



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

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA INDUSTRIA PAPELERA

EDDY ROBERTO ALVARADO ORELLANA

Asesorado por Inga. Flor de Mayo González Miranda

Guatemala, febrero de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE
INVENTARIOS EN UNA INDUSTRIA PAPELERA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDDY ROBERTO ALVARADO ORELLANA

ASESORADO POR INGA. FLOR DE MAYO GONZÁLEZ MIRANDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento de 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 UN SISTEMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA INDUSTRIA PAPELERA

Tema asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 16 de noviembre de 2009.



Eddy Roberto Alvarado Orellana

Guatemala, 21 de Septiembre de 2010

Ingeniero:

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Guatemala

Respetable ingeniero:

Por medio de la presente le informo que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante: Eddy Roberto Alvarado Orellana con carne 2006 11138 de la carrera de Ingeniería Industrial, cuyo título es:

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA INDUSTRIA PAPELERA

Considero que el trabajo presentado por el estudiante ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo las recomendaciones de asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito tramite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted.



Flor de Mayo González Miranda

Colegiado # 6070

Asesora





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE INVENTARIO EN UNA INDUSTRIA PAPELERA**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Roberto Alvarado Orellana**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2010.

/mgp



REF.DIR.EMI.023.011

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 titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA INDUSTRIA PAPELERA**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Roberto Alvarado Orellana**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2011.

/mgp



DTG. 053.2011.

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 UN SISTEMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA INDUSTRIA PAPELERA**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Roberto Alvarado Orellana**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 18 de febrero de 2011.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por otorgarme la vida, por estar a mi lado en todo momento y brindarme la sabiduría para permitirme realizar mi sueño de culminar mis estudios universitarios.

MI PADRES

Antonio y Priscila por cuidarme con cariño y amor, por sus valiosos consejos, por estar conmigo en todo momento y educarme bajo principios y valores. Gracias a ellos soy la persona que soy.

MIS HERMANOS

Melvin, Esvin y Ruddy, por sus valiosos consejos, por brindarme su ayuda y colaboración en todo momento y hacer que cada momento de mi vida sea inolvidable.

TÍO GAMALIEL

Por brindarme el apoyo de poder desarrollar y culminar este trabajo, sin su colaboración nada de esto sería posible.

MIS AMIGOS

Por sus consejos y su compañía en los momentos buenos y malos, por brindarme su apoyo y por hacer que el tiempo que hemos compartido sea extraordinario.

**UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS**

Por ser la casa de estudios que me permitió formarme como profesional de éxito.

CATEDRÁTICOS

Por sus valiosas enseñanzas que me permitieron formarme como un profesional de éxito.

MI ASESORA

Inga. Flor de Mayo González, por brindarme su apoyo en la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Pronósticos.....	1
1.1.1. Definición.....	1
1.1.2. Importancia.....	1
1.2. Inventarios.....	2
1.2.1. Historia.....	2
1.2.2. Definición.....	3
1.2.3. Tipos de inventario.....	3
1.2.3.1. Inventario de materias primas.....	3
1.2.3.2. Inventario de productos en proceso.....	4
1.2.3.3. Inventario de producto terminado.....	4
1.2.3.4. Inventario de materiales.....	5
1.2.4. Costos de inventarios.....	5
1.2.4.1. Costos de adquisición.....	5
1.2.4.2. Costos de inspección.....	5
1.2.4.3. Costos de almacenaje.....	5
1.2.4.4. Costos de manejo.....	6
1.2.4.5. Costos de capital.....	6
1.2.4.6. Costos de obsolescencia.....	6

1.2.4.7.	Costos de deterioro.....	6
1.2.4.8.	Costos de garantía.....	7
1.3.	Administración de inventarios.....	7
1.3.1.	Definición.....	7
1.3.2.	Finalidad.....	7
1.3.3.	Minimización de la inversión de inventarios.....	8
1.3.4.	Determinación de la demanda.....	8
1.3.5.	Importancia.....	9
2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
2.1.	Antecedentes de la empresa.....	11
2.1.1.	Historia.....	11
2.1.2.	Misión.....	12
2.1.3.	Visión.....	12
2.1.4.	Estructura organizacional.....	12
2.2.	Esquema de la bodega.....	16
2.3.	Maquinaria y equipo.....	17
2.4.	Materia prima.....	18
2.4.1.	Tipo de materia prima.....	18
2.4.2.	Descripción del proceso de materiales por compras internacionales.....	19
2.5.	Productos elaborados en la empresa.....	21
2.5.1.	Servilleta.....	21
2.5.1.1.	Proceso de elaboración.....	22
2.5.2.	Papel higiénico.....	24
2.5.2.1.	Proceso de elaboración.....	27
2.6.	Almacenamiento en bodega.....	30
2.6.1.	Manejo en bodega.....	30
2.6.2.	Entarimado.....	31
2.6.3.	Despacho actual.....	32

2.6.4.	Medio de transporte	33
3.	PROPUESTA DEL SISTEMA DE MANEJO DE INVENTARIOS A IMPLEMENTAR	35
3.1.	Pronóstico.....	36
3.1.1.	Historial de ventas.....	36
3.1.1.1.	Gráfica de historial de ventas	37
3.1.1.2.	Identificación de tipo de familia	38
3.1.2.	Elaboración de pronóstico.....	38
3.1.2.1.	Pronóstico de evaluación	38
3.1.2.1.1.	Familia de regresión.....	39
3.1.2.1.1.1.	Regresión lineal	41
3.1.2.1.1.2.	Regresión exponencial.....	43
3.1.2.1.1.3.	Regresión potencial.....	44
3.1.2.1.1.4.	Regresión logarítmica.....	46
3.1.2.1.2.	Familia combinada	47
3.1.2.2.	Comparación de resultados.....	54
3.1.2.3.	Pronóstico de riesgo.....	55
3.2.	Manejo de materiales.....	58
3.2.1.	Determinación de los requerimientos de producción	58
3.2.2.	Política de componentes del modelo de inventarios	59
3.2.2.1.	Stock de seguridad.....	59
3.2.2.2.	Nivel de reorden	61
3.2.2.3.	Línea teórica de consumo	62
3.2.2.4.	Cantidad óptima de pedido	62
3.2.3.	Distribución de materiales en el tiempo.....	64
3.2.3.1.	Programación de órdenes de pedido	64

3.2.3.2.	Determinación de la llegada de los materiales	64
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DE INVENTARIOS...	69
4.1.	Tipo de implementación.....	69
4.2.	Programa de implementación.....	70
4.2.1.	Actividades	71
4.2.2.	Recursos.....	74
4.2.2.1.	Económicos	74
4.2.2.2.	Físicos.....	75
4.2.2.3.	Humanos.....	76
4.3.	Presentación del diseño del sistema de manejo de inventario a la administración	77
4.4.	Revisión del diseño del sistema por la administración.....	78
4.5.	Aprobación del diseño del sistema de manejo de inventario	79
4.6.	Información a personal encargado	79
5.	SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	81
5.1.	Evaluación de pronósticos de ventas	81
5.2.	Evaluación de la política de inventarios.....	82
5.2.1.	Política de <i>stock</i>	82
5.2.2.	Política de nivel de reorden	83
5.3.	Mejora continua	83
5.3.1.	Responsables del proceso de mejora continua	83
5.3.2.	Definición de actividades	84
5.4.	Ajustes al sistema implementado	87
5.4.1.	<i>Stock</i> de seguridad	87
5.4.2.	Nivel de reorden.....	87
5.4.3.	Línea teórica de consumo.....	88
5.4.4.	Cantidad optima de pedido	88
5.5.	Frecuencia de evaluaciones del sistema	89

CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFÍA	95
APÉNDICES	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa	13
2.	Diagrama de operación del proceso de elaboración de servilletas.....	23
3.	Diagrama de operación del proceso de elaboración de papel higiénico...	29
4.	Gráfica ventas vrs. tiempo	37

TABLAS

I.	Historial de ventas	36
II.	Variables ecuación familia de regresión	39
III.	Resumen parámetros “x” y “y”	41
IV.	Valores regresión lineal	41
V.	Pronóstico regresión lineal	42
VI.	Error acumulado regresión lineal.....	42
VII.	Valores regresión exponencial	43
VIII.	Pronóstico regresión exponencial.....	44
IX.	Error acumulado regresión exponencial	44
X.	Valores regresión potencial	45
XI.	Pronóstico regresión potencial	45
XII.	Error acumulado regresión potencial.....	46
XIII.	Valores regresión logarítmica	46
XIV.	Pronóstico regresión logarítmica	47
XV.	Error acumulado regresión logarítmica.....	47
XVI.	Resumen coeficientes de correlación.....	48

XVII.	Parámetros ventas nuevas.....	48
XXVIII.	Valores ventas nuevas.....	49
XIX.	Valores promedios horizontales.....	50
XX.	Valores índices.....	51
XXI.	Parámetros pronóstico de evaluación.....	52
XXII.	Pronóstico familia combinada.....	53
XXIII.	Error acumulado familia combinada.....	54
XXIV.	Comparación errores acumulados.....	54
XXV.	Parámetros pronóstico de riesgo.....	55
XXVI.	Resumen parámetros pronóstico de riesgo.....	57
XXVII.	Valores pronóstico de riesgo.....	57
XXVIII.	Pronóstico de riesgo.....	58
XXIX.	Cantidad de material por componente.....	59
XXX.	Tiempo de entrega de los materiales.....	60
XXXI.	Fechas de pedido/entrega papel.....	66
XXXII.	Fechas de pedido/entrega cartón.....	66
XXXIII.	Fechas de pedido/entrega plástico.....	67

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Gr	Gramo
Kg	Kilogramo
LTC	Línea teórica de consumo
Log	Logaritmo
LN	Logaritmo natural
NR	Nivel de reorden
Per₁	Periodo No.1
Per₂	Periodo No.2
Per₃	Periodo No.3
R_{nr}	Política de reorden
R_{ss}	Política de <i>stock</i>
X_h	Promedio horizontal
P_{ev}	Pronóstico de evaluación
VN₁	Ventas nuevas No.1
VN₂	Ventas nuevas No.2

GLOSARIO

Entarimado	Es colocar la carga para ser transportada con un máximo de seguridad, ocupando el mínimo espacio posible y evitando averías en la misma.
Inventario	En el campo de la gestión empresarial, el inventario registra el conjunto de todos los bienes propios y disponibles para la venta a los clientes.
Materia Prima	Es todo componente que se utiliza en la fabricación de un producto.
Regresión	Es la tendencia de una medición extrema a presentarse más cercana a la media en una segunda medición. La regresión se utiliza para predecir una medida basándonos en el conocimiento de otra.
Stock	Cantidad de material que se mantiene en estantería o inventario.
Tissue	Tipo de papel cuyas características de suavidad, elasticidad y absorción responden a las necesidades provenientes del uso domestico y sanitario.

RESUMEN

El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa Corporación Centroamericana de Papel, que se dedica a la fabricación y venta de artículos para la higiene personal, principalmente papel higiénico y servilletas de papel.

Luego de un análisis, se determinó que el sistema de manejo de inventarios con el que trabaja la empresa es poco confiable, debido a que presenta muchas deficiencias, lo que repercute en altos costos. Debido a esta razón se desarrolló una propuesta de un sistema de manejo de inventarios para esta empresa.

La propuesta consiste en un sistema basado en los datos históricos de las ventas de los productos de la empresa, para realizar un pronóstico de ventas para los meses posteriores. De esta manera se tendrá una idea de la cantidad de materia prima que se necesitará para hacerle frente a la demanda del mercado.

Conociendo la cantidad de materia prima, es posible determinar factores tales como: *stock* de materiales, puntos de pedido para los materiales, cantidades óptimas de pedido, así como, las fechas estimadas de pedido y entrega de dichos materiales.

Además, se realizó una propuesta para la implementación de dicho sistema, tomando en cuenta los recursos y el tipo de implementación que se utilizará en las actividades futuras.

Como último punto se incluyó una propuesta de mejora continua para dicho sistema, con la finalidad de que perdure en el tiempo y contribuya en beneficio de la empresa.

INTRODUCCIÓN

El manejo de inventarios es un tema muy importante. Actualmente, en las empresas o industrias que desarrollan cualquier actividad, la cual implica el almacenaje o manejo de elementos necesarios para su operación se ven afectadas si no existen los controles y estrategias adecuadas que logren satisfacer la demanda de materiales.

El control del inventario es uno de los aspectos de la administración que en la micro y pequeña empresa, es muy pocas veces atendido, sin tenerse registros fehacientes, un responsable, políticas o sistemas que le ayuden a esta fácil pero tediosa tarea.

Por tal razón, es de vital importancia la utilización de un sistema de inventario, para evitar hechos desagradables como podría ser el robo o una mala utilización de los bienes que, al final, traerá grandes impactos negativos sobre las utilidades.

Además, el objetivo principal de tener un inventario es contar con información suficiente y útil para: minimizar costos, aumentar la liquidez, mantener un nivel de inventario óptimo y comenzar a utilizar la tecnología con la consecuente disminución de gastos operativos.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar un sistema de manejo de inventarios, que permita la optimización en el manejo de los materiales, para obtener confiabilidad en los datos, para la toma de decisiones.

ESPECÍFICOS

1. Analizar la situación actual de la empresa respecto del manejo de inventario de materia prima.
2. Describir las deficiencias que presenta la empresa referente al manejo de su inventario de materia prima.
3. Identificar los beneficios que representa el diseño de un sistema de manejo de inventarios para la empresa.
4. Establecer el tipo de método de pronóstico que se adecua a la demanda que presenta la empresa.
5. Elaborar una propuesta de un sistema de manejo de inventarios para el manejo de la materia prima.

6. Determinar el *stock* de seguridad mínimo que la empresa debe mantener de materia prima para poder optimizar su operación.
7. Estipular las medidas que se deben tomar para tener una mejora continua en el modelo propuesto de manejo de inventarios.

1. ANTECEDENTES

1.1. Pronósticos

1.1.1. Definición

Un pronóstico de ventas es una estimación o nivel esperado de ventas de una empresa, línea de productos o marca de producto, que abarca un periodo de tiempo determinado y un mercado específico.

Por lo general, el pronóstico de ventas se expresa en unidades de productos (unidades físicas) y/o en unidades monetarias (valores).

