



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

**DISEÑO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS (COMPRA / VENTA) PARA LA
OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE CLASIFICADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA
RECICLADORA DE PAPEL**

Bryan Josué Sánchez Sarmiento

Asesorado por el Ing. Armando Eduardo Gutiérrez Ávila

Guatemala, febrero de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS (COMPRA / VENTA) PARA LA
OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE CLASIFICADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA
RECICLADORA DE PAPEL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BRYAN JOSUÉ SÁNCHEZ SARMIENTO

ASESORADO POR EL ING. ARMANDO EDUARDO GUTIÉRREZ ÁVILA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

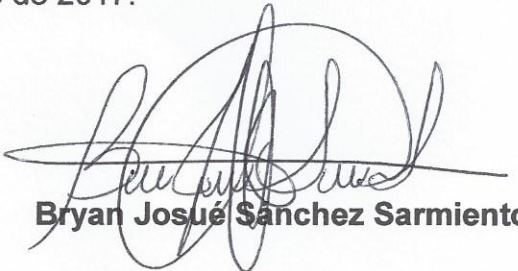
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS (COMPRA / VENTA) PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE CLASIFICADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA RECICLADORA DE PAPEL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 7 de febrero de 2017.



Bryan Josué Sánchez Sarmiento

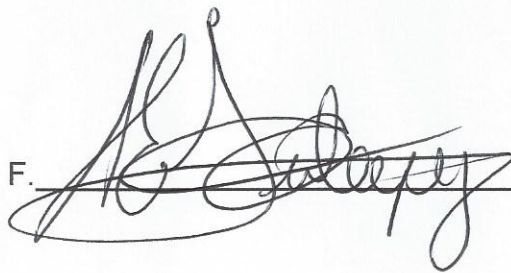
Guatemala 02 de octubre de 2017

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad San Carlos de Guatemala

Por este medio hago de su conocimiento que como asesor del estudiante universitario **Bryan Josué Sánchez Sarmiento**, con registro académico número **201314521**, cursante de la carrera de Ingeniería Industrial, correspondí a revisar todo el contenido que presenta el trabajo de gradación titulado **“DISEÑO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS (COMPRA/VENTA) PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE CLASIFICADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA RECILADORA DE PAPEL”**. En tal virtud lo doy por **APROBADO**, solicitando su apoyo para que se dé el trámite respectivo.

Sin otro particular.

Atentamente,

F. 

Armando Eduardo Gutiérrez Ávila
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 10180

Ingeniero Armando Eduardo Gutiérrez Ávila
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 10180
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

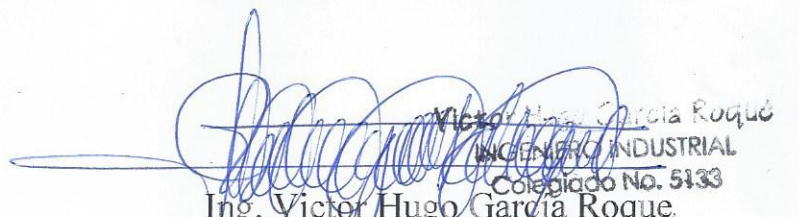


FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.150.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS (COMPRA/VENTA) PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE CLASIFICADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA RECICLADORA DE PAPEL**, presentado por el estudiante universitario **Bryan Josué Sánchez Sarmiento**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Victor Hugo Garcia Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2017.

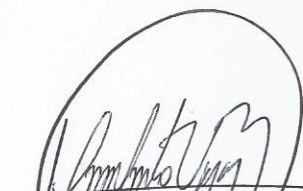
/mgp



REF.DIR.EMI.014.018

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 MODELO DE PRONÓSTICOS (COMPRA/VENTA) PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE CLASIFICADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA RECICLADORA DE PAPEL**, presentado por el estudiante universitario **Bryan Josué Sánchez Sarmiento**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2018.

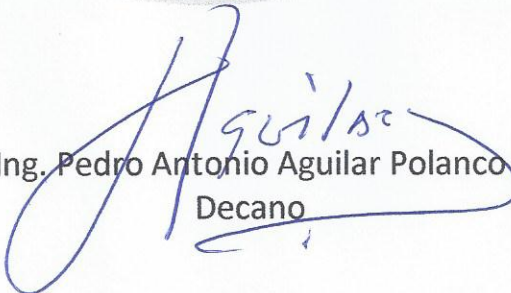
/mgp



DTG. 037.2018

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 MODELO DE PRONÓSTICOS (COMPRA/VENTA) PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE CLASIFICADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA RECICLADORA DE PAPEL**, presentado por el estudiante universitario: **Bryan Josué Sánchez Sarmiento**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, febrero de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme permitido conocerle, y por haberme dado la vida, la fortaleza y el deseo de la perseverancia y su bendición para alcanzar la meta.
- Mis padres** Principales promotores para lograr mi meta. Gracias a su apoyo y consejo he llegado a realizar una de mis metas, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.
- Mis hermanos** Por las muestras de cariño, amor y el apoyo brindado.
- Mis amigos** Por su gran apoyo, amistad y cariño.
- Mis tíos** Quienes, con su ayuda, apoyo y comprensión, me alentaron a lograr esta hermosa realidad.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el centro de enseñanza que inculcó en mí la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.
Facultad de Ingeniería	Por ser mi segundo hogar y por haberme permitido pasar dentro de sus aulas, viviendo buenos y difíciles momentos que la carrera conlleva, y por crear en mí el amor a mi carrera.
Mis amigos de la Facultad	Que de alguna u otra forma, me dieron muestras de apoyo y ánimo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Historia de la empresa.....	1
1.2. Información general de la empresa.....	2
1.2.1. Misión.....	2
1.2.2. Visión.....	2
1.2.3. Valores.....	3
1.3. Organización.....	4
1.3.1. Organigrama.....	4
1.3.2. Descripción de puestos.....	5
1.4. Proyección de ventas.....	9
1.4.1. Pronósticos.....	11
1.4.1.1. Definición.....	11
1.4.1.2. Tipos de pronósticos.....	12
1.4.2. Inventarios.....	17
1.4.2.1. Definición.....	17
1.4.2.2. Tipos de inventarios.....	17
1.4.3. Demanda.....	18
1.4.4. Oferta.....	19

1.5.	Producción	20
1.5.1.	Tipos de producción	21
1.5.2.	Manejo de materiales	22
1.5.3.	Eficacia.....	23
1.5.4.	Eficiencia.....	23
1.5.5.	Ambiente de trabajo	24
1.5.6.	Iluminación	24
1.5.7.	Ventilación.....	25
1.6.	Administración.....	25
1.6.1.	Mano de obra	26
1.6.2.	Jornadas laborales	27
2.	SITUACIÓN ACTUAL	29
2.1.	Descripción del proceso	29
2.1.1.	Selección de materia prima	30
2.1.2.	Área de clasificado de papel.....	30
2.1.2.1.	Mano de obra	30
2.1.2.2.	Maquinaria.....	31
2.1.3.	Área de compactado de papel	31
2.1.3.1.	Mano de obra	32
2.1.3.2.	Maquinaria.....	32
2.2.	Nivel de producción.....	33
2.2.1.	Eficacia.....	33
2.2.2.	Productividad.....	35
2.3.	Almacenamiento	35
2.3.1.	Bodega de materia prima	36
2.3.1.1.	Inventario existente.....	37
2.3.1.2.	Distribución de la bodega	38
2.3.1.3.	Tipo de producto.....	39

2.3.2.	Bodega de producto terminado	39
2.3.2.1.	Inventario existente	40
2.3.2.2.	Distribución de la bodega	40
2.3.2.3.	Tipo de producto	41
2.4.	Instalaciones de la empresa	41
2.4.1.	Ventilación	42
2.4.2.	Iluminación.....	43
2.5.	Contratación de personal.....	44
2.6.	Historial de producto distribuido.....	44
2.6.1.	Oferta.....	45
2.6.2.	Demanda	45
2.7.	Compra actual de materia prima.....	45
2.8.	Venta actual de producto terminado	46
2.9.	Canales de distribución del producto terminado	47
3.	PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS.....	49
3.1.	Diseño de pronósticos	49
3.1.1.	Pronóstico de ventas.....	49
3.1.1.1.	Promedio de producto distribuido	49
3.1.1.2.	Método de media móvil	53
3.1.2.	Pronóstico de materia prima	59
3.1.2.1.	Calidad de materia prima	59
3.1.2.2.	Porcentaje de materia prima útil	60
3.1.2.3.	Pronóstico de materia prima sin triturar.....	60
3.1.2.3.1.	Método de media móvil.....	64

3.1.2.4.	Pronóstico de materia prima para triturar	69
3.1.2.4.1.	Método de media móvil	71
3.2.	Balance de líneas	74
3.2.1.	Área de clasificado	74
3.2.2.	Área de empaque	78
3.3.	Optimización de área de clasificado	81
3.3.1.	Eficacia.....	81
3.3.2.	Mano de obra óptima.....	82
3.4.	Optimización de área de empaque.....	83
3.4.1.	Eficacia.....	83
3.4.2.	Análisis para utilizar maquinaria extra	83
3.4.3.	Mano de obra óptima.....	86
3.5.	Manejo de materiales	87
3.5.1.	Materia prima óptima	87
3.5.1.1.	Nivel de inventario inicial	88
3.5.1.2.	Nivel de inventario final	89
3.5.2.	Producto terminado estimado	89
3.5.2.1.	Nivel de inventario inicial	90
3.5.2.2.	Nivel de inventario final.....	90
3.6.	Distribución del producto terminado	91
3.7.	Análisis del ambiente de trabajo.....	91
3.8.	Análisis de ventilación	92
3.9.	Análisis de iluminación	96
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	111
4.1.	Implementación del modelo de pronósticos.....	111
4.2.	Comportamiento de ventas	111

4.3.	Pronósticos para la contratación de nuevo personal.....	114
4.3.1.	Reclutamiento.....	115
4.3.2.	Perfil de puestos.....	116
4.3.3.	Costos de mano de obra.....	117
4.4.	Implementación de pronósticos para mejoras en área de clasificado.....	118
4.4.1.	Producto procesado en el área.....	118
4.4.2.	Programación de mantenimiento a maquinaria.....	120
4.4.3.	Estandarización del proceso.....	121
4.4.3.1.	Capacitación inicial al personal nuevo.....	121
4.4.3.2.	Diagrama de operaciones.....	122
4.5.	Implementación de pronósticos para mejoras en área de empaque.....	124
4.5.1.	Producto procesado en el área.....	124
4.5.2.	Programación de mantenimiento a maquinaria.....	126
4.5.3.	Utilización de maquinaria extra.....	127
4.5.3.1.	Costo de producción y mantenimiento.....	128
4.5.3.2.	Diagrama de operaciones.....	128
4.5.3.3.	Diagrama de hombre-máquina.....	130
4.5.4.	Estandarización del proceso.....	131
4.5.4.1.	Capacitación inicial al personal nuevo.....	132
4.5.4.2.	Diagrama de operaciones.....	133
4.6.	Pronósticos para plan de compra de materia prima.....	136
4.6.1.	Proveedores.....	137
4.6.2.	Costo de almacenamiento.....	138

4.7.	Costos de distribución de producto terminado con base en los pronósticos	139
4.8.	Mejor ambiente de trabajo.....	140
4.8.1.	Costo de implementación	140
4.9.	Instalación de ventilación	141
4.9.1.	Costos de instalación	141
4.10.	Instalación de iluminación	141
4.10.1.	Costos de instalación	142
5.	MEJORA CONTINUA	143
5.1.	Cálculo de errores en pronósticos	143
5.1.1.	Análisis de precisión de pronósticos	143
5.1.2.	Períodos con mayor margen de error	144
5.2.	Mejora en cálculo de pronósticos	144
5.2.1.	Actualización de pronósticos con base en los datos iniciales.....	144
5.2.2.	Utilización de otros métodos de pronósticos.....	145
5.2.2.1.	Programa para cálculo de pronósticos	146
5.3.	Seguimiento de cálculo de pronósticos	147
5.4.	Modificación en el plan de contratación.....	147
5.5.	Resultados esperados.....	150
5.6.	Beneficios	151
5.7.	Mantenimiento a instalaciones	152
5.7.1.	Iluminación	152
5.7.2.	Ventilación.....	152
	CONCLUSIONES	153
	RECOMENDACIONES	155

BIBLIOGRAFÍA.....	157
APÉNDICES.....	159
ANEXOS	161

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	5
2.	Demanda	19
3.	Comportamiento de la oferta	20
4.	Distribución de bodega de materia prima	39
5.	Distribución de bodega de producto terminado	41
6.	Toneladas del producto procesado total promedio	51
7.	Toneladas de materia prima de papel utilizada	62
8.	Toneladas de materia prima de cartón utilizada	64
9.	Toneladas de materia prima de papel clasificado utilizada.....	70
10.	Pronósticos de ventas de papel (método para series estacionales) ...	112
11.	Pronósticos de ventas de cartón (método para series estacionales) ..	113
12.	Diagrama de operaciones del área de clasificado	123
13.	Diagrama de operaciones de la máquina embaladora extra.....	129
14.	Diagrama de hombre-máquina de embaladora de papel, con su operador.....	131
15.	Diagrama de operaciones del área de empaque	134
16.	Variación de mano de obra en el área de clasificado	149
17.	Variación de mano de obra en el área de empaque	150

TABLAS

I.	Datos históricos del total de material procesado (toneladas de material procesado).	50
----	--	----

II.	Datos históricos del total de papel procesado.....	52
III.	Datos históricos del total de cartón procesado.....	53
IV.	Pronósticos de ventas de papel (método media móvil)	55
V.	Pronósticos de ventas de cartón (método media móvil).....	55
VI.	Pronósticos de ventas de papel (método para series estacionales).....	57
VII.	Pronósticos de ventas de cartón (método para series estacionales)....	58
VIII.	Materia prima de papel utilizada en los años 2015 y 2016.....	60
IX.	Materia prima de cartón utilizada en los años 2015 y 2016.....	62
X.	Pronóstico con el método media móvil de materia prima de papel sin clasificar	65
XI.	Pronóstico con el método media móvil de materia prima de cartones.....	66
XII.	Pronóstico de materia prima de papel sin clasificar con base en los pronósticos de series temporales	67
XIII.	Pronóstico de materia prima de cartón con base en los pronósticos de series temporales	68
XIV.	Materia prima de papel clasificado utilizada en los años 2015 y 2016.....	69
XV.	Pronóstico con el método media móvil de materia prima de papel clasificado.....	72
XVI.	Pronóstico de materia prima de papel clasificado con base en los pronósticos de series temporales	73
XVII.	Material total clasificado con base en los pronósticos de series estacionales.....	75
XVIII.	Días y horas laboradas durante el año 2017.....	76
XIX.	Cantidad de operarios óptimos en cada mes del año	78
XX.	Materia prima a empacar con base en los pronósticos de series estacionales y media móvil.	79
XXI.	Cantidad de máquinas óptimas en cada mes del año.....	80

XXII.	Operarios en el área de clasificado	82
XXIII.	Material extra a procesar.....	84
XXIV.	Horas de trabajo de la maquinaria en área de empaque	85
XXV.	Mano de obra óptima en el área de empaque	86
XXVI.	Materia prima total a comprar.....	88
XXVII.	Ventas totales según pronósticos de series estacionales.....	89
XXVIII.	Renovación del aire en número de veces/hora	93
XXIX.	Características del coeficiente de entrada de la ventana.....	95
XXX.	Reflectancia de la luz en las diferentes cavidades.	99
XXXI.	Reflectancias	100
XXXII.	Coeficientes de utilización para luminarias fluorescentes.....	101
XXXIII.	Recomendaciones de iluminación.....	101
XXXIV.	Trabajadores extras en áreas de clasificado y empaque.....	114
XXXV.	Costo de mano de obra extra	117
XXXVI.	Material procesado por día equivalente en el área de clasificado.....	119
XXXVII.	Material procesado por día equivalente en el área de empaque	125
XXXVIII.	Meses en que se utilizará la segunda máquina embaladora.	127
XXXIX.	Materia prima total a utilizar en el año.....	137
XL.	Costo de distribución.....	139
XLI.	Costo de equipo de protección personal	140
XLII.	Costo de instalación para iluminación	142
XLIII.	Variación de mano de obra para plan de contratación	148

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura
C	Coeficientes
i	Índices
km	Kilómetros
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
min	Minutos
n	Número de datos
%	Porcentaje
P	Previsiones
\bar{X}	Promedio
Q	Quetzales
t	Toneladas

GLOSARIO

Banda transportadora	Mecanismo accionado mediante rodillos, utilizado para clasificar la materia prima y transportarla de la bodega de materia prima al área de empaque.
Cavidad	Espacio vacío a considerar dentro de un área determinada para realizar análisis de iluminación.
Clasificado	Proceso que consiste en seleccionar, dentro de la materia prima, el material que se puede procesar para desechar las impurezas que contenga.
CODIGUA	Comercial Diversa Guatemalteca.
Embaladora	Máquina que funciona mediante mecanismos eléctricos e hidráulicos, la cual es utilizada para compactar materia prima.
Empaque	Proceso que consiste en comprimir las fibras de papel ya clasificado.
Extractor eólico	Mecanismo de ventilación que funciona mediante la energía del viento. Es utilizado para renovar y extraer el aire de una nave industrial, manteniendo así una temperatura adecuada.

<i>Lux</i>	Unidad utilizada para medir la iluminancia o nivel de iluminación. 1 lux representa 1 lumen distribuido en una superficie de 1 metro cuadrado.
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
IRTRA	Instituto de Recreación de los Trabajadores.
<i>Stock</i>	Nivel de inventario reservado, para utilizarlo en caso de aumentar las ventas o la producción.

RESUMEN

Para optimizar el área de clasificado y el área de empaque, se realizó un modelo de pronósticos de ventas con los métodos de media móvil y series estacionales, seleccionando este último, ya que los datos históricos se comportan de forma cíclica. Calculados ya dichos pronósticos, se determinó la cantidad de materia prima a utilizar para cubrir dichas ventas, siendo estos últimos cálculos los pronósticos de compra. También se determinó el nivel de producción que la empresa debe tener mensualmente, fijando la mano de obra y maquinaria óptima en el área de clasificado y empaque, mediante el balance de líneas en cada una de las áreas analizadas.

Posteriormente, se realiza un análisis del manejo de materiales, determinando los niveles de inventario que se debe manejar, para evitar que se acumule materia prima y producto terminado en sus respectivas bodegas y aumente así el costo de almacenamiento. También se estandariza el proceso, mediante diagramas de operaciones y capacitaciones que se le brinda al nuevo y actual personal, para que el proceso de producción se realice de la mejor manera posible, estableciendo eficiencias y metas que se deben alcanzar. Con el fin de que los trabajadores laboren en las condiciones más óptimas, se realizan análisis del ambiente de trabajo, ventilación e iluminación del área de clasificado y empaque.

OBJETIVOS

General

Diseñar un modelo de pronósticos de compra y venta, para optimizar el área de clasificado y empaque en una empresa recicladora de papel.

Específicos

1. Determinar la cantidad de ventas de producto en las diferentes épocas del año.
2. Determinar la cantidad de materia prima a comprar, según el ritmo productivo de la empresa, en las diferentes épocas del año.
3. Determinar el nivel de producción que la empresa tendrá en el transcurso del año, en función del modelo de pronósticos realizados mediante el método de media móvil.
4. Contar con el inventario óptimo en la bodega de materia prima y producto terminado, mediante el modelo de pronósticos.
5. Realizar un análisis de ventilación, iluminación y ambiente en el área de clasificado y empaque, para un aumento de la eficiencia.
6. Aumentar la efectividad en el proceso de clasificado de materia prima y empaque de papel.

7. Realizar plan de mejora continua para cálculo de pronósticos.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa se dedica a la recolección, clasificación y distribución de fibras secundarias de papel y cartón para el reciclaje, en cuyo proceso se selecciona el papel y el cartón que se puede reciclar mediante bandas transportadoras, y estos se transforman en fibras para luego ser empacados y distribuidos.

En el siguiente trabajo de graduación se describirá los procedimientos a realizar para el desarrollo de un modelo de pronósticos, con el fin de optimizar el área de clasificado y empaque en una empresa recicladora de papel y así tener un inventario óptimo tanto en la bodega de materia prima como en la bodega de producto terminado. Con base en ello, se calculará la cantidad de personal óptimo a contratar para aumentar la eficacia de dichas áreas y aprovechar la totalidad de la capacidad instalada de la empresa.

También se realizará un análisis del ambiente, ventilación e iluminación, mediante el método de cavidad zonal, en el área de clasificado y empaque, para que dichas áreas de trabajo sean lo más adecuadas que sea posible para el personal, para lograr un aumento de la productividad. Se realizará un estudio de manejo de materiales para obtener una coordinación de suministro y demanda con base en los pronósticos que se realizarán, diseñando mejoras, reduciendo costos de producción y aumentando la eficiencia del proceso.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Historia de la empresa

“Comercial Diversa Guatemalteca, CODIGUA por sus siglas, se fundó en el año 1999 con fines comerciales y de protección ambiental dedicada a la recolección, clasificación y distribución de fibras secundarias de papel para el reciclaje. Además, dentro de su objeto se encuentra la representación de empresas o instituciones extranjeras.

Sus directivos se caracterizan por la experiencia adquirida a lo largo de 30 años en la industria del reciclaje, período durante el cual han impulsado el compromiso y responsabilidad ambiental para nuestro país, valores que son inducidos en los colaboradores que se desempeñan dentro de la empresa”¹.

La empresa actualmente está en la clasificación de pequeña empresa, según la actualización brindada por el Ministerio de Economía de Guatemala, Acuerdo Gubernativo 211-2015. La empresa está en etapa de crecimiento, en busca e implementando herramientas de ingeniería para el aumento de efectividad en todos los procesos que en ella se realicen, logrando así mayor satisfacción en sus clientes y reducción de costos.

¹Comercial Diversa Guatemalteca. http://www.codigua.com.gt/?page_id=2. Consulta: 10 de septiembre de 2016.

1.2. Información general de la empresa

CODIGUA es una empresa de carácter privado, dedicada a ser intermediaria en el proceso total de reciclaje. Su función principal es ser mediadora entre los proveedores que brindan el papel y demás materia prima, para dar inicio al proceso de reciclaje, y las industrias especializadas en los procesos finales que llevan los productos reciclados. CODIGUA tiene más de 17 años de experiencia en el mercado de empresas papeleras, ayudando a proteger el medio ambiente y promoviendo cultura de reciclaje, haciendo conciencia en las personas sobre la situación en la que se encuentra nuestro planeta. “A partir del año 2005 se diversifica la cartera de productos recolectados ingresando en ella el cartón, *nylon* y metales. Actualmente se han agregado otros productos como el plástico, vidrio y *tetra pak*”².

1.2.1. Misión

“Implementamos cultura de reciclaje en la sociedad que garantice la protección, conservación y aprovechamiento de nuestros recursos naturales. Aportando bienestar económico y social para nuestros clientes, empleados, proveedores y socios”³.

1.2.2. Visión

“Ser el más eficiente en la prestación de servicios de calidad, comprometidos con un equipo humano profesional e innovador que proteja y conserve el medio ambiente. Utilizando sustentablemente los recursos

²Ibidem.

³Ibíd.

naturales, combinando desarrollo económico y convivencia armónica con la naturaleza y la sociedad”⁴.

1.2.3. Valores

Los valores son uno de los pilares más importantes de una organización. Con ellos se define a sí misma, porque los valores de una organización son los valores de sus miembros, especialmente los de sus dirigentes. Son de mucha importancia en las relaciones externas e internas que tiene la organización.

Entre los valores que posee la empresa están:

- **Responsabilidad:** es el cumplimiento al hacer un trabajo, entregado bajo todas las condiciones establecidas desde un principio, para la plena satisfacción del cliente. De igual manera, al no cumplir con lo establecido y en la toma de cualquier decisión, se debe hacer conciencia de todas las posibles consecuencias derivadas de estas acciones.
- **Puntualidad:** es un factor básico en el ámbito laboral, por lo tanto, es de vital importancia que una empresa se caracterice por este factor, ya sea internamente, es decir por sus trabajadores, o exteriormente, es decir por sus clientes. Se puede definir como la capacidad para cumplir con responsabilidades y obligaciones en el tiempo establecido, para dotar a la empresa de orden y eficacia.
- **Compromiso:** refleja la implicación intelectual y emocional que tienen los trabajadores con su empresa y también con los clientes, y con ello su contribución personal al éxito de la misma. Los trabajadores comprometidos comparten una serie de creencias y actitudes que, vistas en su conjunto, reflejan el aspecto clave de la salud de la empresa.

⁴Ibíd.

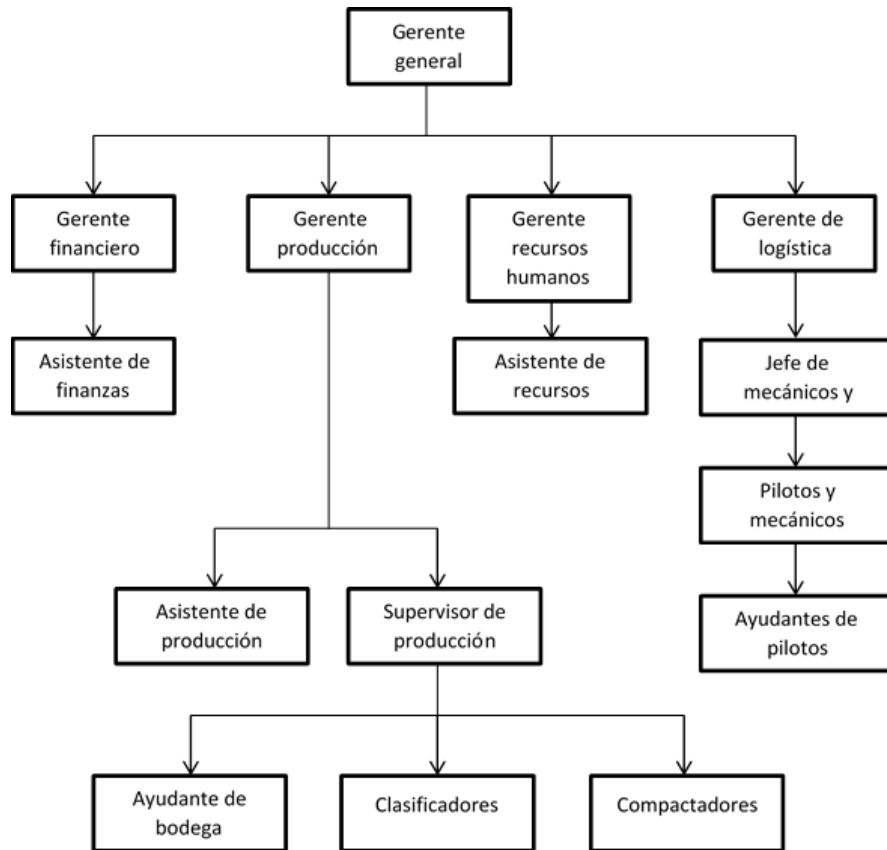
1.3. Organización

Una organización es un sistema creado con el fin de alcanzar metas y objetivos. Esta organización puede estar compuesta por varios subsistemas que tienen funciones importantes y específicas para que todo funcione correctamente y se alcance lo deseado. En otras palabras, se puede decir que una organización es un grupo administrado y formado por personas, las cuales desempeñan tareas. Cuando una organización produce y comercializa algún bien o servicio con fines de lucro, se le conoce como empresa, por lo tanto, Comercial Diversa Guatemalteca es una organización dedicada a la comercialización de fibras secundarias de papel para el reciclaje, con fines de lucro y hacer mejoras al medio ambiente.

1.3.1. Organigrama

A continuación se presenta un organigrama de la empresa:

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: CODIGUA.

1.3.2. Descripción de puestos

A continuación se detallan y especifican las principales tareas que incluyen cada uno de los puestos, así como el perfil y las características con las que deben cumplir las personas que desempeñan cada uno de los cargos. Cada puesto representado en el organigrama de la empresa realiza una función muy importante dentro de la misma.

- Gerente general: actual dueño de la empresa. Director de la institución. Encargado de establecer las metas de producción y financieras, velando por el óptimo funcionamiento de todos los procesos que en ella se realicen. Es la persona que toma las decisiones dentro de la empresa y realiza alianzas estratégicas con otras organizaciones, creando así nuevas oportunidades de negocios.
- Gerente de producción: persona encargada de evaluar de forma consecutiva cada proceso, así como de buscar las herramientas para aumentar la efectividad del departamento del que está a cargo. Este gerente lleva el control de los indicadores de producción, tomando decisiones creativas para la mejora de estos. Su principal propósito es alcanzar las metas establecidas para el departamento por parte de la gerencia, conforme a la mano de obra y maquinaria que esté disponible.
- Gerente financiero: lleva el control estadístico y contable acerca de todos los gastos, costos e ingresos de la empresa. También controla el flujo de efectivo neto de la empresa, la emisión de cheques y las rutas para la recolección de material. Es la persona encargada de verificar la situación económica actual de la empresa, tomando decisiones en caso de una crisis económica o para crear mejoras constantemente.
- Gerente de logística: encargado de diseñar las rutas de transporte de producto terminado. Responsable de controlar todas las unidades de transporte, como lo son camiones y *pick-up*'s, que traen materia prima o distribuyen producto terminado. Encargado de velar que se esté trabajando conforme a los planes establecidos. Controla cada una de las rutas y pilotos y verifica que se haya realizado el mantenimiento preventivo a cada unidad de transporte que posee la empresa. Realiza todos los trámites necesarios para la reparación y mantenimiento de todas las unidades, como la compra de repuestos y el pago a proveedores.

