráfica de esta familia es la siguiente:

Figura 5.

Familia de curvas cíclicas



Nota. Gráfico de familia de curvas cíclicas. Obtenido de J. Zeissig (2010). *Modelo de pronóstico y planificación de la producción de la línea de alto movimiento de fábrica de recubrimientos superficiales*(http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2193_IN.pdf), consultado el 20 de septiembre de 2023. De dominio público.

- Familia de curvas combinadas

Son aquellas curvas en las que los datos experimentan un crecimiento de manera estacional a través del tiempo, pero a la vez experimentan un crecimiento con respecto al período anterior. La representación gráfica es la siguiente:

Figura 6.

Familia de curvas combinadas



Nota. Gráfico de familia de curvas combinadas. Obtenido de J. Zeissig (2010). *Modelo de pronóstico y planificación de la producción de la línea de alto movimiento de fábrica de recubrimientos superficiales*(http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2193_IN.pdf), consultado el día 20 de septiembre de 2023. De dominio público.

- Análisis de las curvas

Acorde a lo mencionado anteriormente, se debe hacer una comparación visual entre el comportamiento gráfico de los datos históricos y las curvas presentadas. Se identifica la familia que mejor se ajusta a la tendencia de la gráfica.

- Análisis secundario

Posteriormente se realizará el análisis secundario, este consiste en determinar el modelo matemático que mejor se aplique a la serie de datos históricos según las curvas que se determinaron en el análisis primario. Se podrá determinar el mejor método matemático al realizar un análisis de error, este se

obtiene al realizar una diferencia entre el dato histórico y el dato pronosticado respectivo. Luego, se obtendrá el error acumulado que es la suma absoluta de los errores de los periodos analizados. El modelo matemático que presente el menor error acumulado será el que mejor se asemeja a la tendencia real de la serie de datos. Con este modelo matemático se podrá a realizar el pronóstico de la demanda en los próximos meses.

10.2. Plan maestro de producción PMP

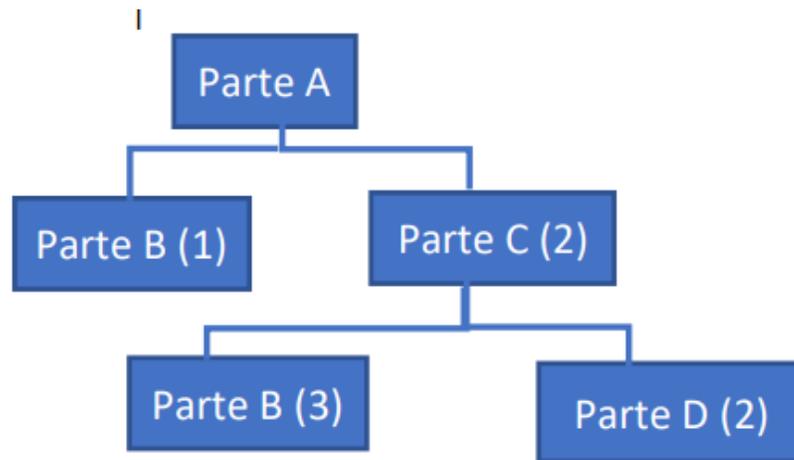
En esta fase se diseñará el plan maestro de producción, se llevará a cabo una revisión exhaustiva de los registros de inventario existentes para establecer el inventario inicial, se agregarán los pronósticos de ventas, se analizarán los pedidos de los clientes para comprender cuántos productos se han solicitado y cuáles son las fechas de entrega previstas. Por último, se determinará la cantidad a producir tomando en cuenta la capacidad de producción, por último, se registrará cual será el inventario final. El propósito del plan maestro de producción es satisfacer la demanda de cada uno de los productos, indicar de manera clara cuando programar los productos a fabricarse, las órdenes de compra o pedidos que llegan y después de terminada su fabricación, programar la salida del producto.

10.3. Manejo de materias primas (compras) MRP

Se implementará el plan de requerimiento de materiales, para esto se tomará como referencia la lista de materiales para conocer la cantidad de materia prima requerida para el proceso. Se esquematizarán los datos de la lista de materiales colocando en orden jerárquico las materias primas a utilizar para la producción de las pinturas y recubrimientos. La información se presentará de manera gráfica para facilitar los cálculos posteriores:

Figura 7.