1.1.2. Importancia

El pronóstico de ventas es de vital importancia para los directivos de la empresa, porque les permite tomar decisiones de mercadotecnia, producción, aprovisionamiento y flujo de caja. Por tanto, debe ser elaborado con sumo cuidado, dejando de lado el optimismo desmedido o la exagerada moderación, porque pueden afectar seriamente a la empresa en su conjunto.

Este establece lo que serán las ventas reales de la empresa a un determinado grado de esfuerzo de mercadeo de la compañía, mientras que, el potencial de ventas evalúa qué ventas son posibles en los diversos niveles del esfuerzo de mercadeo, suponiendo que existan ciertas condiciones del entorno.

También se denomina como, la técnica que le permite calcular las proyecciones de ventas de una manera rápida y confiable, utilizando como fuentes de datos, ya sea, las transacciones de inventarios o la facturación de ventas realizadas.

También permite estimar la demanda hacia el futuro, basándose en información histórica generada por el movimiento de productos del módulo de Control de Inventarios, o por las ventas del módulo de facturación.

1.2. Inventarios

1.2.1. Historia

Desde tiempos inmemorables, los egipcios y demás pueblos de la antigüedad, acostumbraban almacenar grandes cantidades de alimentos para ser utilizados en los tiempos de sequía o de calamidades.

Es así como, surge o nace el problema de los inventarios, como una forma de hacer frente a los periodos de escasez que le aseguraran la subsistencia de la vida y el desarrollo de sus actividades normales.

Esta forma de almacenamiento de todos los bienes y alimentos necesarios para sobrevivir motivó la existencia de los inventarios.

1.2.2. Definición

Inventarios son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o, para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización. Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso y productos terminados o mercancías para la venta, los materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados para la venta o, en la prestación de servicios; empaques y envases y los inventarios en tránsito.

1.2.3. Tipos de inventario

1.2.3.1. Inventario de materias primas

Comprende los elementos básicos o principales que entran en la elaboración del producto. En toda actividad industrial concurren una variedad de artículos (materia prima) y materiales, los que serán sometidos a un proceso para obtener al final un artículo terminado o acabado.

A los materiales que intervienen en mayor grado en la producción se les considera "Materia Prima", ya que, su uso se hace en cantidades lo suficientemente importantes del producto acabado. La materia prima, es aquel o aquellos artículos sometidos a un proceso de fabricación que al final se convertirá en un producto terminado.

1.2.3.2. Inventario de productos en proceso

Consiste en todos los artículos o elementos que se utilizan en el actual proceso de producción. Es decir, son productos parcialmente terminados que se encuentran en un grado intermedio de producción y a los cuales se les aplicó la labor directa y gastos indirectos inherentes al proceso de producción en un momento dado.

Una de las características de los inventarios de producto en proceso es que va aumentando el valor a medida que se es transformado de materia prima en el producto terminado como consecuencia del proceso de producción.

1.2.3.3. Inventario de producto terminado

Comprende los artículos transferidos por el departamento de producción al almacén de productos terminados por haber alcanzado su grado de terminación total y que, a la hora de la toma física de inventarios se encuentren aun en los almacenes, es decir, los que todavía no han sido vendidos.

El nivel de inventarios de productos terminados va a depender directamente de las ventas, es decir, su nivel esta dado por la demanda.

1.2.3.4. Inventario de materiales

En el inventario de materiales y suministros se incluye: materias primas secundarias, artículos de consumo destinados para ser usados en la operación de la industria, dentro de estos artículos de consumo los más importantes son los destinados a las operaciones, y están formados por los combustibles y lubricantes, estos en las industria tiene gran relevancia, artículos y materiales de reparación y mantenimiento de las maquinarias y aparatos operativos.

1.2.4. Costos de inventarios

1.2.4.1. Costos de adquisición

Estos costos incluyen los costos de recepción, aprovisionamiento, compras, embarques y requisición.

1.2.4.2. Costos de inspección

Incluye las tres clases de inspecciones: inspección en recepción, inspección en proceso e inspección de productos terminados.

1.2.4.3. Costos de almacenaje

Este puede variar según del tipo de material que se tenga, la cantidad, el espacio, así como, el inventario que se quiere tener.

1.2.4.4. Costos de manejo

En estos costos entran los salarios, así como, las prestaciones del personal que trabaja en la mudanza, transporte y manejo del material.

1.2.4.5. Costos de capital

Es el dinero que se invierte en los inventarios y no está disponible para otras actividades de la empresa, por lo que el capital invertido tiene un costo definido, que es el costo del capital.

Este se calcula como el costo del dinero o la tasa de retribución que pudo haber obtenido el capital si se hubiera invertido en otro rubro.

1.2.4.6. Costos de obsolescencia

Es importante que las empresas tomen en cuenta este costo, ya que, el material de alta tecnología tiende a caer en un grado de obsolescencia, debido a cambio de modelo o a nuevos materiales, y se corre el riesgo de quedarse con mucho material que ya no se pueda vender, por lo que debe mantenerse en el inventario solamente el material que se necesite inmediatamente.

1.2.4.7. Costos de deterioro

El material que se tiene en el inventario puede depreciarse debido al almacenaje, la manipulación o el clima, de modo que ya no se pueda vender.

1.2.4.8. Costos de garantía

Como la mayoría de los activos, los inventarios son protegidos por un seguro, y son llevados por otras políticas de seguros de la empresa.

1.3. Administración de inventarios

1.3.1. Definición

Es la eficiencia en el manejo adecuado del registro, de la rotación y evaluación del inventario de acuerdo a como se clasifique y que tipo reinventario tenga la empresa, ya que, a través de todo esto determinaremos los resultados (utilidades o pérdidas) de una manera razonable, pudiendo establecer la situación financiera de la empresa y las medidas necesarias para mejorar o mantener dicha situación.

1.3.2. Finalidad

La administración de inventario implica, la determinación de la cantidad de inventario que deberá mantenerse, la fecha en que deberán colocarse los pedidos y las cantidades de unidades a ordenar.

Existen dos factores importantes que se toman en cuenta para conocer lo que implica la administración de inventario:

1.3.3. Minimización de la inversión de inventarios

El inventario mínimo es cero, la empresa podrá no tener ninguno y producir sobre pedido, esto no resulta posible para la gran mayoría de las empresas, puesto que debe satisfacer de inmediato las demandas de los clientes o en caso contrario, el pedido pasara a los competidores que puedan hacerlo, y deben contar con inventarios para asegurar los programas d producción. La empresa procura minimizar el inventario porque su mantenimiento es costoso.

1.3.4. Determinación de la demanda

Si la finalidad de la administración de inventario fuera solo minimizar las ventas satisfaciendo instantáneamente la demanda, la empresa almacenaría cantidades excesivamente grandes del producto y así no incluiría en los costos asociados con una alta satisfacción ni la pérdida de un cliente etc. Sin embargo resulta extremadamente costoso tener inventarios estáticos paralizando un capital que se podría emplear con provecho.

La empresa debe determinar el nivel apropiado de inventarios, en términos de la opción entre los beneficios que se esperan no incurriendo en faltantes y el costo de mantenimiento del inventario que se requiere.

1.3.5. Importancia

La administración de inventario, en general, se centra en cuatro aspectos básicos:

- Cuantas unidades deberían ordenarse o producirse en un momento dado
- En que momento deberían ordenarse o producirse el inventario
- Que artículos del inventario merecen una atención especial
- Puede uno protegerse contra los cambios en los costos de los artículos del inventario

El inventario permite ganar tiempo, ya que, ni la producción ni la entrega pueden ser instantáneos, se debe contar con existencia del producto a las cuales se puede recurrir rápidamente para que la venta real no tenga que esperar hasta que termine el cargo proceso de producción.

Este permite hacer frente a la competencia, si la empresa no satisface la demanda del cliente se ira con la competencia, esto hace que la empresa no solo almacene inventario suficiente para satisfacer la demanda que se espera, si no una cantidad adicional para satisfacer la demanda inesperada.

El inventario permite reducir los costos a que da lugar a la falta de continuidad en el proceso de producción. Además, de ser una protección contra los aumentos y escasez de materia prima.

Si la empresa provee un significativo aumento de precio en las materias primas básicas, tendrá que pensar en almacenar una cantidad suficiente al precio mas bajo que predomine en el mercado, esto tiene como consecuencia una continuación normal de las operaciones y una buena destreza de inventario.

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Antecedentes de la empresa

2.1.1. Historia

Corporación Centroamericana de Papel, también conocida como “CCP” se organiza como una respuesta a la necesidad de atender aquellos segmentos de mercado, tanto nacionales como centroamericanos, que están interesados en la comercialización de productos de papel para la higiene personal y de la familia y que están dedicados al desarrollo de los empresas que requieren un servicio garantizado, de abastecimiento oportuno y de calidad para competir efectivamente en el mercado, con énfasis en el apoyo y soporte para aquellos empresarios que están buscando las mejores opciones de negocios.

En sus orígenes se dedicaba exclusivamente a la distribución de productos de consumo masivo, y es a principios del año 2003 cuando se define que CCP constituiría el brazo productor del grupo, siendo así como, se comienzan a desarrollar los procesos productivos, logrando actualmente una participación importante en el mercado nacional y centroamericano, produciendo directamente para atender las necesidades de productos de papel, tales como: papel toilet, servilletas, toallas y productos institucionales para la higiene personal de oficinas, centros comerciales, centros médicos, hoteles, restaurantes y otros.

2.1.2. Misión

Comercializar productos para la higiene, cuidado personal y de la familia, con énfasis en productos de papel, basados en valores morales, servicio al cliente, precios competitivos que permitan rentabilidad y alta calidad, que satisfagan las expectativas de nuestros clientes y los consumidores.

2.1.3. Visión

Ser una organización con proyección multinacional, dedicada a proveer productos y servicios para la higiene y cuidado personal, produciendo y comercializando productos de alta calidad, mejor precio y rentabilidad, que permita la propia expansión y que sirva de soporte para proyectos de desarrollo social.

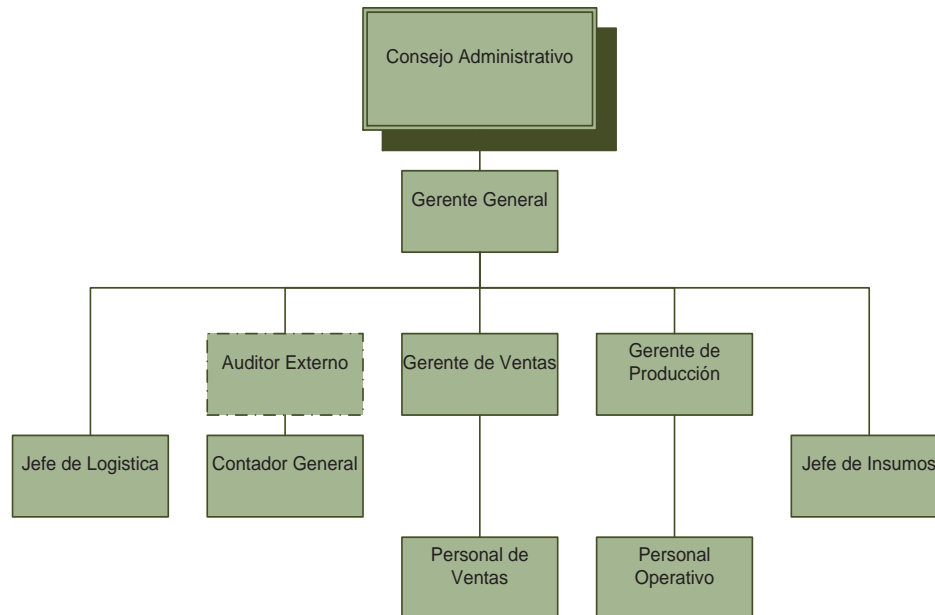
2.1.4. Estructura organizacional

La estructura organizacional de la empresa CPP, es una estructura funcional. Este tipo de estructura organizacional, aplica el principio funcional o principio de la especialización de funciones para cada tarea.

Este tipo de estructura, proporciona el máximo de especialización a los diversos cargos de la organización, ya que, permite que cada cargo, se concentre exclusivamente en su trabajo o función y permite una mejor supervisión de las tareas.

A continuación se muestra la estructura organizacional actual de la empresa CCP:

Figura No. 1 Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

A continuación se describe de manera breve las funciones de cada uno de los puestos descritos en el organigrama:

a. Consejo Administrativo

Dentro de las funciones del Consejo Administrativo se puede mencionar: la determinación de las políticas, estrategias, normas y criterios de organización y administración que orienten las actividades de la organización.

Además, deben de revisar y aprobar los planes, presupuestos de ingresos y egresos, programas de trabajo, inversión y financiamiento que permitan, elaborar y desarrollar los programas para optimizar la administración de los recursos y la operación de la empresa.

b. Gerente General

Dentro de las funciones del Gerente General se encuentran: la contratación de todas las posiciones gerenciales, realizar evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento de los objetivos de la organización, así como, desarrollar metas a corto y largo plazo para cada departamento, con la finalidad de entregar las proyecciones de dichas metas para la aprobación de los gerentes corporativos.

c. Auditor Externo

Dentro de las funciones del Auditor Externo, se encuentran evaluar y examinar todos los sistemas de información de la organización, con la finalidad de emitir una opinión independiente sobre los mismos, además, debe determinar la razonabilidad, integridad y autenticidad de los estados, expedientes y documentos y toda aquella información producida por los sistemas de la organización.

d. Gerente de Ventas

Dentro de las funciones del Gerente de Ventas, se encuentran: administrar las ventas de la compañía, supervisar y recibir informes de las ventas y solucionar problemas de rango mayor relacionados a ventas. Es su responsabilidad cumplir con el mínimo de volumen de ventas establecido por año, y para ello debe, además, diseñar mecanismos que impulsen la actividad de los vendedores y su consecuente alcance de la dicha meta.

e. Gerente de Producción

Dentro de las funciones del Gerente de Producción se pueden mencionar: la maximización del valor de los bienes creados por la organización, a través de la planeación sobre la distribución de los insumos, determinar que materiales y suministros deberán usarse en el proceso de producción y que maquinas deben emplearse en la fabricación de los productos.

f. Jefe de Logística

Dentro de las funciones del Jefe de Logística se encuentran: la elaboración de las estrategias y procedimientos de despacho o distribución, con la finalidad de atender los requerimientos del usuario.

g. Jefe de Insumos

Dentro de las funciones del Jefe de Insumos se puede mencionar: la compra o adquisición de materiales en las cantidades necesarias, en la calidad adecuada al uso al que se va a destinar y en el momento oportuno y al precio total más conveniente.

h. Contador General

Dentro de las funciones del Contador General se encuentran: llevar la contabilidad de la empresa al día, a través del adecuado uso y registro de los libros contables, elaborar reportes contables y apoyar en tareas administrativas.

i. Personal de Ventas

Dentro de las funciones del personal de ventas se pueden mencionar: la venta de los productos producidos por la empresa, así como, la introducción de los mismos a nuevos mercados.

j. Personal Operativo

Dentro de las funciones del personal operativo se pueden mencionar: la producción y elaboración de los productos desarrollados por la empresa, así como, el almacenaje y transporte de las materias primas y los productos terminados.