- Gerente de recursos humanos: vela por que el ambiente laboral en la empresa sea el más adecuado para los trabajadores, tiene a su responsabilidad la realización y el pago de la planilla. Controla las horas ordinarias y las extraordinarias de cada personal operativo, autoriza los permisos y gestiona trámites netamente administrativos, ya sea del IGSS o IRTRA, pedidos por el personal operativo y administrativo de la empresa.
- Asistente de recursos humanos: recibe toda clase de documento entregado por el personal operativo y administrativo de la empresa, archivándolos adecuadamente. Atiende solicitudes del personal por cualquier tipo de inconveniente. Apoya al gerente de recursos humanos en la realización de la planilla, realiza todo tipo de cotizaciones, tanto del área administrativa como del área de producción, cuando algún gerente lo solicita.
- Jefe de mecánicos y de transporte: encargado de supervisar constantemente el estado de la bodega, en caso de necesitar alguna reparación a causa de plomería, electricidad y estructura, es el encargado de gestionarla, para evitar incidentes con los montacargas y trabajadores. Verifica y supervisa el estado de cada unidad, reportando informes acerca del estado de las mismas al gerente de logística, para tomar acción inmediata en cuanto a las reparaciones, si en caso fueren necesarias, y mantenimientos programados.
- Asistente de pilotos: encargados del apoyo a los pilotos de las unidades al momento de sufrir cualquier desperfecto mecánico en la ruta. Ayudan al traslado y manejo del material a entregar, acompañando a los pilotos en todas las rutas que ellos realicen.
- Pilotos: son los encargados directos de las unidades de transporte, distribuyendo en ellas el producto ya empacado a cada uno de los clientes. Cada piloto debe presentar informes acerca del kilometraje

recorrido, el consumo de gasolina y también hacer un reporte de las rutas realizadas durante el día.

- Asistentes de bodega: se encargan del manejo de los montacargas para colocar las pacas del material, revuelto o clasificado, en el lugar correspondiente. Reciben la materia prima proveniente del relleno sanitario de la zona 3 y la transportan a su ubicación correspondiente para iniciar el proceso de producción. Son los encargados de colocar el producto terminado en las unidades de transporte, para luego iniciar con la distribución del mismo.
- Supervisor de producción: tiene como función principal supervisar el trabajo realizado por cada operario que se encuentra en las distintas áreas de producción. También vela por el personal que se encuentra en la bodega de materia prima y producto terminado. Es la persona encargada de enviar informes al gerente de producción, los cuales describen la forma en que se está realizando el proceso y las necesidades que existen, para un mejor desempeño del personal operativo. Es el encargado de generar ideas para hacer más eficiente el proceso de clasificación y empaque. Evalúa todas las condiciones de seguridad en las bodegas, anotando todos los accidentes, si en caso existieran, y también todas las condiciones peligrosas que se encuentren.
- Asistente de producción: es la persona encargada de llevar un control y una estadística de las horas que cada operario realiza en el embalado y clasificado de material. Después de esto pasa toda esa información al Departamento de Recursos Humanos para que la persona encargada calcule el respectivo pago a cada operador. También es el encargado de verificar la entrada y salida de materia a la bodega, anotando su peso, llevando un control estadístico sobre el flujo exacto de material y la pérdida en el manejo de materiales, si es que existiera.

- Clasificador de papel: es el trabajador encargado de clasificar el papel recibido, ya que el papel viene mezclado con otros productos que no se pueden procesar. El operario separa los diferentes tipos de papel, ya sea cartón, papel periódico, papel bond, etc. Este es el puesto que más rotación de personal tiene. La mayor cantidad de trabajadores que hay en la empresa son clasificadores de papel, siendo un total de 16 empleados.
- Asistente financiero: una función muy importante que desempeña este puesto es la contratación de nuevos clientes, buscando nuevas relaciones comerciales con otras organizaciones. También es la persona encargada de ayudar directamente al gerente financiero, controla el flujo de la caja chica, emite cheques, se encarga del cobro a clientes por la entrega de producto y también es la persona encargada de gestionar el pago a los proveedores en las fechas acordadas.
- Compactadores: tienen varias funciones, pero en general son los encargados de empaclar el material ya clasificado. Se encargan de llevar materia prima clasificada al área de empaque. Ingresan el material a la máquina embaladora y ejecutan determinadas operaciones para que esta lo comprima. Aseguran las pacas de material compactado por medio de cordones y las transportan a la bodega de producto terminado.

1.4. Proyección de ventas

La proyección de ventas es la cantidad prevista de ingresos que una empresa espera tener en el futuro, considerando varios factores que puedan afectar a la misma. Es una predicción que es sinónimo de una previsión de ventas. “La previsión de ventas representa la cantidad de productos o servicios

que la empresa pretende o espera vender y colocar en el mercado durante un determinado ejercicio.”⁵

Ayuda a obtener un estimado de la situación de una empresa y si las ventas que están previstas son altas o bajas. Algunas pequeñas y medianas empresas utilizan varias inversiones para determinar las proyecciones de ventas y otras simplemente se ahorran el gasto de hacerlas. El Departamento de Ventas es el que, por lo general, comienza con esta iniciativa, exponiendo todas las posibles ventajas que hay al momento de realizar proyecciones.

Por lo general, las proyecciones de ventas se expresan en términos de unidades, toneladas de papel procesado como lo es en este caso, y en unidades monetarias, es decir, quetzales. Es necesario que se asigne un período de tiempo determinado para las proyecciones de ventas. Por ejemplo, las proyecciones de ventas en una empresa de reciclaje pueden ser calculadas sobre un período mensual, trimestral o anual. Después de realizar el modelo de pronósticos, se debe comparar las proyecciones de ventas totales de toneladas de papel con las cifras de ventas anteriores, mostrando un porcentaje de incremento o disminución en comparación con el período anterior. Se puede tomar como referencia el período del año anterior. Las proyecciones de ventas no solo se pueden hacer para corto plazo, también se pueden hacer para varios años, aunque no es recomendable pasarse de 3, ya que como se trata de un enfoque a la industria del reciclaje puede cambiar la demanda. Las proyecciones ayudan a los gerentes de producción a planificar y ejecutar sus departamentos de manera más eficiente.

⁵CHIAVENATO, Idalberto. *Iniciación a la planificación y el control de la producción*. 1a ed. México: McGraw-Hill, 1993. 52 p.

Para realizar las proyecciones se pueden pedir aportaciones del Departamento de Ventas, la Dirección y el Departamento de Mercadotecnia para tener proyecciones más reales. Es importante que los directivos comparen las proyecciones con el punto de equilibrio. Para el cálculo de este último se deben estimar los costos de producción de las fibras secundarias de papel. Después se calcula el número de ventas que se necesita para alcanzar el equilibrio, es decir, para que no haya pérdidas o ganancias. También se debe considerar la cantidad de publicidad que se ejecutará. Existen factores que deben tomarse en cuenta al momento de realizar las proyecciones de ventas, entre los cuales están las condiciones económicas, los puntos de ventas estacionales, la intensidad de la competencia y los cambios en la población.

1.4.1. Pronósticos

1.4.1.1. Definición

El pronóstico es una estimación en términos físicos o monetarios de las ventas futuras de todos los productos que fabrica una empresa, para un período de tiempo determinado. Con base en los pronósticos de ventas, se puede realizar los pronósticos de compra de materia prima. Realizar el pronóstico de ventas permite elaborar el presupuesto de ventas y, a partir de este, elaborar los demás presupuestos, tales como el de producción, el de compra de insumos o mercadería, el de requerimiento de personal, el de flujo de efectivo, etc.

En otras palabras, hacer el pronóstico de ventas permite saber cuántos productos se producirán, cuánto se necesita de insumos o mercadería, cuánto personal se requerirá, cuánto de inversión, etc., y, de ese modo, lograr una gestión más eficiente del negocio, permitiendo planificar, coordinar y controlar actividades y recursos. Así mismo, el pronóstico de ventas permite conocer las

utilidades que se pretenden en la empresa, y, de ese modo, conocer la viabilidad de realizar nuevos proyectos. Esta es una de las razones por las cuales el pronóstico de ventas suele ser uno de los aspectos más importantes de un plan de negocios.

1.4.1.2. Tipos de pronósticos

Existen varios métodos para el cálculo de pronósticos, entre los más importantes están: media simple, media móvil, media móvil ponderada, suavizado exponencial simple, suavizado exponencial doble, entre otros. A continuación se describen los más importantes.

- Media simple: consiste en ordenar cierta cantidad de datos históricos y obtener la media aritmética con el fin de calcular el pronóstico para el siguiente período. El número de datos para tener en cuenta para calcular el promedio se debe a una decisión del equipo de planeación que realiza el pronóstico:

$$X_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

Ecuación no. 1

Donde:

X_t = Promedio de ventas de unidades en el período t

\sum = Sumatoria de datos

X_{t-1} = Ventas reales de unidades en los períodos anteriores a t

n = Número de datos

- Media móvil: cuando se quiere dar más importancia al conjunto de datos recientes es mejor utilizar este método para realizar las previsiones.

Cada previsión realizada por el método de media móvil de una serie temporal es la media aritmética de un número de datos históricos consecutivos de la serie, donde el número de puntos es elegido de tal manera que los efectos estacionales o irregulares sean eliminados. Este método se utilizará en la realización del presente trabajo de graduación.

$$X_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

Ecuación no. 2

Donde:

X_t = Promedio de ventas de unidades en el período t

\sum = Sumatoria de datos

X_{t-1} = Ventas reales de unidades en los períodos anteriores a t

n = Número de datos

- Media móvil ponderado: este método de pronóstico es una variación de media móvil. Mientras en el método de media móvil simple se le asigna igual importancia a cada uno de los datos que componen dicho promedio, en el promedio móvil ponderado es posible asignar importancia, factor o peso a cualquier dato del promedio, y la sumatoria de la ponderación debe ser 100 %. Es una práctica regular aplicar el factor de ponderación mayor al dato más reciente, ya que da un dato más actualizado de las ventas.

$$X_t = \sum_{t=1}^n C_i * X_{t-1}$$

Ecuación no.3

Donde:

X_t = Promedio de ventas de unidades en el período t

\sum = Sumatoria de datos

C_i = Factor de ponderación

X_{t-1} = Ventas o demandas reales en unidades de los períodos anteriores a

t

n = Número de datos

- Suavizado exponencial simple: este método puede considerarse como una evolución del método de media móvil ponderada, en este caso se calcula el promedio de una serie de tiempo con un mecanismo de autocorrección que busca ajustar los pronósticos en dirección opuesta a las desviaciones del pasado, mediante una corrección que se ve afectada por un coeficiente de suavización.

$$\widehat{X}_t = \widehat{X}_{t-1} + (\alpha * (X_{t-1} - \widehat{X}_{t-1}))$$

Ecuación no.4

$$\alpha = \frac{2}{n + 1}$$

Ecuación no.5

Donde:

\widehat{X}_t = Promedio de ventas de unidades en el período t

\widehat{X}_{t-1} = Pronóstico de ventas en unidades del período t-1

X_{t-1} = Ventas o demandas reales en unidades de los períodos anteriores a

t

α = Coeficiente de suavización

- Suavizado exponencial doble: cuando se analizan las series de tiempo, en algunos casos, se puede identificar que el comportamiento de un grupo de datos puede arrojar una tendencia clara e información que permita anticipar movimientos futuros. Estimar una tendencia proporciona las actualizaciones de nivel que mitigan los cambios ocasionales de una serie de tiempo. Se desarrolló un modelo de tendencias lineales que evolucionan en una serie de tiempo y que puede usarse para generar pronósticos; este modelo recibe el nombre de suavizado exponencial doble.

$$\hat{X}_t = \hat{X}'_t + T_t$$

Ecuación no.6

La serie suavizada exponencialmente (primera suavización):

$$\hat{X}'_t = \alpha(\hat{X}_{t-1}) + [(1 - \alpha)(\hat{X}'_{t-1} + T_{t-1})]$$

Ecuación no.7

El estimado de la tendencia:

$$T_t = \beta(\hat{X}'_t - \hat{X}'_{t-1}) + [(1 - \beta)(T_{t-1})]$$

Ecuación no.8

Donde:

\hat{X}_t = Pronóstico del período t

\hat{X}_{t-1} = Pronóstico del período t-1

\hat{X}'_t = Suavización exponencial del período t

\hat{X}'_{t-1} = Suavización exponencial del período t-1

T_t = Tendencia del período t

T_{t-1} = Tendencia del período t-1

α = Coeficiente de suavización (entre 0 y 1)

β = Coeficiente de suavización para la tendencia (entre 0 y 1)

- Método para series estacionales: estos modelos se utilizan cuando las ventas se comportan con altos y bajos dentro del año. Tienen picos y valles, es decir, al momento de graficar las ventas, siendo el eje y el volumen de las mismas y el eje x los meses del año, su comportamiento es senoidal. Esto sucede gracias a una tendencia y un factor estacional.

Para entender el comportamiento de las ventas en este método se determina un factor llamado índice estacional, el cual relaciona las demandas de ventas reales a un nivel horizontal. El índice estacional también se puede definir como la relación que existe entre el promedio de ventas horizontales con el promedio de ventas verticales. Para calcular el índice estacional y el pronóstico de las ventas se utilizan las siguientes fórmulas:

$$P_n = V_n \times i_n$$

Ecuación 9

Donde:

P_n = Pronóstico de evaluación o de riesgo

V_n = Ventas reales para el n-ésimo mes del último período completo

i_n = índice estacional para el n-ésimo mes

$$i_n = \frac{X_{hor}}{X_{ver}}$$

Ecuación 10

Donde:

X_{hor} = promedio de ventas horizontal

X_{ver} = promedio de ventas vertical

1.4.2. Inventarios

1.4.2.1. Definición

Son las existencias o cantidades de cualquier artículo que un sistema productivo posee para su posterior transformación o venta. También se puede definir el inventario como una relación detallada entre todos los bienes, deudas y derechos que tiene una empresa. Siendo un conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar, permite la compra, venta o fabricación en un período económico determinado.

1.4.2.2. Tipos de inventarios

Los inventarios se clasifican en los siguientes grupos:

- Inventario de materia prima: son todos los materiales que sirven para elaborar los productos, pero que aún se encuentran en la bodega de materia prima para luego ser procesados. La materia prima utilizada para producir las fibras secundarias es papel y cartón desechado, recolectado con el fin de reciclar.
- Inventario de productos en proceso de fabricación: es todo material que se encuentra en proceso de manufactura en una empresa industrial. Se cuantifica por medio de la cantidad de material en proceso, mano de obra que interviene para la transformación de la materia prima y costos de fabricación. Para cuantificar el inventario en proceso es necesario

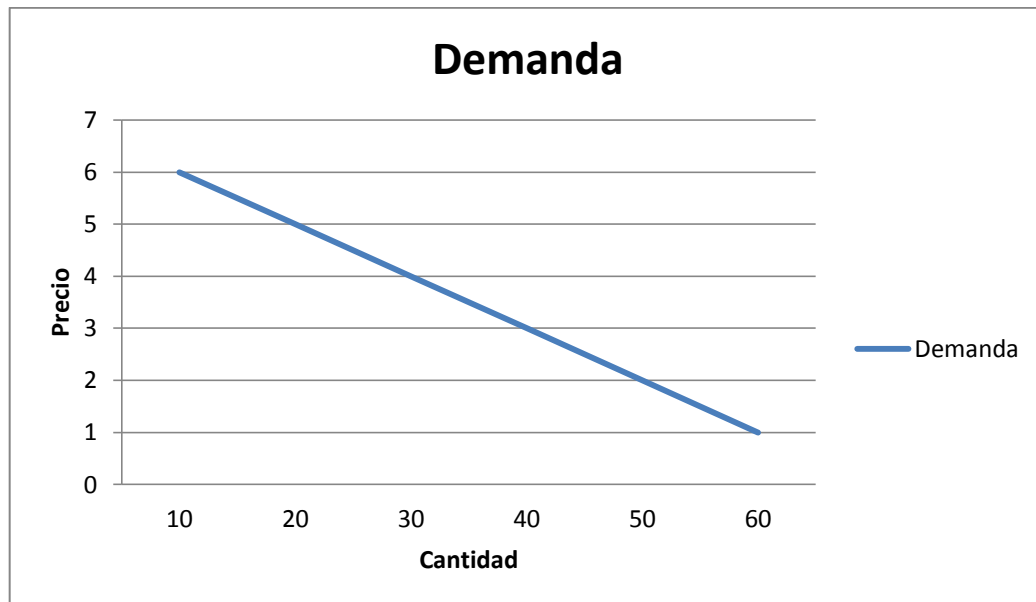
calcular la cantidad de papel que se encuentra en el área de clasificado, área de empaque y realizar una sumatoria para obtener un estimado.

- Inventario de productos terminados: son todos aquellos materiales que poseen las empresas industriales, los cuales ya han terminado el proceso de manufactura para ser vendidos como productos elaborados. El producto terminado de la empresa se almacena en forma de pacas de papel.
- Inventario de suministros: son todas aquellas partes que, sin ser materia prima, se utilizan en el ensamblado de los productos. Estos materiales no pueden ser cuantificados de una manera exacta. Algunos ejemplos de suministros de fábrica son la pintura, lija, clavos, lubricantes, tornillos, etc.

1.4.3. Demanda

La demanda se puede definir como la cantidad de bienes o servicios que desean, consumen o solicitan un determinado mercado a un precio específico. La demanda que un consumidor tiene sobre un producto o servicio puede estar influenciada por muchos factores que determinan la cantidad del mismo que solicita. En la actualidad la bodega de producto terminado y materia prima de la empresa tiene mucho inventario y se vuelve muy pequeño para la demanda que existe al incluir los nuevos procesos de la empresa. Se necesita mucho más espacio para cumplir con todos los estándares de seguridad dentro de las bodegas, por lo tanto se debe gestionar una ampliación de las mismas para satisfacer todas estas necesidades. A continuación se presenta un ejemplo de la curva de la demanda:

Figura 2. **Demanda**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

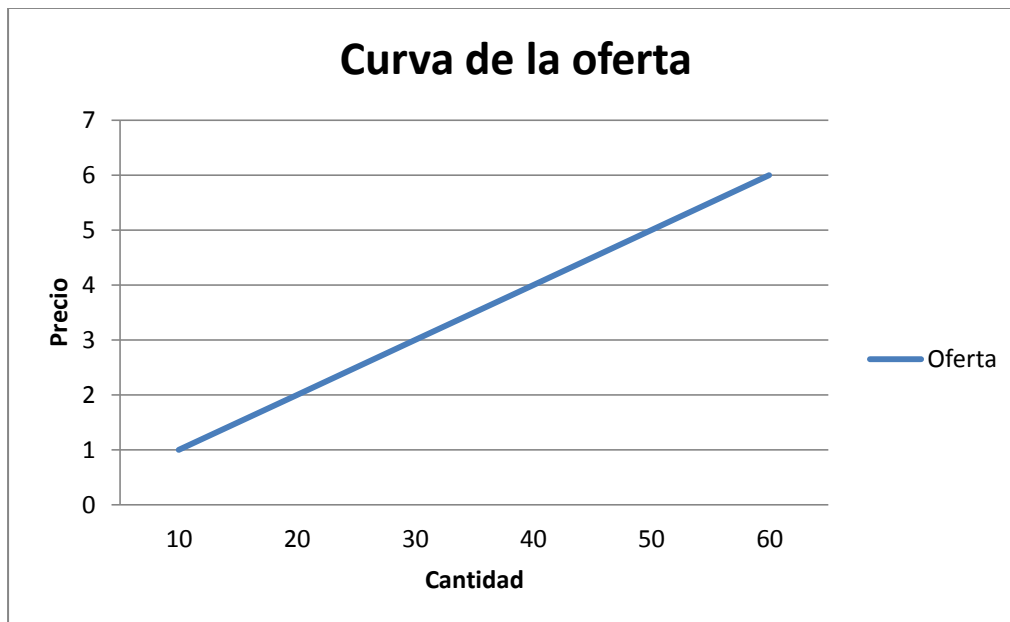
1.4.4. **Oferta**

La oferta se puede definir como la cantidad de productos, bienes o servicios que se comercializa en un mercado bajo ciertas condiciones. Estos productos son generalmente ofrecidos por empresas o empleadores. Una de las condiciones fundamentales que determina la oferta es el precio, ya que este debe de ser el óptimo para los ojos del consumidor. La oferta debe de ir en relación con la demanda, ya que si la oferta es mayor que la demanda se presenta una situación conocida como excedente y, si el caso es contrario, se tiene una escasez.

Para lograr cumplir con la demanda se está utilizando un nivel de producción variable, ya que la empresa no cuenta con un modelo de pronóstico

que le diga cuánto deberá procesar en los diferentes meses del año. En el área de clasificado, por ejemplo, cuando se tiene mayor demanda que oferta se aumenta la velocidad de las bandas transportadoras para clasificar mayor cantidad de material. A continuación se presenta un ejemplo de la curva de la oferta:

Figura 3. **Comportamiento de la oferta**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

1.5. **Producción**

Se le llama producción a cualquier tipo de actividad destinada a la elaboración, fabricación de un bien o un servicio. Es un proceso complejo que involucra varios factores para que se pueda producir efectivamente. La producción es la combinación de varios elementos, con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad, a partir del reconocimiento de la demanda de

bienes y servicios. La empresa Comercial Diversa Guatemalteca se encarga de la producción de fibras secundarias de papel, mediante papel desechado, para ser entregado a las empresas que se encargan de la transformación final del papel para el reciclaje. El proceso de producción cuenta con dos etapas:

- Clasificado: es donde se selecciona el papel o cartón que se puede procesar, ya que, dentro de la materia prima que se compra, viene papel con otro material añadido, siendo no reciclable al 100 %. Esta área cuenta con una máquina que transporta el papel, mediante una banda, al área de empaque.
- Empacado: ya clasificado el papel pasa al área de empaque, en la cual, mediante una máquina embaladora es apelmazado en pacas, para luego pasar a la bodega de producto terminado, esperando ser distribuido.

La producción va enfocada en la satisfacción del cliente, conjuntamente con el ahorro de costos y gastos para obtener el mayor beneficio posible. Para tener una producción óptima es necesaria una buena combinación entre el ambiente de trabajo, la mano de obra y los bienes que posee la organización

1.5.1. Tipos de producción

Existen diferentes tipos de producción, pero en CODIGUA solo se realiza la producción continua, la cual se explica a continuación:

- Producción continua: una empresa con un sistema de producción continuo tiene instalaciones adaptadas a ciertos itinerarios y flujos de operación, conforme a un producto, como lo son las fibras de papel y cartón, las cuales son clasificadas y empacadas. Se sigue una escala no afectada por interrupciones, a excepción de los mantenimientos de la

maquinaria, pero estos ya son programados con anticipación para no afectar el nivel de producción final.

La materia prima es recibida continuamente de los proveedores, almacenándola en su bodega respectiva, para después ser transportada convenientemente para su procesamiento.

1.5.2. Manejo de materiales

Si no se tiene un buen manejo de materiales, puede llegar a ser un problema de producción en la empresa, ya que agrega poco valor al producto y consume mucho presupuesto de manufactura. En el manejo de materiales se debe tomar en cuenta el movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad del producto que se está procesando. Se debe asegurar una buena relación entre las partes de materia prima en proceso, producto terminado y suministros, para tener un buen manejo de materiales.

El manejo de materiales que realiza la empresa tiene deficiencias, ya que se tiene una mala coordinación entre la materia prima a comprar conforme a las ventas que se realicen en los meses del año, creando así sobrantes y faltantes en las distintas bodegas según sea la época. Otro factor a considerar en el manejo de materiales es que en la empresa no se cuenta con un modelo de pronósticos en el cual basarse para obtener un plan de contratación anual, determinando así la cantidad de mano de obra a contratar en las diferentes épocas del año para el área de clasificado y empaque.

1.5.3. Eficacia

La eficacia es el alcance de las metas y objetivos que se establecen al inicio de cualquier proyecto, es decir llegar a cumplir con un nivel de producción para satisfacer la demanda de los clientes. Eficacia también es hacer las cosas correctas, en otras palabras, hacer lo necesario para lograr los objetivos y metas buscadas. Se determina, entre varias opciones, qué rumbo es el que se va a buscar y enfocar los medios para alcanzar los resultados deseables. Si se es eficaz en la empresa, se logrará direccionar los esfuerzos hacia las metas establecidas, sin perder la orientación, ayudando así a la supervivencia y crecimiento de la misma.

1.5.4. Eficiencia

La eficiencia, un poco más compleja que la eficacia, no implica únicamente alcanzar las metas, también implica realizar los procesos de forma óptima, requiriendo menos tiempo, gastar menos recursos o cualquier otra circunstancia que suponga un ahorro de dinero para la empresa.

También podemos definir eficiencia como hacer correctamente las cosas, no importa lo que se haga, sino que debe existir un enfoque en el uso adecuado de los recursos para el ahorro de los mismos, conjuntamente con los costos y tiempo, con el fin obtener el mayor beneficio posible. Las áreas de clasificado y empaque no son del todo eficientes, ni eficaces, por lo tanto se pretende optimizar dichas áreas para alcanzar el nivel de producción que se desea.

1.5.5. Ambiente de trabajo

Cuando los trabajadores laboran en las mejores condiciones posibles, se traduce en una empresa con mayor productividad y un escenario más favorable para el desarrollo profesional de los empleados. Sin embargo, algunas empresas no tienen un buen clima laboral, obligando a los trabajadores a pensar en un cambio.

La contaminación del aire dentro del área de trabajo es un factor que puede afectar al personal que se encuentra dentro de ella, ya que puede causarle desde molestias para respirar, disminuyendo así su productividad, hasta un daño en los pulmones. Por lo tanto, es importante tomar medidas necesarias para erradicar dicha contaminación del ambiente o la utilización de equipo de protección respiratoria.

En cuanto al clima laboral de la empresa, es generalmente bueno, no sobrecargando el puesto de cada trabajador, ya que tiene perfiles de puesto bien definidos. El personal de producción cuenta con el equipo de protección como botas industriales, cinturones de fuerza para el personal de bodega, etc. Es necesario que se haga análisis de iluminación y ventilación, ya que no es la mejor según los trabajadores.

1.5.6. Iluminación

La iluminación es de mucha importancia en las líneas de producción, debe ser clara para que el operario labore de la mejor manera posible y para no crear daño permanente en su visión. En el proceso de selección y clasificación es necesario tener excelente iluminación, ya que los trabajadores pasan en promedio 8 horas diarias seleccionando la materia prima. Por lo tanto, la

iluminación no debe ser intensa para que no lastime la vista, ni tampoco opaca, para evitar forzar la vista y causar daños permanentes. Con una iluminación óptima en el área de trabajo los operarios son más eficientes y se reduce el porcentaje de error al seleccionar materia prima que no es procesable, creando desperfecto en el producto final.

1.5.7. Ventilación

La ventilación dentro del área de trabajo es un factor muy importante que considerar, si lo que se quiere es una línea de producción eficiente.

- Ventilación natural: cuenta con ventanas y techos que permiten circular una corriente de aire natural, la cual hace que el aire contaminado se desplace y permita así el ingreso de aire nuevo.
- Ventilación artificial: es un sistema de inyección y extracción de aire, por medio de ventiladores, usando ductos, pudiendo así graduar la temperatura del ambiente.

Se realizará un análisis de ventilación en el área de clasificado, para determinar si es la más óptima para los operarios de dicha área.

1.6. Administración

La gerencia de Comercial Diversa Guatemalteca se encarga de la administración de la empresa. Esta gerencia está integrada por el dueño de la empresa, el cual es el gerente general, y los gerentes de las distintas áreas, las cuales son producción, finanzas, logística y recursos humanos. La gerencia es la que se encarga de la toma de decisiones más importantes y las que

requieren grandes inversiones para la empresa, analizando previamente las mismas.

El dueño de la empresa, como gerente general, tiene conocimiento para la administración de cada uno de los procesos. Evalúa todas las necesidades que tiene la empresa, estableciendo una escala, clasificándolas en necesidades primarias y secundarias, para tomar las decisiones que más le convengan a la empresa.

Al momento de encontrarse con problemas que no pueden ser resueltos por los gerentes de las distintas áreas, la gerencia general es quien toma parte en ellos para poder resolverlos. También la gerencia general es la que negocia con los clientes que más producto compran, dándoles un trato especial por la importancia que tienen ellos para la empresa.

