



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

**FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE DISPERSIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE
TINTAS DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA EN LA EMPRESA SIEGWERK S. A.**

Sinder Renato Rodríguez Miranda

Asesorado por el Ing. Edvin Arturo Nájera Reyes

Guatemala, enero de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE DISPERSIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE
TINTAS DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA EN LA EMPRESA SIEGWERK S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

SINDER RENATO RODRÍGUEZ MIRANDA

ASESORADO POR EL ING. EDVIN ARTURO NÁJERA REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Jurgen Andony Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
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:

FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE DISPERSIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE TINTAS DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA EN LA EMPRESA SIEGWERK S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 8 de julio de 2014.

Sinder Renato Rodríguez Miranda



REF.DIR.EMI.234.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE DISPERSIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE TINTAS DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA EN LA EMPRESA SIEGWERK S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Sinder Renato Rodríguez Miranda**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2016.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.131.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE DISPERSIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE TINTAS DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA EN LA EMPRESA SIEGWERK S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Sinder Renato Rodríguez Miranda**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Juan José Peralta Dardón
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 3405

Guatemala, septiembre de 2016.

/mgp

Guatemala Septiembre 2015

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

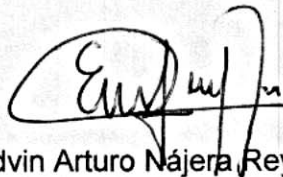
Facultad de Ingeniería

Respetable ingeniero Urquizú:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante SINDER RENATO RODRÍGUEZ MIRANDA con carnet No. : 2008-19063 titulado "**FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE DISPERSIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE TINTAS DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA EN LA EMPRESA SIEGWERK S.A.**", y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo. Por lo cual la apruebo.

Sin otro particular, me suscribo,

Atentamente,



Edvin Arturo Nájera Reyes

Ingeniero Mecánico Industrial

Asesor del trabajo

Edvin Arturo Nájera Reyes
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
COLEGIADO 3514

Universidad de San Carlos
de Guatemala

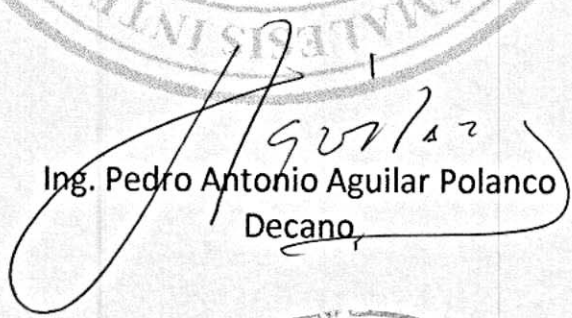


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 004.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE DISPERSIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE TINTAS DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA EN LA EMPRESA SIEGWERK S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Sinder Renato Rodríguez Miranda**, 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, enero de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser una importante influencia en mi carrera y en mis decisiones, a pesar de las situaciones difíciles.
Mis padres	Por apoyarme en cumplir mis sueños. Su apoyo y su amor serán siempre mi inspiración.
Mis hermanos	Por su cariño y comprensión durante el transcurso de la carrera.
Mis tíos y abuelita	Por el apoyo y aliento en momentos difíciles, y por ser soporte respecto a muchas ideas.
Mis primos	Por ser un apoyo constante y estar allí cuando fuera necesario.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Luis Orozco	Por apoyarme durante la idea del proyecto de investigación.
Personal de Siegwerk	Por estar siempre dispuestos a ayudarme durante todo el proceso de la investigación.
Amigos y compañeros de la Universidad	Por ser un apoyo constante durante todos estos años y esforzarnos juntos para salir adelante.
Ing. Edvin Nájera	Por su asesoría y disposición durante estos meses de guiarme durante el proyecto.
Profesores	Por sus conocimientos, consejos, confianza y formación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ESTUDIO DEL MERCADO	1
1.1. Necesidad del mercado	1
1.1.1. El servicio en el mercado.....	1
1.1.2. Área del mercado	3
1.2. Análisis de la demanda.....	4
1.2.1. Distribución geográfica del mercado.....	4
1.2.2. Comportamiento actual.....	6
1.2.3. Determinación de la curva de la demanda	7
1.2.4. Determinación de la demanda actual y futura.....	9
1.3. Análisis de la oferta	11
1.3.1. Análisis del sector industrial.....	11
1.3.2. Proyecciones de la oferta	14
1.4. Distribución del producto	15
2. ESTUDIO TÉCNICO	17
2.1. Características de las instalaciones	17
2.1.1. Ubicación Industrial	17

2.1.2.	Tamaño y requerimientos específicos de la planta.....	18
2.2.	Tipo y descripción de la nueva maquinaria	19
2.2.1.	Concepto de tamaño de cada máquina.....	20
2.2.2.	Variables determinantes del equipo	20
2.2.3.	Concepto de ubicación de la máquina	22
2.3.	Descripción de la planta	22
2.3.1.	Descripción de las instalaciones necesarias	22
2.3.2.	Descripción de la distribución de la planta a implementar.....	24
2.3.3.	Requerimiento de mano de obra	24
2.4.	Requerimiento de recursos	25
2.4.1.	Agua.....	25
2.4.2.	Energía eléctrica	26
2.4.3.	Combustible	26
2.5.	Ingeniería del proyecto.....	26
2.5.1.	Análisis del proyecto	27
2.5.2.	Detalles del proyecto.....	27
2.5.3.	Equipo y maquinaria.....	27
2.5.4.	Distribución de la planta	28
2.5.5.	Mantenimiento a aplicar	29
2.6.	Caracterización del servicio	30
2.6.1.	Ventajas que ofrece la nueva tecnología	30
2.6.2.	Ventajas competitivas de la tecnología	31
3.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO-LEGAL.....	33
3.1.	Requerimientos legales para las nuevas instalaciones y operaciones de la empresa	33