2.2. Esquema de la bodega

El almacenamiento de materiales depende de la dimensión y características de los materiales. Estos pueden exigir una simple estantería, hasta sistemas complicados, que involucran grandes inversiones y complejas tecnologías.

La empresa cuenta con dos áreas destinadas para el almacenamiento de los materiales. Una de ellas es la que se utiliza tanto para el almacenamiento de la materia prima, como para el producto terminado, con una dimensión total de 24metros de ancho por 62metrosde largo.

La otra área de almacenaje con la que cuenta la empresa es la destinada al producto en proceso, que comprende una dimensión total de 24metros de ancho por 45metros de largo.

2.3. Maquinaria y equipo

La empresa cuenta con diversa maquinaria que utiliza en la fabricación de productos para la higiene personal. Dentro de la maquinaria utilizada se puede mencionar la línea denominada “toilet”; dicha línea es la destinada para la fabricación del papel higiénico.

La línea de papel higiénico se encuentra integrada por la siguiente maquinaria:

- Rebobinadora: Enrolla el papel tissue en torno al mandril, hace el precorte y el grabado
- Cortadora: Esta máquina, por medio de un disco cuchilla en acero templado y afilado, sube y baja con un movimiento orbital, se utiliza para cortar los bastones de papel rebobinado al tamaño requerido para los rollos de papel higiénico
- Acumulador de logs: Es utilizado para la carga y descarga automática de productos higiénicos
- Mandriladora: Esta máquina corta los rollos de cartón utilizados en el papel higiénico

2.4. Materia prima

2.4.1. Tipo de materia prima

a. Papel Tissue

Es la principal materia prima que se utiliza para la fabricación de los productos que se elaboran en la empresa. Se denomina papel “Tissue” debido a que las características de suavidad, elasticidad y absorción responden a las necesidades provenientes del uso doméstico y sanitario.

Se caracteriza por ser de bajo peso y en toda su superficie base presenta una microarruga llamada crepado, la que permite, entre otras cosas, disponer de un papel más suave.

Los papeles tissue son fabricados en base a fibra virgen o a fibra de papel reciclado (o a una mezcla de ambos), se utilizan en productos de higiene personal (papel higiénico, pañales, pañuelos), en el ámbito doméstico (rollos de papel de cocina, servilletas, toallas de papel para limpieza) y como material sanitario y de limpieza industrial.

b. Cartón

Este material se utiliza para la elaboración del rollo de cartón, que sirve como base y soporte para enrollar el papel en la elaboración de papel higiénico.

El cartón viene con dimensiones de aproximadamente 1 mm de espesor, 11 cm de ancho y 100 cm de largo, de color café y superficie lisa.

c. Empaque plástico con serigrafía

Este material es un empaque plástico transparente, que se utiliza como material de empaque para proteger el producto terminado, ya sea papel higiénico o servilleta.

Cabe destacar que el plástico utilizado, se adquiere con los diseños de cada marca impresos en el mismo, por lo que la empresa no invierte en tintas para realizar los diseños sobre el plástico utilizado.

2.4.2. Descripción del proceso de materiales por compras internacionales

La compra de materias primas es un factor en el que concurren una serie de elementos, como la cantidad (volúmenes), la calidad, el precio y el tiempo de entrega de la materia prima.

Para que cada uno de estos factores pueda satisfacer al máximo las necesidades de una empresa, la administración debe considerar como un factor sumamente importante la selección y la respectiva negociación con los proveedores.

El proceso de compra de materia prima puede ser a nivel nacional si el proveedor se encuentra en el mismo país del comprador o, a nivel internacional si el proveedor se encuentra en otro país distinto al del comprador.

La compra de las bobinas de papel que se utilizan para la elaboración del papel higiénico se realiza en el extranjero, de acuerdo con los siguientes pasos:

- Determinar la cantidad de material que se necesita comprar para satisfacer la demanda
- Realizar la cotización de la materia prima con los distintos proveedores solicitando que se proporcione el precio, la calidad y el tiempo de entrega de entrega de la materia prima
- Luego de recibir las distintas cotizaciones por parte de los proveedores, se revisa cada una de las cotizaciones para determinar la que proporciona el mayor grado de satisfacción, acoplándose a las necesidades y requerimientos de la empresa
- Se selecciona el proveedor con el cual se realizará el proceso de compra de materia prima y se establecen los términos de negociación con el mismo
- Realizar el pedido con el proveedor seleccionado a través de una orden de compra

2.5. Productos elaborados en la empresa

2.5.1. Servilleta

En esta línea de producto se cuenta con los siguientes productos:

a. Margarita

- Paquete de 100 servilletas en tipo dispensador y rectangular.
- Tamaño de servilletas: 24.2 * 33 cms.
- Peso de cada servilleta: 1.4 grs.
- Servilletas de color blanco.
- Las servilletas tienen un diseño labrado en forma de prisma, que se repite en toda la superficie de la servilleta.

b. Mami

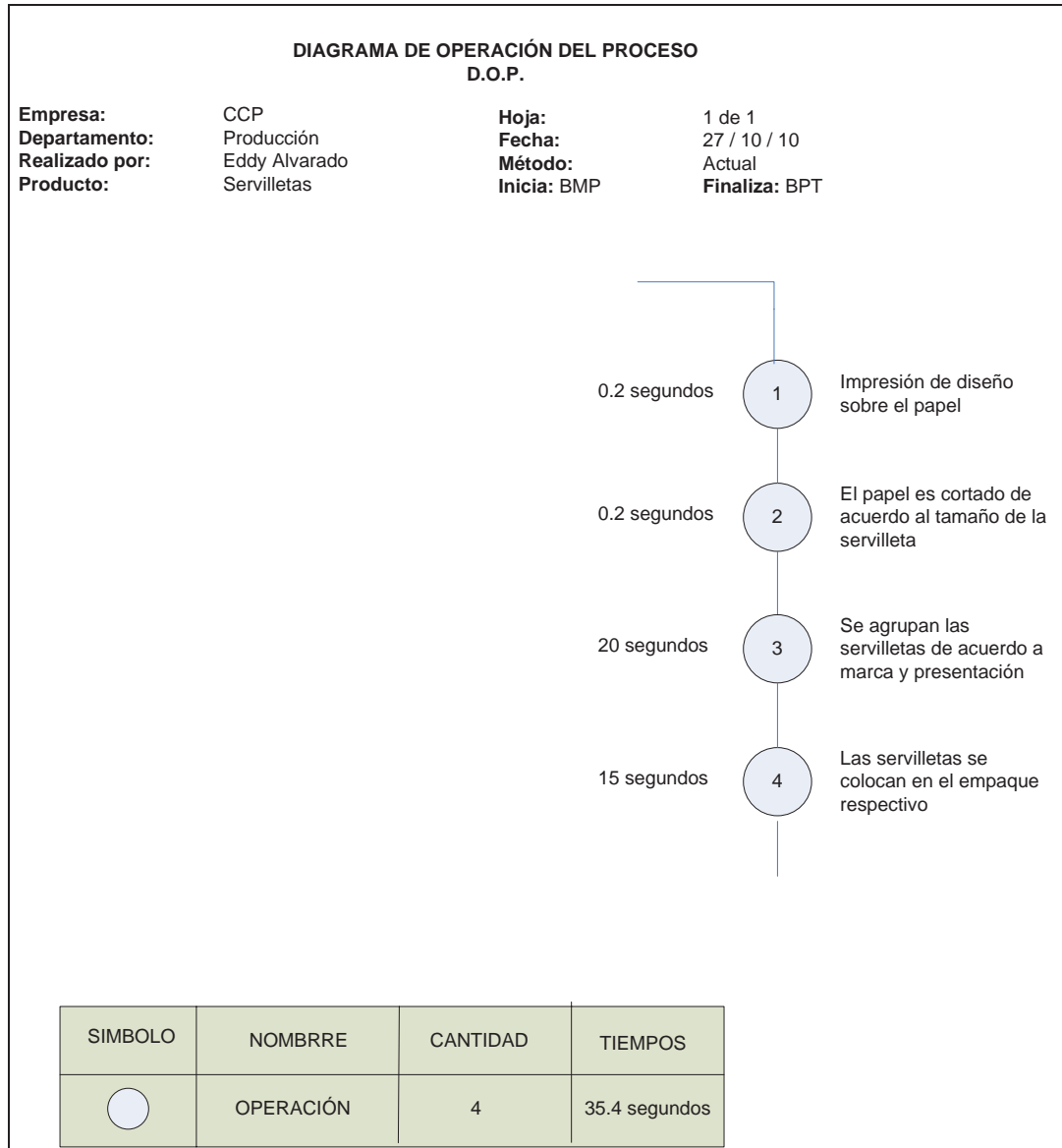
- Paquete de 100 servilletas en tipo rectangular.
- Tamaño de servilletas: 24 * 33 cms.
- Peso de cada servilleta: 1.1 grs.
- Servilletas de color blanco.
- Las servilletas tienen un diseño labrado en forma de puntos, que se repite en toda la superficie de la servilleta.

2.5.1.1. Proceso de elaboración

- El personal de bodega de materia prima, entrega al personal de producción las materias primas necesarias para realizar la producción de servilletas, en base a la requisición de materia prima
- El personal de producción, traslada de la bodega de materia prima hacia las líneas de producción, el papel y demás materias primas que se utilizarán en la elaboración de las servilletas
- En la línea de producción, el papel es colocado en la máquina que contiene el rodillo con el diseño que se plasmará en el papel de la servilleta
- Posteriormente, el papel con su diseño impreso, ingresa a la máquina cortadora, que corta el papel de acuerdo al tamaño deseado de la servilleta, realizando grupos de acuerdo a la presentación y marca que se esté produciendo
- Estos grupos, se trasladan al área de empaque, donde las servilletas son empacadas utilizando el empaque respectivo (de acuerdo a la marca y presentación) y posteriormente es sellado
- Finalmente el personal de producción traslada el producto terminado a la bodega respectiva (bodega de producto terminado)

A continuación se muestra el diagrama de operación del proceso de la elaboración del rollo de papel higiénico:

Figura No. 2 Diagrama de operación del proceso de elaboración de servilletas



Fuente: Elaboración propia

2.5.2. Papel higiénico

Se cuenta con diversidad de productos de esta línea, con la finalidad de satisfacer las necesidades de cada segmento del mercado.

A continuación se describe cada uno de estos productos:

a. Mister Blanco

- Presentación: 12 y 4 rollos.
- Color: blanco.
- Hoja sencilla.
- 400 hojas por rollo.
- Fragancia a rosas.
- Empaque plástico transparente con serigrafía de la marca.
- Dimensiones: 9 * 11 cms.

b. Status

- Presentación: 12 rollos.
- Color: blanco.
- Hoja doble.
- 410 hojas por rollo.
- Fragancia a flores del campo.
- Empaque plástico transparente con serigrafía de la marca.
- Dimensiones: 9.5 * 10.5 cms.

c. Xtron

- Presentación: 1 y 12 rollos.
- Color: blanco.
- Hoja sencilla.
- 400 hojas por rollo.
- Sin fragancia.
- Empaque plástico transparente con serigrafía de la marca (12 rollos) y empaque de papel blanco con serigrafía de la marca (1 rollo).
- Dimensiones: 9.5 * 10.5 cms.

d. Staff tipo 1

- Presentación: 12 * 4, fardo de 48 rollos.
- Hoja doble.
- 380 hojas por rollo.
- Fragancia a rosas.
- Empaque plástico con serigrafía de la marca.
- Dimensiones: 9 * 11 cms.

e. Staff tipo 2

- Presentación: 12 * 4, fardo de 48 rollos.
- Hoja sencilla.
- 1000 hojas por rollo.
- Fragancia a rosas.
- Empaque plástico con serigrafía de la marca.
- Dimensiones: 9 * 11 cms.

f. Staff tipo 3

- Presentación: 24 * 1, fardo de 24 rollos.
- Hoja sencilla.
- 700 hojas por rollo.
- Fragancia a rosas.
- Empaque plástico con serigrafía de la marca.
- Dimensiones: 9 * 11 cms.

g. Staff tipo 4

- Presentación: 12 * 4, fardo de 48 rollos.
- Hoja sencilla.
- 300 hojas por rollo.
- Fragancia a rosas.
- Empaque plástico con serigrafía de la marca.
- Dimensiones: 9 * 11 cms.

h. Staff tipo 5

- Presentación: 24 * 1, fardo de 24 rollos.
- Hoja sencilla.
- 300 hojas por rollo.
- Fragancia a rosas.
- Empaque plástico con serigrafía de la marca.
- Dimensiones: 9 * 11 cms.