La jornada en el área administrativa es diurna, sumando un total de 8 horas efectivas. Tiene un horario de 08:00 a 17:00 horas, con un período de almuerzo y descanso de las 12:00 a 13:00 horas. Según el contrato de trabajo, el trabajo administrativo que se realice después de los horarios establecidos no aplica para el pago de horas extras.

1.6.1. Mano de obra

El capital humano es uno de los principales pilares en una empresa, ya que interviene directamente en la transformación de la materia prima al producto final. Cuando se habla de mano de obra directa de la empresa se refiere el personal del área de clasificado y el personal del área de empaque.

“La mano de obra directa es la que puede rastrearse hasta los bienes y servicios que se producen. Al igual que con los materiales directos se puede usar la observación física para medir la cantidad de mano de obra usada para obtener un producto o servicio”⁶.

1.6.2. Jornadas laborales

Las jornadas de trabajo bajo las cuales labora la empresa son dos: diurna y nocturna. El área administrativa trabaja en la jornada diurna, al igual que el área de clasificado del Departamento de Producción. El área de empaque trabaja jornadas diurna y nocturna, según la necesidad que se tenga.

Las jornadas de trabajo deben acoplarse a lo escrito en el Código de Trabajo de la República de Guatemala. Según dicho Código, en el artículo 116, la jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno no puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana, lo cual implica pagar horas extras en épocas de mayor producción. También hace mención de que la jornada ordinaria de trabajo efectivo nocturno no puede ser mayor de seis horas diarias, ni exceder de un total de treinta y seis horas a la semana.

⁶HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. *Administración de costos: contabilidad y control*. 3a ed. México: Thomson Learning, 2003. 40 p.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción del proceso

El proceso de transformación de la materia prima en Comercial Diversa Guatemalteca consta de 2 etapas: la clasificación de la materia prima y el empaque. Más adelante se detallará cada una de estas etapas. La maquinaria con la que cuenta la empresa satisface las necesidades de las áreas de clasificado y empaque de papel. Conforme el pasar de los años, dicha maquinaria ha tenido deterioros, como es normal, y por falta de capital la empresa no ha podido adquirir nuevas máquinas. Cada año se aumenta el costo tanto del mantenimiento programado como del correctivo. También se aumenta la dificultad para conseguir repuestos de las máquinas de clasificado y empaque y, por consiguiente, también aumenta el costo.

Como se mencionó anteriormente, las bodegas de materia prima y producto terminado ubicadas dentro de la empresa se mantienen con un alto nivel de inventario, ya que se están incluyendo nuevos procesos, por lo tanto, es necesario aumentar el nivel productivo de la empresa para tener un inventario óptimo y bodegas con una alta seguridad industrial.

Es importante mencionar que Comercial Diversa Guatemalteca funciona como empresa intermediaria en el proceso total de reciclaje, procesando la materia prima con el fin de vendérsela a empresas especializadas para el reciclaje total del papel.

2.1.1. Selección de materia prima

La materia prima que se recibe, como papel y cartón, proviene del relleno sanitario de la zona 3 de la ciudad de Guatemala, recolectado por los proveedores y llevada a la empresa para posteriormente ser clasificada. La empresa no cuenta con un procedimiento formal para la recepción de materia prima, ya que se da en el mismo lugar de la salida de producto terminado. Al momento de ingresar la materia prima es pesada mediante una báscula. De igual forma, para despachar el producto terminado este es pesado en la misma báscula, para después ser colocado en la unidad de transporte y posteriormente ser distribuido a los clientes.

Para la recepción de materia prima el proveedor y los camiones recolectores llegan a la empresa. Los auxiliares de bodega descargan el material de los camiones, el encargado de recepción en bodega anota el peso del material ingresado, calcula el monto a pagar y el asistente financiero genera la orden de pago y el cheque para la liquidación al proveedor.

2.1.2. Área de clasificado de papel

Aquí se pueden encontrar desempeñándose tres puestos principales: asistente de producción, supervisor de producción y clasificadores de papel.

2.1.2.1. Mano de obra

Dentro del Departamento de Clasificado de papel se encuentran un aproximado de 30 operarios ejerciendo el puesto de clasificadores. A dicho personal se le paga por el volumen de material clasificado al día. Dicho departamento, actualmente, es el más grande de la empresa. La jornada de

trabajo para los operarios es diurna, con un horario de 7:00 a 17:00 horas, dando un período de almuerzo y descanso de 12:00 a 13:00 horas, sumando un total de 9 horas efectivas de trabajo. La cantidad de material procesado no debe ser menor a la meta establecida por los gerentes.

2.1.2.2. Maquinaria

El área de clasificado cuenta con dos máquinas de bandas transportadoras, en las cuales se coloca la materia prima para que los materiales que no se puedan procesar, como lo son los pedazos de cartón o papel que tienen algún plástico o aluminio adherido, sean desechados y al final de las bandas transportadoras solo llegue material 100 % reciclable.

A las máquinas transportadoras se les da su respectivo mantenimiento preventivo, con el fin de que su funcionamiento sea el más óptimo, ya que es de uso diario; se les revisa la calidad de la banda, el estado de los cilindros, así como sus respectivos lubricantes. También, en muchas ocasiones, se les da mantenimiento correctivo, ya que el paso de los años les ha causado deterioro a las máquinas.

2.1.3. Área de compactado de papel

Ya teniendo la materia prima clasificada, esta llega al área de empaque, en donde grandes cantidades de papel o cartón se comprimen a cierta fuerza para obtener pacas de papel clasificado.

2.1.3.1. Mano de obra

En el área de empaque se encuentran un total de 5 operarios. Dos de ellos ayudan a ingresar las fibras de papel, otro operario maniobra la máquina para que esta comprima el papel en pacas, dos operarios amarran la paca con cintas especiales y, por último, llega el montacargas a traer la paca para ser transportada a la bodega de materia prima.

Las jornadas de trabajo para los operarios en dicha área son diurna y nocturna, según la necesidad que se tenga. La jornada diurna tiene un horario de 7:00 a 17:00 horas, dando un período de almuerzo y descanso de 12:00 a 13:00 horas, sumando un total de 9 horas efectivas de trabajo. La jornada nocturna tiene un horario de 18:00 a 1:00 horas, dando como descanso un período de una hora, siendo el horario que más le convenga al trabajador.

2.1.3.2. Maquinaria

Dentro de la empresa se encuentran dos máquinas embaladoras, pero actualmente solo se utiliza una, que es la de mayor capacidad para compactar papel. La otra solo se utiliza en caso de que la demanda sea demasiada y la embaladora principal no se de abasto. Es necesario realizar un análisis para determinar si es mejor, en cuestión de costos, la jornada nocturna de trabajo para la embaladora principal, o utilizar la otra máquina extra que se tiene, así se le podrá dar un mejor servicio de mantenimiento a ambas máquinas, ya que se tienen la una a la otra como respaldo.

Las máquinas que tiene la empresa no fueron adquiridas nuevas, sino que fueron compradas usadas, pero en buen estado. Al tomar en cuenta este factor se programan servicios de mantenimiento a las máquinas con menores

intervalos de tiempo y, además, se revisa constantemente el estado de la embaladora, por cualquier desperfecto mecánico que esté sufriendo o pueda llegar a padecer.

La máquina embaladora tiene como función principal comprimir el papel clasificado en pacas, para después ser llevado a la bodega de producto terminado. Las máquinas de la empresa están equipadas con dispositivos de seguridad, los cuales evitan que los operarios pierdan alguna extremidad en el proceso, por algún tipo de confusión o accidente cuando la máquina esté en funcionamiento. Las 2 máquinas embaladoras con que cuenta la empresa son de excelente calidad, están fabricadas con metal de primera calidad, soportando toda clase de esfuerzos al momento de compactar el papel.

Los montacargas que tiene la empresa también son considerados como parte de esta área, ya que llevan las pacas de producto terminado desde la máquina embaladora hasta la bodega de producto terminado. Actualmente la empresa cuenta con 5 montacargas de combustión interna marca Toyota, los cuales funcionan con gas natural. El montacargas se puede definir como un aparato que sirve para elevar, mover o transportar materiales pesados, ya que una persona no lo podría hacer sin resultar con lesiones físicas. Cuenta con plataformas que son deslizadas a través de unas guías hechas de metal. Existen varios tipos de montacargas, pero la empresa cuenta únicamente con los de combustión interna.

2.2. Nivel de producción

Establecer un nivel de producción en una empresa es muy importante, ya que permite determinar la cantidad de producto que se debe procesar en un determinado período de tiempo, ya sea en un día, semana, mes o incluso un

año. El nivel de producción es establecido con base en el punto de equilibrio en la empresa. Este es un método que dice el número de ventas, ya sea en cantidad monetaria o cantidad de producto distribuido que tiene que lograr la empresa para no sufrir pérdidas. En otras palabras, es el nivel de ingresos que cubre los costes fijos y los costes variables.

Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de clasificado, al día, de 14,4 toneladas de producto y una capacidad de empaque alrededor de 21,36 toneladas de papel. Esto está distribuido conforme al total de operarios con que la empresa cuenta. Para el área de clasificado se puede determinar el nivel productivo de cada uno de los operarios, detallando a continuación el cálculo de dicho nivel:

$$NP = \frac{Q}{n}$$

Ecuación no. 11

Donde:

NP = nivel de producción

Q = cantidad procesada diaria

n = número de operarios

Al sustituir los valores, queda de la siguiente forma:

$$NP = \frac{14,4 \text{ toneladas}}{16 \text{ operarios}} = 0,9 \frac{\text{toneladas}}{\text{operario}}$$

Por lo tanto, se determina que cada operario clasifica aproximadamente 0,9 toneladas diariamente.

2.2.1. Eficacia

Como se había mencionado anteriormente, eficacia es el alcance de las metas y objetivos que se establecen al inicio de cualquier proyecto, o llegar a cumplir con un nivel de producción para satisfacer la demanda de los clientes.

Actualmente el Departamento de Clasificado y Empaque no es lo eficazmente esperado por los gerentes, ya que no se logra procesar todo el producto que ingresa diariamente a la bodega de materia prima de la empresa.

Esto se debe a que la empresa no tiene un modelo de pronósticos, por lo tanto no sabe cuánto producto ingresará a las instalaciones y cuál deberá ser su nivel productivo total en las diferentes épocas del año.

2.2.2. Productividad

Productividad se puede definir como la relación que existe entre la producción total y los recursos utilizados. Puede representarse por la siguiente fórmula:

$$Productividad = \frac{Producción\ total}{Recursos}$$

Ecuación no. 12

Los recursos a los que se refiere la ecuación pueden ser, por ejemplo, números de empleados, salarios, energía eléctrica, horas-hombre laboradas, etc.

Para el cálculo de la productividad actual de la empresa se sustituyen los volares actuales en la ecuación número 10, utilizando la mano de obra actual como recurso:

$$\begin{aligned} \text{Productividad} &= \frac{6200,133 \text{ toneladas procesadas anuales}}{56 \text{ trabajadores}} \\ &= 110,717 \frac{\text{toneladas procesadas}}{\text{trabajador}} \end{aligned}$$

La productividad actual de la totalidad de la empresa es de 110,717 toneladas procesadas por trabajador.

2.3. Almacenamiento

Al conjunto de procedimientos realizados con el fin de guardar y preservar artículos dentro de condiciones óptimas, desde antes de ser procesados hasta finalizar su producción, se le denomina almacenaje. Bodega, por su parte, se define como un inmueble para uso industrial, destinado para almacenar la materia prima, en este caso residuos de papel y producto terminado, como lo son las pacas de fibras secundarias de papel. Las bodegas protegen al personal y material que se encuentra dentro de ellas de todas las inclemencias atmosféricas y generan condiciones adecuadas para el trabajo, respetando todas las normas de seguridad, para evitar algún inconveniente con el personal o la maquinaria.

La empresa cuenta con una bodega de materia prima y una de producto terminado. Para almacenar los residuos, con el fin de que las calidades no se mezclen, se deben colocar en zonas separadas, según la procedencia de los mismos. Para que el producto sea de calidad, la bodega de producto terminado y materia prima debe cumplir ciertos requisitos, como por ejemplo la mínima

presencia de humedad, ya que esta puede afectar la calidad del material. Otro aspecto que cambia con la humedad es el peso del mismo, ya que, cuando se humedece, el producto pesa más, afectando el peso real del material.

2.3.1. Bodega de materia prima

Esta bodega está ubicada junto a la entrada principal de transporte pesado que tiene la empresa. Está ubicada estratégicamente para que el traslado de la materia prima de la unidad de transporte a la bodega no sea de mucha dificultad, ya que todo el material que ingresa a la bodega debe ser previamente pesado, para calcular el monto total a pagar a los proveedores.

2.3.1.1. Inventario existente

“El control de inventario es la actividad de administrar determinada situación del inventario”⁷. Actualmente el inventario de la bodega de materia prima es muy alto. El espacio dentro de la misma es muy reducido, difícilmente se pueden trasladar los trabajadores y queda poco espacio para el paso de los montacargas, esto debido a la deficiencia que existe en los departamentos de clasificado y empaque. Hay épocas del año en las cuales diariamente se compra a proveedores, en promedio, un total de 16 toneladas de papel, las cuales no han sido clasificadas y se necesita que los trabajadores desechen el material que no se puede procesar. También se compra 12 toneladas diarias de material ya clasificado, listo para ser llevado al área de empaque.

La capacidad, para procesar material, del área de clasificado es de 14,4 toneladas de materia prima por día, y la capacidad de procesar del área de

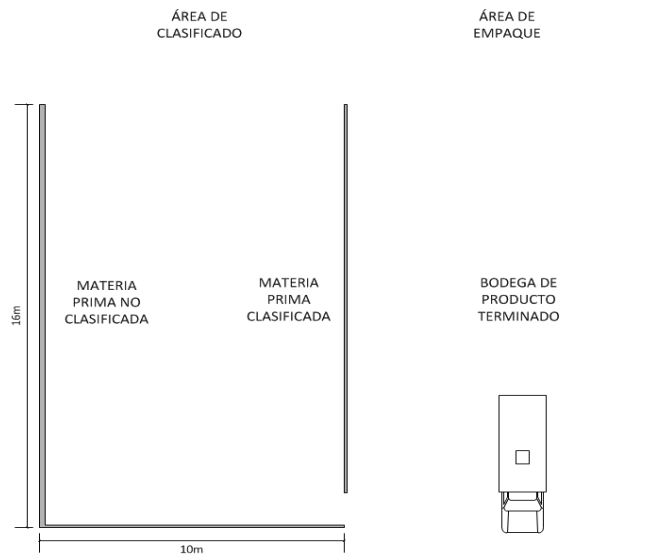
⁷MILLER, David M. *Ingeniería industrial e investigación de operaciones*. 1a ed. México: Limusa, 1992, 427 p.

empaque es de 21,36 toneladas al día. Al comparar el nivel de producción con lo que se compra diariamente, en ciertos meses del año, información que más adelante se ampliará, se determina que hay material sobrante para procesar. Todo este material se almacena en la bodega de materia prima, razón por la cual esta tiene alto inventario, haciendo incómoda tanto la administración de la misma como el trabajar dentro de ella.

2.3.1.2. Distribución de la bodega

Para la salida de inventario de la bodega de materia prima se utiliza el método PEPS, primero en entrar, primero en salir. Los directivos de la empresa optaron por utilizar este método, ya que se tiene una mayor rotación de inventario, despachando al área de producción la materia prima que mayor tiempo lleve en la bodega. Por lo tanto, la distribución de la bodega debe ser estratégica, para ordenar los dos tipos de materiales que en ella se encuentran y así agilizar el proceso al entregar materia prima al área de producción. A continuación se muestra la distribución de la bodega de materia prima:

Figura 4. **Distribución de bodega de materia prima**



Fuente: elaboración propia.

2.3.1.3. Tipo de producto

En la bodega de materia prima se pueden encontrar 2 tipos de material, el papel no clasificado, conocido como material revuelto, y el que ya está clasificado. El material clasificado ocupa aproximadamente un 50 % de la bodega y el material revuelto ocupa el 50 % restante.

2.3.2. Bodega de producto terminado

La bodega de producto terminado está ubicada enfrente de la entrada principal de transporte pesado, para que el traslado del producto terminado del área de empaque a la bodega, y después que este sea cargado a los camiones, no se haga con mucha dificultad, se ubicó estratégicamente entre el área de empaque y la salida y entrada de transporte pesado. Al igual que cuando se

ingresa materia prima, el producto terminado se debe pesar en una báscula, la cual está ubicada en las afueras de la bodega de producto terminado. Esto se hace con el fin de calcular el monto total a cobrar de la mercadería vendida, ya que se calcula en función del peso del producto despachado.

2.3.2.1. Inventario existente

La bodega de producto terminado, al igual que la de materia prima, en ciertos meses del año se encuentra con un alto inventario, lo cual hace el área insegura para el paso de los trabajadores de bodega e incluso para el paso de montacargas. Los espacios para el tránsito del personal y la maquinaria son muy estrechos, debido a que el excedente de producto terminado que hay en la bodega ocupa las vías de paso.

2.3.2.2. Distribución de la bodega

Al igual que en la bodega de materia prima, para el despacho de producto terminado se utiliza el método PEPS, primero en entrar, primero en salir. Al utilizar este método hay mayor rotación de inventario y da tiempo al personal de calidad de verificar si hay algún tipo de desperfecto en las pacas que acaban de salir de producción. Tomando en cuenta el flujo de inventario que hay en la bodega se diseñó estratégicamente la distribución de la misma para agilizar el proceso de carga de producto terminado a camiones. La distribución es más sencilla que en la bodega de materia prima, ya que solo se encuentra un tipo de producto. A continuación se ilustra más detalladamente la distribución de la bodega de producto terminado:

Figura 5. **Distribución de bodega de producto terminado**



Fuente: elaboración propia.

2.3.2.3. Tipo de producto

El producto terminado se almacena en pacas de papel, las cuales son sujetas por cintas especiales que impiden que se suelten ciertas partes de la paca al momento de cargarlas a los camiones o trasladarlas al lugar donde se encuentre el cliente. El proceso de carga y traslado de las pacas puede ser algo brusco, entonces para evitar partes sueltas se sujetan con las cintas anteriormente mencionadas.

2.4. Instalaciones de la empresa

Los edificios industriales son construcciones destinadas al alojamiento y operación de una empresa. También se pueden definir como instalaciones físicas, diseñadas y construidas para la realización de actividades industriales,

como la producción, manufactura, reciclaje de papel y productos desechados, ensamble de piezas, procesos industriales, almacenaje de materia prima y producto terminado para su respectiva distribución.

El edificio en el que se encuentra instalada esta empresa es de categoría 2, ya que en sus instalaciones predomina el acero estructural con una combinación de concreto armado pero en cantidades menores. Este último sirve como apoyo a los tabiques de relleno y a las columnas de acero. La cubierta superior del área de producción y bodega de materia prima y producto terminado es de lámina de zinc, y el techo del área administrativa es de losa de concreto armado. El piso del área administrativa es de cerámica y los del área de producción y bodegas son de concreto armado sin pulir. Se hizo de este tipo de piso ya que es más resistente al paso de los montacargas y no necesita mucho mantenimiento.

2.4.1. Ventilación

La ventilación en el área industrial se define como el conjunto de técnicas utilizadas para eliminar y controlar la presencia de calor y contaminantes ambientales como el humo, polvo, olores y, en este caso, la viruta que suelta el papel cuando se desempaca y se clasifica. Para fortuna de los directivos de la empresa estas partículas disueltas en la atmósfera sí pueden ser evacuadas al exterior, ya que no son dañinas para el medio ambiente, por lo tanto no necesitan ningún tipo de tratamiento químico. Es necesario considerar que los empleados pasan aproximadamente 45 horas a la semana expuestos a este tipo de ambiente, lo cual resulta nocivo para su salud, dañando su sistema respiratorio.

Una ventilación efectiva contribuye a solucionar estos problemas, pues la salud y protección a los empleados es de mucha importancia. La ventilación también servirá para controlar la humedad, olores y otras condiciones ambientales que son molestas para los trabajadores. El análisis de ventilación se realizará únicamente en el área de clasificado, ya que en ella se siente mucha presencia de calor, olores, viruta que desprende el papel y, además, se observan pocas entradas de aire. Es importante considerar que la materia prima que la empresa adquiere viene directamente de rellenos sanitarios, así que el olor que de ella emana es muy incómodo para los trabajadores que laboran en el área.

2.4.2. Iluminación

El rendimiento de los trabajadores está muy relacionado con las condiciones del ambiente en donde laboran. La iluminación es uno de los factores claves, ya que actúa de manera positiva para favorecer el desempeño al momento de clasificar el papel. También puede afectar de manera negativa, afectando la productividad.

Los principales síntomas de una iluminación deficiente son la fatiga visual, agotamiento, estrés, jaqueca, falta de atención y desánimo. Todos estos factores son causa de accidentes, ausencia laboral y bajo rendimiento, también afectan en la calidad del trabajo, provocando una mala clasificación del papel.

La iluminación tiene como función principal apoyar en la visualización del trabajo, por lo tanto debe ser la óptima, no debe ser opaca ni tampoco muy resplandeciente, ya que de las dos formas puede causar daños permanentes en la vista de los trabajadores. Estos factores deben considerarse al momento de realizar el análisis de iluminación, para tomar decisiones y mejoras en el área.

Por ejemplo, un efecto perjudicial de la mala iluminación es cuando el operario debe forzar la vista para clasificar el papel. Esta situación afecta la salud y la productividad, así como puede incidir en su estado de ánimo.

2.5. Contratación de personal

El Código de Trabajo de la República de Guatemala, en su artículo 18, define al contrato individual de trabajo como el vínculo económico-jurídico mediante el que una persona (trabajador), queda obligada a prestar a otra (patrono), sus servicios personales o a ejecutarle una obra, personalmente, bajo la dependencia continuada y dirección inmediata o delegada de esta última, a cambio de una retribución de cualquier clase o forma. El personal con el que cuenta la empresa está bajo contrato individual. A todo el personal operativo se le tiene un volumen de producción con que debe cumplir, es decir, una meta. Dicha meta es de 0,9 toneladas de material clasificado por trabajador y se estableció con base en un análisis del precio de compra y venta del material, adicionalmente con el cálculo del pago de prestaciones y tomando en cuenta el ritmo productivo de una persona común. Para el pago de los trabajadores se maneja el salario mínimo, dando comisiones por el total de la cantidad de material clasificado.

2.6. Historial de producto distribuido

La empresa cuenta con un historial mensual de producto distribuido. Para determinar el nivel de producción con el que cuenta actualmente se debe analizar la oferta y la demanda diaria.

2.6.1. Oferta

La empresa tiene la capacidad para procesar una cantidad aproximada de 14,4 toneladas de material al día. Este volumen de producción no es suficiente para cubrir con la demanda. Para dicho fin se compra aproximadamente 16 toneladas de materia prima al día. Comparando los valores anteriores, existe material que no se procesa y queda materia prima extra en la bodega. Para procesar todo ese producto extra se tiene que pagar horas extras. Con la implementación del presente trabajo de graduación se pretende aumentar el nivel de producción y así crear más oferta.

2.6.2. Demanda

En la actualidad, la empresa despacha un total de 500 toneladas de producto al mes, lo cual es un aproximado de 22 toneladas cada día que se labora en la empresa. Esto es un promedio, ya que la venta de producto en los diferentes meses del año es variable.

2.7. Compra actual de materia prima

Actualmente la empresa compra la materia prima a empresas o personas que se dedican a recolectar papel que se puede reciclar. Como se había mencionado antes, la recepción de materia prima es un procedimiento informal, ya que se realiza en el mismo lugar donde se despacha el producto terminado. Los auxiliares de bodega descargan el material de los camiones y lo colocan en una báscula para ser pesado, el encargado de recepción en bodega anota el peso del material ingresado, calcula el monto a pagar y el asistente financiero genera la orden de pago y el cheque para la liquidación al proveedor.

El área de logística coordina, con cada uno de los proveedores de papel, la fecha y hora en que cada uno debe llegar a la empresa a dejar el material. Esto se hace con el fin de que no lleguen dos proveedores al mismo tiempo y no se pueda atenderlos, ya que la empresa no tiene área de espera para que los camiones se parqueen, por lo tanto solo puede recibir un proveedor a la vez.

Los camiones que llegan a la empresa a dejar materia prima son del proveedor u otra empresa que se contrata, ya que el servicio de entrega de materia prima es tercerizado, para que la empresa no tenga gastos en mantenimiento de vehículos adicionales a los que tiene para entregar producto terminado. Actualmente no se cuenta con un modelo de pronósticos y la capacidad de la empresa, con el personal disponible, es de 14,4 toneladas de material procesado por día. Para lograr cumplir con la demanda de producto, se compra en promedio 16 toneladas, las 1,6 toneladas restantes que no se procesan quedan almacenadas en la bodega de materia prima y, para lograr procesar ese material, es necesario el pago de horas extras al personal de las áreas de bodegas, clasificado y empaque.

Existen dos tipos de materia prima: el papel que ya está clasificado y el papel que viene revuelto. Del papel que viene clasificado se aprovecha el 100 %, ya que el material que no se puede reciclar es insignificante. Por otro lado, del material que viene revuelto solo se puede aprovechar cierto porcentaje del peso total, por lo tanto se debe calcular cuánta materia prima se debe comprar para satisfacer la demanda del producto.

2.8. Venta actual de producto terminado

El encargado de negociar con todos los clientes que tenga la empresa, en especial los más importantes, es el gerente general, actual dueño de la

empresa. Él establece los precios de venta, con un previo análisis y comparación con el precio actual del mercado, asesorado por los demás gerentes de la empresa, especialmente el gerente financiero. Este es el encargado de contratar nuevos clientes y buscar nuevas relaciones comerciales con otras organizaciones, exponiéndoles las políticas bajo las cuales la empresa trabaja y comercializa el producto.

2.9. Canales de distribución del producto terminado

El Departamento de Logística se encarga de diseñar las rutas de distribución de producto terminado. Enlaza estratégicamente todos los puntos a donde se debe repartir el producto, con el fin de acortar el recorrido de los vehículos y ahorrarse tiempo y combustible.

3. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS

3.1. Diseño de pronósticos

Como se ha mencionado anteriormente, los pronósticos, ya sea de compra o de venta, son proyecciones que se realizan para un período de tiempo, para determinar un estimado del nivel de ventas de productos y así fijar un nivel de compra de materia prima. Estas estimaciones se pueden dar en valores monetarios o cantidades de producto. Para el desarrollo de este trabajo de graduación se calcularán los pronósticos en toneladas de producto terminado, utilizando el método de media móvil.

3.1.1. Pronóstico de ventas

Gracias a los pronósticos de ventas se puede determinar la cantidad de producto terminado que la empresa distribuirá a los clientes. Existen varios métodos para calcular los pronósticos de ventas, como por ejemplo el método de promedio, el de enfoque simple, el de alisado exponencial y alisado exponencial con tendencia, y el método de media móvil, el cual se utilizará en este caso, ya que se busca ajustar a una demanda estable para determinar la mano de obra que se subcontratará para los diferentes meses del año.