3.1.1.	Aspectos legales que favorecen o limitan el proceso.....	35
3.2.	Organigrama.....	37
3.2.1.	Administración.....	40
3.2.2.	Personal.....	40
3.2.3.	Sueldos.....	41
4.	ESTUDIO AMBIENTAL.....	43
4.1.	Manejo de desechos.....	43
4.1.1.	Desechos sólidos.....	44
4.1.2.	Desechos líquidos.....	44
4.2.	Ruido.....	45
4.3.	Control de plagas.....	50
4.4.	Medidas ecológicas.....	55
4.4.1.	Medidas de conservación.....	55
4.4.2.	Medidas de prevención.....	57
4.4.3.	Medidas de mitigación.....	58
4.4.4.	Medidas de compensación.....	58
5.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	61
5.1.	Crecimiento en el nivel de producción.....	61
5.2.	Oportunidad de crecimiento institucional.....	62
5.3.	Análisis de sensibilidad económica.....	62
5.4.	Costo de producción con el sistema instalado.....	63
5.4.1.	Materia prima.....	64
5.4.2.	Inmueble.....	65
5.4.3.	Equipamiento.....	67
5.5.	Insumos varios.....	67
5.5.1.	Agua.....	68

5.5.2.	Energía eléctrica	68
5.5.3.	Combustible	69
5.6.	Sueldos	69
5.6.1.	Mano de obra directa	70
5.6.2.	Mano de obra indirecta.....	71
5.7.	Mantenimiento.....	71
5.7.1.	Preventivo	72
5.7.2.	Correctivo	74
5.7.3.	Depreciaciones.....	76
5.8.	Gastos administrativos	77
6.	ESTUDIO FINANCIERO	79
6.1.	Costo total de operación e inversión inicial para implementación del sistema de dispersión.....	79
6.2.	Análisis de rentabilidad	81
6.2.1.	Indicadores de rentabilidad	81
6.2.1.1.	VPN.....	82
6.2.1.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	83
6.2.1.3.	Tasa beneficio/costo	85
6.3.	Proyección de ventas.....	86
6.4.	Análisis general de costos.....	87
6.4.1.	Costos fijos.....	87
6.4.2.	Costos variables.....	88
6.4.3.	Punto de equilibrio.....	88
6.5.	Proyección de pérdidas y ganancias.....	90
	CONCLUSIONES.....	93
	RECOMENDACIONES	95
	BIBLIOGRAFÍA.....	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Política de sustentabilidad.....	2
2.	Países donde trabaja Siegwark Centroamérica	5
3.	Producción de Siegwark 2013.....	8
4.	Ejemplo de curva de demanda.....	9
5.	Producción de Siegwark 2014.....	10
6.	Mercado abarcado de tintas en Guatemala	12
7.	Mapa de ubicación de la empresa	17
8.	Plano de la empresa Siegwark Centroamérica	18
9.	Recipientes de materia prima para producción	19
10.	Ejemplo de un funcionamiento similar de las propelas con los recipientes de mezclado.....	28
11.	Organigrama general de Siegwark.....	39
12.	Promedio del nivel de sonido	48
13.	Distribución del nivel sonoro	49
14.	Sonidos medidos y molestia producida	50
15.	Control de plagas propuesto para la empresa	51
16.	Plano del área de producción.....	66
17.	Cimentación de dispersores.....	66
18.	Proyección de ventas	87

TABLAS

I.	Producción de año 2013 y 2014 en Siegwark	14
----	---	----

II.	Sueldos y salarios.....	42
III.	Medidas de ruido	47
IV.	Nivel sonoro.....	48
V.	Nivel de molestia del ruido.....	49
VI.	Control y revisión del proveedor	54
VII.	Medidas de conservación	56
VIII.	Costo anual de materia prima.....	65
IX.	Costos de equipamiento	67
X.	Costo anual de otros materiales	68
XI.	Costo anual de energía eléctrica	69
XII.	Costo anual de la mano de obra directa	70
XIII.	Costo anual de mano de obra indirecta	71
XIV.	Costo anual de mantenimiento	72
XV.	Ficha de planificación de las medidas	74
XVI.	Ficha del personal involucrado	76
XVII.	Gastos administrativos.....	78
XVIII.	Gastos de ventas	79
XIX.	Gastos de operación.....	80
XX.	Inversión total empresa.....	80
XXI.	Flujo de efectivo (valores en quetzales).....	82
XXII.	Beneficio Costo.....	86
XXIII.	Total de costos e ingresos	89
XXIV.	Total de costos fijos y variables	90
XXV.	Proyección pérdidas y ganancias	91

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
kg	Kilogramo
Kw	Kilowatt
>	Mayor que
m	Metro
<	Menor que
”	Pulgadas
Ton	Tonelada

GLOSARIO

Albarán	Nota que firma la persona que recibe las mercancías dentro de una empresa.
Anilina	Compuesto químico utilizado para la fabricación de muchos productos, dentro de ellos productos químicos agrícolas, herbicidas, entre otros.
Flexografía	Es una técnica que utiliza placas flexibles en relieve para su impresión, con tintas que poseen una gran rapidez de secado.
Nitrilo	Es un compuesto químico utilizado para la fabricación de guantes por su adherencia tanto en seco como en húmedo. Protege las manos del personal de trabajo.
Propela	Es un elemento que permite la mezcla y dispersión de diferentes elementos líquidos dentro del área de producción.
Resina	Es un compuesto utilizado por sus propiedades químicas dentro del proceso de impresión flexográfico.

RESUMEN

En este proyecto, durante el desarrollo del capítulo 1, se muestra una descripción a grandes rasgos de la empresa, y cómo el mercado de tintas funciona y se desarrolla en el país, así como en ciertas partes de la región. Se toma como referencia el funcionamiento de Siegwert, explicando brevemente el comportamiento de los sectores industriales que influyen en esta empresa.

El capítulo 2 comprende una explicación del estudio técnico en el que se determina cuáles son las condiciones actuales de la empresa, en aspectos como: su distribución, el tipo de equipo que es utilizado para la fabricación de tintas y en qué partes de la empresa se localizan.

En los capítulos 3 y 4 se presentan los componentes legales-administrativos y ambientales que afectan al desarrollo de la empresa. También se ven los colaboradores que están involucrados en el proceso de transformación de la materia prima y los factores ambientales que se deben tomar en cuenta al tratarse de materiales químicos.

En los capítulos 5 y 6 se determina cuál será el monto de la inversión y financiamiento inicial del proyecto. Se ordena y cuantifica en valores monetarios los costos de operación, administración y producción, se analiza el punto de equilibrio, y se determinan los índices de rentabilidad con técnicas como la tasa interna de retorno y el valor presente neto.