Esquema del MRP



Nota. Esquema que muestra las materias primas implicadas en la fabricación de un producto. Elaboración propia, realizado en Excel.

Después de identificar las materias primas necesarias para la fabricación de dichos productos, se debe establecer el tiempo de espera que tardan en ingresar dichas materias primas desde el momento en que se coloca la orden hasta que se reciben en producción, así como la disponibilidad de las materias primas en el momento de realizar la planificación.

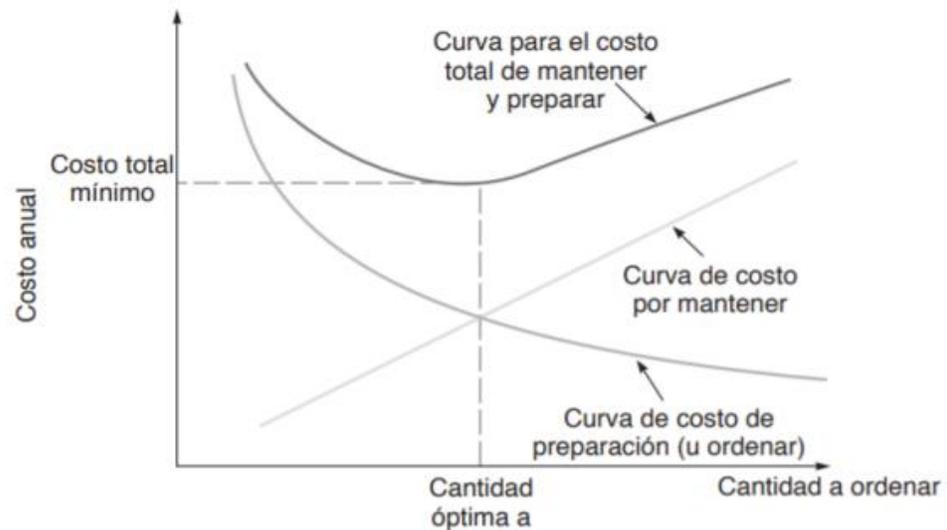
- Lote económico de compra

Con base a esta información se aplicará el método de lote económico de compra (EOQ) y a fin de minimizar los costos totales, se tomará en cuenta el tamaño mínimo de lote que se debe producir. Para este método se deben estimar los costos de mantener, costos de ordenar y costos de comprar.

Se realizará un análisis gráfico que corresponde a la relación costo total-minimización de costos:

Figura 8.

Gráfica del lote económico de compra



Nota. Gráfico que muestra el lote económico de compra y los diferentes costos asociados. Obtenido de J. Zeissig (2010). *Modelo de pronóstico y planificación de la producción de la línea de alto movimiento de fábrica de recubrimientos superficiales*, (http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2193_IN.pdf), consultado el 21 de septiembre de 2023. De dominio público.

- *Stock* de seguridad

Determinación del nivel de inventario que se utiliza para cubrir las diferencia en el tiempo en las entregas de los materiales por parte de los proveedores. Se ajustarán las políticas de inventario de la empresa para establecer el nivel de confianza que se le quiere brindar al cliente.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Factibilidad técnica y financiera: debe analizarse si se cuenta con los recursos necesarios para el estudio, incluyendo recursos humanos, financieros, tecnológicos, acceso a información, permisos, equipo, infraestructura, entre otros. Cuantificar inversiones y especificar fuente de procedencia.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Chapman, S. (2006). *Planificación y Control de la Producción*. Pearson.
[https://www.academia.edu/45122635/PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION Stephen N Chapman](https://www.academia.edu/45122635/PLANIFICACION_Y_CONTROL_DE_LA_PRODUCCION_Stephen_N_Chapman).
- Estrada, J. (2020). *Diseño de un plan maestro de producción para mejorar la eficiencia de maquinaria utilizada en una empresa de fabricación de plástico*. [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7269/Tesis257.pdf?sequence=3>.
- Fernández, I. (2018). *Diagnóstico y propuesta: plan para la implementación del sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015, en el proceso de producción de shampoo en una industria de cosméticos*. [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/MAGEC163.pdf>.
- Flores, M. (2013). *Propuesta de implementación de un MRP II para una planta de confecciones textiles*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5025>

Gutiérrez, N. (2014). *Diseño de plan maestro de producción para la pesquera Transantártica*. [Tesis de maestría, Universidad Austral de Chile]. Archivo digital.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bpmfcig984d/doc/bpmfcig984d.pdf>.