3.1.1.1. Promedio de producto distribuido

Para determinar los pronósticos de ventas es necesario contar con los datos históricos de producto total distribuido, en los meses de tres años

anteriores. Después se realiza un promedio de cada mes con los diferentes años, para determinar la cantidad media distribuida. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de toneladas del total de producto procesado en los diferentes meses de los años 2014, 2015 y 2016. La fórmula para aplicar el promedio es la siguiente:

$$Promedio = \frac{\sum X_n}{n}$$

Ecuación 13

Donde:

X_n = Cada mes de los diferentes años

N= Cantidad de años

Tabla I. **Datos históricos del total de material procesado (toneladas de material procesado)**

		Valores Año 2014	Valores Año 2015	Valores año 2016	
No.	Mes	Toneladas de material (t)	Toneladas de material (t)	Toneladas de material (t)	Promedio (t)
1	Enero	632,126	710,239	524,832	622,399
2	Febrero	597,570	618,828	618,075	611,491
3	Marzo	719,266	725,468	499,452	648,062
4	Abril	527,570	561,493	456,774	515,279
5	Mayo	532,257	620,714	435,281	529,417
6	Junio	619,413	662,605	669,878	650,632
7	Julio	548,857	666,243	552,622	589,241
8	Agosto	485,143	554,138	384,777	474,686
9	Septiembre	491,570	564,817	453,150	503,179
10	Octubre	518,692	668,531	529,862	572,362
11	Noviembre	595,974	667,454	483,191	582,206

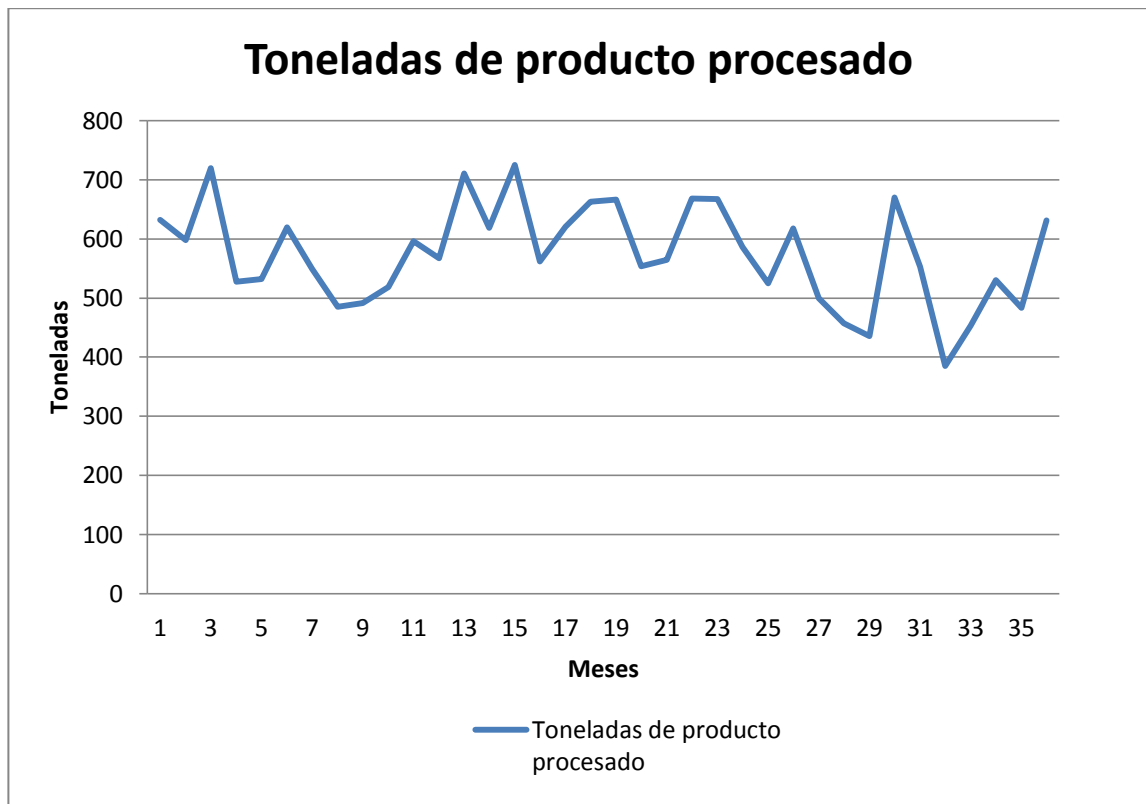
Continuación Tabla I

12	Diciembre	567,569	586,345	631,269	595,061
	Total	6836,007	7606,875	6239,163	6894,015

Fuente: CODIGUA.

Para una mejor representación de los datos históricos se grafican todos los meses de los diferentes años, haciendo un total de 36 meses. Esto se realiza con el fin de observar el comportamiento de la producción a lo largo del período de análisis.

Figura 6. **Toneladas del producto procesado total promedio**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

El comportamiento de esta gráfica es de tipo cíclico, pero se utilizará el método de media móvil para ajustar la curva a una demanda estable, ya que la mano de obra de la empresa se mantiene constante a lo largo del año. Después se comparará con los pronósticos cíclicos para así determinar el método con menor error con el cual se trabajará y se calculará la cantidad de material extra que se debe procesar. Actualmente la empresa procesa fibras de papel y cartón. A continuación, en las siguientes tablas, se presentan los datos históricos de los años 2014, 2015 y 2016 de papel y cartón procesado.

Tabla II. Datos históricos del total de papel procesado

No.	Mes	Valores Año 2014 Toneladas de material (t)	Valores Año 2015 Toneladas de material (t)	Valores año 2016 Toneladas de material (t)	Promedio (t)
1	Enero	600,519	670,465	497,015	589,333
2	Febrero	566,496	587,267	586,552	580,105
3	Marzo	680,425	691,371	474,978	615,591
4	Abril	498,553	533,979	433,935	488,822
5	Mayo	505,111	593,402	411,775	503,429
6	Junio	588,441	627,486	630,355	615,427
7	Julio	521,963	629,599	521,122	557,561
8	Agosto	464,281	524,214	363,614	450,703
9	Septiembre	467,482	536,576	430,039	478,032
10	Octubre	494,313	634,435	503,368	544,039
11	Noviembre	565,579	632,746	457,582	551,969
12	Diciembre	537,487	557,672	599,073	564,744
	Total	6490,650	7219,212	5909,408	6539,755
	Promedio 36 meses	544,980			

Fuente: CODIGUA.

Tabla III. **Datos históricos del total de cartón procesado**

No.	Mes	Valores Año 2014 Toneladas de material (t)	Valores Año 2015 Toneladas de material (t)	Valores año 2016 Toneladas de material (t)	Promedio (t)
1	Enero	31,607	39,774	27,817	33,066
2	Febrero	31,074	31,561	31,523	31,386
3	Marzo	38,841	34,097	24,474	32,471
4	Abril	29,017	27,514	22,839	26,457
5	Mayo	27,146	27,312	23,506	25,988
6	Junio	30,972	35,119	39,523	35,205
7	Julio	26,894	36,644	31,500	31,679
8	Agosto	20,862	29,924	21,163	23,983
9	Septiembre	24,088	28,241	23,111	25,147
10	Octubre	24,379	34,096	26,494	28,323
11	Noviembre	30,395	34,708	25,609	30,237
12	Diciembre	30,082	28,673	32,196	30,317
	Total	345,357	387,663	329,755	354,259
	Promedio 36 meses	29,522			

Fuente: CODIGUA.

3.1.1.2. Método de media móvil

El método de media móvil se utiliza para determinar la cantidad de producto que se venderá, es decir la que determina los pronósticos de ventas. Es un promedio de los meses anteriores, con el cual se determina las toneladas de producto que la empresa distribuirá en el siguiente mes. Para el promedio se utilizará un período de cuatro meses.

Se utiliza el método de media móvil para ajustar la demanda actual cíclica a una demanda constante, ya que, como se había mencionado antes, la mano de obra de la empresa en el año no varía. Al tener una demanda estable, se compara con una demanda cíclica, para determinar el mejor método y con base en ello calcular la cantidad de mano de obra que se puede contratar.

Para el cálculo de los pronósticos se utilizó la ecuación número 2, la cual se presenta a continuación:

$$X_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

Ecuación no. 2

Donde:

X_t = Promedio de ventas de unidades en el período t

\sum = Sumatoria de datos

X_{t-1} = Ventas reales de unidades en los períodos anteriores a t

n = Número de datos

La empresa actualmente procesa dos tipos de materiales, cartón y papel, siendo este último el que se procesa en mayores cantidades. Del total de producto procesado un 95 % es papel y el otro 5 % es cartón. Por lo tanto, es necesario realizar los pronósticos de papel y de cartón. El ciclo que se utilizó es de tres meses, es decir, en la ecuación 2, n, que es el período de datos, es igual a 3. Los pronósticos de ventas calculados mediante la ecuación número 2 se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV. Pronósticos de ventas de papel (método media móvil)

No.	Mes	Ventas 2016 (t)	Pronósticos (t)	
			Método media móvil	Error (t)
1	Enero	497,015	608,284	-111,269
2	Febrero	586,552	562,478	24,074
3	Marzo	474,978	547,080	-72,102
4	Abril	433,935	519,515	-85,580
5	Mayo	411,775	498,488	-86,713
6	Junio	630,355	440,229	190,126
7	Julio	521,122	492,022	29,100
8	Agosto	363,614	521,084	-157,470
9	Septiembre	430,039	505,030	-74,991
10	Octubre	503,368	438,258	65,110
11	Noviembre	457,582	432,340	25,242
12	Diciembre	599,073	463,663	135,410
	Total	5909,408	6028,471	-119,063

Fuente: elaboración propia.

Para la elaboración de los pronósticos, los 3 datos del año 2015 fueron tomados de la tabla II.

Tabla V. Pronósticos de ventas de cartón (método media móvil)

No.	Mes	Ventas 2016 (t)	Pronósticos (t)	
			Método media móvil	Error (t)
1	Enero	27,817	32,492	-4,675
2	Febrero	31,523	30,399	1,124
3	Marzo	24,474	29,338	-4,864
4	Abril	22,839	27,938	-5,099

Continuación Tabla V

5	Mayo	23,506	26,279	-2,773
6	Junio	39,523	23,606	15,917
7	Julio	31,500	28,623	2,877
8	Agosto	21,163	31,510	-10,347
9	Septiembre	23,111	30,729	-7,618
10	Octubre	26,494	25,258	1,236
11	Noviembre	25,609	23,589	2,02
12	Diciembre	32,196	25,071	7,125
	Total	329,755	334,832	-5,077

Fuente: elaboración propia.

Para la elaboración de los pronósticos, los 3 datos del año 2015 fueron tomados de la tabla III.

Como el comportamiento de las ventas a lo largo del año es cíclico, es necesario aplicar el método de series estacionales. En las siguientes tablas se muestran los pronósticos trabajados mediante dicho método. Esto se hace con el fin de comparar, más adelante, los pronósticos determinados con el método de media móvil y los determinados con el método de series estacionales, para definir cuál es el método con más error. Para el cálculo de los pronósticos mediante el método de series estacionales se utilizarán las formulas descritas en el capítulo 1, las cuales son las siguientes:

$$P_n = V_n \times i_n$$

Ecuación 9

Donde:

P_n = Pronóstico de evaluación o de riesgo

V_n = Ventas reales para el n-ésimo mes del último período completo

i_n = índice estacional para el n-ésimo mes

$$i_n = \frac{X_{hor}}{X_{ver}}$$

Ecuación 10

En donde:

X_{hor} = promedio de ventas horizontal

X_{ver} = promedio de ventas vertical

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de los pronósticos mediante el método descrito anteriormente, con el promedio de cada mes y el promedio total de los 36 meses analizados. También se muestra el error de los pronósticos con respecto a las ventas reales del año 2016.

Tabla VI. **Pronósticos de ventas de papel (método para series estacionales)**

No.	Mes	Ventas 2016 (t)	Promedio (t)	Índice estacional	Pronósticos (t)	
					Método para series estacionales	Error (t)
1	Enero	497,015	589,333	1,081	537,273	-40,258
2	Febrero	586,552	580,105	1,064	624,091	-37,539
3	Marzo	474,978	615,591	1,130	536,725	-61,747
4	Abril	433,935	488,822	0,897	389,240	44,695
5	Mayo	411,775	503,429	0,924	380,480	31,295
6	Junio	630,355	615,427	1,129	711,671	-81,316
7	Julio	521,122	557,561	1,023	533,108	-11,986
8	Agosto	363,614	450,703	0,827	300,709	62,905
9	Septiembre	430,039	478,032	0,877	377,144	52,895

Continuación Tabla VI

10	Octubre	503,368	544,039	0,998	502,361	1,007
11	Noviembre	457,582	551,969	1,013	463,531	-5,949
12	Diciembre	599,073	564,744	1,036	620,640	-21,567
	Total	5909,408	6539,755		5976,973	-67,565
	Promedio 36 meses	544,980				

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Pronósticos de ventas de cartón (método para series estacionales)**

No.	Mes	Ventas 2016 (t)	Promedio (t)	Índice estacional	Pronósticos (t)	
					Método para series estacionales	Error (t)
1	Enero	27,817	33,066	1,120	31,155	-3,338
2	Febrero	31,523	31,386	1,063	33,509	-1,986
3	Marzo	24,474	32,471	1,100	26,921	-2,447
4	Abril	22,839	26,457	0,896	20,464	2,375
5	Mayo	23,506	25,988	0,880	20,685	2,821
6	Junio	39,523	35,205	1,193	47,151	-7,628
7	Julio	31,5	31,679	1,073	33,800	-2,300
8	Agosto	21,163	23,983	0,812	17,184	3,979
9	Septiembre	23,111	25,147	0,852	19,691	3,420
10	Octubre	26,494	28,323	0,959	25,408	1,086
11	Noviembre	25,609	30,237	1,024	26,224	-0,615
12	Diciembre	32,196	30,317	1,027	33,065	-0,869

Continuación Tabla VII

	Total	329,755	354,259		335,257	-5,502
	Promedio 36 meses	29,522				

Fuente: elaboración propia.

Los promedios de cartón y papel procesado en los 36 meses de análisis fueron extraídos de las tablas II y III.

3.1.2. Pronóstico de materia prima

Para evitar que la materia prima se acumule en la bodega es necesario contar con un pronóstico de la misma, ya que al tener un estimado de cuánta materia prima se necesitará en cada mes del año, el error de compra es menor, por lo cual se utilizará la mayoría de material comprado, reduciendo así su costo de almacenamiento. Hay que tomar en cuenta que siempre se debe tener un *stock* de seguridad, en caso de que, por agentes externos, las ventas aumenten su nivel, utilizando más materia prima de la estimada para cubrir las en su totalidad.

3.1.2.1. Calidad de materia prima

En la industria del reciclaje, la materia prima que se compra a los diferentes proveedores no es aprovechable al 100 %, ya que dentro de la misma se encuentra material que no se puede procesar, ya sea porque es desechable o porque, para reciclar el material, el proceso sea diferente al que se dedique la empresa. Los proveedores que surten la materia prima son recolectores de papel y cartón, o también microempresas que se dedican a la

recolección de papel. La materia prima se compra por peso, y dentro de ese volumen hay un porcentaje considerable del mismo que se considera como desechable y es pérdida para la empresa, por lo tanto es muy importante tomarlo en cuenta.

3.1.2.2. Porcentaje de materia prima útil

Como se había mencionado anteriormente, la materia prima no se aprovecha al 100 %, ya que el volumen que se compra cuenta con impurezas, es decir, material que no se puede procesar ya que, para reciclarlo, se utilizan diferentes procesos. El porcentaje del peso total de la materia prima que se puede procesar es un total aproximado del 75 %, siendo el 25 % las impurezas y desechos. Para diseñar el modelo de pronósticos es importante mencionar que, de la materia prima que se compra, el 50 % tiene que pasar por el área de clasificado y el otro 50 % se dirige directamente al área de empaque.

3.1.2.3. Pronóstico de materia prima sin triturar

También llamada materia prima sin clasificar. Para calcular el pronóstico de este tipo de materia prima es necesario obtener los datos históricos de materia prima utilizada en el año 2016. Los datos son los siguientes:

Tabla VIII. **Materia prima de papel utilizada en los años 2015 y 2016**

No.	Mes	Materia prima (t)
9	Septiembre 2015	338,980
10	Octubre 2015	380,484
11	Noviembre 2015	354,572
12	Diciembre 2015	362,185

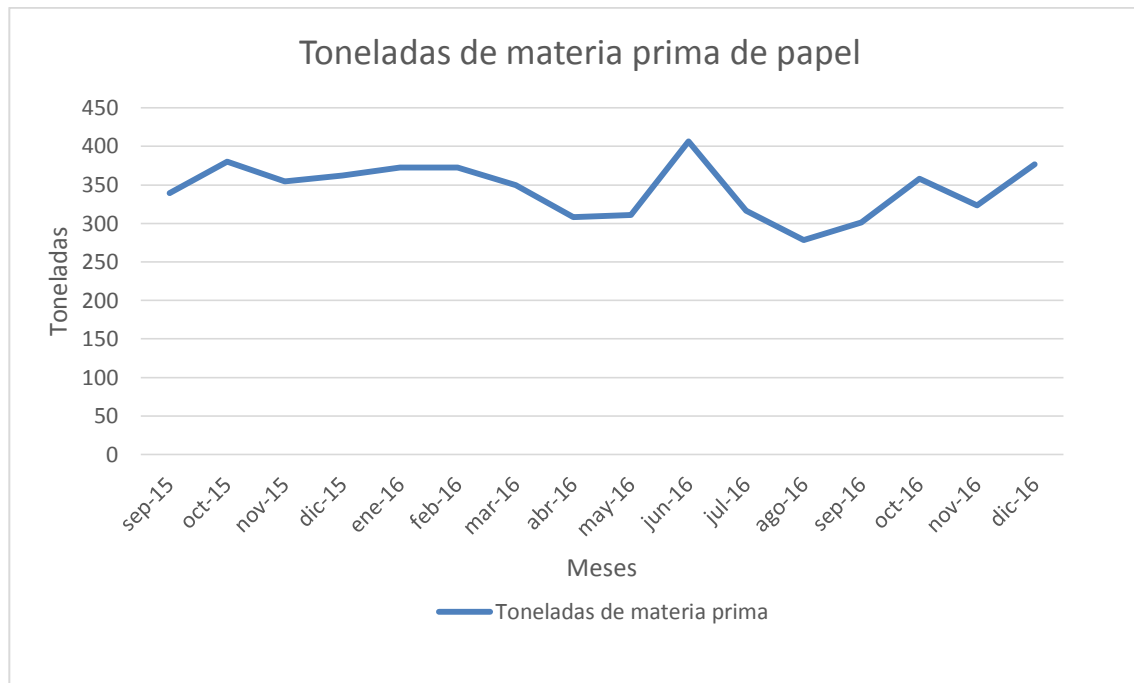
Continuación Tabla VIII

1	Enero 2016	372,337
2	Febrero 2016	372,246
3	Marzo 2016	349,944
4	Abril 2016	307,923
5	Mayo 2016	311,079
6	Junio 2016	406,546
7	Julio 2016	316,313
8	Agosto 2016	278,311
9	Septiembre 2016	301,230
10	Octubre 2016	357,751
11	Noviembre 2016	323,591
12	Diciembre 2016	376,736
	Total	5510,228

Fuente: CODIGUA.

Para una mejor interpretación de los datos, a continuación se presenta una gráfica de los mismos:

Figura 7. **Toneladas de materia prima de papel utilizadas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Como se había mencionado anteriormente, la empresa procesa papel y cartón, por lo tanto es necesario realizar los pronósticos de materia prima de cartón, para lo cual se necesitan también sus datos históricos. La cantidad de materia prima de cartón utilizada durante el año 2016 y parte del año 2015 se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IX. **Materia prima de cartón utilizada en los años 2015 y 2016**

No.	Mes	Materia prima (t)
9	Septiembre 2015	40,344
10	Octubre 2015	43,159
11	Noviembre 2015	42,849

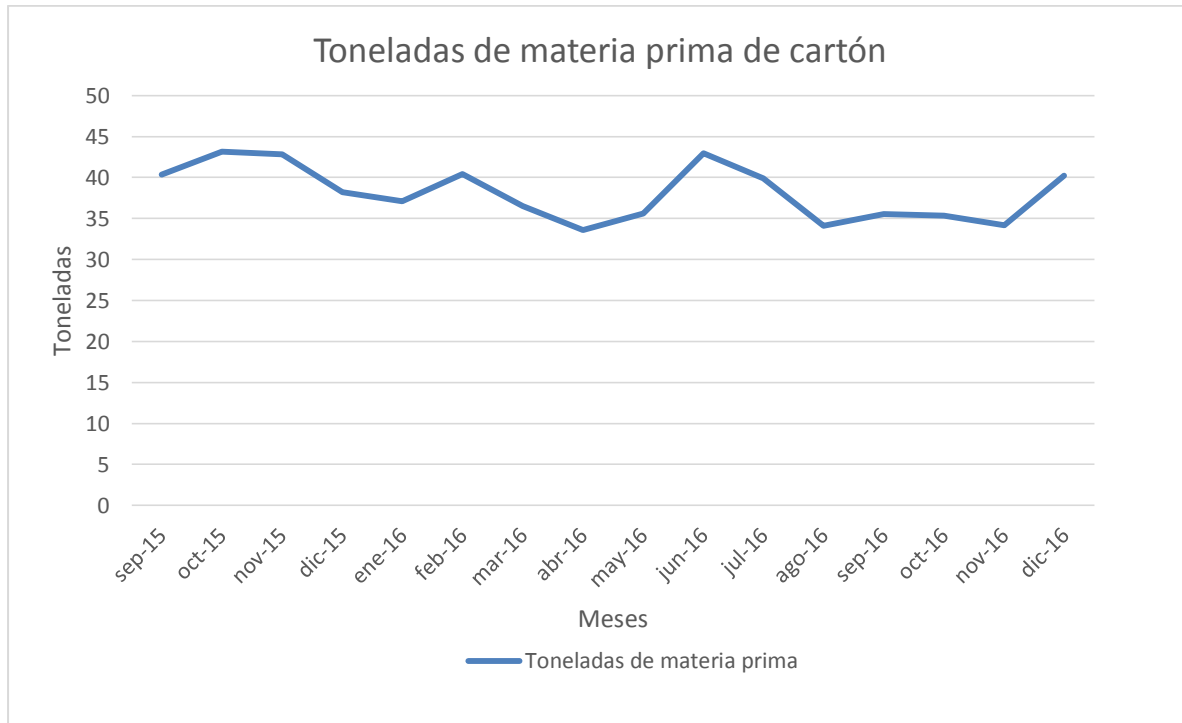
Continuación Tabla IX

12	Diciembre 2015	38,231
1	Enero 2016	37,089
2	Febrero 2016	40,414
3	Marzo 2016	36,528
4	Abril 2016	33,587
5	Mayo 2016	35,615
6	Junio 2016	42,960
7	Julio 2016	39,873
8	Agosto 2016	34,134
9	Septiembre 2016	35,555
10	Octubre 2016	35,325
11	Noviembre 2016	34,145
12	Diciembre 2016	40,245
	Total	610,053

Fuente: CODIGUA.

Para interpretar mejor la tendencia de los datos históricos, a continuación se presenta una gráfica de los mismos:

Figura 8. **Toneladas de materia prima de cartón utilizadas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

3.1.2.3.1. **Método de media móvil**

Al observar el comportamiento de los datos, se puede determinar que su tendencia es estable, por lo tanto se utilizará el método de media móvil para calcular los pronósticos, determinando así la cantidad de materia prima que se debe comprar para cada mes del año. Para determinar los pronósticos mediante dicho método es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$X_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

Ecuación no. 2

Donde:

X_t = Promedio de ventas de unidades en el período t

\sum = Sumatoria de datos

X_{t-1} = Ventas reales de unidades en los períodos anteriores a t

n = Número de datos

Esta fórmula se aplicará tanto a la materia prima de papel como a la materia prima de cartón. En este caso, el período para el cálculo de los pronósticos serán cuatro meses, es decir n es igual a 4. Los pronósticos calculados se muestran en las siguientes tablas:

Tabla X. **Pronóstico con el método media móvil de materia prima de papel sin clasificar**

No.	Mes	Materia prima utilizada (t)	Pronóstico de materia prima (t)	Error (t)
1	Enero	372,337	359,055	13,282
2	Febrero	372,246	367,395	4,851
3	Marzo	349,944	365,335	-15,391
4	Abril	307,923	364,178	-56,255
5	Mayo	311,079	350,613	-39,534
6	Junio	406,546	335,298	71,248
7	Julio	316,313	343,873	-27,560
8	Agosto	278,311	335,465	-57,154
9	Septiembre	301,230	328,062	-26,832
10	Octubre	357,751	325,600	32,151
11	Noviembre	323,591	313,401	10,190
12	Diciembre	376,736	315,221	61,515
	Total	4074,007	4103,496	-29,489

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Pronóstico con el método de media móvil de materia prima de cartones**

No.	Mes	Materia prima utilizada (t)	Pronóstico de materia prima (t)	Error (t)
1	Enero	37,089	41,146	-4,057
2	Febrero	40,414	40,332	0,082
3	Marzo	36,528	39,646	-3,118
4	Abril	33,587	38,066	-4,479
5	Mayo	35,615	36,905	-1,29
6	Junio	42,960	36,536	6,424
7	Julio	39,873	37,173	2,7
8	Agosto	34,134	38,009	-3,875
9	Septiembre	35,555	38,146	-2,591
10	Octubre	35,325	38,131	-2,806
11	Noviembre	34,145	36,222	-2,077
12	Diciembre	40,245	34,790	5,455
	Total	445,470	455,102	-9,632

Fuente: elaboración propia.

Los datos de la materia prima utilizada en septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2015, que se utilizaron para el cálculo de los pronósticos, se pueden observar en las tablas XIII y IX. Al analizar estos datos se puede observar que el error total en ambos casos es negativo. Es decir, se tendrá que comprar mayor cantidad de materia prima. Por lo tanto, este método no es confiable, ya que, al aplicarlo, no se resolvería el problema del producto acumulado en la bodega de materia prima.

Otra forma de calcular los pronósticos de materia prima a comprar es determinarlos con base en los pronósticos de ventas, con el método de series estacionales, pero para calcularlos es necesario realizar varias operaciones.

Como primer punto se debe calcular la cantidad de materia prima que se clasificará y la cantidad que no se clasificará. Esta es aproximadamente del 50 % para cada tipo de materia prima, es decir, los pronósticos realizados con el método de series temporales se deben multiplicar por el factor de 0,5 para cada mes del año. Por último, al obtener los pronósticos de cada mes se deben dividir por el factor de calidad de la materia prima, siendo este 0,75, ya que, en promedio, solo el 75 % del total de la materia prima comprada se logra aprovechar. En las siguientes tablas se muestran los pronósticos determinados con base en los pronósticos de series estacionales calculados anteriormente.

Tabla XII. Pronóstico de materia prima de papel sin clasificar con base en los pronósticos de series temporales

No.	Mes	Pronósticos ventas con series temporales (t)	Materia prima utilizada (t)	Pronósticos de materia prima a comprar (t)	Error (t)
1	Enero	268,637	372,337	358,183	14,154
2	Febrero	312,046	372,246	416,061	-43,815
3	Marzo	268,363	349,944	357,817	-7,873
4	Abril	194,620	307,923	259,493	48,430
5	Mayo	190,240	311,079	253,653	57,426
6	Junio	355,836	406,546	474,448	-67,902
7	Julio	266,554	316,313	355,405	-39,092
8	Agosto	150,355	278,311	200,473	77,838
9	Septiembre	188,572	301,230	251,429	49,801
10	Octubre	251,181	357,751	334,908	22,843
11	Noviembre	231,766	323,591	309,021	14,570
12	Diciembre	310,320	376,736	413,760	-37,024
	Total	2988,490	4074,007	3984,651	89,356

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Pronóstico de materia prima de cartón con base en los pronósticos de series temporales**

No.	Mes	Pronósticos de ventas con series temporales (t)	Materia prima utilizada (t)	Pronósticos de materia prima a comprar (t)	Error (t)
1	Enero	31,155	37,089	41,540	-4,451
2	Febrero	33,509	40,414	44,679	-4,265
3	Marzo	26,921	36,528	35,895	0,633
4	Abril	20,464	33,587	27,285	6,302
5	Mayo	20,685	35,615	27,580	8,035
6	Junio	47,151	42,960	62,868	-19,908
7	Julio	33,8	39,873	45,067	-5,194
8	Agosto	17,184	34,134	22,912	11,222
9	Septiembre	19,691	35,555	26,255	9,3
10	Octubre	25,408	35,325	33,877	1,448
11	Noviembre	26,224	34,145	34,965	-0,82
12	Diciembre	33,065	40,245	44,087	-3,842
	Total	335,257	445,470	447,010	-1,54

Fuente: elaboración propia.

En las tablas es posible observar que el error acumulado de los pronósticos de papel calculados con base en el método de series temporales es positivo, y el del cartón es menos negativo que el error determinado con el método de media móvil. Es decir, se tendrá que comprar menor cantidad de materia prima. Los pronósticos de compra de materia prima, calculados con base en las series temporales, son un método óptimo para aplicar, ya que con estos se resolverá el problema de tener materia prima acumulada en la bodega.

3.1.2.4. Pronóstico de materia prima para triturar

También llamada materia prima ya clasificada. La particularidad de esta materia prima es que no necesita pasar por el área de clasificado, porque el material brindado por los proveedores es de primera calidad. A continuación se presenta la cantidad de este tipo de materia prima que se compró en parte del año 2015 y en el año 2016:

Tabla XIV. **Materia prima de papel clasificado utilizada en los años 2015 y 2016**

No.	Mes	Materia prima (t)
9	Septiembre 2015	282,341
10	Octubre 2015	313,687
11	Noviembre 2015	317,177
12	Diciembre 2015	286,033
1	Enero 2016	218,507
2	Febrero 2016	303,273
3	Marzo 2016	212,52
4	Abril 2016	233,477
5	Mayo 2016	195,886
6	Junio 2016	264,057
7	Julio 2016	283,887
8	Agosto 2016	173,249
9	Septiembre 2016	205,02
10	Octubre 2016	238,99
11	Noviembre 2016	217,801
12	Diciembre 2016	293,917
	Total	4039,822

Fuente: CODIGUA.

Para una mejor interpretación de los datos históricos que proporciona la empresa, a continuación se presenta una gráfica de los mismos:

Figura 9. **Toneladas de materia prima de papel clasificado utilizadas**



Fuente: elaboración propia, empleado Microsoft Word.

Al observar la gráfica, a pesar de tener picos y valles en algunos meses del año, su comportamiento es generalmente estable, ya que las variaciones no son tan altas, por lo tanto, se calculará los pronósticos por el método de media móvil.