OBJETIVOS

General

Determinar mediante un estudio de factibilidad y sus diferentes análisis, el uso de un sistema de dispersión para la fabricación de tintas de impresión flexográfica, determinando también si es viable la inversión.

Específicos

1. Definir los aspectos del mercado, legales y ambientales, que influirán en el proyecto para precisar si existe algún obstáculo en el desarrollo del mismo.
2. Disponer el proceso más apropiado para el funcionamiento de la planta, si es que se verá fuertemente afectada por el proyecto.
3. Describir los recursos económicos, humanos, entre otros, que serán necesarios para poder desarrollar el proyecto, demostrando que es o no viable económicamente, con técnicas que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.
4. Analizar costos fijos y variables que ayuden a la empresa a tomar la decisión de realizar o no la inversión.
5. Determinar si el proyecto será un proyecto rentable y viable para la empresa.

INTRODUCCIÓN

El estudio de factibilidad es un estudio que permite al investigador o investigadores poder determinar cuál será la mejor opción, o la metodología apropiada, para poder llevar a cabo un proyecto de desarrollo en una empresa o institución. En este caso se implementará en la empresa Siegwerk.

Las tintas de impresión flexográfica están compuestas por un vehículo líquido y un colorante, este último es el encargado de cómo lucirá la impresión total, en intensidad, aspecto y demás. También se utilizan resinas, pigmentos y otros tipos de sustratos para darle las características deseadas.

En Siegwerk, la demanda se ve afectada netamente por las ventas realizadas a las diferentes empresas de impresión flexográfica, tanto nacionales como internacionales, y su crecimiento está directamente ligado a ellas. Las tintas deben tener condiciones especiales, como la estabilidad frente al agua, preservación del rozamiento y demás, para no afectar su composición y desempeño al momento de utilizarlas.

Es importante seleccionar la opción adecuada entre los elementos posibles para su fabricación: solventes, controles de viscosidad, evitar contaminación entre las tintas del área de prensa, sellos, polvo, entre otros. Siegwerk se plantea la posibilidad de producir en una mayor cantidad de tinta. Con la investigación se desea conocer qué porcentaje de productividad y desarrollo tendrá la planta y cómo este nuevo sistema podría solventar su necesidad.

1. ESTUDIO DEL MERCADO

1.1. Necesidad del mercado

La demanda de tintas de impresión flexográfica ha tenido un aumento en los últimos años, y son este aumento creciente y la demanda constante de los productos los aspectos que convierten a Siegwark en una empresa enfocada en la venta de tintas para el mercado.

1.1.1. El servicio en el mercado

Siegwerk es una empresa alemana, poseedora de varias sedes a lo largo del continente. Provee tintas que sirven para la impresión de publicaciones, envases, entre otros, siendo utilizadas mayormente las tintas de impresión flexográfica.

Estas tintas cumplen rigurosos estándares de calidad que son proporcionados por la compañía (cuya casa matriz se localiza en Alemania), y se utilizan así estas especificaciones para poder proveer un servicio apropiado en cualquier parte del mundo, logrando mantener la calidad en sus productos.

En Guatemala la producción de tintas está enfocada en poder satisfacer las necesidades del cliente. Además de esto, se proporciona el asesoramiento necesario y calificado por parte de la empresa para poder solventar cualquier duda o inconveniente que pudiera surgir en el uso adecuado de los productos adquiridos, respecto a las reacciones con otros químicos o algún tipo de error respecto a su aplicación en las diferentes compañías.

A su vez, la empresa cuenta con una independencia de capital privado, que se centra en una producción cada vez más limpia, eficaz y sostenible. Esto permite crear una fuerte relación con los clientes, lo que lleva a mejorar cada vez más la calidad del servicio y, consecuentemente, una mayor cantidad de usuarios de los productos.

Se cuenta con valores muy importantes dentro de la organización: calidad, responsabilidad, mentalidad abierta, previsión, dedicación, logrando así un desarrollo que hace que su éxito sea cada vez mayor, ya que se trabaja de cerca con los clientes y se obtiene así una identidad que permite diferenciar el trabajo y la pasión que caracterizan la empresa.

Figura 1. **Política de sustentabilidad**



Fuente: Siegwark.

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358049/AVA/Entorno_de_conocimientoContenido_del_Curso/Referencias_Complementarias/Lectura_presaberes.pdf. 2015.

Cabe mencionar que dentro de la empresa se manejan tintas que en un 90 % contienen materias primas de origen vegetal, las cuales han sido desarrolladas por el equipo de trabajo en sus diferentes instalaciones. Esto lleva a que sus productos aporten una clara ventaja competitiva frente a otras empresas, por ejemplo el uso de pigmentos y materias primas naturales para la producción de tintas.

Debido a que el concepto de sustentabilidad (muy aplicado en las políticas de las empresas desde hace años) es mejorado constantemente, y el hecho de ser estos productos más benignos al ambiente, resultan ser una mejor opción para la industria mundial, ya que no solo se provee el servicio de asesoramiento correspondiente sino que se promueve un uso responsable de los recursos.

Se observa entonces que este cuidado que se tiene con las normas internacionales y nacionales, que regulan el uso de los químicos utilizados para la producción y distribución en el país, es importante en cuanto a la medida en que son aplicadas y utilizadas las mismas.

Primordialmente se le da atención a los desperdicios producidos durante el proceso de creación de las tintas, y poco a poco se procura que deben ser cada vez menos dañinas al ambiente, no solo para el cuidado del mismo, sino para evitar cualquier tipo de contaminación que pudiera afectar las áreas aledañas a la empresa y los ríos locales.

1.1.2. Área del mercado

La producción de tintas de Siegwark en el país está fuertemente enfocada a muchas empresas grandes que utilizan el producto para desarrollar y empaquetar artículos de consumo masivo, por ende, la calidad debe estar a la

vanguardia de innovaciones y mejoras continuas, condición vital para mantener la buena relación con las empresas proveedoras y distribuidoras, con el fin de lograr ser la empresa elegida para proveer la tinta necesaria en el futuro.