Jefferson, V. (2015). *Diseño e implementación de Plan de Requerimientos de Materiales para mejorar la productividad en la fabricación de plantas evaporadoras de agua de cola, empresa IFM S.A.C.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44462/Vega_GJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mayta, R. (2017). *Diseño de un sistema de planificación y control de la producción basado en la teoría de restricciones, para mejorar la productividad de la empresa de tratamiento de vidrios*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Archivo digital.
<https://core.ac.uk/download/pdf/323345312.pdf>.

Méndez, P. (2008). *Análisis de la cadena de suministro y su integración estratégica mediante la gestión de inventarios de la empresa industrias lácteas, S.A.* [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/MAIES15.pdf>.

Salazar, C. (2017). *Implementación del plan maestro de producción para la reducción de costos de la planta de derivados lácteos D'putusk en Ayacucho*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/1410/Camuss_SCM-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y

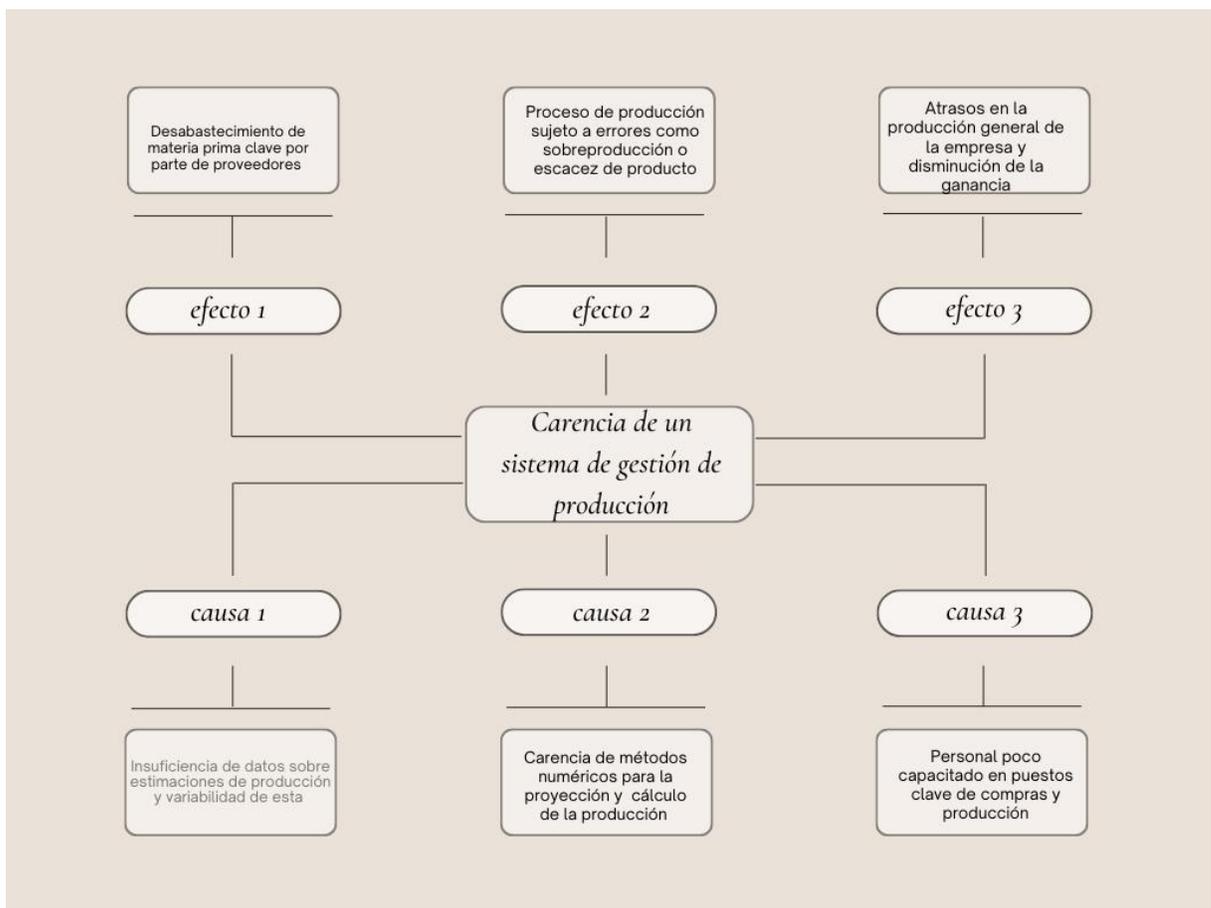
Zeissig, J. (2010). *Modelo de pronóstico y planificación de la producción de la línea de alto movimiento de fábrica de recubrimientos superficiales*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2193_IN.pdf