3.1.2.4.1. Método de media móvil

El método de media móvil se basa en calcular un promedio de un determinado período de tiempo. Para calcular los pronósticos mediante este método se aplica la ecuación número dos:

$$X_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

Ecuación no. 2

Donde:

X_t = Promedio de ventas de unidades en el período t

\sum = Sumatoria de datos

X_{t-1} = Ventas reales de unidades en los períodos anteriores a t

n = Número de datos

Como en los casos anteriores, el período de tiempo que se utilizará es de 4 meses, es decir, n en la fórmula es igual a 4. El cartón no se empaca y su materia prima solo se compra para clasificar, por lo tanto, para el cartón no se realizará este tipo de pronósticos porque toda la materia prima de cartón que se necesita ya fue pronosticada en el inciso 3.1.2.3, llamado pronóstico de materia prima sin clasificar.

En la siguiente tabla se muestran los pronósticos calculados mediante la ecuación número 2:

Tabla XV. **Pronóstico con el método media móvil de materia prima de papel clasificado**

No.	Mes	Materia prima utilizada (t)	Pronóstico de materia prima (t)	Error (t)
1	Enero	218,507	299,810	-81,303
2	Febrero	303,273	283,851	19,422
3	Marzo	212,52	281,248	-68,728
4	Abril	233,477	255,083	-21,606
5	Mayo	195,886	241,944	-46,058
6	Junio	264,057	236,289	27,768
7	Julio	283,887	226,485	57,402
8	Agosto	173,249	244,327	-71,078
9	Septiembre	205,02	229,270	-24,25
10	Octubre	238,99	231,553	7,437
11	Noviembre	217,801	225,287	-7,486
12	Diciembre	293,917	208,765	85,152
	Total	2840,584	2963,912	-123,328

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de estos pronósticos fueron necesarios los datos de materia prima utilizada en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2015. Estos datos fueron extraídos de la tabla XIV. Al igual que la materia prima sin clasificar, el error total de este método es negativo, lo cual significa que es necesario comprar mayor cantidad de materia prima.

Como se calcularon pronósticos de ventas con el método de series estacionales, es necesario determinar la materia prima a utilizar con dichos pronósticos y así comparar la cantidad de materia prima, usando el método

media móvil, con los realizados con base en los pronósticos de series estacionales.

Para calcular la materia prima ya clasificada a comprar, con base en los pronósticos de series estacionales que se deben comprar, se hace casi de la misma forma que la materia prima sin clasificar. Los pronósticos con el método de series temporales se dividen dentro de 2, ya que el 50 % es de papel ya clasificado y el otro 50 % es de papel sin clasificar. Como esta materia prima no se clasifica, se puede aprovechar el 100 % del material, por lo tanto no hay que dividirlo por ningún factor. Los pronósticos calculados con dicho método se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XVI. Pronóstico de materia prima de papel clasificado con base en los pronósticos de series temporales

No.	Mes	Pronósticos ventas con series temporales (t)	Materia prima utilizada (t)	Pronósticos de materia prima a comprar (t)	Error (t)
1	Enero	268,637	218,507	268,637	-50,130
2	Febrero	312,046	303,273	312,046	-8,773
3	Marzo	268,363	212,52	268,363	-55,843
4	Abril	194,620	233,477	194,620	38,857
5	Mayo	190,240	195,886	190,240	5,646
6	Junio	355,836	264,057	355,836	-91,779
7	Julio	266,554	283,887	266,554	17,333
8	Agosto	150,355	173,249	150,355	22,894
9	Septiembre	188,572	205,02	188,572	16,448
10	Octubre	251,181	238,99	251,181	-12,191
11	Noviembre	231,766	217,801	231,766	-13,965

Continuación Tabla XVI

12	Diciembre	310,320	293,917	310,320	-16,403
	Total	2988,490	2840,584	2988,490	-147,906

Fuente: elaboración propia.

Comparando los dos métodos anteriores, el de menor error total es el de media móvil, ya que tiene un valor menos negativo que el calculado con los pronósticos de series estacionales, reduciendo así la probabilidad de que se acumule materia prima en la bodega. El método de media móvil será el método que la empresa debe aplicar.

3.2. Balance de líneas

El balance de líneas es un conjunto de técnicas que iguala las cargas de trabajo en las diferentes estaciones, para determinar la cantidad de operarios óptimos en cada línea de producción. El fin del balance de líneas es evitar los tiempos de espera entre cada estación de trabajo y disminuir los costos operacionales por tener cantidad de mano de obra mayor a la que se necesita.

Es necesario realizar un balance de líneas de las áreas en donde más se acumula materia prima. Estas son el área de clasificado y el área de empaque.

3.2.1. Área de clasificado

El área de clasificado actualmente cuenta con 16 trabajadores, los cuales se encargan de seleccionar la materia prima que se puede procesar. Como esta área solo cuenta con una operación, el balance de líneas se realizará en función de la cantidad de producto procesado durante el mes.

Como primer paso, es necesario calcular la cantidad de material total que se deberá procesar en el área de clasificado, la cual es la sumatoria de la materia prima sin clasificar, de papel y cartón, calculada con las series estacionales.

Tabla XVII. Material total clasificado con base en los pronósticos de series estacionales

No.	Mes	Pronósticos de papel a procesar (t)	Pronósticos de cartón a procesar (t)	Pronósticos de materia prima total a procesar (t)
1	Enero	358,183	41,540	399,723
2	Febrero	416,061	44,679	460,740
3	Marzo	357,817	35,895	393,712
4	Abril	259,493	27,285	286,778
5	Mayo	253,653	27,580	281,233
6	Junio	474,448	62,868	537,316
7	Julio	355,405	45,067	400,472
8	Agosto	200,473	22,912	223,385
9	Septiembre	251,429	26,255	277,684
10	Octubre	334,908	33,877	368,785
11	Noviembre	309,021	34,965	343,986
12	Diciembre	413,76	44,087	457,847
	Total	3984,651	447,01	4431,661

Fuente: elaboración propia.

La cantidad total de material a clasificar es de 4431,661 toneladas. Esto se determinó sumando la materia prima de papel y cartón sin clasificar

La jornada laboral de los operarios del área de clasificado es diurna. La hora de entrada es a las 7:30 horas y su salida es a las 17:00 horas, tienen media hora de refacción, de 10:00 a 10:30 horas, y una hora de almuerzo, de

13:00 a 14:00 horas. Las horas efectivas de trabajo hacen un total de 8 horas diarias. El personal de clasificado también labora los días sábados, de 7:30 a 13:00 horas. Los días sábados también tienen media hora de refacción, lo cual hace un total de 5 horas efectivas.

Para determinar la cantidad óptima de operarios que se requiere en los diferentes meses del año, es necesario definir los días a laborar, para así calcular las horas efectivas de trabajo. En la siguiente tabla se muestran los días y horas a trabajar durante el año 2017:

Tabla XVIII. Días y horas a laborar durante el año 2017

No.	Mes	Días de la semana	Horas semanales	Sábados	Horas sábado	Total días	Total horas	Días equivalentes
1	Enero	22	176	4	20	26	196	24,500
2	Febrero	20	160	4	20	24	180	22,500
3	Marzo	23	184	4	20	27	204	25,500
4	Abril	18	144	4	20	22	164	20,500
5	Mayo	22	176	4	20	26	196	24,500
6	Junio	21	168	4	20	25	188	23,500
7	Julio	21	168	5	25	26	193	24,125
8	Agosto	22	176	4	20	26	196	24,500
9	Septiembre	20	160	5	25	25	185	23,125
10	Octubre	21	168	4	20	25	188	23,500
11	Noviembre	21	168	4	20	25	188	35,500
12	Diciembre	20	160	5	25	25	185	23,125
	Total	251	2008	51	255	302	2263	282,875

Fuente: elaboración propia.

Los días equivalentes fueron determinados mediante la siguiente ecuación:

$$Días\ equivalentes = \frac{Total\ de\ hora\ trabajadas\ en\ el\ mes}{8\ horas}$$

Ecuación no. 14

Se utilizaron 8 horas, ya que es el tiempo que dura la jornada diurna para un trabajador del área de clasificado. Según los datos de la empresa, cada operario clasifica en promedio 0,9 toneladas de material por día en jornada diurna. Para determinar la cantidad óptima de operarios es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$Número\ de\ operarios = \frac{P}{D_{eq} \times i}$$

Ecuación no. 15

Donde:

P = Pronósticos de cada mes de materia prima total a procesar

D_{eq} = Días equivalentes trabajados durante el mes

i = Índice de clasificado (toneladas de material que un trabajador promedio clasifica al día)

Esta fórmula se aplica a cada mes del año. En la siguiente tabla se muestran los pronósticos de materia prima total a procesar, los días equivalentes, la tasa de clasificado y los operarios óptimos para cada mes del año:

Tabla XIX. **Cantidad óptima de operarios en cada mes del año**

No.	Mes	Pronósticos de materia prima total a procesar (t)	Índice de clasificado $\left(\frac{\text{toneladas}}{\text{día} \times \text{trabajador}}\right)$	Días equivalentes	Operarios teóricos	Operarios reales
1	Enero	399,723	0,9	24,500	18,128	19
2	Febrero	460,740	0,9	22,500	22,753	23
3	Marzo	393,712	0,9	25,500	17,155	18
4	Abril	286,778	0,9	20,500	15,544	16
5	Mayo	281,233	0,9	24,500	12,754	13
6	Junio	537,316	0,9	23,500	25,405	26
7	Julio	400,472	0,9	24,125	18,444	19
8	Agosto	223,385	0,9	24,500	10,131	11
9	Septiembre	277,684	0,9	23,125	13,342	14
10	Octubre	368,785	0,9	23,500	17,437	18
11	Noviembre	343,986	0,9	35,500	10,766	11
12	Diciembre	457,847	0,9	23,125	21,999	22
	Total	4431,661		282,875		

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Área de empaque

La materia prima que se deberá procesar en los diferentes meses del año, según los pronósticos de series estacionales, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XX. Materia prima a empacar con base en los pronósticos de series estacionales y media móvil

No.	Mes	Pronósticos de papel ya clasificado (t)	Pronósticos de papel comprado ya clasificado (t)	Pronósticos de materia prima total a empacar (t)
1	Enero	268,637	299,810	568,447
2	Febrero	312,046	283,851	595,897
3	Marzo	268,363	281,248	549,611
4	Abril	194,620	255,083	449,703
5	Mayo	190,240	241,944	432,184
6	Junio	355,836	236,289	592,125
7	Julio	266,554	226,485	493,039
8	Agosto	150,355	244,327	394,682
9	Septiembre	188,572	229,270	417,842
10	Octubre	251,181	231,553	482,734
11	Noviembre	231,766	225,287	457,053
12	Diciembre	310,320	208,765	519,085
	Total	2988,490	2963,912	5952,402

Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar, que para determinar la cantidad de papel ya clasificado de la tabla XX, se multiplica la cantidad de materia prima que se clasificará, según los pronósticos de series estacionales de la tabla XVII, por la calidad de materia prima, la cual es de 75 %, ya que esta calidad afecta directamente al peso del product, ya que se ha procesado.

Actualmente, en el área de empaque laboran 5 trabajadores y ahí se encuentra una máquina embaladora que empaca en promedio 2,67 toneladas de papel por hora de trabajo. Al variar la mano de obra en el área de empaque, no se puede agilizar el proceso, ya que la cantidad de papel empacado al día

está en función de la máquina embaladora, por lo tanto es necesario calcular la cantidad óptima de maquinaria que la empresa necesita en los diferentes meses del año. Para el cálculo de maquinaria óptima es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Número de operarios} = \frac{P}{H \times i}$$

Ecuación no. 16

Donde:

P = Pronósticos de cada mes de materia prima total a empacar

H = Horas totales de trabajo

i = Índice de empaque

A continuación se presenta una tabla con el cálculo de la maquinaria óptima:

Tabla XXI. **Cantidad óptima de máquinas en cada mes del año**

No.	Mes	Pronósticos de materia prima total a empacar (t)	Índice de empaque $\left(\frac{\text{toneladas}}{\text{hora} \times \text{máquina}}\right)$	Horas a laborar en el mes	Máquinas teóricas	Máquinas reales
1	Enero	568,447	2,67	196	1,086	2
2	Febrero	595,897	2,67	180	1,240	2
3	Marzo	549,611	2,67	204	1,009	2
4	Abril	449,703	2,67	164	1,027	2
5	Mayo	432,184	2,67	196	0,826	1
6	Junio	592,125	2,67	188	1,180	2
7	Julio	493,039	2,67	193	0,957	1
8	Agosto	394,682	2,67	196	0,754	1

Continuación Tabla XXI

9	Septiembre	417,842	2,67	185	0,846	1
10	Octubre	482,734	2,67	188	0,962	1
11	Noviembre	457,053	2,67	188	0,911	1
12	Diciembre	519,085	2,67	185	1,051	2
	Total	5952,402		2263		

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los datos es posible observar que en 6 meses del año se requiere una máquina extra, ya que, en el total de horas laboradas dentro del mes, la única máquina con la que trabaja la empresa no empaca el material suficiente para satisfacer la demanda.

3.3. Optimización del área de clasificado

Como se ha mencionado anteriormente, en la bodega de materia prima se mantiene un alto nivel de inventario en algunos meses del año, por lo tanto es necesario el aumento de la eficacia en determinados meses, para evitar que se sature dicha bodega y que aumente el riesgo de los trabajadores de sufrir un accidente.

3.3.1. Eficacia

Al hablar de eficacia se refiere la capacidad para alcanzar determinado nivel de producción que se espera, o que se desea, al realizar un conjunto de procedimientos o procesos. Es decir, en este caso sería la capacidad de procesar determinadas toneladas de papel y cartón para satisfacer la demanda.

Al año se deben clasificar aproximadamente 4431,661 toneladas de materia prima, para cumplir con 2988,490 toneladas de papel y 335,257 toneladas de cartón, sumando un total de 3323,747 toneladas de producto clasificado. Estos datos son extraídos de las tablas XVII, XII y XIII, respectivamente.

3.3.2. Mano de obra óptima

La mano de obra óptima del área de clasificado se determinó con el método de balance de líneas, con el fin de no sobrecargar el trabajo para cada empleado y que se tenga tiempo de ocio. La mano de obra óptima en el área de clasificado se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XXII. **Operarios en el área de clasificado**

No.	Mes	Operarios reales	Variación con respecto a la mano de obra actual (16 trabajadores)
1	Enero	19	3
2	Febrero	23	7
3	Marzo	18	2
4	Abril	16	0
5	Mayo	13	-3
6	Junio	26	10
7	Julio	19	3
8	Agosto	11	-5
9	Septiembre	14	-2
10	Octubre	18	2
11	Noviembre	11	-5
12	Diciembre	22	6
	Promedio	17.5	18

Fuente: elaboración propia.

Conforme a los resultados que se muestran en la tabla anterior, se necesita en promedio 17,5 trabajadores en el área de clasificado por mes, siendo abril el único mes en el que no se tiene mano de obra faltante ni extra.

3.4. Optimización área de empaque

El área de empaque es un cuello de botella en la empresa, ya que siempre hay producto pendiente de empacar. Es necesario que se incremente la eficacia, es decir, aumentar la capacidad de empaque en dicha área.

3.4.1. Eficacia

Actualmente el área de empaque cuenta con 5 trabajadores, los cuales, en conjunto, operan una máquina embaladora. Para aumentar la eficacia es necesario determinar la cantidad de maquinaria que se necesita para cada mes del año. El cálculo está en función de la cantidad de materia prima que se necesita empacar en cada mes. Al aumentar la cantidad de máquinas se aumenta la cantidad de trabajadores, ya que se necesitan 5 trabajadores por cada máquina embaladora extra que opere.

3.4.2. Análisis para utilizar maquinaria extra

La empresa cuenta con una máquina embaladora extra, la cual no está en uso. Esta máquina se encuentra aislada en la bodega de herramienta y repuestos. No se usa desde que se compró la máquina con la que trabajan actualmente. Esta máquina empaca en promedio un total de 1 875 toneladas por hora. Las pacas que la máquina produce son de menor calidad, ya que no llega a compactar el papel como se debe. Las pacas de papel de esta máquina pesan 0,5 toneladas y las pacas compactadas con la embaladora que

actualmente usa la empresa pesan 1,068 toneladas y aproximadamente tienen el mismo volumen. Con la embaladora que actualmente usa la empresa se empaca mayor cantidad de papel en comparación con la que se encuentra almacenada en la bodega.

Es necesario determinar las horas que se utilizará la máquina almacenada y las horas extras a trabajar en caso de que se decida utilizar la embaladora con la que trabaja actualmente la empresa, con el fin de compararlas para determinar la opción que más favorece.

Es necesario hacer el cálculo de las horas que trabajarán las máquinas empacando el material extra. La cantidad de material extra se calcula restando la materia prima total a empacar, con el material que empaca la embaladora que actualmente se utiliza (al mes). Esto último se calcula multiplicando el índice de empaque por las horas totales trabajadas en el mes. En la siguiente tabla se muestra el material extra a empacar:

Tabla XXIII. Material extra a procesar

No.	Mes	Materia prima total a empacar (t)	Material empacado por embaladora actual (t)	Material extra (t)
1	Enero	568,447	523,32	45,127
2	Febrero	595,897	480,60	115,297
3	Marzo	549,611	544,68	4,931
4	Abril	449,703	437,88	11,823
5	Mayo	432,184	523,32	0
6	Junio	592,125	501,96	90,165
7	Julio	493,039	515,31	0
8	Agosto	394,682	523,32	0
9	Septiembre	417,842	493,95	0

Continuación Tabla XXIII

10	Octubre	482,734	501,96	0
11	Noviembre	457,053	501,96	0
12	Diciembre	519,085	493,95	25,135
	Total	5952,402	6042,21	292,478

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de las horas que las máquinas operarán empacando el material extra se divide la cantidad del material dentro del índice de empaque de cada máquina. Esto solo se realiza en los meses en que el material extra da un valor positivo en la tabla XXIII. En la tabla XXIV se muestran las horas de operación de dichas máquinas:

Tabla XXIV. **Horas de trabajo de la maquinaria en área de empaque**

No.	Mes	Material extra (t)	Índice de empaque máquina actual $\left(\frac{\text{toneladas}}{\text{hora} \times \text{máquina}}\right)$	Índice de empaque máquina almacenada en bodega $\left(\frac{\text{toneladas}}{\text{hora} \times \text{máquina}}\right)$	Horas de trabajo de la máquina actual	Horas de trabajo de la máquina almacenada
1	Enero	45,127	2,67	1,875	16,901	24,068
2	Febrero	115,297	2,67	1,875	43,182	61,492
3	Marzo	4,931	2,67	1,875	1,847	2,630
4	Abril	11,823	2,67	1,875	4,428	6,306
6	Junio	90,165	2,67	1,875	33,770	48,088
12	Diciembre	25,135	2,67	1,875	9,414	13,405
	Total	382,108			109,542	155,989

Fuente: elaboración propia.

Conforme a los resultados obtenidos, se observa que, en los meses de marzo y abril, las horas que las máquinas trabajarán empacando el material extra son mínimas. En dichos meses se recomienda procesar el material extra con la embaladora que utiliza la empresa, realizando horas extras para los 5 trabajadores. En los meses de enero, febrero, junio y diciembre se recomienda utilizar la máquina que está almacenada, porque las horas que se necesitan para empacar el material extra son abundantes.

3.4.3. Mano de obra óptima

Conforme al análisis realizado previamente, se determina la cantidad de mano de obra óptima en los diferentes meses del año, considerando que se necesitan 5 operarios para que una máquina embaladora trabaje correctamente.

Tabla XXV. **Mano de obra óptima en el área de empaque**

No.	Mes	Máquinas embaladoras	Mano de obra	Personal extra a contratar
1	Enero	2	10	5
2	Febrero	2	10	5
3	Marzo	1	5	0
4	Abril	1	5	0
5	Mayo	1	5	0
6	Junio	2	10	5
7	Julio	1	5	0
8	Agosto	1	5	0
9	Septiembre	1	5	0
10	Octubre	1	5	0

Continuación Tabla XXV

11	Noviembre	1	5	0
12	Diciembre	2	10	5

Fuente: elaboración propia.

3.5. Manejo de materiales

“La planeación y el control de las operaciones requiere de un estimado de la demanda para el producto o servicio que una organización espera suministrar en el futuro”⁸. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio de manejo de materiales. Se considera como materiales a la materia prima, productos semielaborados, productos terminados, desechos y desperdicios. El manejo de materiales consiste en un conjunto de acciones, procesos y tareas para el flujo y almacenamiento de materiales en las bodegas con el menor costo posible.

Con el manejo de materiales se reducen costos y tiempo, aumenta la producción, se mejora la calidad, y se aprovechan los espacios y capacidades de la maquinaria.

3.5.1. Materia prima óptima

La materia prima óptima fue calculada con base en las ventas, según los pronósticos determinados con el método de series estacionales. Es recomendable que la empresa tenga un *stock* de inventario, para que sea utilizado en caso de tener que procesar material extra por emergencia, causado por agentes internos o externos. Este *stock* es de 50 toneladas de papel para clasificar, 50 toneladas de papel clasificado y 10 toneladas de cartón. La

⁸BUFFA, Elwood S.; SARIN, Rakesh K. *Administración de la producción y de las operaciones*. 1a ed. México: Limusa, 1992. 74 p.

materia prima óptima en los diferentes meses del año se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XXVI. Materia prima total a comprar

No.	Mes	Materia prima sin clasificar		Pronósticos de materia prima de papel clasificado (t)	Total (t)
		Pronósticos de materia prima de papel (t)	Pronósticos de materia prima de cartón (t)		
1	Enero	358,183	41,540	299,810	699,533
2	Febrero	416,061	44,679	283,851	744,591
3	Marzo	357,817	35,895	281,248	674,96
4	Abril	259,493	27,285	255,083	541,861
5	Mayo	253,653	27,580	241,944	523,177
6	Junio	474,448	62,868	236,289	773,605
7	Julio	355,405	45,067	226,485	626,957
8	Agosto	200,473	22,912	244,327	467,712
9	Septiembre	251,429	26,255	229,270	506,954
10	Octubre	334,908	33,877	231,553	600,338
11	Noviembre	309,021	34,965	225,287	569,273
12	Diciembre	413,760	44,087	208,765	666,612
	Total	3984,651	447,010	2963,912	7395,573

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.1. Nivel de inventario inicial

El nivel de inventario inicial de la bodega de materia prima debe ser lo que se procesará a lo largo del mes. Para optimizar el espacio dentro de dicha bodega, se recomienda comprar la mitad de materia prima a utilizar el primer día del mes y la otra mitad en la quincena del mismo. Como se ha mencionado antes, a la materia prima que se necesita comprar es necesario sumarle el

stock de inventario, el cual es de 50 toneladas de papel para clasificar, 50 toneladas de papel clasificado y 10 toneladas de cartón.

3.5.1.2. Nivel de inventario final

El inventario final en el mes será únicamente el *stock* de seguridad, esto si la producción no se ve afectada por un agente, ya sea externo, como por ejemplo el aumento de la demanda, o interno, como materia prima dañada en la bodega o un accidente en donde se pierda material. Es muy importante la rotación de inventario, por lo que se debe aplicar el método PEPS.

3.5.2. Producto terminado estimado

Para determinar la cantidad de producto terminado que la empresa fabricará a lo largo del año se suman los pronósticos de ventas de papel y cartón, determinados con el método de series estacionales. A continuación se muestra una tabla con la sumatoria de los mismos:

Tabla XXVII. **Ventas totales según pronósticos de series estacionales**

No.	Mes	Pronósticos de ventas de papel (t)	Pronósticos de ventas de cartón (t)	Total ventas (t)
1	Enero	537,273	31,155	568,428
2	Febrero	624,091	33,509	657,600
3	Marzo	536,725	26,921	563,646
4	Abril	389,240	20,464	409,704
5	Mayo	380,480	20,685	401,165
6	Junio	711,671	47,151	758,822

Continuación Tabla XXVII

7	Julio	533,108	33,800	566,908
8	Agosto	300,709	17,184	317,893
9	Septiembre	377,144	19,691	396,835
10	Octubre	502,361	25,408	527,769
11	Noviembre	463,531	26,224	489,755
12	Diciembre	620,640	33,065	653,705
	Total	5976,973	335,257	6312,230

Fuente: elaboración propia.

3.5.2.1. Nivel de inventario inicial

Es recomendable que, al inicio del año, se fabrique 5 toneladas extras de papel y 1 tonelada extra de cartón. Esto servirá como *stock* de seguridad, en caso de que se venda más de lo esperado para así ajustar el margen de error de los pronósticos con las ventas reales.

3.5.2.2. Nivel de inventario final

Si los pronósticos determinados con el método de series estacionales tienen poco margen de error, el nivel de inventario al final de cada mes debe ser aproximadamente de ± 5 toneladas de papel y ± 1 tonelada de cartón, y a lo largo del año se va complementando lo que sobró del mes anterior si en caso hace falta más producto a distribuir en el siguiente mes. Sin embargo, lo ideal sería que el inventario al final de cada mes sea 0 toneladas para los dos productos. Al igual que en la bodega de materia prima, el método que se trabaja en la bodega de producto terminado es PEPS, con el fin de rotar uniformemente el inventario.

3.6. Distribución del producto terminado

El servicio de transporte para la distribución de producto terminado es de la empresa. Cuenta con tres camiones de 10 toneladas, dos camiones de 3,5 toneladas y 2 cabezales con su respectiva plataforma, para movilizar producto de hasta 22 toneladas.

Para que la distribución del producto sea efectiva se deben realizar rutas de reparto. El trazo de las mismas lo hace el departamento de logística. Las rutas de reparto tienen como fin ahorrar tiempo y recursos en la entrega de producto, beneficiando a la empresa en la reducción de sus costos.

Los clientes son los que emiten la orden de compra y es enviada a la empresa. Se recibe una orden de compra al mes por cada cliente, indicando las cantidades de producto que requiere para determinada fecha, y así la empresa se lo pueda entregar, es decir, cada orden de compra tiene una serie de pedidos con que la empresa debe cumplir cada cierto tiempo. Normalmente, la cantidad de producto en los pedidos dentro del mes es constante, esto se hace con el fin de que los clientes no acumulen materia prima en sus bodegas, ya que la entrega de la misma es por partes. Cada pedido entregado se da con una nota de envío, la cual queda como constancia de entrega y se va descontando a la orden de compra, para al final ser sumadas las notas y así ser facturadas.

3.7. Análisis del ambiente de trabajo

La materia prima, al momento de procesarla, suelta virutas de papel o partículas de polvo, ya que por su naturaleza tiende a desprender material al momento de su manipulación en el área de clasificado y empaque. Esta

contaminación en el ambiente, al estarla inhalando por largos periodos de tiempo, tiene efectos negativos en la salud de los trabajadores. Por lo tanto es necesario comprarles mascarillas a los 16 trabajadores que hay en el área de clasificado y a los 5 del área de empaque. Se deben comprar mascarillas extras para cuando lleguen a laborar más trabajadores, o en caso de que se arruinen o termine la vida útil de cada mascarilla.

También se debe comprar guantes de nitrilo, para que los trabajadores estén libres de agentes que puedan causar alguna infección en la piel, al momento de manipular la materia prima. Los trabajadores de bodegas deben tener siempre cinturón de fuerza, casco, chaleco reflectivo y botas industriales con punta de acero.

3.8. Análisis de ventilación

Para que todo proceso industrial sea eficiente se necesita de una buena ventilación. El aire dentro de la planta debe estar libre de virutas de papel o partículas de polvo que desprende la materia prima al momento de ser procesada. Esto con el fin de tener una buena calidad del aire y no afectar la salud de los trabajadores. Gracias a una buena ventilación, se tiene una temperatura adecuada dentro del área de trabajo.

Existen dos métodos para la renovación del aire: la ventilación natural, la cual consiste en la introducción y extracción del aire mediante medios naturales, como lo son ventanas, y la ventilación artificial, la cual consiste en instalar aparatos mecánicos y eléctricos para la renovación del aire, por ejemplo, los ventiladores. El análisis de ventilación se hará bajo el método de ventilación natural, es decir, el ingreso y egreso del aire será a través de ventanas.