Esto, sin embargo, no quiere decir que no se produzca a un nivel menor, ni para una empresa de menor tamaño que requiera pedidos más pequeños de tintas, pero la producción tiene una mayor presencia en pedidos más voluminosos, debido a la alta demanda en el mercado de los productos de estas empresas grandes y sus diferentes productos. La central que reside en el país tiene un porcentaje alto de producción local, dirigido a empresas como CEMSA, Polytec, EMUSA y TechnoFilms. Sin embargo, esta producción no es solamente para un mercado local, sino que es también para la exportación a empresas como Fulltac (que distribuye a países como El Salvador, Honduras y Nicaragua), Plásticos del Caribe, Plastigol S. A., entre otras, y para ser enviada como exportación a otros países de Centroamérica y el Caribe.

1.2. Análisis de la demanda

Si se parte del concepto de que la demanda tiene una tendencia decreciente es importante contar con las mejores técnicas para aumentar el consumo por parte de los consumidores.

1.2.1. Distribución geográfica del mercado

Como se observa en la imagen 2 a continuación, la distribución del mercado de la empresa no se limita exclusivamente a la producción dentro de Guatemala, como un productor local e interno, sino que parte de la producción es enviada a otros países dentro de la región, dentro de los cuales pueden

mencionarse los siguientes: Costa Rica, República Dominicana, Nicaragua, El Salvador, Honduras y Panamá.

Figura 2. Países donde trabaja Siegwark Centroamérica



Fuente: elaboración propia.

Esta producción puede ser de colores fijos o de blancos, y es esta última que se realiza en Guatemala, mezclando los diferentes componentes que se requieren para obtener la materia deseada (pigmentos, solventes, barnices, etcétera), mientras que los otros colores vienen ya prefabricados en otras sedes, y solo es realizada la mezcla de todos los componentes dentro de la empresa para obtener el color (o los colores) que ha solicitado el cliente.

1.2.2. Comportamiento actual

La empresa provee distintos tipos de productos dentro de los cuales se pueden observar los blancos, barnices, tintas a base de agua, tintas a base de solvente, *extender*, entre otros. Estos son utilizados para la fabricación de empaques de uso en la industria, una serie de envases (recipientes para diferentes productos, vasos), materiales que son utilizados para los restaurantes, o empaques para guardar alimentos de distintas marcas y empresas.

Los clientes de Siegwark (por ejemplo Polytec), utilizan mucho los productos en la fabricación de empaques de regalos, bolsas para basura, entre otros. Sin embargo, la impresión flexográfica no está limitada a este tipo de productos solamente, sino que puede ser utilizada además para imprimir cartón corrugado, *films* de plástico, cartón plegadizo, servilletas, periódicos, empaques de chips y demás. Se puede ver entonces que la producción de tintas es un mercado que va en aumento en el país, y las empresas buscan cada vez más los productos de calidad para satisfacer sus demandas de producción, y la impresión flexográfica puede ser utilizada para este fin.

La producción ha disminuido debido a que está ingresando más producto terminado proveniente de México y de los Estados Unidos, siempre de parte de la empresa Siegwark. Los reportes llevados a cabo son de las producciones en sí, no de lo que es recibido en toneles que solamente es empacado, lo cual no es tomado en cuenta como una producción.

Durante el proceso existe un desgaste físico y de tiempo, pero este es mucho más grande cuando se realiza un producto partiendo desde cero, como es la producción de barnices. Existe una línea que es producida en este

momento en Guatemala, sin embargo, será sustituida por otra que se traslada desde México, para lo cual se esperan las especificaciones de fabricación.

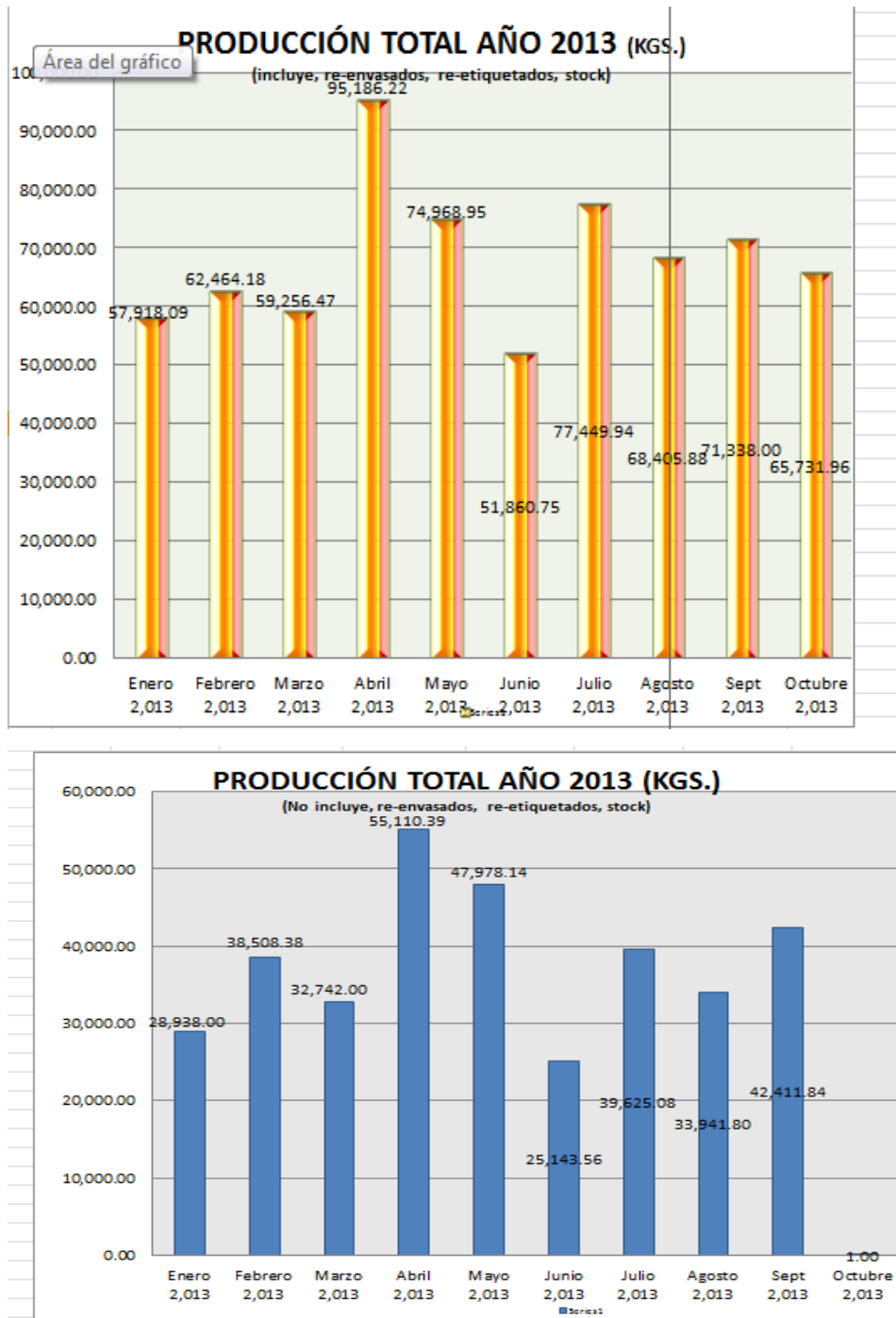
Dentro de los procesos que deben realizarse con la nueva línea, Siegwerk Guatemala debe ser capaz de igualar concentraciones, viscosidad y demás propiedades de la tinta. Mientras este proyecto sea finalizado y enviado en su totalidad al área de tecnología, se producirá en la sede de Guatemala.