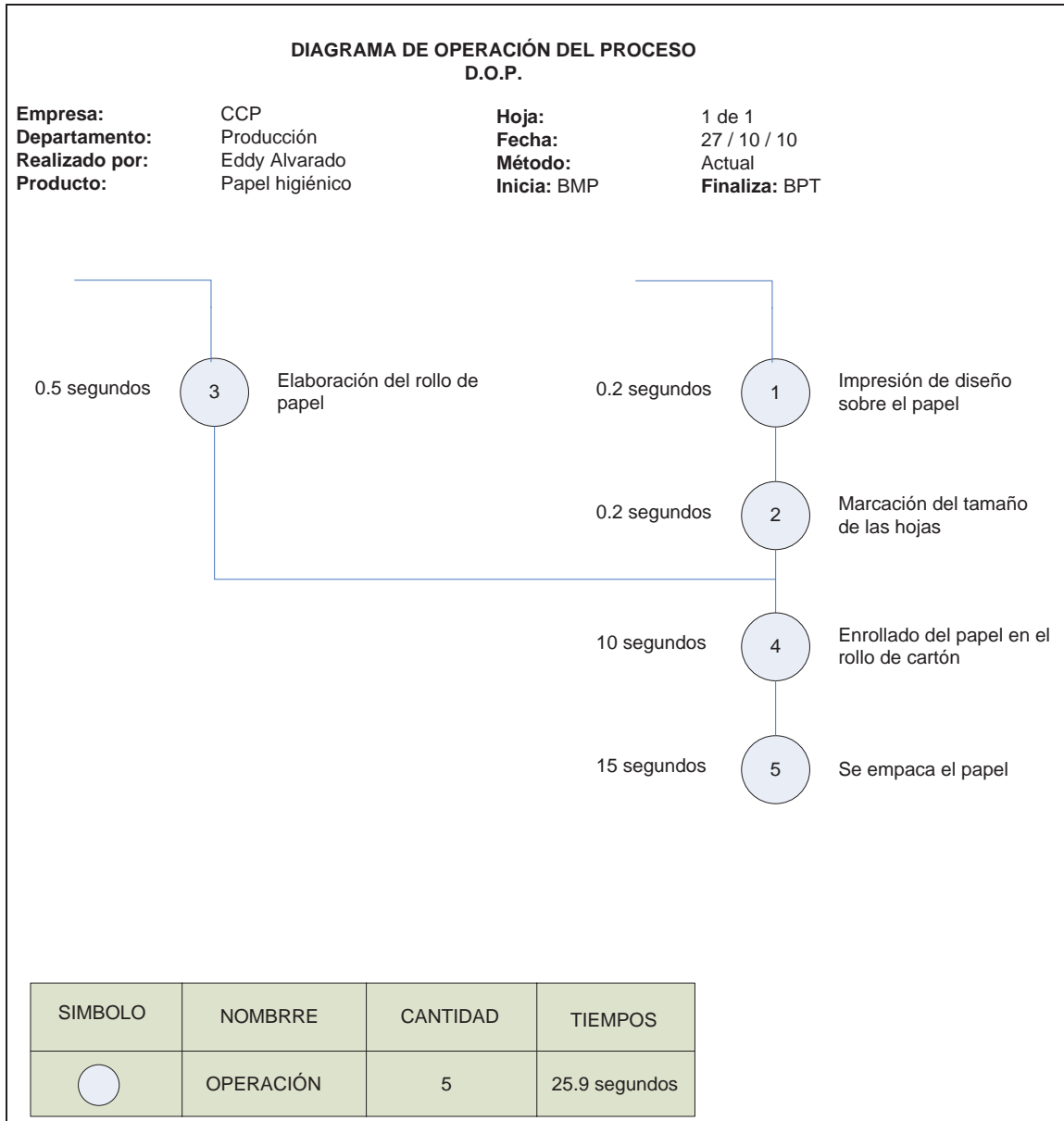
2.5.2.1. Proceso de elaboración

- El personal de bodega de materia prima, entrega al personal de producción las materias primas necesarias para realizar la producción de papel, en base a la requisición de materia prima
- El personal de producción, traslada de la bodega de materia prima hacia las líneas de producción, el papel y demás materias primas que se utilizarán en la elaboración de papel higiénico
- En la línea de producción, el papel es colocado en la máquina que contiene el rodillo con el diseño que se plasmará en el papel higiénico
- Posteriormente, el papel pasa por la máquina que realiza la marca del tamaño de las hojas del papel
- En paralelo a este proceso, en otra área de la empresa, se elabora el rollo de cartón, que se utiliza como base para el rollo de papel
- Se colocan 2 tiras de cartón en la maquina enrolladora, la cual le coloca pegamento a una de las tiras y posteriormente las une de forma cruzada para formar el rollo de cartón continuo. Posteriormente la máquina corta los rollos de cartón en pedazos más pequeños los cuales serán utilizados para enrollar el papel
- Los tubos de cartón, son trasladados a la máquina de enrollado, donde el papel con el diseño grabado, es enrollado alrededor del tubo de cartón

- Cuando el rollo llega a la cantidad de hojas necesarias, la máquina pega la última hoja del rollo, y este se traslada al área de empaque
- En el área de empaque, el papel se agrupa de acuerdo a su marca y presentación y se le coloca a cada grupo su empaque respectivo
- Finalmente el personal de producción traslada el producto terminado a la bodega respectiva (bodega de producto terminado)
- El papel se traslada de la bodega de materia prima hacia las líneas de producción para que comience el proceso de producción del papel higiénico. Ya en las líneas de producción el pape se coloca en la rebobinadora donde el papel se enrolla en torno al mandril, realiza el precorte y el grabado, luego pasa a la cortadora donde por medio de un disco cuchilla corta los bastones de papel higiénico
- Se trasladan los rollos de papel al área de empaque para que sean empacados de acuerdo a la presentación que corresponda y se trasladan a la bodega de producto terminado

A continuación se muestra el diagrama de operación del proceso de la elaboración del rollo de papel higiénico:

Figura No. 3 Diagrama de operación del proceso de elaboración de papel higiénico



Fuente: Elaboración propia

2.6. Almacenamiento en bodega

2.6.1. Manejo en bodega

El procedimiento del manejo de las materias primas utilizadas en la fabricación del papel higiénico y las servilletas, comienza con la recepción de las mismas en la bodega de materia prima.

En el caso del papel "Tissue" al llegar los contenedores con las bobinas de papel a las instalaciones de la empresa, se procede a realizar la descarga de las mismas utilizando montacargas debido al tamaño de las mismas.

En el caso del cartón y del empaque plástico como poseen características de manejabilidad favorables debido a su forma y peso, la descarga hacia la bodega de materia prima se realiza de manera manual.

Luego de realizar la descarga de las materias primas de los contenedores, se procede con el proceso de ubicarlas en los espacios físicos destinados para el almacenaje en tarimas independientes según el tipo de materia prima.

En el espacio físico destinado para el almacenamiento de producto terminado, el proceso es similar al realizado en la bodega de materia prima, ya que, luego de que los productos están finalizados se procede a ubicarlos en tarimas independientes según el tipo de producto y la presentación de los mismos, esto, con la finalidad de facilitar el proceso de despacho de los productos terminados.

El traslado de los productos terminados de la bodega de materia prima hacia el área de despacho se realiza utilizando montacargas para trasladar cada una de las tarimas en las que se ubican los productos terminados.

2.6.2. Entarimado

Como se mencionó anteriormente el producto terminado es almacenado en tarimas separadas según el tipo de producto y la presentación.

El material con el que se fabrican las tarimas que se utilizan para el entarimado de los productos terminados es madera. Las dimensiones de la tarima son 1.2m*1m.

Por el tipo de materiales que se utilizan en la elaboración de los productos que se fabrican en la empresa, el tipo de almacenamiento requiere de mucho espacio, ya que, no se puede colocar más de una tarima en el espacio que abarca la misma, es decir, no se puede colocar una tarima sobre otra, ya que, si se realizará de esa manera, los productos terminados sufrirían daños graves.

Las unidades que se pueden colocar en las tarimas dependen del tipo de producto, en el caso de las servilletas la capacidad máxima de la tarima es de 5000 unidades.

En el caso del papel higiénico, la capacidad máxima de almacenamiento de la tarima se reduce debido al tamaño del producto, siendo su capacidad de almacenamiento es de 3000 unidades.

2.6.3. Despacho actual

Cuando el departamento de producción se dispone a realizar la corrida de producción para la elaboración de papel higiénico o servilletas, se realiza la solicitud de las materias primas que se requerirán en la producción a los responsables de la bodega de materia prima, indicándose la cantidad y los materiales que serán utilizados.

Los responsables de la bodega prima atienden la solicitud del departamento de producción, preparando las materias primas que se utilizarán en las cantidades requeridas correspondientes que permitirán cubrir lo planificado en la corrida de la producción.

Teniendo preparadas las materias primas requeridas por el departamento de producción, los responsables de la bodega de materia prima proceden a realizar el despacho de las mismas haciendo uso del montacargas para llevarlas desde su ubicación hacia la línea de producción.

Cabe destacar que actualmente no se lleva ningún tipo de control o registro de los despachos realizados de la bodega de materia prima hacia las líneas de producción, lo que repercute en un mal manejo de inventarios debido a que pueden existir faltantes en la bodega de materia prima.

Cuando el montacargas traslada las materias primas a la línea de producción, procede a realizar la descarga de cada una de las materias de las tarimas en las que se encontraban para posteriormente trasladar las tarimas nuevamente a la bodega de materia prima, con la finalidad de utilizarlas para colocar las materias primas que se reciben.

2.6.4. Medio de transporte

Los traslados de las bobinas de materia prima son ejecutados por montacargas transportándolas de la bodega de materia prima hacia el área de producción, para que sean utilizadas por el departamento de producción.

Cuando el departamento de producción concluye con la elaboración de los distintos productos, estos son trasladados del área de producción hacia la bodega de materia prima utilizando nuevamente montacargas para realizar el transporte.

El montacargas que se utiliza para realizar los traslados de las materias primas de la bodega de materia prima hacia las líneas de producción y de las líneas de producción a la bodega de producto terminado posee las siguientes características:

- El tipo de motor que utiliza es un motor de combustión interna accionado por GLP (gas licuado comprimido)
- Tiene contrapeso de combustión interna con llantas neumáticas
- La capacidad máxima de carga oscila entre las 2.5 y 3 toneladas
- Debido a que su capacidad máxima de carga se puede considerar baja, se le clasifica como pequeño, lo que le permite tener gran versatilidad y movilidad dentro de espacios reducidos
- Su estado actual es muy bueno, debido a que se le proporcionan los mantenimientos preventivos y correctivos que requiere cumpliendo con el programa de mantenimiento previamente establecido

3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE MANEJO DE INVENTARIOS A IMPLEMENTAR

La propuesta del sistema de manejo de inventarios a implementar abarca, desde la determinación del pronóstico de ventas de la empresa, hasta, el manejo de materiales. La determinación del pronóstico de ventas se realiza utilizando como base los datos históricos de las ventas de la empresa.

Luego de la determinación del pronóstico de ventas, se procederá a realizar la determinación de los requerimientos de producción de los materiales utilizados en la elaboración del papel higiénico para poder cubrir la demanda del mercado.

Por último, se determinarán factores tales como: el *stock* de seguridad, nivel de reorden y cantidad óptima de pedido para cada uno de los materiales utilizados en la elaboración del papel higiénico. Además, de determinar las fechas estimadas para la realización de los pedidos de los materiales, así como, las fechas estimadas para las entregas de dichos materiales.

3.1. Pronóstico

3.1.1. Historial de ventas

A continuación se presenta el historial de ventas de fardos de papel higiénico de la empresa CCP que corresponden al período comprendido entre el mes de enero del año 2007 al mes de diciembre del año 2009.

Tabla I. Historial de ventas

Mes	Períodos		
	2007	2008	2009
Enero	169,174	177,600	195,259
Febrero	148,824	156,237	171,771
Marzo	145,796	153,057	168,276
Abril	179,646	188,594	207,345
Mayo	188,510	197,899	217,576
Junio	184,979	194,193	213,501
Julio	182,457	191,544	210,589
Agosto	180,918	189,929	208,813
Septiembre	182,383	191,467	210,504
Octubre	193,651	203,297	223,510
Noviembre	193,618	203,261	223,471
Diciembre	160,099	168,073	184,784

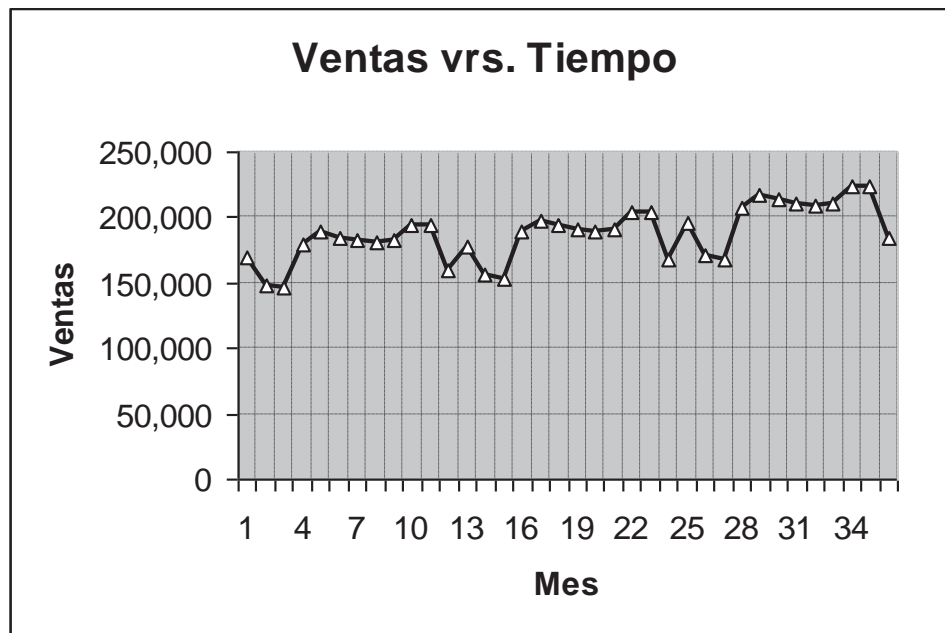
Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1. Gráfica de historial de ventas

Los datos reales de ventas con los que se cuenta se deben graficar, con el propósito de identificar el tipo de curva que adoptan, pues al conocer el tipo de curva es más sencillo el reconocer la familia de métodos que se adaptan al modelo.

A continuación se muestra la gráfica del historial de ventas:

Figura No. 4 Gráfica ventas vrs. tiempo



Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2. Identificación de tipo de familia

Con la gráfica ya elaborada, podemos observar claramente a que grupo de familias de curvas pertenece la gráfica que se tiene en análisis. En este caso, los datos muestran una tendencia ascendente, así como, un patrón cíclico.

Por tal razón, se analizarán los datos a través de una comparación de familia de regresión y familia combinada, para determinar el mejor método que, permitirá realizar un pronóstico con la mayor exactitud posible.

3.1.2. Elaboración de pronóstico

3.1.2.1. Pronóstico de evaluación

Para la elaboración del pronóstico se debe realizar un análisis secundario, que consiste en realizar un análisis cuantitativo entre los métodos elegidos, utilizando lo que se conoce como pronóstico de evaluación.

El pronóstico de evaluación consiste en regresar cuatro períodos de ventas reales y ubicarse ficticiamente en este punto como si fuera hasta allí el último dato de venta real que conociéramos, pues a partir de este punto se puede empezar a aplicar el método matemático elegido y encontrar los pronósticos para ese mismo período de ventas congelados.