Para realizar el análisis de ventilación es necesario calcular el volumen de las áreas de empaque y clasificado, las cuales se consideran como paralelepípedos rectangulares, por lo tanto se aplica la siguiente fórmula:

$$Volumen = ancho \times largo \times ancho$$

Ecuación no. 17

Las dimensiones del área de clasificado son de 10,1 metros de ancho, 52 metros de largo y 3,5 metros de altura. Al sustituir estos valores en la ecuación anterior da un volumen total de 1838,2 metros cúbicos. Para determinar el volumen de aire a renovar por hora es necesario consultar la siguiente tabla:

Tabla XXVIII. **Renovación del aire en número de veces/hora**

Lugar	Renovaciones
Habitaciones ordinarias	1
Dormitorios	2
Hospitales, enfermedades comunes	3 a 4
Hospitales, enfermedades epidémicas	5 a 6
Talleres	3 a 4
Teatros	3 a 4

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas*. P. 95

El proceso que se realiza en el área de clasificado se cataloga dentro de la tabla como taller, por lo tanto la cantidad de renovaciones es de 3 a 4. Para este caso, la cantidad a renovar será 4 veces/hora. Para el cálculo del caudal necesario, se aplica la siguiente fórmula:

$$CN = V * R$$

Ecuación no. 18

Donde:

CN= Cantidad de aire necesario

V= Volumen

R= Número de renovaciones de aire por hora

Al sustituir el volumen del área de clasificado y las 4 renovaciones necesarias en la ecuación 18, la cantidad de aire necesario es de 7352,8 m³/hora. Es necesario determinar el área óptima para la entrada de aire con la siguiente fórmula:

$$Q = C \times A \times V$$

Ecuación no. 19

Donde:

Q= Flujo de aire en m³/hora

C= Coeficiente de entrada de la ventana

A= Área de entrada de las ventanas en m²

V= Velocidad del aire en metros/hora

El flujo de aire en la ecuación anterior se iguala con la cantidad de aire necesario de la ecuación 18, por lo tanto $Q = 7352,8 \text{ m}^3$. Para determinar el coeficiente de entrada de la ventana, se hace en función de las siguientes características:

Tabla XXIX. **Características del coeficiente de entrada de la ventana**

Coeficiente	Características
0.25 – 0.35	Cuando actúa longitudinalmente
0.30 – 0.50	Cuando el viento sopla perpendicularmente a la ventana

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 97

Es necesario calcular la velocidad y dirección del aire, para lo cual se puede visitar páginas de Internet en las que den esta información. La velocidad del aire que se toma es la menor registrada, ya que la ventilación dentro de la nave industrial debe ser óptima bajo las condiciones más críticas. La velocidad a utilizar es de 13 km/hora y, como la dirección del aire es de sur a norte, actúa longitudinalmente al área de la ventana, por lo cual se utiliza un coeficiente de 0,25. Despejando el área de la ecuación 19 y sustituyendo los valores correspondientes, el resultado es el siguiente:

$$A = \frac{Q}{C \times V} = \frac{7352,8 \text{ m}^3/\text{hora}}{0,25 \times 13000 \text{ m}/\text{hora}} = 2,262\text{m}^2 \cong 3 \text{ m}^2$$

Ecuación no. 19

Para el análisis del área de empaque se realiza el mismo procedimiento que el área de clasificado, variando únicamente el coeficiente de entrada y el volumen de aire a renovar. Las dimensiones del área de empaque son de 15,3 metros de largo, 15,1 metros de ancho y 3,5 metros de alto. Al sustituir estos datos en la ecuación 17, da un volumen de 808,605 metros cúbicos.

Al igual que en el área de clasificado, la cantidad a renovar será de 4 veces/hora. Sustituyendo estos datos en la ecuación 18, la cantidad de aire necesario es de 3234,42 m³/hora. Para el cálculo del área que debe tener la

ventana se despeja la misma de la ecuación no. 19, utilizando un coeficiente de 0,35, ya que el viento tiene dirección de norte a sur y sopla perpendicularmente al área de la ventana, con una velocidad de 13 km/hora.

$$A = \frac{Q}{C \times V} = \frac{3234,42 \text{ m}^3/\text{hora}}{0,3 \times 13000 \text{ m/hora}} = 0,829 \text{ m}^2 \cong 1 \text{ m}^2$$

3.9. Análisis de iluminación

La iluminación es un factor importante dentro de la nave industrial, por lo tanto es necesario contar con un flujo lumínico adecuado para que las líneas sean eficientes y no se cause daño en la vista de los trabajadores. Se realizará un análisis de iluminación para determinar si el ambiente de trabajo dentro del área de clasificado y empaque es el óptimo, mediante el método de cavidad zonal.

El método de cavidad zonal establece que cada local contiene tres cavidades. Cada una de estas cavidades tienen efectos una sobre la otra, para producir una iluminación uniforme. Las cavidades son la de techo, local y de piso.

La cavidad de techo (HCC) es la distancia que hay entre las luminarias y el techo. Aplica solo para las lámparas colgantes. En las luminarias que están colocadas directamente en el techo o metidas en el mismo la cavidad de techo será nula. En el área de clasificado y empaque las luminarias están empotradas en el techo, por lo tanto la cavidad de techo es cero.

La cavidad de local (HRC) es la distancia que existe entre la parte inferior de la luminaria y el área de trabajo. La cavidad local en las áreas de clasificado y empaque es de 2,35 metros.

La cavidad de piso (HFO) es el nivel donde se realiza la tarea, es decir, la distancia que hay del piso al área de trabajo. La actividad de clasificado se realiza a 1,15 metros del suelo. Con el fin tener un flujo lumínico similar en las dos áreas, la cavidad de piso en el área de empaque será la misma que el área de clasificado, es decir, 1,15 metros. Para el cálculo de las relaciones en las distintas cavidades se utilizan las siguientes fórmulas:

$$R_{CC} = \frac{5 \times H_{CC} \times (l + a)}{l \times a}$$

Ecuación no. 20

$$R_{RC} = \frac{5 \times H_{RC} \times (l + a)}{l \times a}$$

Ecuación no. 21

$$R_{FO} = \frac{5 \times H_{FO} \times (l + a)}{l \times a}$$

Ecuación no. 22

Donde:

R_{CC} = Relación de cavidad de techo

R_{RC} = Relación de cavidad de local

R_{FO} = Relación de cavidad de piso

l = largo

a = Ancho

H_{CC} = Altura de la cavidad de techo

H_{RC} = Altura de la cavidad de local

H_{FO} = Altura de la cavidad de piso

Entonces, para el análisis de iluminación del área de clasificado, se tienen los siguientes datos:

$H_{CC} = 0$

$H_{RC} = 2,35$

$H_{FO} = 1,15$

Largo = 52 metros

Ancho = 10,1 metros

Estos datos se sustituyen en las ecuaciones anteriores, para el cálculo de las relaciones de cavidades, y quedan de la siguiente manera:

$$R_{CC} = \frac{5 \times 0 \times (52 + 10,1)}{52 \times 10,1} = 0$$

Ecuación no. 20

$$R_{RC} = \frac{5 \times 2,35 \times (52 + 10,1)}{52 \times 10,1} = 1,389$$

Ecuación no. 21

$$R_{FO} = \frac{5 \times 1,15 \times (52 + 10,1)}{52 \times 10,1} = 0,680$$

Ecuación no. 22

Calculadas ya las relaciones de cavidad, se determinan los niveles de reflectancia de la luz en el techo, paredes y piso, según sean sus colores. En el área de clasificado, el techo es de color negro, las paredes son de color blanco

y el piso es de color gris. Para determinar la reflectancia se utiliza la siguiente tabla:

Tabla XXX. **Reflectancia de la luz en las diferentes cavidades**

	Color	Factor de Reflexión P
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio, *Ingeniería de plantas*. Págs. 116-117

Con base en la tabla anterior, el factor de reflectancia para el techo es $P_c = 0,3$, para la pared es $P_p = 0,5$ y para el piso es $P_f = 0,1$.

Tabla XXXI. **Reflectancias**

Reflectancia Piso o cielo	70			50			30				10			
	% Refl. pared	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
R_{FO}														
0	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10	
0.1	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10	
0.2	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9	
0.3	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9	
0.4	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9	
0.5	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9	
0.6	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9	
0.7	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8	

Fuente: *Práctica 6 de iluminación (cavidad zonal)*. Laboratorio de Ingeniería de Plantas, USAC, P. 3

Para calcular la reflectancia efectiva de la cavidad de piso, a la cual se le llamará P_{CC} , con los datos obtenidos en las fórmulas y tablas anteriores, se debe localizar la intersección de los mismos en la tabla XXXI. Cabe mencionar que el factor R_{FO} se aproxima a 0,7 para lograr localizarlo en la tabla. Dicho lo anterior, se determina P_{CC} , el cual es de 11. Las luminarias que se utilizarán son dos tubos fluorescentes de 32 watts, las cuales miden 0,02454 metros de diámetro y 1,219 metros de largo.

Tabla XXXII. **Coefficientes de utilización para luminarias fluorescentes**

Distribución Típica	P _{CC}	80				50			10		
	P _P	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	R _{CR}	Coeficientes de utilización, método cavidad zonal, P _{CP} =20									
Fluorescentes	1		0,98	0,96	0,95	0,92	0,91	0,90	0,87	0,86	0,85
	2		0,94	0,91	0,89	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83
	3		0,90	0,87	0,85	0,87	0,85	0,83	0,83	0,82	0,80
	4		0,87	0,83	0,81	0,84	0,81	0,80	0,81	0,79	0,78
	5		0,83	0,80	0,77	0,81	0,78	0,76	0,79	0,77	0,75
	6		0,81	0,77	0,75	0,79	0,76	0,74	0,77	0,75	0,73
	7		0,78	0,74	0,72	0,76	0,73	0,71	0,74	0,72	0,70
	8		0,75	0,72	0,69	0,74	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68
	9		0,73	0,69	0,67	0,72	0,68	0,66	0,70	0,68	0,66
	10		0,70	0,67	0,64	0,69	0,66	0,64	0,68	0,66	0,64

Fuente: *Práctica 6 de iluminación (cavidad zonal)*. Laboratorio de Ingeniería de Plantas, USAC, P. 4

Al localizar la intersección de los datos calculados anteriormente en la tabla XXXII, se determina el coeficiente de utilización para luminarias fluorescentes, denominado factor K, el cual es de 0,87. El factor P_{CC} se aproxima a 10 y R_{CR} se aproxima a 1, para lograr ubicarlos en la tabla.

Tabla XXXIII. **Recomendaciones de iluminación**

Actividad	Luxes
Exteriores de edificios	50
Empaquetado	500
Corte en confección	3000

Continuación Tabla XXXIII

Sala de calderas	300
Entintado	1000
Talleres de forja	500
Inspección de color	2000
Trabajo en presas	700

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Págs. 121-122

La tarea de clasificado se puede asociar con inspección de color, para determinar la cantidad recomendada de nivel lumínico. El nivel lumínico, recomendado por la asociación de ingenieros eléctricos, para esta tarea es de 2000 lux, pero esta cantidad se debe dividir a la mitad, ya que en Estados Unidos se utiliza el doble de los niveles utilizados en los países industrializados. Por lo tanto, el nivel de iluminación recomendada es de 1000 lux. Para el cálculo del flujo lumínico se utiliza la siguiente fórmula:

$$\Phi = \frac{\text{Area} \times \text{Nivellumínico}}{\text{Factordemantenimeinto} \times K}$$

Ecuación no. 23

El factor de mantenimiento a utilizar en este caso es de 0,8 y el área a utilizar se determina multiplicando las dimensiones del área de clasificado, las cuales son de 10,1 metros de ancho y 52 metros de largo, esto da un total de 525,2 m². Sustituyendo los datos en la ecuación 23, queda de la siguiente forma:

$$\Phi = \frac{525,2 \text{ m}^2 \times 1000 \text{ luxes}}{0,8 \times 0,87} = 754597,701 \text{ lux}$$

Ecuación no. 23

La potencia que entrega cada tubo fluorescente es de 32 watts. Cada fuente de iluminación es de dos tubos, por lo cual entregan en conjunto 64 watts por lámpara. Considerando que 1 watt tiene 80 lux, la potencia total entregada por lámpara es de 5120 lux. Para calcular el número de lámparas necesarias se utiliza la siguiente fórmula:

$$NL = \frac{\Phi}{P}$$

Ecuación no. 24

Donde:

NL= Número de lámparas necesarias

Φ = Flujo lumínico

P= Potencia entregada por cada luminaria

Sustituyendo datos, se presenta de la siguiente manera:

$$NL = \frac{754597,701 \text{ lux}}{5120 \text{ lux}} = 147,382 \cong 147 \text{ lámparas}$$

Ecuación no. 24

Para determinar la distancia que las lámparas deben tener se calcula el área cubierta mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Áreacubierta} = \text{Área} \times \text{Totaldelámparas}$$

Ecuación no. 25

Sustituyendo valores, queda de la siguiente manera:

$$\text{Áreacubierta} = 525,2 \text{ m}^2 \times 147 \text{ lámparas} = 77204,4 \text{ m}^2 \text{ lámparas}$$

Ecuación no. 25

El espaciamiento de lámparas se determina sacando la raíz cuadrada del área cubierta. Aplicando lo anterior, el espaciamiento calculado es de 277,857. Para el cálculo del número de lámparas que se utilizarán a lo largo y lo ancho del área de clasificado se utilizan las siguientes fórmulas:

$$NL_{ancho} = \frac{E}{L}$$

Ecuación no. 26

$$NL_{largo} = \frac{E}{A}$$

Ecuación no. 27

Donde:

NL= Número de lámparas

E= Espaciamiento de lámparas

L= Largo

A= Ancho

Sustituyendo valores en las fórmulas anteriores, queda de la siguiente manera:

$$NL_{ancho} = \frac{277,857}{52} = 5,343 \cong 5 \text{ lámparas}$$

Ecuación no. 26

$$NL_{largo} = \frac{277,857}{10,1} = 27,786 \cong 28 \text{ lámparas}$$

Ecuación no. 27

Se instalarán un total de 140 lámparas con dos tubos fluorescentes, 7 lámparas menos a las calculadas con la fórmula número 24, ya que se necesita una distribución uniforme de las mismas. El flujo lumínico en general varía despreciablemente con la carencia de estas 7 luminarias, por lo tanto no se toman en cuenta. La distancia entre cada lámpara se calcula dividiendo la distancia de lo largo y lo ancho del área de clasificado, dentro de sus respectivas cantidades de lámparas. Se debe restar dos metros a lo largo y a lo ancho, ya que la distancia de separación entre la lámpara y cada pared será de un metro por cada una. Realizando estas operaciones, se tiene que, a lo ancho, las lámparas tendrán una separación de 1,62 metros de centro a centro, y una separación de 1 metro entre el centro de la lámpara y la pared. A lo largo, las lámparas tendrán una separación de 1,78 metros de centro a centro, y una separación de 1 metro entre el centro de la lámpara y la pared.

Para determinar la iluminación necesaria dentro del área de empaque se tienen las siguientes cavidades zonales y dimensiones de área dicha área. Estas servirán para el cálculo de las relaciones de cavidad:

$$H_{CC} = 0$$

$$H_{RC} = 2,35$$

$$H_{FO} = 1,15$$

$$\text{Largo} = 15,3 \text{ metros}$$

$$\text{Ancho} = 15,1 \text{ metros}$$

Estos datos se sustituyen en las ecuaciones 20, 21 y 22, para el cálculo de las relaciones de cavidades, y quedan de la siguiente manera:

$$R_{CC} = \frac{5 \times 0 \times (15,3 + 15,1)}{15,3 \times 15,1} = 0$$

Ecuación no. 20

$$R_{RC} = \frac{5 \times 2,35 \times (15,3 + 15,1)}{15,3 \times 15,1} = 1,546$$

Ecuación no. 21

$$R_{FO} = \frac{5 \times 1,15 \times (15,3 + 15,1)}{15,3 \times 15,1} = 0,757$$

Ecuación no. 22

Calculadas ya las relaciones de cavidad, se determinan los niveles de reflectancia de la luz en el techo, paredes y piso, según sean sus colores. En el área de empaque el techo es de color rojo, las paredes son de color blanco y el piso es de color gris. Utilizando la tabla XXX, el factor de reflectancia para el techo es $P_C = 0,3$, para la pared es $P_P = 0,5$ y para el piso es $P_F = 0,1$.

Se debe calcular la reflectancia efectiva de la cavidad de piso, a la cual se le llamará P_{CC} . Esto se realiza mediante los datos calculados anteriormente, localizando la intersección de los mismos en la tabla XXXI. El factor R_{FO} se aproxima a 0,8 para lograr localizarlo en la tabla. Dicho lo anterior, se determina el P_{CC} para el área de empaque, el cual es de 11.

Las luminarias que se utilizarán son las mismas que se colocarán en el área de clasificado. Son dos tubos fluorescentes de 32 watts, las cuales miden 0,02454 metros de diámetro y 1,219 metros de largo. Para determinar el coeficiente de utilización de las luminarias se localiza la intersección de los datos calculados anteriormente en la tabla XXXII. El factor K, según la tabla

antes mencionada, es de 0,85. El factor P_{CC} se aproxima a 10 y R_{CR} se aproxima a 2 para lograr ubicarlos en la tabla.

Según la tabla XXXIII, la iluminación recomendable para el empaquetado es de 500 lux. Esta cantidad se debe dividir a la mitad, ya que como se ha mencionado antes, en Estados Unidos se utiliza el doble de los niveles utilizados en los países industrializados. Por lo tanto, el nivel de iluminación recomendada es de 250 lux. Para el cálculo del flujo lumínico se utiliza la siguiente fórmula:

$$\Phi = \frac{\text{Area} \times \text{Nivellumínico}}{\text{Factordemantenimeinto} \times K}$$

Ecuación no. 23

El factor de mantenimiento a utilizar, al igual que en el área de clasificado, es de 0,8, y el área a utilizar, según las dimensiones del área de empaque, la cual mide 15,1 metros de ancho y 15,3 metros de largo, es de 231,03 m². Sustituyendo los datos en la ecuación 23, queda de la siguiente forma:

$$\Phi = \frac{231,03 \text{ m}^2 \times 250 \text{ lux}}{0,8 \times 0,85} = 84937,5 \text{ lux}$$

Ecuación no. 23

Cada lámpara consta de 2 tubos fluorescentes de 32 watts de potencia cada uno. Tomando en cuenta que 1 watt tiene 80 lux, la potencia que entrega cada lámpara es de 5120 lux. El número de lámparas necesarias se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$NL = \frac{\Phi}{P}$$

Ecuación no. 24

En donde:

NL= Número de lámparas necesarias

Φ = Flujo lumínico

P= Potencia entregada por cada luminaria

Al sustituir los datos correspondientes queda de la siguiente manera:

$$NL = \frac{84937,5 \text{ lux}}{5120 \text{ lux}} = 16,58 \cong 16 \text{ lámparas}$$

Ecuación no. 24

Para el cálculo del área cubierta, se debe multiplicar las dimensiones del área de empaque con el total de lámparas. Se expresa con la siguiente fórmula:

$$\text{Áreacubierta} = \text{Área} \times \text{Totaldelamparas}$$

Ecuación no. 25

Al sustituir los valores, se presenta de la siguiente manera:

$$\text{Áreacubierta} = 231,03 \text{ m}^2 \times 16 \text{ lámparas} = 3696,48 \text{ m}^2 \text{ lámparas}$$

Ecuación no. 25

Al aplicar raíz cuadrada al área cubierta, se determina el espaciamiento de lámparas, siendo este último de 60,8. Las siguientes fórmulas se utilizan para el cálculo del número de lámparas que se instalan a lo largo y lo ancho del área

de empaque. Cabe mencionar que estas fórmulas ya se utilizaron para el área de clasificado:

$$NL_{ancho} = \frac{E}{L}$$

Ecuación no. 26

$$NL_{largo} = \frac{E}{A}$$

Ecuación no. 27

Donde:

NL= Número de lámparas

E= Espaciamiento de lámparas

L= Largo

A= Ancho

Al sustituir los valores correspondientes, se determina la cantidad de lámparas necesarias a lo largo y ancho del área de empaque:

$$NL_{ancho} = \frac{60,8}{15,3} = 4,026 \cong 4 \text{ lámparas}$$

Ecuación no. 26

$$NL_{largo} = \frac{60,8}{15,1} = 3,974 \cong 4 \text{ lámparas}$$

Ecuación no. 27

Se instalarán 16 lámparas en el área de empaque, cada una tendrá dos tubos fluorescentes de 32 watts. La distancia entre cada lámpara se calcula

dividiendo el largo y ancho del área de empaque, con su respectiva cantidad de lámparas calculadas anteriormente. Se restan dos metros a lo largo y a lo ancho, ya que debe haber un metro de distancia entre las lámparas y cada pared.

Al realizar las operaciones anteriores, a lo ancho, las lámparas tendrán una separación de 3,27 metros de centro a centro, y una separación de 1 metro entre el centro de la lámpara y la pared. A lo largo, las lámparas tendrán una separación de 3,32 metros de centro a centro, y una separación de 1 metro entre el centro de la lámpara y la pared.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

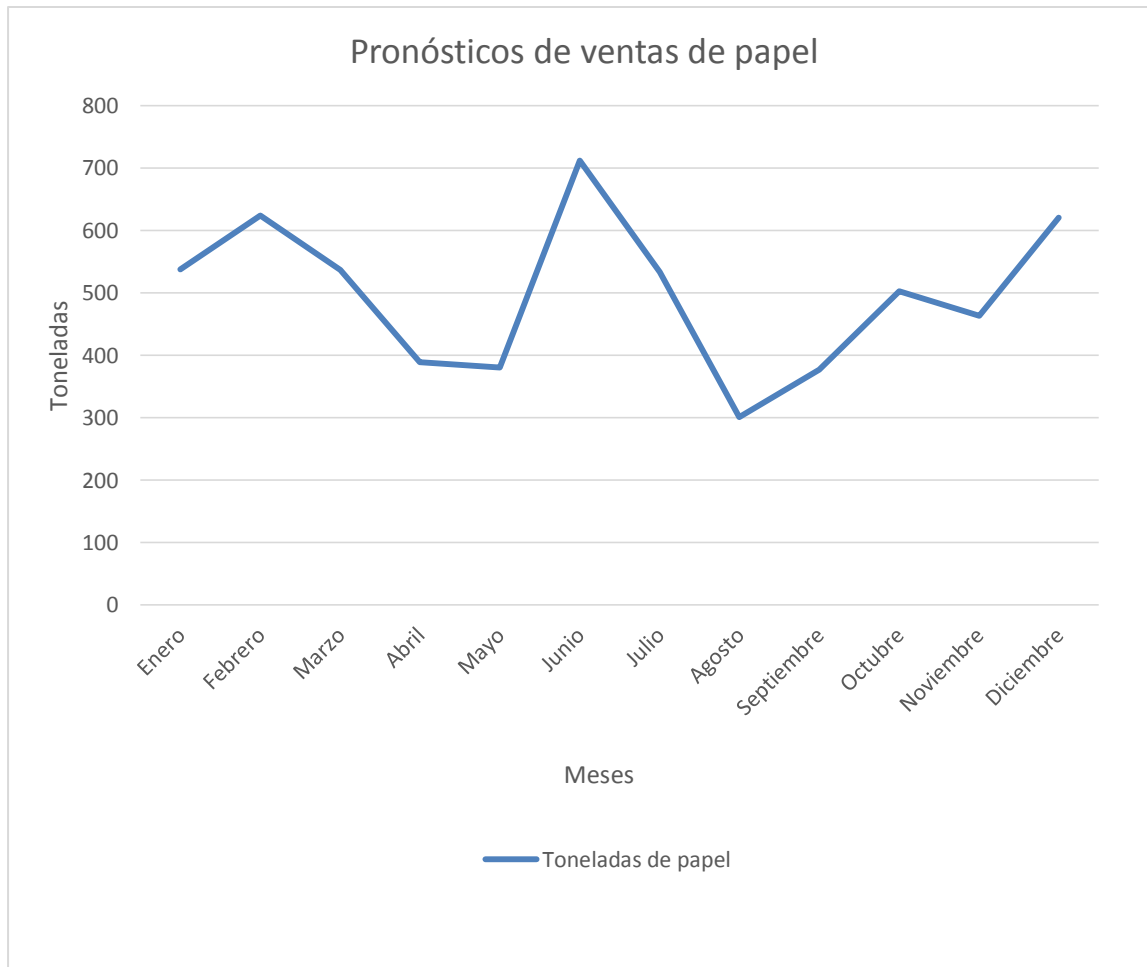
4.1. Implementación del modelo de pronósticos

Los pronósticos calculados se implementan en el cálculo de mano de obra y maquinaria a utilizar en el área de clasificado y empaque a lo largo de todo el año. Esto se realizó con base en el nivel de producción que la empresa tendrá, calculado con los pronósticos de materia prima a comprar en los diferentes meses del año.

4.2. Comportamiento de ventas

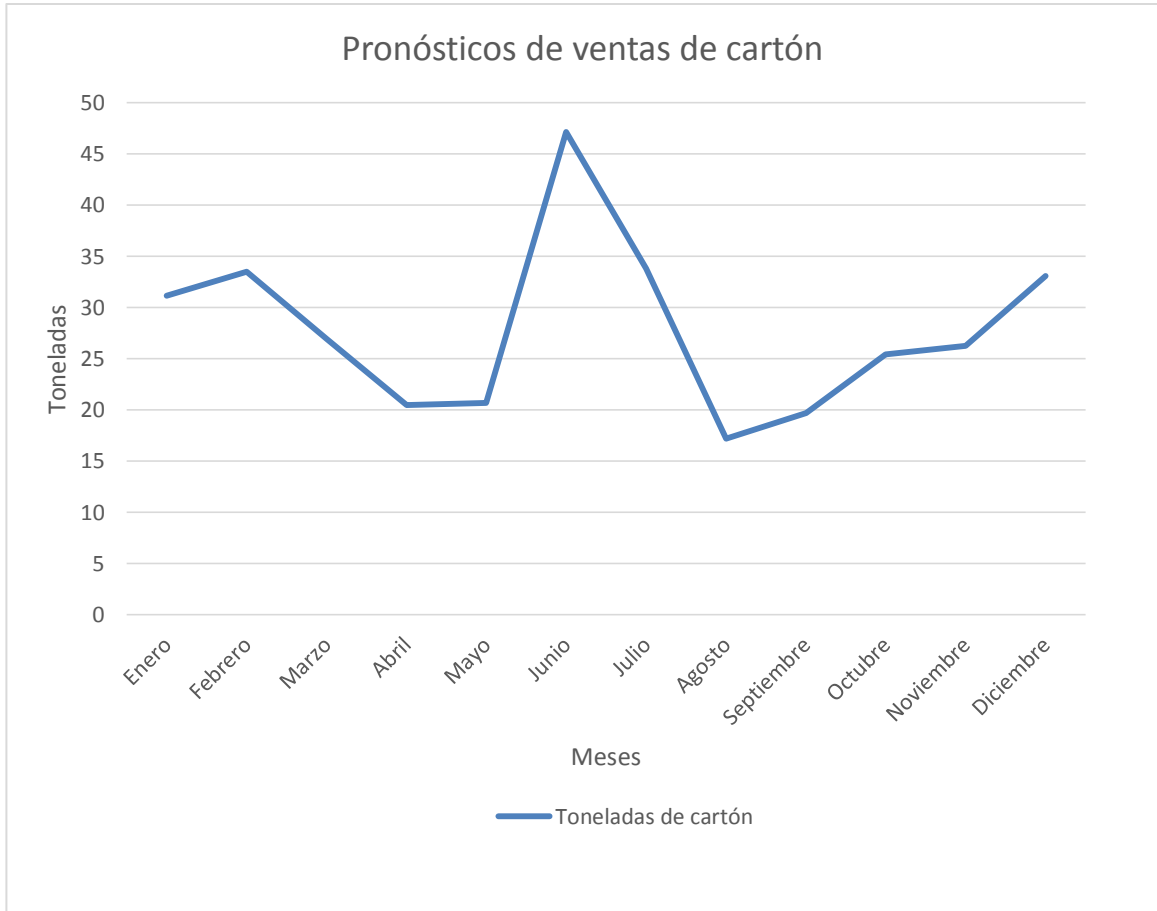
El comportamiento de los pronósticos de ventas, calculados mediante el método de series estacionales, tiene tendencia cíclica, al igual que los datos históricos. A continuación se muestran las gráficas de los pronósticos, calculados en las tablas VI y VII:

Figura 10. **Pronósticos de ventas de papel (método para series estacionales)**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 11. **Pronósticos de ventas de cartón (método para series estacionales)**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

En las gráficas se puede observar que el mes en que se venderá más producto es junio, por lo tanto, en ese mes los cuellos de botella tendrán que tener la máxima capacidad posible, la eficiencia de la planta tendrá que ser la mayor registrada en el año, para cumplir con la demanda esperada.

A lo largo del año se tienen dos valles y tres picos, siendo abril y agosto. En los valles la venta de producto es poca, mientras que febrero, junio y

diciembre, tienen los picos con mayor cantidad de ventas. Se utilizó el método de series estacionales, ya que con este se tiene un menor error que con los pronósticos calculados con el método de media móvil.

4.3. Pronósticos para la contratación de nuevo personal

Con base en el nivel de producción que la empresa tendrá en los diferentes meses del año, se calcula la cantidad de mano de obra que se requerirá en cada mes para cumplir con la demanda pronosticada. Actualmente, la empresa cuenta con 16 empleados en el área de clasificado y 5 empleados operando una embaladora, en el área de empaque. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de empleados extras que se necesitan, tanto en el área de clasificado como en el área de empaque, para cumplir la demanda de cada mes.