APÉNDICES

A continuación, se presentan los apéndices utilizados en la investigación como lo es el árbol de problemas y la matriz de coherencia.

Apéndice 1

Árbol de problemas



Nota. Árbol de problemas sobre el trabajo de investigación. Elaboración propia, realizado con Canva.

Apéndice 2

Matriz de coherencia

Preguntas de investigación	Objetivos	Variables	Indicadores
¿Cómo implementar un sistema de gestión de la producción en una fábrica de pintura y recubrimientos?	Implementación de un sistema eficiente de planificación y control de la producción mediante un PMP y una MRP en una fábrica de pinturas y recubrimientos	*Aumento de producción *Satisfacción del cliente *Eficiencia de producción	*Unidades producidas *Porcentaje de reclamos
¿Cómo satisfacer la demanda de producto desde la etapa de adquisición de materia prima en una empresa en la que fabrican una alta cantidad de productos?	Asegurar la disponibilidad de todas las materias primas necesarias para satisfacer la demanda de los clientes mediante un programa de Planificación de requerimiento de materiales MRP	*Eficiente adquisición de materia prima *Suministro de materias primas	*Tiempo de espera para adquisición de materia prima *Cambio de proveedores o de materia prima
¿Cómo integrar de manera eficiente los datos necesarios para la fabricación de un producto como por ejemplo pronósticos y pedidos de producto final?	Establecer un plan maestro de producción PMP a nivel global en términos generales para la fabricación de productos finales	*Pronósticos de fabricación *Rapidez de fabricación *tamaño de lote	*Método acumulativo, modelo <u>Naive</u> , Suavización exponencial *Tiempo de fabricación *Muestreo lotes
¿Qué métodos estadísticos podrían utilizarse para evaluar la eficiencia del sistema de gestión de la producción aplicado?	Aplicar métodos estadísticos para evaluar la eficiencia del sistema de gestión y control de la producción aplicado en tiempo real	*Eficiencia del sistema de gestión y control de la producción *Análisis de tendencias	*Control estadístico de procesos *Regresión lineal *Análisis de correlación *Series de tiempo

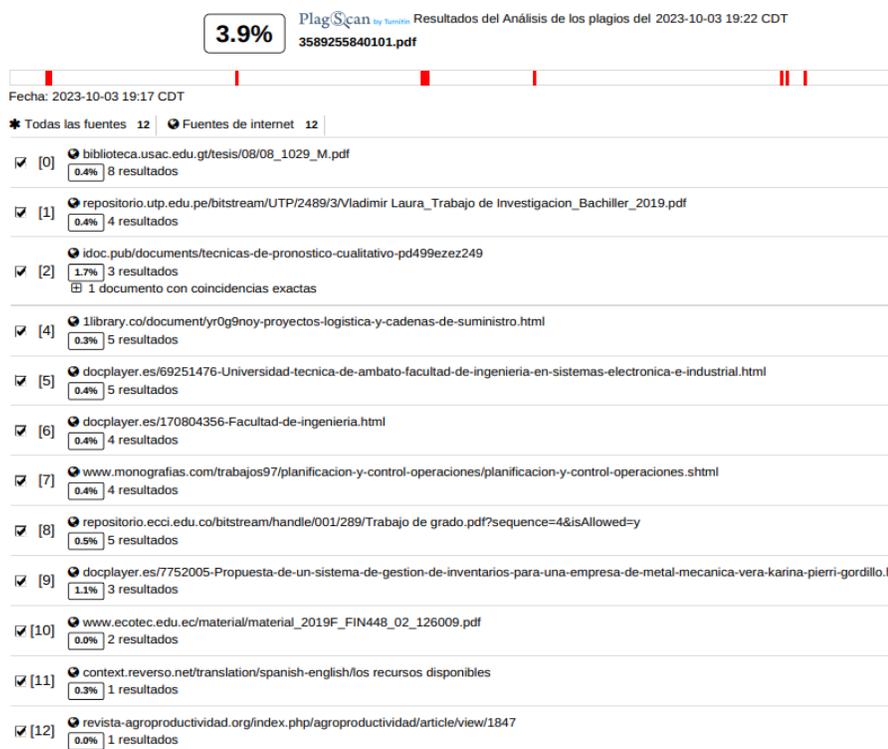
Nota. Matriz de coherencia sobre el trabajo de investigación. Elaboración propia, realizado en Excel.