Luego de pronosticar ese período de ventas congelados se compara matemáticamente con las ventas reales, sacando la diferencia entre ambos datos hasta terminar con los cuatro períodos que se eligieron. Esta diferencia se denomina Error y puede ser negativa o positiva.

Posterior a esto, se procede a determinar lo que se conoce como Error Acumulado, que no es más que la sumatoria del valor absoluto de los errores de los cuatro períodos que se eligieron.

Aquel método matemático que tenga el menor Error Acumulado será el que mejor se asemeja con la tendencia real de las ventas del producto en cuestión.

3.1.2.1.1. Familia de regresión

La herramienta que se utiliza en estos modelos son los métodos estadísticos de regresión, cuya fórmula básica es:

$$y = a + bx$$

Donde:

Tabla II. Variables ecuación familia de regresión

Variable	Descripción
Y	Dato de pronóstico a calcular
A	Valor del eje y cuando el valor del eje x = 0
B	Pendiente de la curva
X	Período de tiempo a proyectar

Fuente: Elaboración propia

Para determinar los valores de “a” y “b” para los diferentes métodos de regresión que se utilizarán, se procede a realizar los cálculos para cada uno de los parámetros que se necesitarán.

Los parámetros a utilizar son los siguientes:

- Sumatoria x
- Sumatoria y
- Sumatoria x^2
- Sumatoria $x * y$
- Sumatoria $\text{Log}(x)$
- Sumatoria $\text{Log}(y)$
- Sumatoria $(\text{Log}(x))^2$
- Sumatoria $\text{Log}(x) * \text{Log}(y)$
- Sumatoria $x * \text{Log}(y)$
- Sumatoria $\text{Ln}(x)$
- Sumatoria $(\text{Ln}(x))^2$
- Sumatoria $\text{Ln}(x) * y$

A continuación se muestra la tabla resumen con los resultados de las operaciones de los parámetros a utilizar en el cálculo de los valores “a” y “b” para los diferentes métodos de regresión.

Tabla III. Resumen parámetros “x” y “y”

Parámetro	Sumatoria
X	300
Y	4325206
x ²	4900
x * y	55337950
Log (x)	23.7927
Log (y)	126.0925
(Log (x)) ²	26.5791
Log (x) * Log (y)	125.1723
x * Log (y)	1579.2778
Ln(x)	54.785
(Ln(x)) ²	140.9198
Ln(x) * y	10030172.99

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1.1.1. Regresión lineal

Se procede a determinar los valores de “a”, “b” y “R”, tomando como base, los primeros 24 meses para determinar la ecuación de regresión lineal.

Tabla IV. Valores regresión lineal

Variable	Ecuación	Valor
A	$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum (x * y))}{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}$	166381.3188
B	$b = \frac{N(\sum (x * y)) - (\sum x)(\sum y)}{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}$	1106.8478
R		0.65053824

Fuente: Elaboración propia

Por lo que la ecuación de la regresión lineal queda de la siguiente manera:

$$y = a + bx$$

$$y = 166381.3188 + 1106.8478x$$

Se procede a realizar el pronóstico para los últimos 4 meses del siguiente período.

Tabla V. Pronóstico regresión lineal

Mes	Pronóstico
33	202908
34	204015
35	205121
36	206228

Fuente: Elaboración propia

A continuación se estima el error acumulado para el método de regresión lineal:

Tabla VI. Error acumulado regresión lineal

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error Acumulado
33	195259	202908	7649	7649
34	171771	204015	32244	39893
35	168276	205121	36845	76738
36	207345	206228	1117	77855

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1.1.2. Regresión exponencial

Se procede a determinar los valores de “a”, “b” y “R”, tomando como base, los primeros 24 meses para determinar la ecuación de regresión exponencial.

Tabla VII. Valores regresión exponencial

Variable	Ecuación	Valor
A	$\text{Log}(a) = \frac{(\sum \text{Log}(y))(\sum x^2) - (\sum x)(\sum (x * \text{Log}(y)))}{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}$	165931.7649
B	$b = \frac{N(\sum (x * \text{Log}(y))) - (\sum x)(\sum \text{Log}(y))}{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}$	1.0063
R		0.63568860

Fuente: Elaboración propia

Por lo que la ecuación de la regresión exponencial queda de la siguiente manera:

$$y = ab^x$$

$$y = 165931.7649 * 1.0063^x$$

Se procede a realizar el pronóstico para los últimos 4 meses del siguiente período.

Tabla VIII. Pronóstico regresión exponencial

Mes	Pronóstico
33	203936
34	205215
35	206501
36	207796

Fuente: Elaboración propia

A continuación se estima el error acumulado para el método de regresión exponencial:

Tabla IX. Error acumulado regresión exponencial

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error Acumulado
33	195259	203936	8677	8677
34	171771	205215	33444	42121
35	168276	206501	38225	80346
36	207345	207796	451	80797

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1.1.3. Regresión potencial

Se procede a determinar los valores de “a”, “b” y “R”, tomando como base, los primeros 24 meses para determinar la ecuación de regresión potencial.

Tabla X. Valores regresión potencial

Variable	Ecuación	Valor
A	$Log(a) = \frac{(\sum Log(y)) (\sum (Log(x))^2) - (\sum Log(x)) (\sum (Log(x) * Log(y)))}{N (\sum (Log(x))^2) - (\sum Log(x))^2}$	157727.5370
B	$b = \frac{N (\sum (\sum Log(x) * Log(y))) - (\sum Log(x)) (\sum Log(y))}{N (\sum (Log(x))^2) - (\sum Log(x))^2}$	0.0564
R		0.87292611

Fuente: Elaboración propia

Por lo que la ecuación de la regresión potencial queda de la siguiente manera:

$$y = ax^b$$

$$y = 157727.5370x^{0.0564}$$

Se procede a realizar el pronóstico para los últimos 4 meses del siguiente período.

Tabla XI. Pronóstico regresión potencial

Mes	Pronóstico
33	192135
34	192459
35	192774
36	193081

Fuente: Elaboración propia

A continuación se estima el error acumulado para el método de regresión potencial:

Tabla XII. Error acumulado regresión potencial

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error Acumulado
33	195259	192135	3124	3124
34	171771	192459	20688	23812
35	168276	192774	24498	48310
36	207345	193081	14264	62574

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1.1.4. Regresión logarítmica

Se procede a determinar los valores de “a”, “b” y “R”, tomando como base, los primeros 24 meses para determinar la ecuación de regresión logarítmica.

Tabla XIII. Valores regresión logarítmica

Variable	Ecuación	Valor
A	$a = \frac{(\sum y)(\sum (\ln(x))^2) - (\sum \ln(x))(\sum (\ln(x) * y))}{N(\sum (\ln(x))^2) - (\sum \ln(x))^2}$	157618.7960
B	$b = \frac{N(\sum (\ln(x) * y)) - (\sum \ln(x))(\sum y)}{N(\sum (\ln(x))^2) - (\sum \ln(x))^2}$	9899.7458
R		0.84380092

Fuente: Elaboración propia

Por lo que la ecuación de la regresión logarítmica queda de la siguiente manera:

$$y = a + b \ln(x)$$

$$y = 157618.7960 + 9899.7458 * \ln(x)$$

Se procede a realizar el pronóstico para los últimos 4 meses del siguiente período.

Tabla XIV. Pronóstico regresión logarítmica

Mes	Pronóstico
33	192234
34	192529
35	192816
36	193095

Fuente: Elaboración propia

A continuación se estima el error acumulado para el método de regresión logarítmica:

Tabla XV. Error acumulado regresión logarítmica

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error Acumulado
33	195259	192234	3025	3025
34	171771	192529	20758	23783
35	168276	192816	24540	48323
36	207345	193095	14250	62573

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1.2. Familia combinada

Lo primero que se debe hacer es transformar los valores originales a una tendencia simulada. Esto se logra tomando como base el método de la familia de regresión que presente el mejor coeficiente de correlación.

A continuación se muestra una tabla resumen con el coeficiente de correlación resultante de cada método:

Tabla XVI. Resumen coeficientes de correlación

Método	Coeficiente de Correlación
Lineal	0.65053824
Exponencial	0.63568860
Potencial	0.87292611
Logarítmico	0.84380092

Fuente: Elaboración propia

Como el método de regresión potencial es el que mejor coeficiente de correlación presenta, se procede a realizar el cálculo de la familia combinada.

Para realizar los cálculos de la familia combinada se utilizará el valor de la pendiente “b” del método de regresión potencial que es igual a 0.0564.

Se procede a determinar el valor de las ventas nuevas, utilizando la siguiente fórmula:

$$Ventas\ Nuevas = Ventas\ Origianles - bt$$

Donde:

Tabla XVII. Parámetros ventas nuevas

Variable	Descripción
B	Pendiente de la curva
T	Período a analizar

Fuente: Elaboración propia

Quedando estas de la siguiente manera:

Tabla XVIII. Valores ventas nuevas

Mes	Ventas Nuevas	Mes	Ventas Nuevas
1	169173	13	177587
2	148822	14	156223
3	145793	15	153042
4	179642	16	188578
5	188505	17	197882
6	184973	18	194174
7	182450	19	191524
8	180910	20	189908
9	182374	21	191445
10	193641	22	203274
11	193607	23	203237
12	160087	24	168048

Fuente: Elaboración propia

Posterior a este cálculo, se debe determinar los valores de los promedios horizontales, utilizando para esto, los valores de las ventas nuevas, siendo estos los resultados:

Tabla XIX. Valores promedios horizontales

Promedio	Valor
X_{h1}	173380
X_{h2}	152523
X_{h3}	149418
X_{h4}	184110
X_{h5}	193194
X_{h6}	189574
X_{h7}	186987
X_{h8}	185409
X_{h9}	186910
X_{h10}	198458
X_{h11}	198422
X_{h12}	164068

Fuente: Elaboración propia

A continuación se procede a determinar el valor del promedio vertical linealizado, basado en los valores de los 24 meses de las ventas nuevas.

$$\text{Promedio Vertical Linealizado} = \frac{\sum \text{Ventas Nuevas}}{24}$$

$$\text{Promedio Vertical Linealizado} = 180204$$

Como siguiente paso se determinan los valores de los índices utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Índice} = \frac{X_{hx}}{\text{Promedio Vertical Linealizado}}$$

Quedando estos de la siguiente manera:

Tabla XX. Valores índices

Índice	Valor
1	0.96
2	0.85
3	0.83
4	1.02
5	1.07
6	1.05
7	1.04
8	1.03
9	1.04
10	1.10
11	1.10
12	0.91

Fuente: Elaboración propia

A continuación se debe calcular el valor del promedio vertical, basado en los valores de los 24 meses de las ventas originales.

$$\textit{Promedio Vertical} = \frac{\sum \textit{Ventas Originales}}{24}$$

$$\textit{Promedio Vertical} = 180217$$

Además, se procede a determinar el pronóstico de evaluación utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Pronóstico de Evaluación} = \text{Promedio Vertical} * \text{Índice} + bt$$

Donde:

Tabla XXI. Parámetros pronóstico de evaluación

Variable	Descripción
Promedio Vertical	Promedio vertical de los datos originales
Índice	Índice estacionario
B	Pendiente de la curva
T	Período a analizar

Fuente: Elaboración propia

Quedando este de la siguiente manera:

Tabla XXII. Pronóstico familia combinada

Mes	Valor
Enero	173419
Febrero	152561
Marzo	149457
Abril	184153
Mayo	193238
Junio	189619
Julio	187033
Agosto	185456
Septiembre	186958
Octubre	198508
Noviembre	198473
Diciembre	164117

Fuente: Elaboración propia

Como último paso se procede a determinar el error acumulado resultante de este método:

Tabla XXIII. Error acumulado familia combinada

Mes	Per_1	Per_2	Per_3	VN_1	VN_2	X_h	Índice	P_{ev}	Error	Error Acumulado
Enero	169174	177600	195259	169173	177587	173380	0.96	173419		
Febrero	148824	156237	171771	148822	156223	152523	0.85	152561		
Marzo	145796	153057	168276	145793	153042	149418	0.83	149457		
Abril	179646	188594	207345	179642	188578	184110	1.02	184153		
Mayo	188510	197899	217576	188505	197882	193194	1.07	193238		
Junio	184979	194193	213501	184973	194174	189574	1.05	189619		
Julio	182457	191544	210589	182450	191524	186987	1.04	187033		
Agosto	180918	189929	208813	180910	189908	185409	1.03	185456		
Septiembre	182383	191467	210504	182374	191445	186910	1.04	186958	23546	23546
Octubre	193651	203297	223510	193641	203274	198458	1.10	198508	25002	48548
Noviembre	193618	203261	223471	193607	203237	198422	1.10	198473	24998	73546
Diciembre	160099	168073	184784	160087	168048	164068	0.91	164117	20667	94213

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2. Comparación de resultados

Se procede a comparar los errores acumulados que resultaron de cada uno de los métodos utilizados, siendo estos:

Tabla XXIV. Comparación errores acumulados

Familia de Regresión		Familia Combinada	
Método	Error Acumulado	Método	Error Acumulado
Lineal	77855	Combinado	94213
Exponencial	80797		
Potencial	62574		
Logarítmico	62573		

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el análisis de los datos a través de la familia de regresión y la familia combinada, se puede llegar a la conclusión de que el método más exacto es el de regresión logarítmica.

Por tal razón, se procederá a realizar el pronóstico para el primer semestre del año 2010, utilizando el método de regresión logarítmica.

3.1.2.3. Pronóstico de riesgo

Conociendo el mejor método matemático a través del análisis realizado, se procede a realizar el pronóstico de riesgo, que no es más que, aplicar el método que dio el menor error acumulado, con la diferencia que ahora si se aplica con todos los datos con que se cuenta.