1.2.3. Determinación de la curva de la demanda

La demanda permite determinar la necesidad de un bien o servicio a lo largo del tiempo, siendo este un servicio o un producto (como es el caso de la empresa Siegwerk que vende las tintas de impresión flexográfica). Con cierto mercado establecido, esta demanda se tornará más o menos estable, y se basará así en la ley de la demanda, que establece que, manteniéndose todo lo demás constante, la cantidad demandada de un bien disminuye cuando el precio de ese bien aumenta.

A continuación pueden verse dos imágenes que muestran cómo se desarrollar la producción en la empresa Siegwerk:

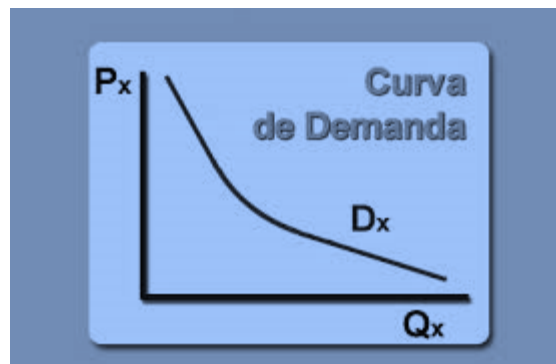
Figura 3. Producción de Siegwark 2013



Fuente: Siegwark. Producción. 2013

Esta demanda se ve afectada por valores que contemplan otras cosas aparte del precio, y debido a que no es una demanda perfecta a causa de que no todos los factores son constantes durante todo el proceso. La variación en los precios de los insumos crea una variabilidad que, aunque se mantienen los precios, los cambios en la oferta, las situaciones económicas internas (reproceso, cambios en las fórmulas químicas, cambio de personal) y externas a la empresa (cambios políticos, modificaciones de leyes, cambio de la localización de la empresa, desastres naturales) hacen que esta no tenga una trayectoria ascendente perfecta como se ve a continuación:

Figura 4. **Ejemplo de curva de demanda**

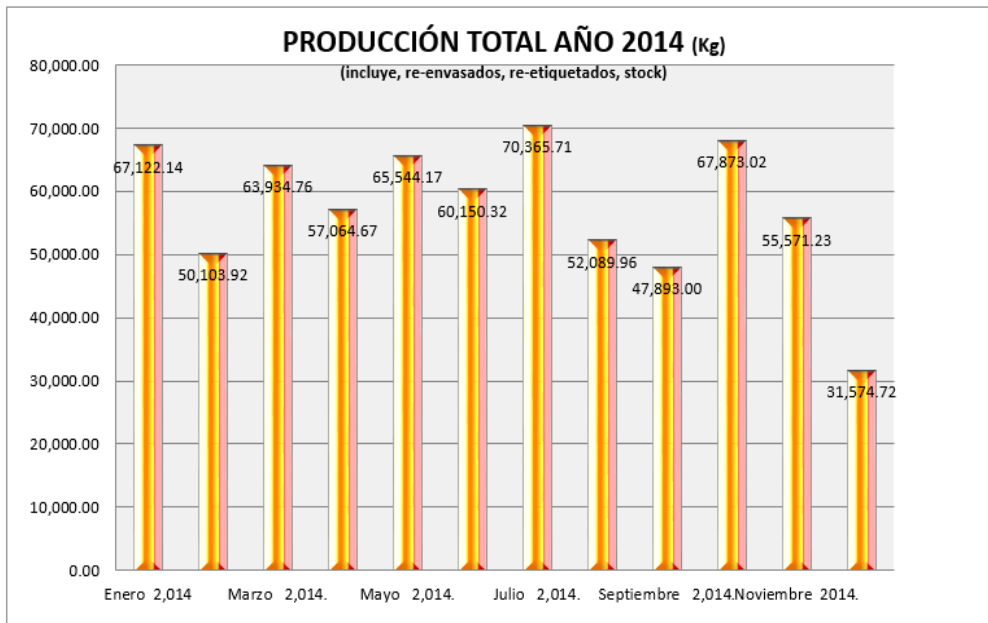
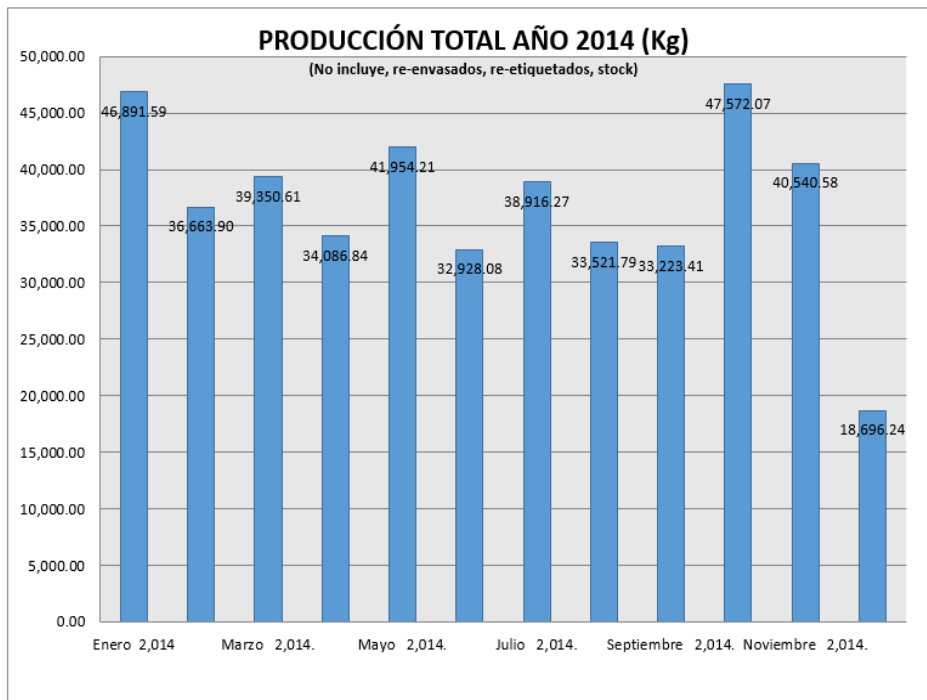