Tabla XXXIV. **Trabajadores extras en áreas de clasificado y empaque**

No.	Mes	Trabajadores extras en área de clasificado	Trabajadores extras en área de empaque
1	Enero	3	5
2	Febrero	7	5
3	Marzo	2	0
4	Abril	0	0
5	Mayo	0	0
6	Junio	10	5
7	Julio	3	0
8	Agosto	0	0
9	Septiembre	0	0
10	Octubre	2	0
11	Noviembre	0	0

Continuación Tabla XXXIV

12	Diciembre	6	5
	Total	33	15

Fuente: elaboración propia.

En total se necesitan 33 trabajadores extra en el área de clasificado y 15 operarios extra en el área de empaque, en todo el año. El cálculo de mano de obra óptima y cantidad de trabajadores extra que se necesitará en cada área se realiza en el capítulo 3, en la sección de balance de líneas.

4.3.1. Reclutamiento

El proceso de reclutamiento empieza con la búsqueda de candidatos para ocupar vacantes y termina con su contratación. Para dotar de personal a la empresa es necesario que Recursos Humanos siga una serie de pasos estandarizados, con el fin de seleccionar a las personas más idóneas para que cumplan obligaciones y elaboren tareas de la mejor manera posible.

El capital humano en una empresa es muy importante, ya que gracias a los seres humanos se realizan todos los procesos y productos. De ellos depende, en gran parte, la eficiencia, eficacia y efectividad que llega a tener una industria. Por lo tanto, el reclutamiento y la dotación de personal es una parte indispensable y muy importante, y se debe realizar cuidadosamente y de la mejor manera posible. Las operaciones a realizar para el reclutamiento se describen a continuación.

Se inicia con programas de promoción de la vacante, las cuales indican toda información acerca de la misma. Se utilizan diversidad de canales para la promoción, entre los cuales están la publicidad, referencias de otros empleados

que laboran en la empresa, ferias de trabajo e incluso agencias privadas que se dedican al reclutamiento de personal para otras empresas. Al tener ya promocionada la vacante, se citan y se reciben los posibles candidatos, evaluando su solicitud presentada o su hoja de vida, en la cual se encuentra su información personal y profesional. Si cumplen con los requerimientos que la empresa necesita, se entrevista a los candidatos para conocerlos presencialmente y que proporcionen información más a fondo. Pasadas todas estas pruebas, se selecciona al candidato más óptimo para ocupar el puesto vacante y se finaliza la etapa de reclutamiento con su contratación.

4.3.2. Perfil de puestos

Clasificador de papel: para dicho puesto, los candidatos deberán tener por lo menos sexto primaria aprobado. Es en el encargado de seleccionar el papel y cartón óptimo para procesar, asegurándose que sea de buena calidad. No es necesario experiencia, ya que es una tarea sencilla de realizar y por lo tanto de aprender. La jornada de trabajo es de lunes a viernes de 7:30 a 17:00 horas y sábados de 7:30 a 13:00 horas. El salario pagado es de Q. 2643,21 más bonificación de ley.

Compactadores: al igual que los clasificadores de papel, se debe tener un nivel educativo igual o mayor a sexto primaria. Sus principales tareas son transportar e ingresar el material clasificado a la máquina embaladora, operar dicha máquina para que comprima el material, asegurar las pacas por medio de cordones, para evitar que se desfunden, y también se encarga de transportar dichas pacas a la bodega de producto terminado. El salario es de Q. 2643,2, más bonificación de ley. La jornada de trabajo, al igual que los clasificadores de papel, es de lunes a viernes de 7:30 a 17:00 horas y sábados de 7:30 a 13:00 horas.

4.3.3. Costos de mano de obra

El costo total que se invierte en la mano de obra extra, por cada mes, se calcula en la siguiente tabla:

Tabla XXXV. Costo de mano de obra extra

No.	Mes	Trabajador es extras en área de clasificado	Pago total en área de clasificado (Q. 2893,21)	Trabajador es extras en área de empaque	Pago total en área de empaque (Q. 2893,21)	Total de mano de obra
1	Enero	3	Q. 8679,63	5	Q. 14466,05	Q. 23145,68
2	Febrero	7	Q. 20252,47	5	Q. 14466,05	Q. 34718,52
3	Marzo	2	Q. 5786,42	0	0	Q. 5786,42
4	Abril	0	0	0	0	0
5	Mayo	0	0	0	0	0
6	Junio	10	Q. 28932,1	5	Q. 14466,05	Q. 43398,15
7	Julio	3	Q. 8679,63	0	0	Q. 8679,63
8	Agosto	0	0	0	0	0
9	Septiembre	0	0	0	0	0
10	Octubre	2	Q. 5786,42	0	0	Q. 5786,42
11	Noviembre	0	0	0	0	0
12	Diciembre	6	Q. 17359,26	5	Q. 14466,05	Q. 31825,31
	Total	33	Q. 95475,93	20	Q. 57864,20	Q. 153340,13

Fuente: elaboración propia.

El costo total del año en mano de obra asciende en un total de Q. 153340,13.

4.4. Implementación de pronósticos para mejoras en área de clasificado

La mejora que tendrá el área de clasificado se realizará con el fin de no tener acumulado inventario en la bodega de materia prima. Se aumentará la capacidad de dicha área incrementando la mano de obra en los meses que sea necesario. Para la implementación de los pronósticos de ventas es necesario calcular la materia prima que se clasificará en promedio por día. Con base en el nivel de producción que se tendrá se programa el mantenimiento que se debe dar a la maquinaria para su óptimo funcionamiento. También se estandariza el proceso mediante la realización de un diagrama de operaciones, el cual lo deben seguir los trabajadores, brindándoles previamente una capacitación.

4.4.1. Producto procesado en el área

Para un mejor control de la producción, y determinar si se está logrando la eficiencia requerida, es necesario calcular la cantidad de material clasificado que se tiene que procesar por día equivalente. Los días equivalentes son los días con jornadas de 8 horas que se tienen en el mes. Se calculan dividiendo el total de horas a trabajar en el mes dentro de 8 horas. Estos se determinaron en la tabla XVIII. A continuación se muestra la cantidad de material que se clasifica por día.

Tabla XXXVI. Material procesado por día equivalente en el área de clasificado

No.	Mes	Pronósticos de materia prima total a procesar (t)	Días equivalentes en el mes	Material clasificado por día (t)
1	Enero	399,723	24,500	16,315
2	Febrero	460,740	22,500	20,477
3	Marzo	393,712	25,500	15,440
4	Abril	286,778	20,500	13,989
5	Mayo	281,233	24,500	11,479
6	Junio	537,316	23,500	22,865
7	Julio	400,472	24,125	16,600
8	Agosto	223,385	24,500	9,118
9	Septiembre	277,684	23,125	12,008
10	Octubre	368,785	23,500	15,693
11	Noviembre	343,986	35,500	9,690
12	Diciembre	457,847	23,125	19,799
	Total	4431,661	282,875	Promedio = 15,289

Fuente: elaboración propia.

El material clasificado por día equivalente es la meta de materia prima que se debe procesar diariamente en el área cuando se laboren 8 horas. El día sábado se laboran solo 5 horas, esto es solo el 62,5 % del tiempo que se labora diariamente. Por lo tanto, la cantidad de material a procesar los días sábados será solo el 62,5 % de cada día equivalente mostrado en la tabla anterior.

Con los datos calculados anteriormente se tiene un mayor control de la eficiencia de la línea y la cantidad que se debe procesar a diario, determinando si se logrará cumplir con la demanda a finales de mes. En caso de no cumplir

con la cantidad requerida de material procesado diariamente, los trabajadores laborarán horas extras, ya sea diariamente o semanalmente, dependiendo de la cantidad de material que no se haya logrado procesar.

4.4.2. Programación de mantenimiento a maquinaria

En el área de clasificado se encuentran dos bandas transportadoras en las cuales los trabajadores clasifican la materia prima. Es necesario realizarles el mantenimiento preventivo adecuado para su óptimo funcionamiento y que operen en la totalidad de vida útil que el fabricante garantiza.

El mantenimiento a las bandas transportadoras consiste en la limpieza de rodillos, bandas y sus componentes. De esta operación se debe encargarse el personal de limpieza el primer sábado de cada mes, por la tarde. En caso de que se labore dicho sábado por la tarde, por atraso de producción, la limpieza correspondiente se realizará el primer domingo del mes, por la mañana.

También es necesario cambiar el aceite al motor y lubricar todas las piezas, una vez cada año. Dicho mantenimiento se realizará en agosto, ya que es el mes del año con menor demanda, con el fin de no afectar la producción ni la carga de trabajo a los empleados del área de clasificado. El supervisor de producción escogerá el día que más le convenga para realizar el mantenimiento, con base en el nivel de producción que se haya tenido en las semanas anteriores. Se recomienda realizarlo en los últimos días del mes, cuando ya se haya alcanzado la meta de la cantidad de producto total a procesar.

4.4.3. Estandarización del proceso

El término estandarización viene de la palabra *standard*, la cual se refiere a un modelo, método o modo previamente establecido para realizar tareas o actividades dentro de una empresa. La estandarización supone el cumplimiento de todas las reglas que la empresa tiene, la mayoría de estas son explícitas, aunque también se pueden encontrar algunas reglas implícitas. Estas reglas son de cumplimiento obligatorio, con el fin de obtener los resultados esperados dentro del área de producción y mantener una alta eficiencia y eficacia.

Gracias a la estandarización de procesos se pueden medir las actividades, ya sea en función de tiempo o de dinero. Se realiza mediante la fijación de parámetros medibles, los cuales se comparan con los resultados obtenidos, para determinar la situación actual de los procesos y, en caso de mostrar deficiencia, se plantean mejoras. Dentro de la estandarización se encuentra la elaboración del diagrama de operaciones en el área de clasificado y la capacitación inicial que se le imparte al nuevo personal.

4.4.3.1. Capacitación inicial al personal nuevo

“La fuerza de trabajo de una compañía es uno de los recursos principales. Sin trabajadores calificados las tasas de producción serían menores, la calidad del producto más deficiente y la productividad global más baja”⁹. Por lo tanto, es importante brindar una capacitación inicial a los nuevos trabajadores, ya que en ella se les muestra los procesos, ya estandarizados, que ellos deben realizar, mediante un diagrama de operaciones, con el respectivo tiempo de cada actividad. Se les da a conocer las diferentes calidades que tiene el papel, y qué

⁹NIEBEL, Benjamin W.; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial de Niebel: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 13a ed. México: McGraw - Hill Interamericana, 2014. 491 p.

tipo de cartón y papel se puede procesar, así mismo se informa de las metas que tendrán que alcanzar a cada cierto período de tiempo, la eficiencia requerida, obligaciones y responsabilidades con las que deberán cumplir. También se imparte una charla de seguridad industrial en la cual se les da a conocer todo el equipo de protección que se requiere que usen dentro el área de clasificado. Se brinda información adicional, como la historia de la empresa, los departamentos con las cuales cuenta, misión, visión y valores, para que los trabajadores conozcan estos aspectos más a fondo y, de cierta forma, se sientan identificados, entendiendo la importancia que tiene su trabajo.

4.4.3.2. Diagrama de operaciones

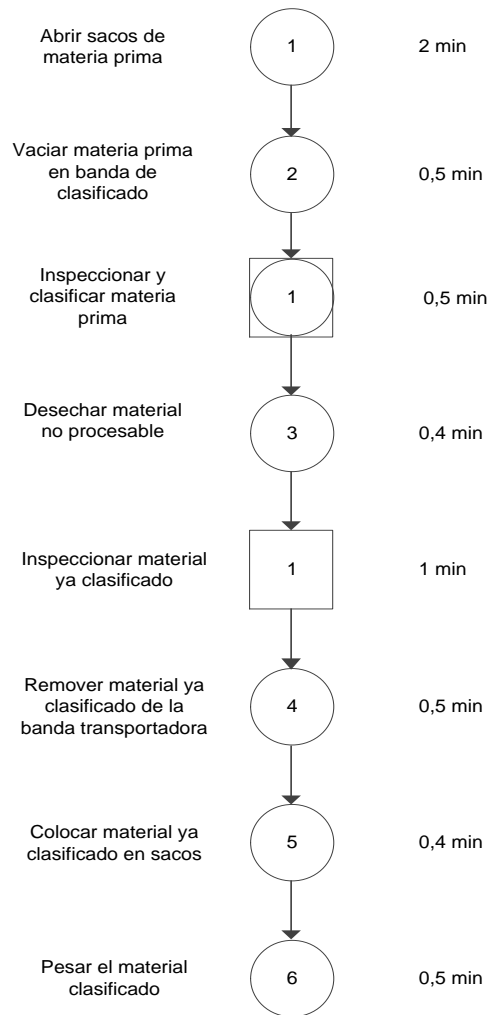
El diagrama de operaciones para los trabajadores del área de clasificado es el siguiente:

Figura 12. Diagrama de operaciones del área de clasificado

Diagrama de operaciones del clasificado de papel y cartón

Empresa: Comercial Diversa Guatemala
 Área: Clasificado
 Nombre del proceso: Clasificado de papel y cartón

Fecha: 25-10-2016
 Autor: Bryan Sánchez
 Método actual



Resumen

Símbolo	Cantidad	Tiempo
	6	4,3 min
	1	0,5 min
	1	1 min
Total	8	5,8 min

Fuente: elaboración propia.

4.5. Implementación de pronósticos para mejoras en área de empaque

El área de empaque claramente es un cuello de botella, por lo tanto es necesario aumentar su capacidad. Esto se hará con la implementación de los pronósticos. Con base en ellos se calcula la cantidad de maquinaria que se necesitará en los diferentes meses del año, para cumplir con la cantidad de ventas esperadas. Al igual que en el área de clasificado, es necesario determinar la cantidad de producto que se tiene que empacar por día, para un mejor control de la producción en el área y así determinar si se cumple con la eficiencia diaria requerida.

4.5.1. Producto procesado en el área

El cálculo del material a empacar diariamente se determina dividiendo el nivel de producción que se espera en los diferentes meses del año dentro de

los días equivalentes que contiene cada mes. Como ya se ha mencionado anteriormente, los días equivalentes son los días con jornadas de 8 horas que se tienen en el mes. Se calculan dividiendo el total de horas a trabajar en el mes dentro de 8 horas. Estos se determinaron en la tabla XVIII. En la siguiente tabla se muestra el cálculo del material a empacar diariamente, en promedio, por cada mes.

Tabla XXXVII. Material procesado por día equivalente en el área de empaque

No.	Mes	Pronósticos de materia prima total a empacar (t)	Días equivalentes en el mes	Material empacado por día (t)
1	Enero	568,447	24,500	23,202
2	Febrero	595,897	22,500	26,484
3	Marzo	549,611	25,500	21,553
4	Abril	449,703	20,500	21,937
5	Mayo	432,184	24,500	17,640
6	Junio	592,125	23,500	25,197
7	Julio	493,039	24,125	20,437
8	Agosto	394,682	24,500	16,109
9	Septiembre	417,842	23,125	18,069
10	Octubre	482,734	23,500	20,542
11	Noviembre	457,053	35,500	12,875
12	Diciembre	519,085	23,125	22,447
	Total	5952,402	282,875	Promedio = 20,541

Fuente: elaboración propia.

Las cantidades mostradas anteriormente son las metas diarias, en jornadas de 8 horas, que el área de empaque tendrá que procesar, según sea

el mes del año. Como los días sábados solo se labora el 62,5 % del tiempo que se trabaja en un día entre semana, solo se procesará el 62,5 % del material determinado en la tabla anterior. Calculando la cantidad de material a empacar diariamente, se tiene un mejor control de la producción y se revisa diariamente si se alcanza la eficiencia requerida, para lograr cumplir con toda la demanda al final del mes. En caso de atraso en la producción, los trabajadores laborarán horas extras diariamente, o un día a la semana, dependiendo de la cantidad de materia prima que no se haya logrado empacar.

4.5.2. Programación de mantenimiento a maquinaria

Para que la maquinaria funcione adecuadamente durante la totalidad de su vida útil, reduciendo la probabilidad de falla en cada una de sus piezas, se debe realizar mantenimiento preventivo a cada cierto tiempo. El área de empaque actualmente cuenta con una embaladora de papel a la cual se le tiene que brindar dicho mantenimiento para que funcione en óptimas condiciones.

El mantenimiento de la máquina embaladora consiste en la limpieza de engranajes, rodillos y piezas que la componen, ya que estas tienden a ensuciarse por papel, polvo u otras partículas. Al igual que el mantenimiento a la maquinaria del área de clasificado, el mantenimiento a la máquina embaladora se realiza cada primer sábado del mes, en la tarde, por el personal del área de empaque. En caso de que el área de empaque labore sábado por la tarde, la limpieza se realizará el domingo por la mañana.

Además de la limpieza, es necesario cambiar el aceite de motor y lubricar piezas cada seis meses. Esto se realizará en los meses de abril y octubre, ya que, a pesar de que no son los meses con menor nivel de producción en el año, es el intervalo que mejor se acondiciona para dar un mantenimiento constante,

sin afectar mucho la producción. Se recomienda cambiar el aceite al final de estos dos meses, cuando ya se haya alcanzado la meta de cantidad de papel a empacar, aunque queda siempre a criterio del supervisor de producción, escogiendo el día que más convenga.

4.5.3. Utilización de maquinaria extra

La máquina embaladora extra con la que cuenta la empresa solo se utilizará en los meses que sea necesario. Esto depende de la cantidad de material que se tendrá que clasificar en cada mes. En el capítulo anterior, en la sección 3.4.2, se realizó un análisis de los meses en que se recomienda utilizar la segunda máquina embaladora. Estos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXXVIII. **Meses en que se utilizará la segunda máquina embaladora**

No.	Mes	Máquinas embaladoras	Mano de obra	Personal extra a contratar
1	Enero	2	10	5
2	Febrero	2	10	5
6	Junio	2	10	5
12	Diciembre	2	10	5

Fuente: elaboración propia.

Los meses en los que se necesita que la máquina extra se utilice son enero, febrero, junio y diciembre. El aumento de maquinaria también requiere el aumento de mano de obra, ya que se necesitan 5 trabajadores por cada embaladora que hay en el área de empaque, es decir, en los meses ya mencionados se necesitan 5 trabajadores extras en cada uno de ellos.

4.5.3.1. Costo de producción y mantenimiento

Como la segunda máquina embaladora ha estado sin trabajar por un tiempo, es necesario que se le haga mantenimiento preventivo antes de que se comience a utilizar. El costo total del mantenimiento es de Q. 500,00 aproximadamente, ya que se tiene que comprar aceite nuevo y pagar a los mecánicos para que realicen cuidadosamente dicho trabajo. El costo de mano de obra sí varía considerablemente en estos meses, ya que para el funcionamiento correcto de dicha maquinaria se requiere de 5 operarios. El costo mensual extra de mano de obra es de Q. 14466,05, haciendo un total anual de Q. 57 864,20.

4.5.3.2. Diagrama de operaciones

A continuación se presenta el diagrama de operaciones que realiza un operario en la máquina embaladora:

Figura 13. Diagrama de operaciones de la máquina embaladora extra

Diagrama de operaciones de máquina embaladora extra

Empresa: Comercial Diversa Guatemala

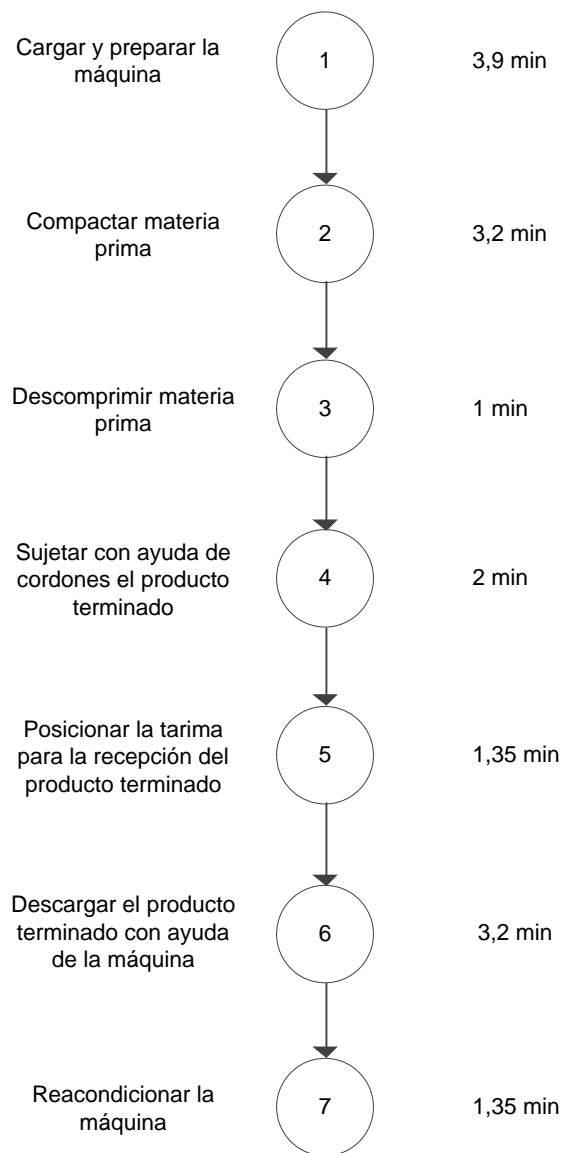
Área: Empaque

Nombre del proceso: Función de la máquina embaladora

Fecha: 25-10-2016

Autor: Bryan Sánchez

Método actual



Resumen

Símbolo	Cantidad	Tiempo
	7	16 min
Total	7	16 min

Fuente: elaboración propia.

4.5.3.3. Diagrama de hombre-máquina

A continuación se presenta el diagrama de hombre-máquina de un operador, con la embaladora de papel extra que posee la empresa:

Figura 14. **Diagrama hombre máquina de embaladora de papel, con su operador**

Empresa: Comercial Diversa Guatemalteca	Fecha: 25-10-2016
Area: Empaque	Autor: Bryan Sánchez
Nombre del proceso: Empaque de papel	Método actual

No.	Descripción	Tiempo (min)	Operario	Embaladora
1	Cargar y preparar maquinaria	3,9		
2	Compactar materia prima	3,2		
3	Descomprimir materia prima	1		
4	Sujetar producto terminado	2		
5	Posicionar tarimas	1,35		
6	Descargar producto terminado	3,2		
7	Reacondicionar la máquina	1,35		

Tiempo de ciclo	16 minutos
Tiempo de trabajo del operario	7,25 minutos
Tiempo de trabajo de la embaladora	8,75 minutos
Eficiencia de la embaladora	0,547
Eficiencia del operario	0,453
Producción por hora	1,875 toneladas

Fuente: elaboración propia.

4.5.4. Estandarización del proceso

En todo proceso industrial es necesaria la estandarización, ya que por ella se rigen determinadas reglas a seguir para resolver determinados tipos de

problemas, o simplemente dan una serie de pasos a seguir para realizar, de la manera más óptima, distintos procedimientos que conllevan la elaboración de productos.

Gracias a la estandarización se pueden establecer parámetros con los cuales los trabajadores deben cumplir, como por ejemplo el tiempo que un operario debe tardarse para realizar cierta tarea, la cantidad de producto a empacar a cada cierto tiempo, y así muchos estándares más. Para estandarizar un proceso es necesario elaborar los diagramas de operaciones correspondientes, ya que es una representación gráfica, de fácil interpretación, de todas las tareas que un trabajador debe seguir para realizar adecuadamente su trabajo. Este diagrama se explicará detalladamente, en una capacitación que se le brindará al personal nuevo que se contrate, previo a que inicie sus labores.

4.5.4.1. Capacitación inicial al personal nuevo

Las capacitaciones al personal son muy importantes dentro del ámbito empresarial, si se quiere que los trabajadores desempeñen adecuadamente sus labores y resuelvan cualquier clase de problemas de manera rápida y eficaz. En la capacitación inicial se explica detalladamente al personal de empaque cómo deben operar la máquina embaladora y todas las tareas que deben realizar para cumplir con la demanda esperada de la mejor manera posible. También se les da a conocer las metas que deben alcanzar, la eficiencia requerida, las responsabilidades y obligaciones que tiene cada trabajador. Además, se debe impartir una charla de seguridad industrial, en la cual se oriente e informe sobre el equipo de protección personal que debe usarse dentro del área de empaque.

Al igual que la capacitación del área de clasificado, se imparte charlas de la información general de la empresa como visión, misión, valores e historia, para que el nuevo personal entienda la razón de ser de la empresa y cómo se visualiza en un futuro, al mismo tiempo dando a entender la importancia que tiene su trabajo.

4.5.4.2. Diagrama de operaciones

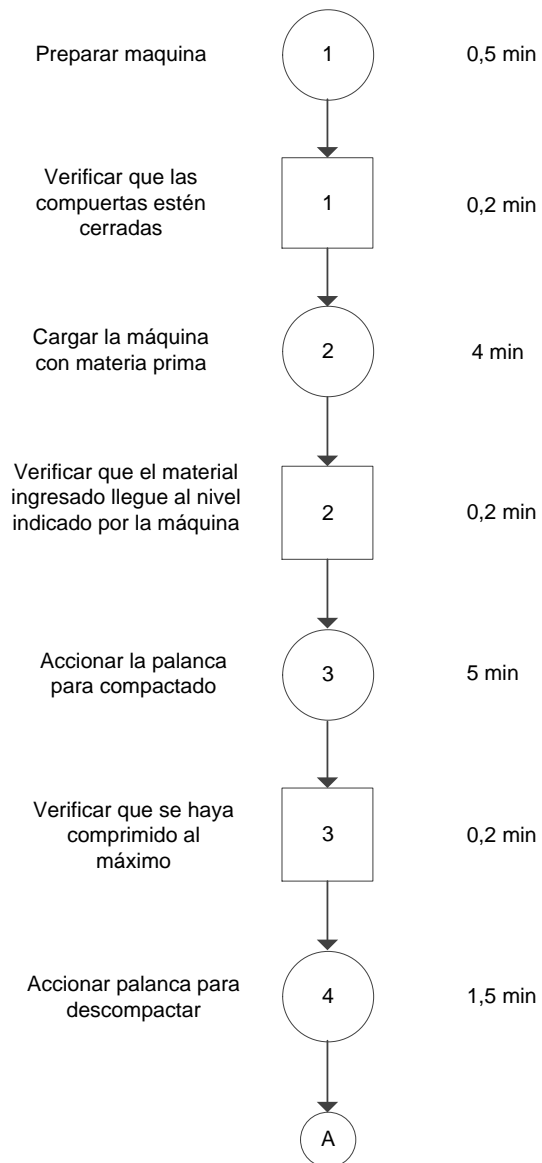
El diagrama de operaciones del área de empaque se muestra en la siguiente figura:

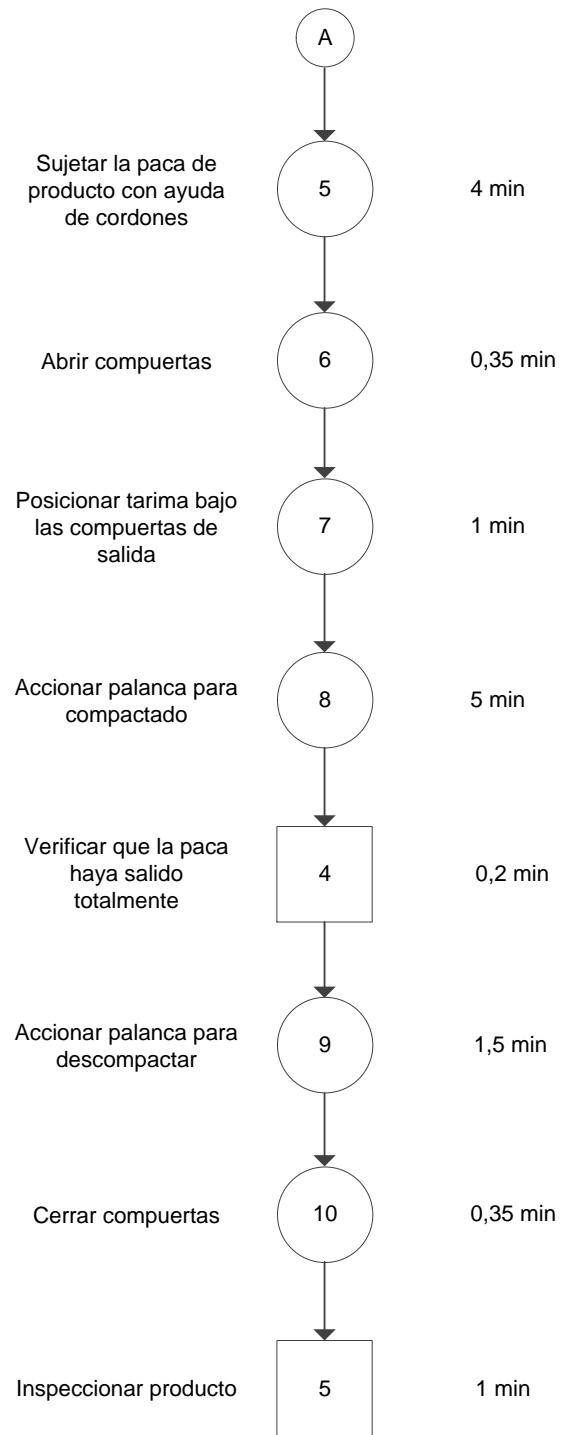
Figura 15. Diagrama de operaciones del área de empaque

Diagrama de operaciones del empaque de papel

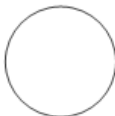

Empresa: Comercial Diversa Guatemala
Área: Empaque
Nombre del proceso: Empaque de papel

Fecha: 25-10-2016
Autor: Bryan Sánchez
Método actual





Resumen

Símbolo	Cantidad	Tiempo
	10	23,2 min
	5	1,8 min
Total	15	25 min

Fuente: elaboración propia.