Para determinar los valores de “a” y “b” para el método de regresión logarítmica, se procede a realizar los cálculos para cada uno de los parámetros que se necesitarán, obteniendo los siguientes valores:

Tabla XXV. Parámetros pronóstico de riesgo

X	Y	Ln(x)	(Ln(x))^2	Ln(x) * y
1	169174	0.0000	0.0000	0.0000
2	148824	0.6931	0.4805	103156.9360
3	145796	1.0986	1.2069	160173.2772
4	179646	1.3863	1.9218	249042.2368
5	188510	1.6094	2.5903	303395.1409
6	184979	1.7918	3.2104	331437.8749
7	182457	1.9459	3.7866	355044.9281
8	180918	2.0794	4.3241	376208.4048

9	182383	2.1972	4.8278	400736.4101
10	193651	2.3026	5.3019	445897.9058
11	193618	2.3979	5.7499	464275.6869
12	160099	2.4849	6.1748	397831.0697
13	177600	2.5649	6.5790	455535.0059
14	156237	2.6391	6.9646	412318.4000
15	153057	2.7081	7.3335	414486.0396
16	188594	2.7726	7.6872	522893.5975
17	197899	2.8332	8.0271	560690.0876
18	194193	2.8904	8.3542	561289.9628
19	191544	2.9444	8.6697	563989.6198
20	189929	2.9957	8.9744	568976.4350
21	191467	3.0445	9.2691	582925.5776
22	203297	3.0910	9.5545	628399.6576
23	203261	3.1355	9.8313	637323.6898
24	168073	3.1781	10.1000	534145.0414
25	195259	3.2189	10.3612	628514.4747
26	171771	3.2581	10.6152	559646.5004
27	168276	3.2958	10.8625	554610.2445
28	207345	3.3322	11.1036	690915.9442
29	217576	3.3673	11.3387	732642.7575
30	213501	3.4012	11.5681	726159.0422
31	210589	3.4340	11.7923	723159.9314
32	208813	3.4657	12.0113	723690.7111
33	210504	3.4965	12.2256	736028.8277
34	223510	3.5264	12.4352	788176.8409
35	223471	3.5553	12.6405	794517.1866
36	184784	3.5835	12.8416	662176.9635

Fuente: Elaboración propia

Tabla XXVI. Resumen parámetros pronóstico de riesgo

Tabla Resumen	
Operación	Sumatoria
X	666
Y	6760605
Ln(x)	95.7197
(Ln(x))^2	280.7156
Ln(x) * y	18350412.4106

Fuente: Elaboración propia

Se procede a determinar los valores de “a” y “b” tomando como base, la totalidad de los datos de los tres períodos para determinar la ecuación de regresión logarítmica.

Tabla XXVII. Valores pronóstico de riesgo

Variable	Ecuación	Valor
A	$a = \frac{(\sum y)(\sum (\ln(x))^2) - (\sum \ln(x))(\sum (\ln(x) * y))}{N(\sum (\ln(x))^2) - (\sum \ln(x))^2}$	149773.3062
B	$b = \frac{N(\sum (\ln(x) * y)) - (\sum \ln(x))(\sum y)}{N(\sum (\ln(x))^2) - (\sum \ln(x))^2}$	14299.7320

Fuente: Elaboración propia

Por lo que la ecuación de la regresión logarítmica queda de la siguiente manera:

$$y = a + b \ln(x)$$

$$y = 149773.3062 + 14299.7320 \ln(x)$$

Se procede a realizar el pronóstico para el primer semestre del año 2010.

Tabla XXVIII. Pronóstico de riesgo

Mes	Pronóstico
37	201409
38	201790
39	202162
40	202524
41	202877
42	203221

Fuente: Elaboración propia

3.2. Manejo de materiales

3.2.1. Determinación de los requerimientos de producción

Para producir un fardo de papel higiénico se necesita de los siguientes materiales:

- 1.176 kg de papel
- 1 rollo de cartón de 4.8 gr
- 1 empaque plástico de 19.5 gr

A partir del pronóstico de ventas realizado previamente, se procederá a determinar la cantidad de material de cada uno de los componentes que se necesitará para poder producir la cantidad de fardos de papel higiénico requeridos.

Tabla XXIX. Cantidad de material por componente

Mes	Pronóstico	Componente		
		Papel	Cartón	Plástico
Enero	201409	236857	966764	3927476
Febrero	201790	237306	968592	3934905
Marzo	202162	237743	970378	3942159
Abril	202524	238169	972116	3949218
Mayo	202877	238584	973810	3956102
Junio	203221	238988	975461	3962810
Total		1427647 kg	5827121 gr	23672670 gr

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Política de componentes del modelo de inventarios

3.2.2.1. Stock de seguridad

El *stock* de seguridad es un nivel de inventario que se utiliza para cubrir las diferencias en el tiempo en las entregas de materiales por parte del proveedor.

Cuando los tiempos de entrega sufren retrasos inevitables por parte del proveedor, se hace necesario implementar una política de *stock* de seguridad de existencia en bodega.

La política de *stock* de seguridad se calcula determinando el promedio de los tiempos de entrega de los materiales por parte del proveedor y luego, se realiza la diferencia entre el mayor tiempo de entrega y este promedio.

A continuación se muestra los tiempos correspondientes a las últimas cuatro entregas de cada uno de los materiales por parte del proveedor:

Tabla XXX. Tiempo de entrega de los materiales

Entrega	Papel	Cartón	Plástico
1	1.33 meses	0.70 meses	1.40 meses
2	1.29 meses	0.80 meses	1.55 meses
3	1.40 meses	0.60 meses	1.45 meses
4	1.30 meses	0.58 meses	1.60 meses

Fuente: Elaboración propia

Por lo que la política de *stock* es la siguiente:

- $RSS_{papel} = 1.40 - 1.33 = 0.07$
- $RSS_{cartón} = 0.8 - 0.67 = 0.13$
- $RSS_{plástico} = 1.60 - 1.50 = 0.10$

La ecuación a utilizar para calcular el *stock* de seguridad es la siguiente:

$$Stock\ de\ Seguridad = \left[\frac{Planificado}{Ciclo} \right] * RSS$$

Por lo que el *stock* de seguridad para cada uno de los materiales es el siguiente:

- $Stock\ de\ Seguridad_{papel} = \left[\frac{1427647}{6} \right] * 0.07 = 16656\ kg$
- $Stock\ de\ Seguridad_{cartón} = \left[\frac{5827121}{6} \right] * 0.13 = 126255\ gr$
- $Stock\ de\ Seguridad_{plástico} = \left[\frac{23672670}{6} \right] * 0.10 = 394545\ gr$

3.2.2.2. Nivel de reorden

El nivel de reorden es el nivel que nos indica cuando es necesario volver a pedir materiales para que las existencias se mantengan siempre en el nivel más bajo necesario en bodega, y así evitar sufrir de períodos de agotamiento en las líneas de producción por falta de materiales.

La política de reorden no es más que el promedio de los tiempos de entrega de los materiales por parte del proveedor. Por lo que la política de reorden es la siguiente:

- $Rnr_{papel} = 1.33$
- $Rnr_{cartón} = 0.67$
- $Rnr_{plástico} = 1.50$

La ecuación a utilizar para calcular el nivel de reordenes la siguiente:

$$\text{Nivel de Reorden} = \left[\frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right] * Rnr$$

Por lo que el nivel de reorden para cada uno de los materiales es el siguiente:

- $\text{Nivel de Reorden}_{papel} = \left[\frac{1427647}{6} \right] * 1.33 = 316462 \text{ kg}$
- $\text{Nivel de Reorden}_{cartón} = \left[\frac{5827121}{6} \right] * 0.67 = 650696 \text{ gr}$
- $\text{Nivel de Reorden}_{plástico} = \left[\frac{23672670}{6} \right] * 1.5 = 5918168 \text{ gr}$

3.2.2.3. Línea teórica de consumo

Este nivel de inventarios es el número de meses o períodos de tiempo en la cual, la existencia de producto en la bodega de materiales alcanza para producir en las líneas de producción según lo planificado.

Este nivel es de mucha utilidad para proyectar el manejo de materiales, pues es el que indica el estado en el que se encuentra la existencia de materiales teórica en cualquier momento.

La ecuación a utilizar para calcular la línea teórica de consumo es la siguiente:

$$\text{Línea Teórica de Consumo} = \left[\frac{\text{Existencia}}{\text{Planificado}} \right] * \text{Ciclo}$$

Por lo que la línea teórica de consumo para cada uno de los materiales es la siguiente:

- $\text{Línea Teórica de Consumo}_{\text{papel}} = \left[\frac{405225}{1427647} \right] * 6 = 1.70 \text{ meses}$
- $\text{Línea Teórica de Consumo}_{\text{cartón}} = \left[\frac{1257856}{5827121} \right] * 6 = 1.30 \text{ meses}$
- $\text{Línea Teórica de Consumo}_{\text{plástico}} = \left[\frac{7654789}{23672670} \right] * 6 = 1.94 \text{ meses}$

3.2.2.4. Cantidad óptima de pedido

La cantidad óptima de pedido no es más que el total de materiales que se debe pedir para garantizar la existencia de producto en la bodega de materiales que, permitirá producir en las líneas de producción lo planificado.

La ecuación a utilizar para calcular la cantidad óptima de pedido es la siguiente:

$$\text{Cantidad Óptima} = 2 * \text{Stock de Seguridad} + \text{Nivel de Reorden}$$

Por lo que la cantidad óptima de pedido para cada uno de los materiales es la siguiente:

- $\text{Cantidad Óptima}_{\text{papel}} = 2 * 16656 + 316462 = 349774 \text{ kg}$
- $\text{Cantidad Óptima}_{\text{cartón}} = 2 * 126255 + 650696 = 903206 \text{ gr}$
- $\text{Cantidad Óptima}_{\text{plástico}} = 2 * 394545 + 5918168 = 6707258 \text{ gr}$

Cuando ingresa el pedido de materiales, la nueva existencia será igual a la cantidad de pedido óptimo más el valor del *stock* de seguridad, generando con esto, una nueva existencia que dará como resultado un nuevo nivel de inventarios.

Debido a esta razón se deben calcular una nueva línea teórica de consumo, siendo esta la siguiente:

- $\text{Existencia } 2_{\text{papel}} = 349774 + 16656 = 366430 \text{ kg}$
- $\text{Existencia } 2_{\text{cartón}} = 903206 + 126255 = 1029461 \text{ gr}$
- $\text{Existencia } 2_{\text{plástico}} = 6707258 + 394545 = 7101803 \text{ gr}$

- $\text{Línea Teórica de Consumo } 2_{\text{papel}} = \left[\frac{366430}{1427647} \right] * 6 = 1.54 \text{ meses}$
- $\text{Línea Teórica de Consumo } 2_{\text{cartón}} = \left[\frac{1029461}{5827121} \right] * 6 = 1.06 \text{ meses}$
- $\text{Línea Teórica de Consumo } 2_{\text{plástico}} = \left[\frac{7101803}{23672670} \right] * 6 = 1.80 \text{ meses}$

3.2.3. Distribución de materiales en el tiempo

3.2.3.1. Programación de órdenes de pedido

Con los cálculos realizados anteriormente, se procederá a realizar la determinación de la llegada de cada uno de los materiales que conforman los fardos de papel higiénico.

3.2.3.2. Determinación de la llegada de los materiales

Como primer punto, es necesario expresar el nivel de reorden en términos de tiempo, esto se logra utilizando la siguiente fórmula:

$$NivelReorden_{tiempo} = \frac{LíneaTeóricaConsumo(Existencia - NiveldeReorden)}{Existencia}$$

Para determinar las fechas exactas en las que se debe hacer el pedido de cada uno de los materiales, así como, la fecha en que estos llegarán a la bodega de materia prima, se deben utilizar las siguientes fórmulas:

- Primer Ciclo

$$NR_1 = \frac{LTC_1(Existencia_1 - NR)}{Existencia_1}$$

$$Pedido_1 = NR_1 * 30$$

$$Llegada_1 = LTC_1 * 30$$

- Segundo Ciclo

$$NR_2 = \frac{LTC_2(Existencia_2 - NR)}{Existencia_2}$$

$$Pedido_2 = (LTC_1 + NR_2) * 30$$

$$Llegada_2 = (LTC_1 + LTC_2) * 30$$

- Siguients Ciclos

$$NR_2 = \frac{LTC_2(Existencia_2 - NR)}{Existencia_2}$$

$$Pedido_n = (LTC_1 + (n * NR_2) + (m * LTC_2)) * 30$$

$$Llegada_n = (LTC_1 + (n * LTC_2)) * 30$$

Donde:

- $NR_1 =$ Nivel de Reorden ciclo 1 expresado en tiempo
- $LTC_1 =$ Línea Teórica de Consumo 1
- $NR =$ Nivel de Reorden expresado en unidades
- $NR_2 =$ Nivel de Reorden ciclo 2 expresado en tiempo
- $LTC_2 =$ Línea Teórica de Consumo 2
- $n =$ número de ciclo - 1 y $n \geq 3$
- $m =$ número de ciclo - 2

Al utilizar las formulas antes descritas, las fechas de pedido y llegada de los materiales durante el primer semestre del año 2010 quedan de la siguiente manera:

Tabla XXXI. Fechas de pedido/entrega papel

Papel	
Fecha de Pedido	Fecha de Entrega
11 de enero	21 de febrero
27 de febrero	7 de abril
13 de abril	23 de mayo
29 de mayo	9 de junio

Fuente: Elaboración propia

Tabla XXXII. Fechas de pedido/entrega cartón

Cartón	
Fecha de Pedido	Fecha de Entrega
18 de enero	9 de febrero
20 de febrero	10 de marzo
22 de marzo	12 de abril
24 de abril	14 de mayo
25 de mayo	16 de junio

Fuente: Elaboración propia

Tabla XXXIII. Fechas de pedido/entrega plástico

Plástico	
Fecha de Pedido	Fecha de Entrega
13 de enero	28 de febrero
7 de marzo	22 de abril
1 de mayo	16 de junio

Fuente: Elaboración propia

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DE INVENTARIOS

4.1. Tipo de implementación

Cuando se trata de la implementación de proyectos complejos o riesgosos para la organización, como es el caso del sistema de manejo de inventarios que se propone implementar, es recomendable utilizar el método de implementación en paralelo, el cual consiste en la operación simultánea por un período determinado de tiempo, tanto del sistema tradicional como del que se va a implementar.

Una de las ventajas de realizar la implementación del sistema de manejo de inventarios utilizando el método de implementación en paralelo, es que, permite realizar modificaciones y ajustes durante el proceso de implementación, sin crear graves problemas hasta que el nuevo sistema de manejo de inventarios esté funcionando normalmente, antes de que se suspenda la operación del método de manejo de inventarios utilizando con anterioridad por la empresa.

El método de implementación en paralelo garantiza mayor seguridad en las operaciones que se realizan durante el cambio, ya que, cualquier eventualidad puede afrontarse sin precipitaciones, debido a que se puede realizar un análisis de la situación que se presente, ya que, el manejo de dos sistemas a la vez garantiza tener un respaldo de los registros de la información utilizados en el manejo de inventarios.