ANEXOS

A continuación, se presentan los anexos que forman parte de la investigación.

Anexo 1.

Análisis de plagio



Nota. Análisis de plagio. Obtenido de Escuela de Estudios de Postgrado (2023). *Resultados de análisis de plagio.* (<https://www.plagscan.com/doc?155571543&sharekey=d7eYgNgQ9a1P9cb0oIq>, consultado el 3 de octubre del 2023. De dominio público.

Anexo 2

Carta de aceptación de asesoría

Guatemala 24 de agosto de 2023

Ingeniera
Anabela Córdova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Presente

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para comunicarle mi aceptación como asesora de Tesis del proyecto de investigación titulado: **Diseño de investigación para la implementación de un sistema de gestión y control de la producción mediante planificación de requerimiento de materiales (MRP) y un plan maestro de producción (PMP) en una fábrica de recubrimientos ubicada en villa nueva**, que presenta la estudiante Lucia Magaly Tolico Garcia para optar al título profesional de ingeniera química.

Atentamente,


Firma de la asesora
Ingeniera Dinna Lissette Estrada Moreira

Ingeniera Química
Dinna Lissette Estrada Moreira
Colegiado 666

Nota. Carta de aceptación. Obtenido de D. Estrada (2023). *Carta de aceptación de asesoría.*

Anexo 3

Constancia de colegiado activo del asesor

Verificador: 31542fb9cda215627 CIQ NO. #15627



**EL INFRASCrito SECRETARIO DE LA JUNTA DIRECTIVA DEL
COLEGIO DE INGENIEROS QUÍMICOS DE GUATEMALA**

CERTIFICA

Que según consta en los registros de los Profesionales Colegiados, aparece inscrito el (la)

INGENIERA QUIMICA

DINNA LISSETTE ESTRADA MOREIRA

Número de colegiado: 666 y goza de los derechos y obligaciones que la Ley de Colegiación Profesional Obligatoria confiere a los miembros activos de este Colegio. Colegiado(a) el: 21/02/1997.

Se encuentra en calidad de colegiado activo hasta: 31/12/2023

Para los usos legales que al interesado convenga, se extiende la presente certificación, en la ciudad de Guatemala, el 4 de agosto de 2023

Destinatario:


Ing. Gerson Joel Ortega Morales/ Secretario JD


DINNA LISSETTE ESTRADA MOREIRA

Ingeniera Química
Dinna Lissette Estrada Moreira
Colegiado 666

Esta Certificación puede ser verificada una sola vez.

Hora de Generación: 4/08/2023
Elaborado Por: V
31542fb9cda2889486a94fb8d8f72f98

Firmado electrónicamente por:
GERSON JOEL ORTEGA
MORALES
o: COLEGIO DE INGENIEROS
QUÍMICOS, su: JUNTA
DIRECTIVA, su: 2389 23339
0207
Motivo: Autorización,
Autorización
Fecha: 4/08/2023
Lugar: Guatemala, Guatemala

0 Calle 15-46, Colonia El Maestro, Zona 15, Guatemala, C.A. (01015)
PBX: (502) 2369-3691
secretaria@ciq.org.gt
www.ciq.org.gt



Nota. Constancia del asesor. Obtenido de D. Estrada (2023). Constancia de colegiado activo.