4.6. Pronósticos para plan de compra de materia prima

Con base en los pronósticos de ventas con el método de series estacionales y el método de media móvil, aplicado a la materia prima utilizada en los años anteriores, se establece la cantidad de materia prima que se debe comprar en los diferentes meses del año, para evitar comprar material extra o que falte para cumplir la demanda esperada. En la siguiente tabla se muestra toda la materia prima que se utilizará en el transcurso del año:

Tabla XXXIX. **Materia prima total a utilizar en el año**

No.	Mes	Pronósticos de materia prima de papel para clasificar (t)	Pronósticos de materia prima de cartón (t)	Pronóstico de materia prima de papel clasificado (t)	Total (t)
1	Enero	358,183	41,540	299,810	699,533
2	Febrero	416,061	44,679	283,851	744,591
3	Marzo	357,817	35,895	281,248	674,96
4	Abril	259,493	27,285	255,083	541,861
5	Mayo	253,653	27,580	241,944	523,177
6	Junio	474,448	62,868	236,289	773,605
7	Julio	355,405	45,067	226,485	626,957
8	Agosto	200,473	22,912	244,327	467,712
9	Septiembre	251,429	26,255	229,270	506,954
10	Octubre	334,908	33,877	231,553	600,338
11	Noviembre	309,021	34,965	225,287	569,273
12	Diciembre	413,760	44,087	208,765	666,612
	Total	3984,651	447,010	2963,912	7395,573

Fuente: elaboración propia.

4.6.1. Proveedores

Los proveedores son empresas o personas individuales que se dedican a la recolección de material reciclable. Para que estos cumplan con la entrega de materia prima que la empresa necesitará en cada mes, se debe entregar una orden de compra, con la cantidad específica de material a comprar, así como la fecha que los proveedores deben entregarlo.

Para un mejor control de la materia prima con respecto a su calidad, se realiza una evaluación constante a los proveedores. Los criterios que se utilizan

son: el tiempo en que ellos entregan el material, la logística que utilizan y, lo más importante, que el porcentaje de calidad se mantenga en los rangos adecuados (75 % \pm 3 %). Si en caso los proveedores no cumplen satisfactoriamente con estos criterios, se buscarán nuevos proveedores, aplicándoles el mismo método de evaluación para asegurarse que la materia prima que brinden sea de la mejor calidad posible.

4.6.2. Costo de almacenamiento

Gracias a los pronósticos de ventas, determinados con el método de series estacionales, baja el nivel de inventario en la bodega de producto terminado, ya que se fabrica la cantidad aproximada de producto para cubrir con la totalidad de la demanda, según sea el mes, lo cual disminuye el costo de almacenamiento. De igual forma, el nivel de inventario en la bodega de materia prima baja, ya que solo se compra la cantidad necesaria a utilizar en el mes, según sea la época, reduciendo así el costo de almacenamiento.

Es importante mencionar que se debe contar con un *stock* de seguridad, ya que puede afectar al costo de almacenamiento del producto. Esto con el fin de tener precaución, en caso de que, por agentes externos o incluso internos, las ventas aumenten de nivel o la producción se haga más lenta y se utilice mayor cantidad de materia prima o producto terminado de lo que se estimó en un principio para cubrir la demanda. Para que no afecte el costo de almacenamiento, el *stock* de seguridad debe ser lo más óptimo posible, este se determina en la sección 3.5.1, denominada materia prima óptima.

4.7. Costos de distribución de producto terminado con base en los pronósticos

El costo de distribución del producto terminado no varía de forma considerable con las ventas pronosticadas, las cuales se determinaron con el método de series estacionales, ya que son similares al nivel de ventas con los años anteriores, siendo mínimo el error. El costo de distribución, calculado por el Departamento de Logística, es aproximadamente de Q. 3,49 por tonelada y por cada kilómetro recorrido. En la siguiente tabla se determina el costo de distribución por cada mes del año:

Tabla XL. Costo de distribución

No.	Mes	Total ventas (t)	Costo por tonelada de distribución	Costo total de distribución
1	Enero	568,428	Q.3,49/kmxt	Q.1983,81
2	Febrero	657,600	Q.3,49/kmxt	Q.2295,02
3	Marzo	563,646	Q.3,49/kmxt	Q.1967,12
4	Abril	409,704	Q.3,49/kmxt	Q.1429,87
5	Mayo	401,165	Q.3,49/kmxt	Q.1400,07
6	Junio	758,822	Q.3,49/kmxt	Q.2648,29
7	Julio	566,908	Q.3,49/kmxt	Q.1978,51
8	Agosto	317,893	Q.3,49/kmxt	Q.1109,45
9	Septiembre	396,835	Q.3,49/kmxt	Q.1384,95
10	Octubre	527,769	Q.3,49/kmxt	Q.1841,91
11	Noviembre	489,755	Q.3,49/kmxt	Q.1709,24
12	Diciembre	653,705	Q.3,49/kmxt	Q.2281,43
	Total	6312,230		Q.22029,67

Fuente: elaboración propia.

El costo de distribución total en el año es aproximadamente de Q. 22 029,67 por cada tonelada y por cada kilómetro recorrido.

4.8. Mejor ambiente de trabajo

Según el análisis realizado anteriormente, es necesario que los trabajadores del área de clasificado tengan mascarillas, guantes de nitrilo y botas industriales. Los del área de empaque deben tener cinturón de fuerza, guantes de nitrilo y botas industriales con punta de acero. A continuación se determina el costo total de todo el equipo de seguridad que se les proporciona a los trabajadores de dichas áreas, para una mejora en el ambiente de trabajo.

4.8.1. Costo de implementación

Con base en cotizaciones en diferentes empresas que se dedican a la venta de equipos de seguridad industrial, se muestra en la siguiente tabla el precio más óptimo y la cantidad de los equipos necesarios para la mejora del ambiente de trabajo:

Tabla XLI. Costo de equipo de protección personal

Equipo	Precio	Cantidad necesaria	Costo Total
Cinturón de fuerza	Q. 129,00 c/u	10 unidades	Q. 1290,00
Mascarilla	Q. 5,00 c/u	26 unidades	Q.130,00
Guantes	Q. 239,00 caja de 100 unidades	100 unidades	Q. 239,00
Botas industriales	Q. 285,00 c/par	36 par	Q. 10260,00
		Total	Q. 11919,00

Fuente: elaboración propia.

El costo total del equipo de seguridad industrial es de Q. 11 919,00.

4.9. Instalación de ventilación

La ventilación es un factor importante a considerar dentro de la nave industrial, si es que se quiere mejorar al ambiente de trabajo. Actualmente, el área de clasificado cuenta con ventanas mayores a 3 m², y el área de empaque cuenta con ventanas mayores al metro cuadrado, necesario para la ventilación óptima, según el análisis de ventilación realizado en el capítulo anterior.

Para mejorar aún más el área de clasificado y empaque, se debe instalar extractores de aire eólicos de 24 pulgadas de diámetro, ya que con ellos se tiene muchas ventajas, entre las cuales es posible encontrar la renovación del aire dentro del ambiente, la reducción de la humedad, el hecho de que no consumen energía eléctrica, no producen ruidos, se adaptan a cualquier techo y no requieren mantenimiento.

4.9.1. Costos de instalación

Cada extractor eólico debe instalarse aproximadamente a 25 metros de distancia con respecto al otro, por lo tanto, en el área de clasificado se instalarán dos y en el área de empaque solo uno. El precio de cada extractor de 24 pulgadas de diámetro, ya instalado, es de Q.1 475,00, por lo que la instalación total de los tres extractores costará Q.4 425,00.

4.10. Instalación de iluminación

Para una iluminación óptima, el área de clasificado debe contar con 140 lámparas y el área de empaque debe tener 16.

4.10.1. Costos de instalación

Actualmente, la iluminación de las áreas de clasificado y empaque está concentrada directamente bajo las áreas de trabajo, es decir las máquinas, pero es necesario que haya una iluminación uniforme dentro de toda el área para evitar cualquier tipo de molestias para los trabajadores. Para que la iluminación de las áreas sea uniforme es necesario contar con 140 lámparas en el área de clasificado y 16 en el área de empaque. El precio del tubo fluorescente de 32w t-8 color 6500k es de Q. 7,74, y el precio de la base para dos tubos de 32 watts t-8 es de Q. 145,84. A continuación se presenta una tabla con el cálculo del costo total de la instalación:

Tabla XLII. Costo de instalación para iluminación

Descripción	Área de empaque	Área de clasificado	Total	Precio	Costo total
Cantidad de tubos de 32 watts t-8	280	32	312	Q. 7,74	Q. 2414,88
Cantidad de bases para tubos t-8	140	16	156	Q. 145,84	Q. 22751,04
Metros de cable paralelo número 14	80 m	35 m	115 m	Q.3,51/m	Q. 403,65
Cantidad de interruptores 15A	10	1	11	Q.15,00	Q. 165,00
				Mano de obra	Q. 1000,00
				Total	Q. 26734.57

Fuente: elaboración propia.

El costo total de la instalación para la iluminación es de Q. 26 734,57.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Cálculo de errores en pronósticos

Para el cálculo de los errores se toma como dato real la cantidad de toneladas vendidas en el año 2016, en el caso de los pronósticos de ventas. Para los pronósticos de compra se toman las toneladas de material procesado en el mismo año por cada área. A estos datos se les resta los pronósticos calculados con el método de series estacionales, obteniendo como resultado los errores de los pronósticos.

5.1.1. Análisis de precisión de pronósticos

Para el cálculo de los pronósticos de ventas que la empresa tendrá se analizaron dos métodos: el método de media móvil y el método de series estacionales. El error acumulado del método de media móvil fue de -119,063 toneladas de papel y -5,077 toneladas de cartón. El error acumulado del método de series estacionales fue de -67,565 toneladas de papel y -5,502 toneladas de cartón. El método con menor error acumulado general es el de series estacionales, por lo que se escogió este método. Cabe mencionar que, aunque el error del método de series estacionales es mayor que el del método media móvil con respecto a las toneladas de cartón, se eligió el primer método, ya que su variación es despreciable prácticamente y el comportamiento de los datos históricos es cíclico, siendo el método de series estacionales el más adecuado para el cálculo de estos pronósticos.

Para el cálculo de los pronósticos de compra, los cuales fueron base para determinar la mano de obra y la maquinaria óptima en los diferentes meses del año, se analizaron igualmente dos métodos de pronósticos, el método de media móvil y el método de series estacionales, siendo seleccionado el método más conveniente, con respecto a sus errores acumulados.

5.1.2. Períodos con mayor margen de error

Para los pronósticos de ventas, los mayores márgenes de error se dan en el mes de junio, siendo estos de -81,316 toneladas de papel y -7,628 toneladas de cartón. Por su parte, los mayores márgenes de error en los pronósticos de compra se dan en los meses de agosto, para el papel sin clasificar, siendo este de 77,838 toneladas; junio, para el cartón, siendo de -19,908 toneladas, y diciembre, para el papel clasificado, con un error de 85,152 toneladas.

5.2. Mejora en cálculo de pronósticos

Si se quiere que los pronósticos calculados para cada año sean cada vez más exactos con respecto a las ventas reales que se tendrán, debe existir la mejora continua en el cálculo de los mismos. Esto se realizará mediante la actualización de los datos históricos con las ventas reales registradas cada mes. Pueden utilizarse otros métodos para pronosticar, como una hoja de cálculo electrónica.

5.2.1. Actualización de pronósticos con base en los datos iniciales

Para la mejora continua de los pronósticos es necesario registrar, con la mayor exactitud posible, todas las ventas de cartón y papel que se tiene en

cada mes. Esto se hace con el fin de llevar un mejor control y facilitar la actualización de los datos históricos cada año, disminuyendo los errores al calcular nuevos pronósticos. A medida que va transcurriendo el año se deben actualizar los pronósticos que se calcularon a inicios del mismo, con las ventas reales que se tienen cada mes. Esto servirá para el cálculo de nuevos pronósticos y para verificar qué tan certero fue el método. Cada año se debe analizar la tendencia de los datos históricos. Si se tiene una tendencia cíclica, se utilizará el método de series estacionales. Por lo contrario, si se tiene una tendencia estable, se utilizará el método de media móvil.

5.2.2. Utilización de otros métodos de pronósticos

Hay varios métodos para el cálculo de pronósticos, de los cuales ya se ha hablado anteriormente. Es seleccionado el mejor, con base en el comportamiento de los datos históricos, mediante un análisis previo, con ayuda de su gráfica. Los métodos utilizados son el método de media móvil y el método de series estacionales. La empresa puede explorar la utilización de otros métodos, aunque se recomienda calcular los pronósticos con los ya establecidos.

Existen diferentes herramientas que sirven para calcular pronósticos. Se puede utilizar papel, lapicero, hojas y calculadoras, pero resulta realmente lento el proceso y es muy susceptible al error humano. También existen programas de computadora muy avanzados, los cuales, al ingresar una serie de parámetros, calculan automáticamente los pronósticos de una forma eficaz y precisa. Para adquirir alguno de estos programas es necesario comprar una licencia a la empresa que comercializa los mismos, lo cual resulta costoso y los directivos de la empresa no consideran invertir en ello.

Existe otra forma eficaz y económica de calcular pronósticos: mediante una hoja de cálculo, la cual se programa para que se ingresen los datos históricos y automáticamente dé como resultado los pronósticos. Esta última herramienta se busca implementar en la empresa.

5.2.2.1. Programa para cálculo de pronósticos

Para que la empresa cuente con una herramienta eficaz, económica y precisa, con la cual se calculen los pronósticos, se debe entregar dos programas con diferentes hojas de cálculo. Un programa contendrá el método de media móvil y el otro programa contendrá el método de series estacionales. Cada programa contará con 5 hojas de cálculo, una para las ventas de papel, otra para las ventas de cartón, una para la materia prima de papel para clasificar, otra para la materia prima de papel clasificado y, por último, una para la materia prima de cartón. Estas hojas de cálculo tendrán sus respectivas gráficas y serán previamente programadas.

Antes de utilizar dichos programas, se debe analizar la tendencia de los datos históricos mediante una gráfica. Si se tienen picos y valles, es decir, si se comportan de una forma cíclica, se utiliza el programa que contiene el método de series estacionales. Por el contrario, si la gráfica muestra un comportamiento estable de los datos históricos, se debe utilizar el programa que contiene el método de media móvil. Esta información se le proporcionará al gerente de producción en una capacitación, ya que dentro de sus nuevas responsabilidades tendrá el cálculo de los pronósticos de compra y venta.

5.3. Seguimiento en cálculo de pronósticos

Con los programas entregados a la empresa, ellos deberán calcular los pronósticos para cada mes del año, eligiendo el método más óptimo conforme el comportamiento de los datos históricos. Es importante que la empresa siga con el cálculo de pronósticos, ya que así determinará, aproximadamente, la cantidad de ventas que tendrá en cada mes del año para así calcular el nivel de producción necesario para cumplir con la totalidad de la demanda. Una vez iniciada la política de pronósticos en la empresa, se debe continuar para la mejora continua de la misma.

5.4. Modificación en el plan de contratación

Para optimizar el área de clasificado es necesario modificar el plan de contratación con el que cuenta la empresa. En el área de clasificado, la cantidad óptima de operarios que se necesita en los meses con menor demanda es de 11 trabajadores y 26 de ellos en el mes con mayor demanda. Por otro lado, en el área de empaque solo se necesitan 5 operarios cuando la demanda es baja y 10 de ellos cuando la demanda es alta, por la utilización de la máquina extra. La empresa cuenta con 16 trabajadores en el área de clasificado y 5 operarios en el área de empaque, por lo tanto, es necesario variar la mano de obra durante el año, si lo que se busca es aumentar la eficacia.

Anteriormente se ha propuesto que solo se aumente la mano de obra en los meses que se necesite y que se mantenga estable en los otros meses, cuando la demanda sea baja. Esto para evitar un margen de contratación de personal muy elevado, lo cual crea inestabilidad en la empresa. Para dicho aumento de la mano de obra cuando sea necesario, se debe realizar una

modificación en el plan de contratación de personal, en el área de clasificado y en el área de empaque, conforme a la variación de trabajadores, la cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XLIII. **Variación de mano de obra para plan de contratación**

No.	Mes	Variación en el área de clasificado	Variación en el área de empaque
1	Enero	+3	+5
2	Febrero	+7	+5
3	Marzo	+2	0
4	Abril	0	0
5	Mayo	-3	0
6	Junio	+10	+5
7	Julio	+3	0
8	Agosto	-5	0
9	Septiembre	-2	0
10	Octubre	+2	0
11	Noviembre	-5	0
12	Diciembre	+6	+5
	Total extra (+)	33	20

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta una gráfica de la variación de mano de obra, con respecto a los 16 trabajadores actuales en el área de clasificado:

Figura 16. **Variación de mano de obra en el área de clasificado**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

En la siguiente gráfica se muestra la variación de mano de obra, con respecto a los 5 trabajadores actuales en el área de empaque:

Figura 17. **Variación de mano de obra en el área de empaque**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

5.5. Resultados esperados

Se espera que se optimicen las áreas de clasificado y empaque, alcanzando la mayor eficacia posible para cumplir con la demanda esperada, utilizando la mano de obra y maquinaria óptima en cada mes del año. Se ampliarán las capacidades de los cuellos de botella en la empresa. No se tendrá material esperando a ser empacado, ya que, con la ayuda de la segunda máquina embaladora con la cual cuenta la empresa, se procesa mayor cantidad de material al día. Se disminuirá el nivel de inventario en la bodega de materia prima y producto terminado, ya que, con ayuda de los pronósticos, se determina

la cantidad de ventas esperadas en los diferentes meses, determinado la cantidad de materia prima a comprar en cada mes y el nivel de producción que se debe tener a lo largo del año.

5.6. Beneficios

Con los modelos de pronósticos se tiene un mejor control en la producción y en las ventas de la empresa. Se disminuye el costo de almacenamiento, ya que no se tendrá alto inventario en las bodegas de materia prima y producto terminado, ni material acumulado antes de ingresar al área de empaque. Conforme al nivel de ventas, se logra calcular el nivel de producción que se debe tener a lo largo del año y así determinar la mano de obra y maquinaria necesaria en el área de clasificado y en el área de empaque, para satisfacer dicha demanda de una forma eficaz y eficiente, reduciendo los costos de producción.

Al implementar los pronósticos se programa el mantenimiento, según sea el requerimiento de la maquinaria. Se estandarizan los procesos, con ayuda de capacitaciones, diagramas de operaciones y diagramas de hombre-máquina. Esto con el fin de medir el desempeño de los trabajadores y establecer metas a corto y mediano plazo. Se generan con mayor facilidad las órdenes de compra para la materia prima, comunicándose más frecuentemente con los proveedores y de una mejor manera, ya que se les encarga el material con mayor antelación a como se hace cuando no se tiene pronosticada la materia prima que se utilizará en el mes.

Con las instalaciones del equipo para la mejora de iluminación y ventilación se tiene una mayor eficiencia dentro de la planta industrial, ya que los trabajadores no fuerzan la vista al momento de clasificar y empacar el

material, estando en un ambiente con aire fresco y renovado. También con la adquisición del nuevo equipo de protección personal se resguarda la salud de los trabajadores, evitando lesiones por accidentes, enfermedades o infecciones en los pulmones y manos por la manipulación de la materia prima, ya que el capital humano es lo más importante dentro de una industria.

5.7. Mantenimiento a instalaciones

Es recomendable brindar un mantenimiento preventivo y adecuado al nuevo equipo de iluminación y ventilación instalado. El mantenimiento apropiado a las instalaciones y equipo conlleva que los mismos funcionen correctamente, alargando su vida útil y evitando la compra de nuevos accesorios o equipos, lo cual genera gastos para la empresa. El mantenimiento es uno de los puntos claves en la industria, siendo una inversión que mantiene una producción de buena calidad.

5.7.1. Iluminación

Para las luminarias se recomienda limpiar las candelas cada mes, ya que el proceso realizado en las áreas de clasificado y empaque suelta virutas de papel y polvo, deteriorando así las mismas.

5.7.2. Ventilación

Los extractores de aire eólicos se caracterizan por su bajo mantenimiento, por lo cual cada año se debe contratar a un técnico capacitado para brindar el mantenimiento respectivo a cada uno de los 3 extractores.

CONCLUSIONES

1. Con el método de series estacionales se determinó la cantidad de toneladas de fibras de papel y cartón que la empresa venderá en el transcurso del año, siendo junio el mes con mayores ventas y agosto el mes con menores ventas.
2. Se obtuvo la cantidad de materia prima de cartón, papel clasificado y sin clasificar a utilizar, dividiendo las toneladas a vender cada mes dentro de la calidad de la materia prima, la cual es aproximadamente de un 75 %. Con el fin de comparar dos pronósticos, también se utilizó el método de media móvil, aplicado a los datos históricos de materia prima utilizada en años anteriores, teniendo este último método un mayor margen de error.
3. Se determinó la cantidad óptima de mano de obra para el área de clasificado y empaque, analizando en qué meses del año se debe utilizar la máquina embaladora extra. Esto se realizó con base en el nivel de producción que se debe tener en las dos áreas, fijado mediante los pronósticos de series estacionales, ya que el método de media móvil tiene un alto margen de error.
4. Se fijó, con base en los pronósticos de compra de materia prima y ventas, la cantidad de inventario que debe manejar el personal de las bodegas de materia prima y producto terminado, para cumplir con la demanda del Departamento de Producción y la de los clientes.

5. Con los análisis de iluminación, ventilación y ambiente de trabajo realizados anteriormente, se instalarán nuevas luminarias y extractores de aire eólicos, y se le brindará al personal equipo de protección individual para resguardar su salud al momento de manipular la materia prima. Esto con el fin de que los trabajadores desarrollen su labor en las condiciones óptimas.

6. Con el cálculo de mano de obra y maquinaria óptima, en las áreas de clasificado y empaque aumentan la eficacia y la eficiencia, es decir la efectividad.

7. Al entregar las hojas de cálculo electrónicas a la empresa, el gerente de producción puede calcular los pronósticos de ventas y así determinar el nivel de producción que su departamento debe tener a lo largo del año, para satisfacer la demanda pronosticada.

RECOMENDACIONES

1. Se debe realizar la proyección de ventas cada mes, para tener un mayor control, tanto de los suministros existentes en la bodega de materia prima como del nivel de inventario en la bodega de producto terminado.
2. Diariamente se debe determinar la calidad real de la materia prima, esto mediante la división de la cantidad total de producto procesado entre la cantidad total de materia prima comprada dentro del mes, con el fin de tener un promedio real de dicha calidad al final del mes y determinar el proveedor que entrega la mejor materia prima.
3. Variar la mano de obra conforme a las necesidades y nivel de producción que se tenga en las áreas de clasificado y empaque. Se debe tener un personal fijo dentro de cada área, añadiendo únicamente personal extra cuando se necesite.
4. Manejar un *stock* dentro de las bodegas de materia prima y producto terminado, para prevenir falta de material o producto para la venta, debido a factores externos que alteren las cifras pronosticadas.
5. Colocar señalizaciones dentro de cada área sobre el equipo de protección personal a utilizar, haciendo conciencia a los trabajadores de la importancia de este equipo y de las consecuencias y penalizaciones al no utilizarlo.

6. El gerente de producción debe ser el encargado del cálculo de mano de obra a utilizar en cada mes del año, midiendo la eficacia y eficiencia de cada una de las áreas y velando por que la efectividad sea la óptima para el buen funcionamiento de la empresa.

7. Antes de pronosticar se debe actualizar los datos históricos de las hojas de cálculo electrónicas con las ventas realizadas a lo largo del año, graficando los mismos para así analizar si su comportamiento es cíclico o estable, y determinar por lo tanto cuál programa es el indicado para pronosticar las ventas.

BIBLIOGRAFÍA

1. BUFFA, Elwood S.; SARIN, Rakesh K. *Administración de la producción y de las operaciones*. 1a ed. México: Limusa, 1992. 74 p.
2. CHIAVENATO, Idalberto. *Iniciación a la planificación y el control de la producción*. 1a ed. México: McGraw-Hill, 1993. 52 p.
3. Comercial Diversa Guatemalteca. *Documentación de procesos*. 2010.
4. Comercial Diversa Guatemalteca. [en línea]. <http://www.codigua.com.gt/?page_id=2>. [Consulta: 10 de septiembre de 2016].
5. Crece negocios. *El pronóstico de ventas*. [en línea]. <<http://www.crecenegocios.com/el-pronostico-de-ventas/>>. [Consulta: 16 de octubre de 2016].
6. Decreto No. 1441. *Código de Trabajo de Guatemala*. Guatemala, 2017.
7. HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. *Administración de costos: contabilidad y control*. 3a ed. México: Thomson Learning, 2003. 40 p.
8. Ingeniería Industrial Online. *Pronósticos de ventas*. [en línea]. <<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el->

ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/>. [Consulta: 15 de octubre de 2016].

9. Laboratorio de Ingeniería de Plantas. USAC. *Práctica 6 de iluminación (cavidad zonal)*. USAC.3p. -4 p.
10. MILLER, David M. *Ingeniería industrial e investigación de operaciones*.1a ed. México: Limusa, 1992, 427 p.
11. NIEBEL, Benjamin W.; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial de Niebel: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 13a ed. México: McGraw - Hill Interamericana, 2014.491 p.
12. TORRES, Sergio. *Control de la producción*. Edición 2016. Guatemala: c.cdapal, 2016. 28 p.
13. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Edición 2004. Guatemala: c.cdapal, 204. Págs. 95-122

APÉNDICES

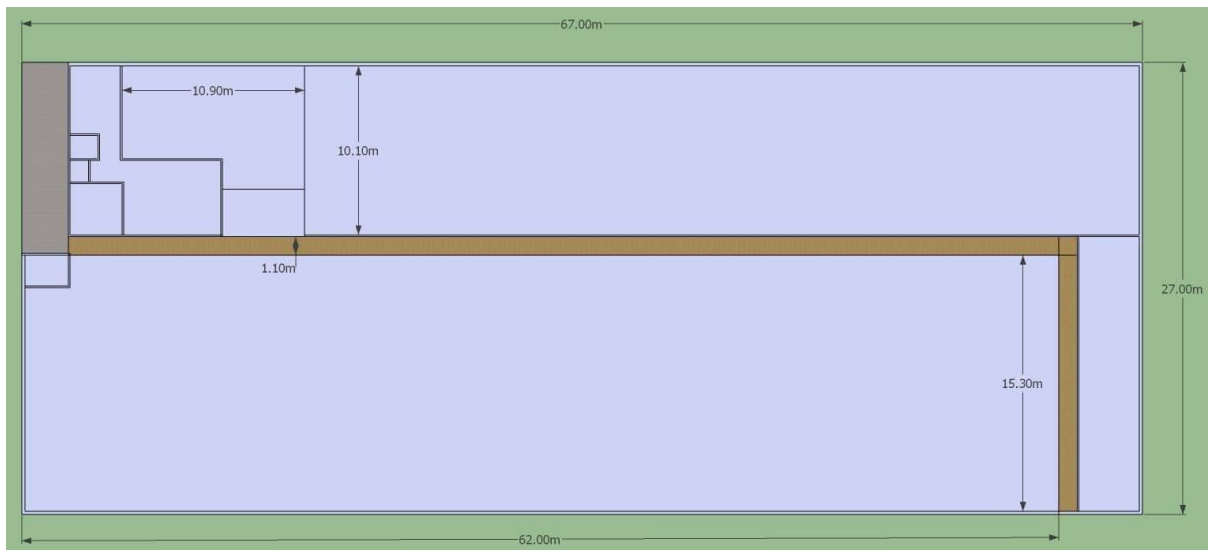
Apéndice 1. Resumen de factores utilizados

No.	Nombre	Factor
1	Tasa de clasificado	$0,9 \frac{\text{toneladas}}{\text{día} \times \text{trabajador}}$
2	Tasa de empaque de embaladora actual	$2,67 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora} \times \text{máquina}}$
3	Tasa de empaque de embaladora extra	$1,875 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora} \times \text{máquina}}$

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Medidas de la planta industrial



Fuente: CODIGUA.