También permite que el personal que se encargará del nuevo sistema pueda familiarizarse con sus nuevas atribuciones, sin la presión de trabajar con la posibilidad de cometer errores.

Pero su mayor virtud está en que permite realizar comparaciones de los nuevos métodos contra los métodos tradicionales y verdaderamente medir su impacto.

4.2. Programa de implementación

Los responsables del departamento de producción, serán los encargados de llevar a cabo la implementación del sistema de manejo de materiales, que comprende desde la determinación del pronóstico de ventas, hasta el manejo de materiales. Personas pertenecientes a otras áreas funcionales, como los responsables de la bodega de materia prima, también formarán parte de su equipo de apoyo del programa. Estas personas trabajarán juntas para administrar el programa en forma efectiva.

Se designo a los responsables del departamento de producción como los encargados de llevar a cabo la implementación del sistema de manejo de inventarios, debido a que son las personas que poseen los conocimientos y habilidades necesarias para efectuar dicha implementación de manera eficiente.

4.2.1. Actividades

El primer paso para poder desarrollar el diseño del sistema de manejo de inventarios es definir claramente el problema que se desea solucionar, en este caso, el problema a solucionar es el manejo adecuado de los inventarios de materiales de la empresa.

Luego se deben detectar las principales fallas a resolver, para luego determinar con claridad el objetivo del estudio y con ello evitar malos entendidos que obstaculicen o dispersen el trabajo.

Teniendo definido claramente la naturaleza y el objetivo del estudio, debe llevarse a cabo una investigación para determinar la situación actual de la empresa, referente al problema a tratar, con el propósito de visualizar los estudios que se deben realizar, la complejidad de la investigación y las técnicas más apropiadas para realizarlo.

Luego de realizar un análisis de la forma en que actualmente se lleva a cabo el manejo de inventarios en la empresa, se determinó que, este se realiza de manera empírica, lo que genera un alto grado de incertidumbre para la administración, ya que, no representa valores confiables para la toma de decisiones.

Conociendo claramente la situación actual de la empresa, teniendo el panorama de la complejidad del proyecto y las técnicas que se deben utilizar para llevarlo a cabo, es necesario desarrollar el plan de trabajo que se deberá seguir para poder diseñar el sistema a implementar.

Dentro de las actividades contenidas en el plan de trabajo, se incluye la recopilación de la información relacionada a los datos históricos de las ventas de la empresa, con la finalidad de utilizar dicha información para la elaboración del pronóstico de ventas.

Con el pronóstico de ventas realizado, se procederá a determinar la cantidad de materiales que se deberán utilizar para la elaboración del papel higiénico. Teniendo los valores de las cantidades de materiales a utilizar, se procederá a determinar factores del manejo de inventarios tales como: el *stock* de seguridad, niveles de reorden, cantidades óptimas de pedido y fechas estimadas de pedido y entrega de los materiales.

Paralelo al plan de trabajo antes descrito, es necesario nombrar un comité que será el encargo de poner en marcha la implementación del sistema de manejo de inventarios, dicho comité debe estar conformado por personal de las áreas de producción y del área de insumos, ya que, dicho personal cuenta con los conocimientos y habilidades necesarias para llevar a cabo el plan de trabajo.

El comité deberá realizar reuniones periódicas en las cuales se establecerán las actividades a seguir, nombrando responsables a cada una de ellas y periodos en los cuales deberán cumplirse dichas actividades. Además, se revisarán los avances de dichas actividades en cada una de las reuniones que realicen.

Dentro de las actividades que se deben desarrollar por parte del comité se pueden mencionar:

- Revisiones de los pronósticos de ventas realizados para garantizar que se ajusten a la realidad del mercado
- Validar las políticas de *stock* y reorden que maneja la empresa
- Verificaciones de los elementos del manejo de inventarios, tales como: *stock* de seguridad, nivel de reorden y cantidad óptima de pedido
- Cualquiera otra que el comité considere que sea necesaria para aumentar el valor agregado que genera el sistema de manejo de inventarios

En caso de detectar deficiencias en algunos aspectos relacionados a las habilidades y conocimientos necesarios para desarrollar adecuadamente el plan de trabajo propuesto, se deberá proporcionar capacitación a los miembros del comité, con la finalidad de proporcionarles el conocimiento y herramientas necesarias para llevar a cabo la finalidad de las atribuciones asignadas a los mismos dentro del sistema de manejo de inventarios a implementar.

Los programas de capacitación deben orientarse a temas que fortalezcan los conocimientos de los miembros del comité, en aspectos tales como: determinación de pronósticos de ventas y los aspectos directamente relacionados al manejo de inventarios como la correcta determinación de los *stocks* de seguridad, niveles de reorden y cantidades óptimas de pedido.

Además, los integrantes de dicho comité deben llevar a cabo el proceso de mejora continua del mismo, ya que, los cambios implementados no deben permanecer estáticos, por el contrario deben ser adaptados constantemente de acuerdo con las necesidades cambiantes de la empresa.

Como último punto el plan de trabajo debe someterse a la consideración de las autoridades del área objeto de estudio y de la alta gerencia, quienes serán los responsables de realizar los análisis respectivos y determinar si se aprueba su realización.

4.2.2. Recursos

4.2.2.1. Económicos

Como medidas complementarias a la propuesta del sistema de manejo de inventarios que faciliten y/o garanticen el alcance de los objetivos que se pretenden con su implementación, se hace necesario acompañar la propuesta con una serie de recursos.

Los recursos que se proponen implementar como medidas de acompañamiento son del tipo físicos y humanos. Dentro de los recursos físicos que se proponen se puede mencionar: la adquisición de otro montacargas, el alquiler de espacio físico destinado para el almacenamiento de los productos terminados y la adquisición de equipo de computación. Dentro del recurso humano se puede mencionar: las capacitaciones al personal y si fuera necesario, la contratación de personal que cumpla con un perfil previamente establecido.

El costo estimado de cada uno de estos recursos es:

- Q. 95,000.00 de costo por adquisición del montacargas
- Q. 20,000.00 de costo de alquiler del espacio físico destinado a la bodega de producto terminado
- Q. 5,000.00 de costo de adquisición de equipo de computación
- Q.4,500.00 en concepto de salario de la persona que se contratará si el comité lo considera necesario

Cabe resaltar que, los costos por concepto de adquisición del montacargas y del equipo de computación serán por una única ocasión, mientras que los costos por concepto de alquiler y pago de salario serán todos los meses.

4.2.2.2. Físicos

Actualmente la empresa cuenta únicamente con un montacargas, lo que a lo largo repercute en pérdidas de tiempo, debido a que se debe utilizar el mismo montacargas tanto para el traslado de materias primas hacia las líneas de producción, así como, de las líneas de producción hacia la ubicación de los productos terminados.

Con la finalidad de agilizar dichos procesos, se propone la adquisición de otro montacargas con las siguientes características:

- Marca Toyota
- Modelo 7FGCU15
- Capacidad de 3000 libras
- Motor de combustión a base de gas

Debido a que no se cuenta con un espacio adecuado para la ubicación de los productos terminados y aprovechando que las instalaciones de la empresa se encuentran en un complejo industrial, se propone el alquiler de un espacio que sea utilizado exclusivamente como bodega de producto terminado.

Además, se propone la adquisición de equipo de computación, que será utilizado para llevar el control del sistema de manejo de inventarios y que estará asignada a la persona o personas que el comité seleccione.

Las características de la computadora son las siguientes:

- Marca Toshiba
- Modelo Satellite SP6008
- Procesador Intel Dual Core 2.3GHZ
- 3GB de Memoria Ram DDR3 bus de 1066 Mhz
- Disco de 250GB Sata de 5400 Rpm
- Lector de Memorias Digitales
- Licencia de Windows 7 Starter Español

4.2.2.3. Humanos

Para que el funcionamiento del sistema de manejo de inventarios propuesto se lleve a cabo correctamente, es necesario contar con personal que posea los conocimientos y habilidades necesarias para cumplir con los objetivos que se pretenden alcanzar con dicho sistema.

El comité será el responsable de llevar a cabo la selección de las personas que estarán a cargo de poner en marcha y darle continuidad al sistema de manejo de inventarios.

Además, serán los encargados de seleccionar el tipo de capacitación que consideren necesarias, con la finalidad de proporcionarles los conocimientos requeridos a las personas que se encuentren a cargo del sistema.

Si el comité considerará necesario contratar personal para asignarles la responsabilidad de formar parte del equipo de personas que se encuentren a cargo de sistema de manejo de inventarios, se recomienda que el perfil sea el siguiente:

- Estudios universitarios en Ingeniería Industrial, Administración o carrera afín
- Debe tener conocimientos específicos en administración de inventarios y logística
- Poseer experiencia en temas de gestión y abastecimiento de materiales.
- Manejo de paquetes de software intermedio
- Cualquier otra competencia que el comité considere necesaria

4.3. Presentación del diseño del sistema de manejo de inventario a la administración

Los funcionarios de alto nivel requieren informes condensados, que les permitan tomar con un alto grado de seguridad, decisiones correctas y oportunas, por lo que el informe a presentar a la administración debe incluir los siguientes puntos:

- Puntos de mejora relacionados con la operación actual que maneja la empresa relacionados con el problema a solucionar
- Actividades a seguir para llevar a cabo la implementación del sistema a implementar
- El beneficio-costo de llevar a cabo la implementación del diseño del sistema que se desea implementar

Puede ser de mucha utilidad incluir en el informe que se le presentará a la administración herramientas de ayuda tales como: gráficas, diagramas, cuadros y demás instrumentos de análisis administrativos que se consideren elementos auxiliares para apoyar las propuestas y recomendaciones, pero que sobretodo faciliten la interpretación y análisis de las alternativas de solución.

La presentación no debe ser extensa ni tediosa, por lo que debe ponerse mucho empeño en su contenido y apoyarse con ayudas audiovisuales y materiales para hacerla más atractiva.

4.4. Revisión del diseño del sistema por la administración

Luego de haber presentado el diseño del sistema que se desea implementar para el manejo de inventarios, la administración de la empresa debe realizar un análisis exhaustivo acerca del mismo, para establecer si este sistema se adapta a sus requerimientos.

Además, debe evaluar la alternativa desde un punto de vista económico, para establecer si la inversión que supondría la implementación de la alternativa propuesta se acopla a los recursos económicos con los que cuenta la organización, así como, si la relación beneficio/costo de la misma satisface sus necesidades.

Como último punto es necesario que la administración realice una evaluación, para determinar si los recursos físicos y humanos con los que cuenta actualmente son suficientes para echar a andar el proyecto.

En el caso de que los recursos físicos y humanos no fuesen suficientes para poner en marcha la alternativa propuesta, la administración debe tomar las medidas correctivas necesarios para que los objetivos que se pretenden alcanzar con la implementación del sistema de manejo de inventarios su puedan cumplir correctamente.

4.5. Aprobación del diseño del sistema de manejo de inventario

Luego de realizados los análisis por la administración se deben establecer si los resultados de los mismos son lo suficientemente satisfactorios para tomar la decisión de poner en marcha la implementación del sistema de manejo de inventarios.

En el caso de que la administración establezca que los resultados sean lo suficientemente satisfactorios para la organización, se debe poner en marcha la implementación del sistema de manejo de inventarios siguiendo el tipo de implementación seleccionada y el programa previamente establecido.

4.6. Información a personal encargado

Teniendo la aprobación por parte de la administración del sistema de manejo de inventario a implementar, además, de tomar en cuenta los requerimientos del nuevo sistema y el tipo de de implementación que se decida utilizar, se debe seleccionar y capacitar al personal que vaya a estar involucrado con los nuevos procedimientos y métodos de trabajo.

Para llevar a cabo la capacitación, se pueden tomar como base los manuales e instructivos que se desarrollen, para que el personal que va a estar involucrado con los nuevos procedimientos y métodos de trabajo, pueda ejecutar sus labores correctamente y adquiera el conocimiento mínimo necesario de las actividades que le corresponderá desarrollar dentro del proceso total.

5. SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

5.1. Evaluación de pronósticos de ventas

La intención de medir la precisión de los pronósticos tiene una doble finalidad, ya que, se busca determinar los diversos costos operativos y la satisfacción del cliente.

Una de las derivaciones de la importancia de la precisión de los pronósticos, está relacionada con su efecto en los denominados costos operativos, los cuales incluyen la generación y gestión del propio sistema de administración de pronósticos. Una forma de atenuar o minimizar esa gestión es, examinar sólo los productos con respecto a los cuales no se ha alcanzado la precisión aceptable o, trabajar sobre los productos que requieran niveles de servicio más elevados.

Un último aspecto a considerar en cuanto a la precisión de los pronósticos es su realización con la satisfacción e insatisfacción de los clientes. La medición de esta insatisfacción alcanza varias facetas:

- Diseñar y elaborar productos que los clientes quieren
- No diseñar ni fabricar productos que si quieren
- No tener los productos deseados por los clientes en los lugares y cantidades deseadas

En lo relacionado al tiempo, por lo regular, los pronósticos de ventas cubren un año. Sin embargo, también se elaboran pronósticos de menos de un año, cuando la actividad en la industria en la que participa la empresa es tan volátil que no es viable realizar estimaciones para todo un año.

Independientemente de si el pronóstico de ventas anual o para una determinada temporada, es recomendable revisarlo y corregirlo cuando sea necesario cada cierto tiempo, pudiendo considerar hacer la revisión del pronóstico de ventas por ejemplo mensual o trimestralmente, con la finalidad de tenerlo actualizado y adaptado a las condiciones que se están dando en el mercado.

5.2. Evaluación de la política de inventarios

5.2.1. Política de *stock*

Como se explico anteriormente, es necesario realizar una política de *stock* cuando los tiempos de entrega de la materia prima sufren retrasos inevitables por parte del proveedor, con la finalidad de garantizar la existencia de la materia prima en bodega.

Se debe realizar una revisión periódica de los tiempos de entrega de los materiales por parte del proveedor, para determinar si los mismos se mantienen en los rangos de los meses anteriores; ya que, si los tiempos de entrega varían se debe calcular nuevamente la política de *stock* para que, esta se adecue a las condiciones que se estén presentando actualmente en el mercado.

5.2.2. Política de nivel de reorden

Anteriormente se describió a la política de reorden como el promedio de los tiempos de entrega de los materiales por parte del proveedor.

Se debe realizar una revisión periódica de los tiempos promedio de entrega de los materiales por parte del proveedor, para determinar si los mismos se mantienen en los rangos de los meses anteriores.