Fuente. elaboración propia, empleando el programa Paint.

1.2.4. **Determinación de la demanda actual y futura**

Si se observa detenidamente la gráfica del año 2014 en la página siguiente, puede verse cuál ha sido la diferencia respecto al comportamiento de la demanda de producción en los meses del año 2013:

Figura 5. Producción de Siegwark 2014



Fuente: Siegwark. Producción. 2014

Por consiguiente, se sabe que existe un aumento en la cantidad demandada del producto respecto a la variación de los años, así que se puede determinar con base en estos valores que la cantidad esperada de producción en los años siguientes irá en aumento. Sin embargo, esta cantidad esperada no será cien por ciento segura, ya que pueden surgir causas que justifiquen otro resultado en la producción del resto de meses.

1.3. Análisis de la oferta

La oferta en el mercado posee un comportamiento creciente debido al aumento de empresas sustitutas y esto debe contrarrestarse con mejora en el servicio y calidad de las tintas producidas.

1.3.1. Análisis del sector industrial

La oferta desarrollada en el mercado es el resultado de las pequeñas o grandes influencias de todas las ofertas individuales de los pequeños y grandes consumidores, y estas ofertas están distribuidas a su vez según cómo el mercado va evolucionando. De esta manera se van creando nuevas empresas en la región, en donde mercados que no eran tomados son abarcados y empresas ya existentes comienzan a tomar un nuevo espacio en la compra y venta de servicios y/o productos.

El competidor más fuerte de la empresa es SunChemical, porque tiene ciertas similitudes en su producción, sin embargo, aunque otras empresas dan costos más económicos, lo que se busca dentro de la producción de tintas en Siegwark no solo es su aspecto estético, sino que con la seguridad, tanto para los operarios y los productores de la tinta como para los consumidores, a lo cual ayuda un departamento llamado PSR (Product-Safety-Resource).

Mucha de la tinta producida es para el empaque de alimentos, entonces toda la materia prima, incluyendo los solventes como el etanol, es revisada por la casa matriz en Alemania, con un código global, y éste código dona el aval de la casa matriz que quiere decir que han revisado las fichas técnicas, las fórmulas de la materia (ya sea que sea intercompañía, o a través de terceros), algunas resinas, pigmentos del blanco, entre otros aspectos. Y con todo esto se da la garantía a los clientes de que los productos son apropiados para ser utilizados para los fines que son promocionados.

Las tintas tienen los porcentajes adecuados de solventes, y los solventes más adecuados, y si se realizara un estudio de cromatografía de las tintas, no se encontrará tolueno, debido a que este compuesto es cancerígeno, y si es utilizado para impresión de recipientes como costales y entra en contacto con granos, puede derivar en un daño a los consumidores finales.

Figura 6. **Mercado abarcado de tintas en Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico, el dominio del mercado de las ventas se ve dominado por 3 empresas, las cuales tienen la preferencia de consumo de sus productos frente a otras; sin embargo, esto radica en algunas circunstancias como:

- Los precios de los factores:

Todos los factores influyentes en la producción de las tintas tienen una variación enorme debido a que las materias primas utilizadas para poder fabricar los productos poseen su propia demanda y oferta, y cuando una de estas sube o baja, este cambio indudablemente influye en los precios del producto total. Además, los productores de las materias primas tienen entre sus productos cambios en la manera de producir, y esto influye consecuentemente en el resultado de la materia prima que altera los valores, por ejemplo, de las partículas que existen en la pintura al momento de ser dispersadas.

- La tecnología:

Con los nuevos adelantos, estudios e investigaciones, el uso de la mejor tecnología crea una diferencia considerable; se pueden reducir los tiempos de fabricación, y con este ahorro de tiempo de producción se puede ganar mucho espacio con nuevos clientes, ya que se les facilita el producto en menor tiempo y teniendo la mejor calidad de los productos.

- Expectativas y número de vendedores:

Los clientes no suelen ver el proceso a gran escala, simplemente utilizan los productos y juzgan según los resultados obtenidos con los mismos, por lo que la empresa con un sistema más eficiente, sabe que se puede producir de

una mejor manera, evitando la alteración o deterioro de las tintas, siendo esta una característica especial por la que la empresa puede ganar en ventas respecto a las otras.

1.3.2. Proyecciones de la oferta

Una vez que se han podido concretar las nociones de lo que es la oferta, es muy importante observar cómo ha sido su comportamiento a través del tiempo, para poder inferir cómo se comportará de ahora en adelante y adecuar los métodos de producción dentro de la empresa.

Tabla I. **Producción de año 2013 y 2014 en Siegwerk**

	Año 2013	Acumulado	Año 2014	Acumulado
Enero	5 791 809,00	5 791 809,00	71 631,14	71 631,14
Febrero	62 464,18	5 854 273,18	62 421,52	134 052,66
Marzo	59 256,47	5 913 529,65	76 544,49	210 597,15
Abril	95 186,22	6 008 715,87	69 473,12	280 070,27
Mayo	74 968,95	6 083 684,82		
Junio	51 860,75	6 135 545,57		
Julio	77 449,94	6 212 995,51		
Agosto	68 405,88	6 281 401,39		
Septiembre	71 338,00	6 352 739,39		
Octubre	65 731,96	6 418 471,35		

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior se puede observar que el crecimiento de la producción a lo largo de los meses no ha sido constante, puesto que en unos meses la oferta respecto al año anterior se ha incrementado, mientras que en otros meses esta ha disminuido notablemente hasta el mes de abril, ya que la producción de mayo aún no ha sido completada, y no se tiene el dato exacto.