Anexo 4

Hoja de vida del asesor



DINNA ESTRADA

INGENIERA QUÍMICA E INDUSTRIAL

PERFIL PERSONAL

Soy ingeniera química e industrial con postgrado en comercio internacional y maestrías en ciencia, así mismo auditor certificado de las normas ISO 9001:2015, 45001:2018 y 14001:2018. Mi objetivo principal es el mejoramiento continuo y que mis conocimientos en la ciencia aplicada pueda interrelacionarlos con la economía y desarrollo para lograr mejoras sustentables y sostenibles e incorporarme a una institución en la que el desarrollo, innovación e investigación estén muy bien soportados.

ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN

Formulación y fabricación de productos farmacéuticos <, agroquímicos y de alimentos.
Investigación, innovación y desarrollo de productos nuevos
Manejo, selección y capacitación de personal
Optimización
Metodología ágil
Optimización de proyectos de inversión

INFORMACIÓN DE CONTACTO

Dirección: 16 avenida A 1-10, sector B1, San Cristóbal 1, zona 8 de Mixco
Correo electrónico: dinna.estrada@gmail.com
Celular: 5526-3992
LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/dinna-estrada-12a60748>

HABILIDADES

- ERP
- SAP bussines one
- Conocimientos avanzados en Microsoft office
- Access
- Teams
- Visio
- Project Managment
- SAE-SAP
- Manejo de redes sociales
- Plataforma Zoom y BlueJeans
- Conocimiento de idioma inglés fluido

PUBLICACIONES

- "Producción de energía eléctrica a partir de las

EXPERIENCIA LABORAL

GERENTE GENERAL

Inversiones Estrada | Mayo 2020 - a la fecha

- Dirigir todas actividades de la empresa.
- Realizar asesorías
- Administración de capital para proyectos de desarrollo
- Planificar, organizar y supervisar las distintas empresas a las que se asesore.
- Administración financiera.

CATEDRÁTICA UNIVERSITARIA

Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química (Licenciatura)
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (Maestrías)
Enero 2007 a la fecha

Universidad Mariano Gálvez
Escuela de Estudios de Postgrado de Ingeniería
Enero de 2007 - actualidad

GERENTE DE PLANTA

Laboratorios Trinomed | Junio de 2018 - Marzo de 2020/ Mayo de 2001 - Abril de 2006

- Planificar, organizar y supervisar planta de producción de betalactámicos y no betalactámicos.
- Encargada de mantenimiento.
- Coordinación de programa de buenas prácticas de manufactura.
- Administración financiera, segmentación de mercados y logística.

JEFE DE VINCULACIÓN SECTORIAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología - SENACYT - | Febrero de 2011 - Junio de 2018

- Planificar, supervisar y coordinar el desarrollo de proyectos de investigación.
- Vincular el sector académico, gobierno e industria para la elaboración de proyectos.

GERENTE DE PLANTA

Laboratorios Vizcaíno | Julio de 2008 - Octubre de 2010

- Organizar y supervisar planta de fabricación, mantenimiento, control de calidad y logística.

COORDINADORA DE LOS PROGRAMAS UNIVERSITARIOS DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS Y ENERGÍA

Dirección general de investigación | Abril de 2007 - Julio de 2008

- Presidir las comisiones.
- Coordinar y representar a los programas a nivel nacional e interinstitucional.
- Dar seguimiento a la ejecución de proyectos multidisciplinarios.

GERENTE DE COMERCIALIZACIÓN Y OPERACIONES

ROESSA | Enero de 2002 - Julio de 2007

- Fabricación y comercialización de productos agroquímicos.

ASESOR TÉCNICO ADMINISTRATIVO

Soluciones alternativas S.A. | Julio de 1999 - Mayo de 2001

- Brindar asesoría técnico-administrativa a la pequeña y mediana empresa en general.