Si el período de tiempo de entrega de materia prima por parte del proveedor varía, afectará el tiempo promedio de entrega, por lo que se debe calcular nuevamente la política de nivel de reorden, con la finalidad de que esta se adecue a las condiciones que se estén presentando actualmente en el mercado.

5.3. Mejora continua

5.3.1. Responsables del proceso de mejora continua

Los responsables del departamento de producción serán los encargados de llevar a cabo el proceso de mejora continua del sistema de manejo de inventarios.

El proceso de mejora continua comprende, desde la evaluación del pronóstico de ventas, hasta la evaluación del sistema de manejo de inventarios.

Se designo a los responsables del departamento de producción como los encargados de llevar a cabo la evaluación del sistema de manejo de inventarios, debido que, son las personas que poseen los conocimientos y habilidades necesarias para efectuar dicha evaluación de manera eficiente.

Además, se debe aprovechar la ventaja de que los responsables del departamento de producción son los que implementarán el sistema de manejo de inventarios, por lo que, conocerán a profundidad los aspectos de cómo se elaboraron los pronósticos y la política de inventarios, así como, las limitaciones de los mismos.

5.3.2. Definición de actividades

Como se mencionó anteriormente, el proceso de mejora continua comprende desde la evaluación del pronóstico de ventas, hasta la evaluación del sistema de manejo de inventarios. Por lo que es de suma importancia, establecer las actividades que se deben llevar a cabo, con la finalidad de poder desarrollar el proceso de mejora continua de la mejor manera posible.

El primer paso que se debe llevar a cabo dentro de las actividades del proceso de mejora continua es, el de evaluar el pronóstico de ventas, con el propósito de establecer el grado de exactitud y efectividad del mismo.

Es de vital importancia establecer el periodo de tiempo con el que se llevará a cabo la evaluación del pronóstico de ventas, el cual dependerá de que tan volátil se comporte la actividad en la que se encuentra involucrada la empresa.

La revisión del pronóstico de ventas podría realizar en periodos menores de un año, con la finalidad de tener el pronóstico de ventas actualizado y adaptado a las condiciones que se están presentando en el mercado.

Cabe destacar que este primer paso es muy importante en el proceso, ya que, del pronóstico de ventas que se realice dependerán el resto de pasos dentro del sistema de manejo de inventarios.

Como siguiente paso se deben determinar los requerimientos de producción, que no es más que determinar qué cantidad de cada material que conforma el papel higiénico se necesitará para poder cumplir con la demanda que se espera haya del producto en cuestión.

Como en el punto anterior, este paso es sumamente crítico, pues una mala estimación de los requerimientos de producción puede significar no contar con la cantidad necesaria de cada material para cumplir con la demanda de papel higiénico.

Posterior a estos pasos, se debe evaluar si la política de *stock* establecida se cumple, pues pueden producirse cambios en los tiempos de entrega de la materia prima, debido a retrasos inevitables por parte del proveedor, lo cual podría poner en riesgo la existencia de la materia prima en bodega.

Esta evaluación se debe realizar de manera periódica para determinar si los tiempos de entrega de materia prima por parte del proveedor se mantienen en los rangos de los meses anteriores; ya que, si los tiempos de entrega varían se debe calcular nuevamente la política de *stock* para que esta se adecue a las condiciones actuales.

Además, se debe realizar una revisión de la política de nivel de reorden para establecer si los tiempos promedio de entrega de los materiales por parte del proveedor se mantienen en los rangos de los meses anteriores, ya que, si el período de tiempo de entrega de materia prima por parte del proveedor varía afectará el tiempo promedio de entrega.

Con dicha revisión se garantiza que se podrá determinar con exactitud el momento cuando se debe realizar la compra de los materiales que conforman el producto terminado, y así evitar sufrir de periodos de agotamiento en las líneas de producción por falta de materiales.

Como siguiente punto se debe evaluar los cálculos realizados, para determinar la línea teórica de consumo, pues es la que representa el número de meses o períodos de tiempo en la cual la existencia de producto en la bodega de materiales alcanzará para producir en las líneas de producción según lo planificado.

Al llevar a cabo el proceso de mejora continua se garantiza que se podrá determinar con un alto grado de exactitud la cantidad óptima de pedido de materiales que se debe pedir para asegurar la existencia de producto en la bodega de materiales, que permitirá producir en las líneas de producción lo planificado.

5.4. Ajustes al sistema implementado

5.4.1. Stock de seguridad

Se deben de realizar ajustes a la política de *stock* establecida cuando se produzcan cambios en los tiempos de entrega de la materia prima por parte del proveedor. Además, otro factor que puede afectar el cálculo de *stock* de seguridad estimado con anterioridad, son los cambios que puedan sufrir los pronósticos de ventas previamente determinados.

Estos ajustes se deben realizar, con la finalidad de que la política de *stock* que se utiliza se encuentra adaptada a las circunstancias actuales del mercado, y con esto, evitar poner en riesgo el nivel de inventario con el que se cuenta para cubrir las diferencias en el tipo de de los materiales por parte del proveedor.

5.4.2. Nivel de reorden

Se deben de realizar ajustes a la política de nivel de reorden establecida cuando la política de *stock* sufra algún cambio, ya que, la política de nivel de reorden está directamente relacionada a la política de *stock*, por lo que un ligero cambio en la segunda afecta a la política de nivel de reorden.

Además, otro factor que puede afectar el cálculo del nivel de reorden previamente establecido, son los cambios que puedan sufrir los pronósticos de ventas determinados con anterioridad.

Este ajuste se realiza, con la finalidad de que la política de nivel de reorden utilizada, se encuentra adaptada a las circunstancias actuales del mercado, y con esto, poder determinar con exactitud el punto en el cual es necesario volver a realizar el pedido de materiales para mantener en bodega el nivel óptimo de *stock*, y así, evitar sufrir de períodos de agotamiento en las líneas de producción por falta de materiales.

5.4.3. Línea teórica de consumo

Se deben realizar ajustes a la línea teórica de consumo establecida previamente cuando los pronósticos de ventas sufran alguna modificación; ya que, la línea teórica de consumo es un valor de mucha utilidad en el sistema de manejo de materiales, ya que, indica el estado en el que se encuentra la existencia de materiales teórica en cualquier momento.

5.4.4. Cantidad optima de pedido

Cuando el *stock* de seguridad o el nivel de reorden sufren algún tipo de modificación, se debe determinar nuevamente el valor de la cantidad óptima de pedida, ya que, está directamente relacionado con los valores previamente descritos.

Al realizar estos ajustes se garantiza poder determinar con un alto grado de exactitud, la cantidad óptima de pedido de materiales que se debe pedir para asegurar la existencia de producto en la bodega de materiales, que permitirá producir en las líneas de producción lo planificado en los pronósticos de ventas.

5.5. Frecuencia de evaluaciones del sistema

Es de vital importancia establecer el periodo de tiempo con el que se llevará a cabo la evaluación del sistema de manejo de inventarios, ya que, de ello dependerá el grado de efectividad que se podrá alcanzar con el mismo.

Como primer punto se debe establecer el periodo de tiempo con el que se debe realizar la evaluación de los pronósticos de ventas, pudiéndose considerar como un periodo de tiempo aceptable una revisión trimestralmente, con la finalidad de tener el pronóstico de ventas actualizado y adaptado a las condiciones que se están presentando en el mercado.

Como se mencionó con anterioridad, si al momento de realizar la evaluación de los pronósticos de ventas se realiza alguna modificación, se deberá realizar una evaluación del sistema de manejo de inventarios en su totalidad, ya que, los pronósticos de ventas son la fuente principal de información para el sistema.

CONCLUSIONES

1. Luego de un análisis profundo del sistema de administración de inventarios que actualmente se utiliza en la empresa, se determinó que dicho sistema presenta deficiencias, convirtiéndolo en poco confiable, lo que repercute en altos costos para la empresa debido a que no se pueden tomar decisiones, con un alto grado de confiabilidad, basados en esta información.
2. La manera en que actualmente se lleva a cabo el manejo de inventarios se puede considerar empírica, debido a que se lleva a cabo a través de estimaciones, sin la utilización de algún método o sistema que permita establecer un valor confiable de la cantidad de materiales necesarios para cubrir la demanda de los productos que se producen, corriendo el riesgo de que en las bodegas de materia prima, no se cuente con la cantidad necesaria de cada una de ellas.
3. El diseño de un sistema de manejo de inventarios adecuado permitirá a la administración de la empresa tomar decisiones acertadas en el momento adecuado, respecto al inventario de materia prima con el que deben contar. Las decisiones que el sistema de manejo de inventario permitirá tomar a la administración van relacionadas con la cantidad que se debe comprar y el momento en que se debe realizar el pedido.

4. Luego del análisis realizado, utilizando como base el histórico de ventas de los últimos tres años de la empresa, se estableció que el tipo de demanda para los productos que la empresa vende se adecuan a una demanda cíclica ascendente, con la excepción de que las ventas presentan un aumento anual.
5. La propuesta realizada a la administración de la empresa, respecto al sistema de manejo de inventarios a implementar, consiste en tomar como base el pronóstico de ventas de la empresa y, partiendo de estos valores, determinar la cantidad de materiales que se necesitará para cubrir la demanda del mercado y el momento en que se debe realizar el pedido de los materiales.
6. Para mantener en la empresa una producción continua, la materia prima básica nunca debe faltar, por lo que se debe mantener un *stock* mínimo de estos materiales de la siguiente manera: la existencia de papel debe de ser de 16,656 kg, la existencia de cartón debe de ser de 126,255 gr y la existencia de plástico debe de ser de 394,545 gr.
7. Para realizar una mejora continua del sistema de manejo de inventarios, es necesario designar responsables destinados a esa finalidad, quienes deben contar con conocimientos y habilidades relacionadas con los procesos que serán evaluados, con el objetivo de alcanzar la eficiencia máxima en el proceso de mejora.

RECOMENDACIONES

1. Para llevar una excelente gestión de inventarios en las bodegas de materia prima se debe mantener el control adecuado de las existencias de los materiales utilizados, con la finalidad de tramitar oportunamente la reposición de estos suministros, evitando, de esa manera, tener que alterar la programación de las líneas de producción por la falta de materiales.
2. Para una adecuada rotación de materiales en las bodegas de materia prima se debe cumplir con una serie de requisitos entre los que se puede mencionar: tener una adecuada identificación de la fecha de ingreso de los materiales a la bodega, colocando los materiales recién ingresado detrás de los ya existentes, con la finalidad de cumplir la regla “Primero en Entrar, Primero en Salir”, y así disminuir el riesgo de que los materiales más antiguos se tornen obsoletos por antigüedad o sufran algún tipo de daño por la misma razón.
3. Es de suma importancia que quienes resulten directamente afectados por los cambios que se producirán, en el momento de realizar la implementación del sistema de manejo de inventarios, se les de oportunidad de participación, así, podrán aportar sus ideas y conocer con claridad los beneficios que producirán los cambios que se espera realizar.

4. Con base en los requerimientos del sistema de manejo de inventarios y con el programa de implementación que se decida utilizar, se debe seleccionar al personal que vaya a estar involucrado con los nuevos procedimientos y métodos de trabajo.
5. Capacitar constantemente al personal a cargo del sistema de manejo de materiales, con el objetivo de que todos los responsables conozcan a profundidad la forma de utilizarlo, que se mantengan informados de los cambios realizados en el mismo y la manera en que dichos cambios afectan el sistema.
6. Los responsables del proceso de mejora continua, dentro de sus funciones, deben realizar inspecciones al sistema de manejo de inventarios en periodos de tiempo previamente establecidos, con la finalidad de verificar el cumplimiento de dicho sistema, así como, detectar necesidades de realizar mejoras, cuando el caso lo requiera.
7. Los cambios implementados no deben permanecer estáticos, por el contrario, deben ser adaptados constantemente de acuerdo con las necesidades cambiantes de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- BUFFA, Elwood. *Sistemas de Producción e Inventarios*. México: Editorial Limusa, 1987.
- HERNÁNDEZ CASTEJÓN, Néstor Omar. “Manual de Control de Producción”. Trabajo de Graduación. Universidad de San Carlos, Guatemala, 1993.
- HOPEMAN, Richard. *Administración de Producción y Operaciones*. México: Editorial Continental, 1986.
- NORIEGA CASTILLO, Walter Abelardo. “Control de inventarios en la industria de parafinas”. Trabajo de Graduación. Universidad de San Carlos, Guatemala, 2004.
- PÉREZ FERNÁNDEZ, Edgar Estuardo. “Análisis del control y propuesta de optimización de los inventarios en la bodega de materiales para una industria manufacturera de perfumes”. Trabajo de Graduación. Universidad de San Carlos, Guatemala, 2006.
- PLOSSL, George. *Control de la Producción y de Inventarios: principios y técnicas*. México: Editorial Prentice Hall, 1987.
- SCHOROEDER, Roger. *Administración de Operaciones*. 3ª Edición. México: Editorial McGraw-Hill, 1988.


- SOLOGAISTOA ROMERO, Luis Alberto. “Programación de producción y manejo óptimo de inventario en la cortadora de papel de una fábrica de pila seca”. Trabajo de Graduación. Universidad de San Carlos, Guatemala, 2006.

- TRISCHLER, William. *Mejora del valor añadido en los procesos*. España: Ediciones Gestión 2000 S.A., 1998.

- WILLIAM, Boris. *Control de Producción*. 3ª Edición. México: Editia, 1983.

APÉNDICES

FICHA DE CONTROL DE EXISTENCIA DE MATERIALES

	EXISTENCIA DE MATERIALES
Fecha de Revisión: _____	Tipo de Materia Prima: _____
Cantidad de Materia en Existencia: _____	
Fecha Próxima Revisión: _____	
_____ Nombre Revisor	_____ Firma Revisor

FICHA DE CONTROL DE INGRESO DE MATERIA PRIMA A BODEGA



**INGRESO DE MATERIA PRIMA
A BODEGA**

Fecha de Ingreso: _____

Tipo de Materia Prima: _____

Cantidad de Materia que ingresa: _____

Nombre Receptor

Firma Revisor

FORMULARIO PROPUESTA DE MEJORA



PROPUESTAS DE MEJORA

1. ¿Cuál es el problema detectado?

2. ¿Cómo detecto el problema?

3. ¿Cuál es solución que propone?

4. ¿Qué recursos necesita para poner en marcha su propuesta?