Al ver el comportamiento se puede apreciar que los pedidos de los productos han ido creciendo sustentablemente, por lo que se puede determinar que existe una oportunidad de negocio al invertir en la mejora de los procesos de producción, así como en la mejora de la calidad. Por esta razón, el emplear recursos para mejorar esta oferta requiere una serie de elementos que permitirán tener no solo una producción más eficiente, sino tomar las medidas necesarias para poder ser una empresa competitiva y poder abarcar mucho más mercado del que se abarca actualmente.

1.4. Distribución del producto

La distribución que se realiza con los productos conlleva la manera en que estos son trasladados desde su punto de producción en la central, hacia el cliente final en donde este se encuentre localizado, es decir hacia empresas que requieren del producto para continuar su producción. Lo primero en este aspecto es determinar qué tipo de canal de distribución se elegirá para poder distribuir el producto; si este será un canal de distribución directo o un canal de distribución indirecto. La empresa cuenta con camiones para uso propio, por lo que el canal elegido es uno de distribución directa.

Se utilizan 3 camiones para distribución local del producto, para las exportaciones se recolecta el producto directamente en bodega, en la empresa. Si el producto demandado es de una cantidad menor, puede ser llevado a una almacenadora o algún lugar de carga para que sean estas empresas las encargadas de llevar el producto. Si es una cantidad grande, se llenan contenedores de doce toneladas para exportarlo.

Poseer un canal de distribución directo lleva muchas ventajas respecto a uno indirecto. Cabe mencionar que al poder ser la empresa la que distribuye su

propio producto, asegura la calidad del mismo al momento de ser entregado, y garantiza que este ha llegado sin ningún problema al cliente. Otra ventaja de utilizar este tipo de canales que se puede tener un contacto más cercano con el cliente, en el que se puede diagnosticar su nivel de satisfacción o disconformidad por algún inconveniente que haya podido surgir con el producto, pues al ser corregido inmediatamente se establece una mejor relación, y el cliente percibirá una mejora en el servicio, lo cual supone un cliente que solicitará más a esta empresa por su atención apropiada.

2. ESTUDIO TÉCNICO

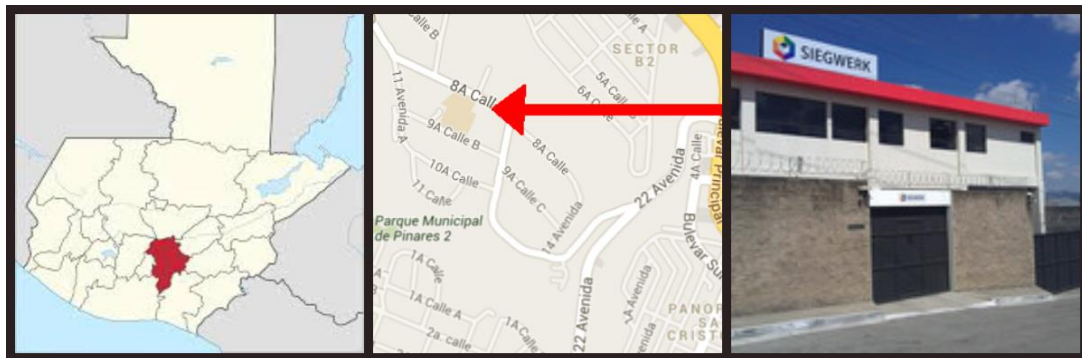
2.1. Características de las instalaciones

La empresa cuenta con maquinaria y equipo necesario para laborar y producir las tintas de impresión flexográfica, así como con infraestructura de primera categoría que garantiza una producción eficiente y eficaz.

2.1.1. Ubicación Industrial

La empresa Siegwerk Centroamérica S. A. se encuentra localizada en el municipio de Mixco, específicamente en la zona 8, con dirección 8va calle, 13-63, Granjas de San Cristóbal, Guatemala, Centro América. Está solamente a pocos kilómetros de la Ciudad Capital, por lo que no supone un problema para la distribución de los productos en la región.