INGENIERA INDUSTRIAL

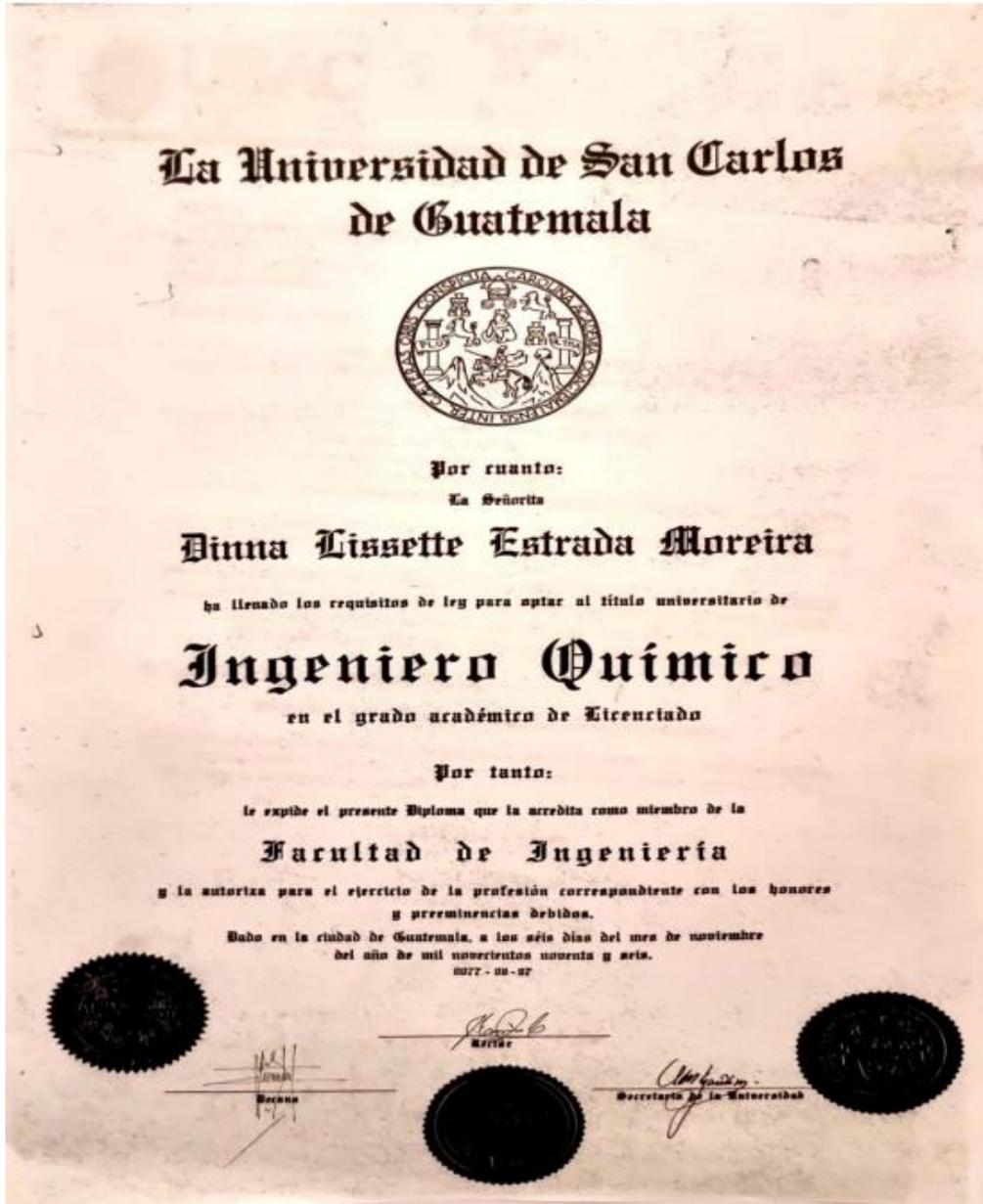
Abbott Laboratorios S.A. | Febrero de 1996 - Junio de 1999

- Control de la producción, tiempos y movimientos, productividad, y eficiencia.
- Elaboración de estándares de operación (Manufactura y acabado)
- Requerimiento de capital para proyectos de desarrollo.

Nota. Hoja de vida del asesor. Obtenido de D. Estrada (2023). Hoja de vida.

Anexo 5

Título de pregrado del asesor



Nota. Título de pregrado del asesor. Obtenido de D. Estrada (2023). Titulo Pregrado.

Anexo 6

Título de maestría del asesor

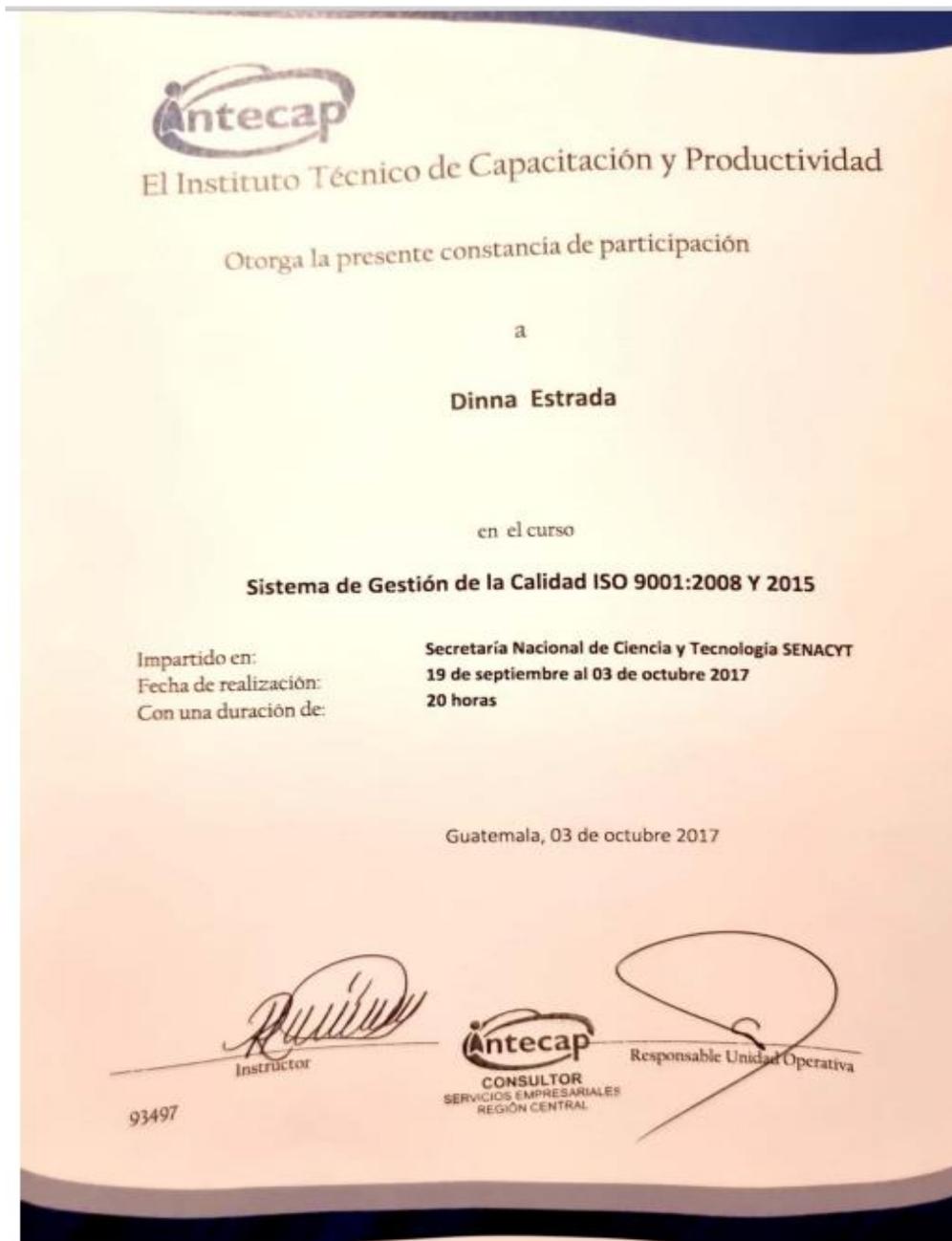


impulsado por CamScanner

Nota. Título de maestría del asesor. Obtenido de D. Estrada (2023). Título de maestría.

Anexo 7

Diploma de Sistema de Gestión de la Calidad del asesor



Nota. Diploma de Gestión de la Calidad del asesor. Obtenido de D. Estrada (2023). *Diploma de Gestión de Calidad.*