Figura 7. Mapa de ubicación de la empresa

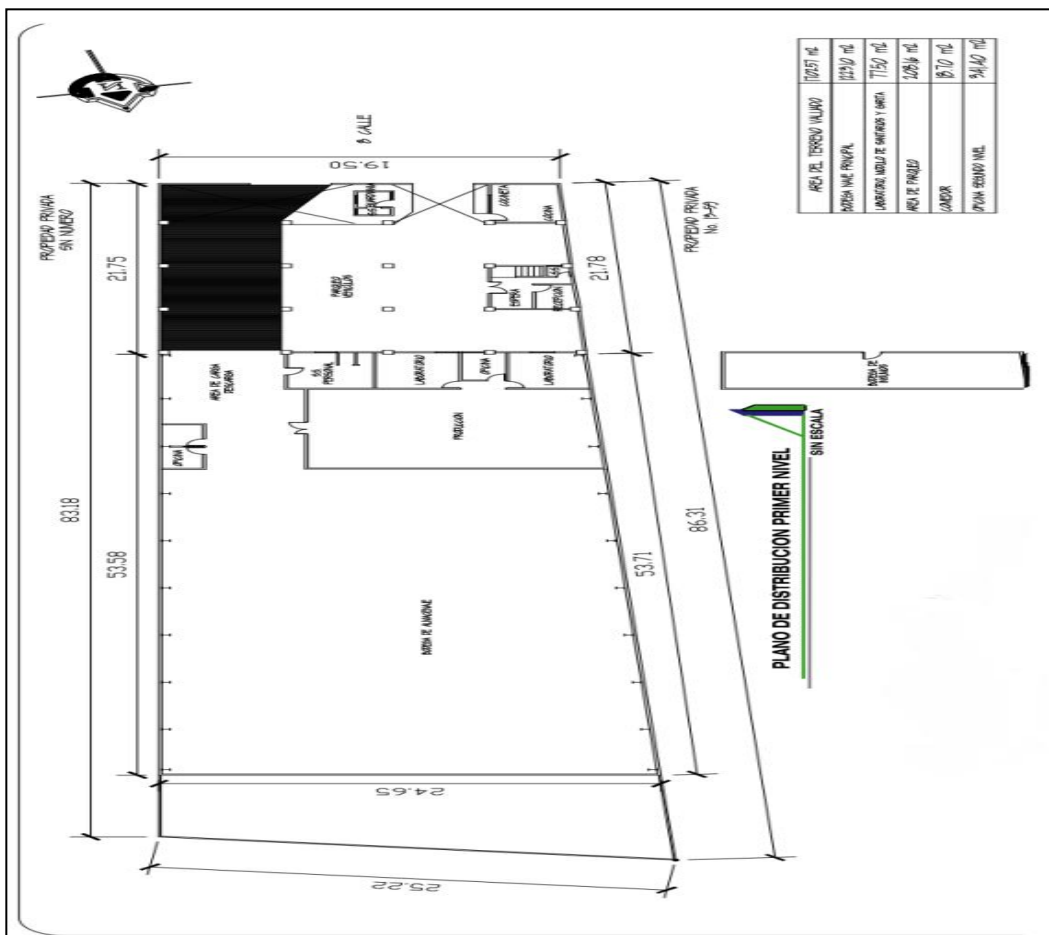


Fuente. elaboración propia.

2.1.2. Tamaño y requerimientos específicos de la planta

La empresa es una construcción de primera categoría, su estructura está principalmente formada por marcos de concreto armado y relleno de hormigón. Los muros exteriores e interiores tienen un cernido en su superficie que les marca un acabado de gran calidad, así como pisos con azulejos dentro de las instalaciones.

Figura 8. Plano de la empresa Siegwerk Centroamérica



Fuente: Valuarq S.A. Avalúo de Siegwerk, archivo. 2013.

Dentro de la empresa se cuenta con los dispositivos necesarios para la producción, los colaboradores poseen el equipo de seguridad adecuado, así como áreas destinadas para cada labor, separadas de forma específica para un mejor control y manejo de las mismas, evitando cualquier tipo de riesgo como se observa en las imágenes a continuación:

Figura 9. **Recipientes de materia prima para producción**



Fuente: elaboración propia.

2.2. Tipo y descripción de la nueva maquinaria

La nueva maquinaria dispondrá de mecanismos que permitan obtener una producción más eficiente aumentando el volumen de producción de blancos, o de la tinta que se desee producir.

2.2.1. Concepto de tamaño de cada máquina

La maquinaria consta de un sistema de dispersión que debe poseer todas las características necesarias para poder satisfacer las necesidades de la empresa. Esta debe contar con un área específica para poder trabajar dentro del área de producción.

Las máquinas utilizadas actualmente son sistemas dispersores que operan a una potencia de diez caballos de fuerza, utilizando a su vez propelas de corte, que son necesarias para poder realizar la dispersión de las partículas dentro de la pintura. La máquina opera además con motores de acero inoxidable, con precisión de revoluciones de entre cero y dos mil setecientas revoluciones por minuto, y requieren una capacidad de energía eléctrica de cuarenta voltios, para lo cual tienen las conexiones realizadas en la pared para poder tener el suministro necesario de corriente eléctrica.

2.2.2. Variables determinantes del equipo

Se expone lo que el cambio de esta nueva máquina supone para la planta, ya que por su tamaño y sus usos, esta consume de manera diferente los recursos. Dentro de las características fundamentales de su diseño se encuentran:

- Tamaño de la olla de mezclado:

Por su tamaño, las ollas utilizadas actualmente en la empresa cuentan con una capacidad de producción de hasta una tonelada por olla. Son utilizadas para producciones grandes de pedidos a empresas mayoritarias, sin embargo la capacidad de producción se ve reducida, y se debe hacer un cambio para poder

ser capaces de producir en mayor cantidad lo que se necesita para la orden de producción.

- Tamaño del motor a utilizar para la dispersión:

Debido a que los motores actuales tienen cada uno un voltaje aproximado de 230 voltios, al implementar el nuevo sistema se debe verificar que la planta pueda satisfacer las necesidades energéticas, por lo cual al saber que el modelo VT 130H9 U 4110 puede ser el ideal para poder cumplir con la meta de poder aumentar la producción, tanto en tiempo de entrega como en el tiempo de dispersión y entrega, debe atenderse también la cuestión de la energía.

- Área a utilizar para el nuevo sistema:

En el área de producción y mezclado, la empresa cuenta con un espacio reducido, en el cual las materias primas (solventes, tintas, entre otros), máquinas y personal son utilizados solamente lo necesario para realizar el proceso de producción, y el resto de materias primas que se llegan a utilizar son almacenadas en un espacio aparte para poder tener la mayor capacidad de movimiento en el lugar.

El tener exclusivamente los materiales que se necesitan para la producción crea un ambiente en el que se puede mejorar no solo en las prácticas de manufactura, sino que en las normas estandarizadas de producción, para las que se tengan límites de seguridad y medidas que ayuden a los colaboradores a poder desempeñar de una mejor forma su labor.

2.2.3. Concepto de ubicación de la máquina

La maquinaria debe estar colocada en un área acorde para poder hacer uso de ella, por ejemplo en el lugar donde están las otras máquinas de dispersión, para mayor comodidad y facilidad de producción. Debe cumplir con todas las normas básicas que sean necesarias para poder garantizar la seguridad, no sólo de la producción sino también del personal que estará trabajando con este nuevo equipo.

2.3. Descripción de la planta

La planta de producción se encuentra en la zona 8 de Mixco y tiene dentro de sus instalaciones espacios como bodegas, laboratorios, áreas de parqueo y demás, las cuales son descritas más adelante.

2.3.1. Descripción de las instalaciones necesarias

- Bodega o nave principal:

Construida con muros de *block* visto con estructura metálica de alma llena y cubierta de lámina troquelada. Piso de torta de concreto, puertas y portones de metal, sin ventanas; instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas ocultas y adecuadas. Ocupa un área aproximada 1230,00 m².

- Laboratorios, módulo de sanitarios y garita:

Construidos con muros de *block* visto con pintura y azulejo como acabado final, entepiso de losa de concreto reforzada y piso de torta de

cemento; instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias ocultas y adecuadas. Ocupa un área aproximada de 77,50 m².

- Área de parqueo techado:

Construido con columnas de concreto, entrepiso de losa de concreto prefabricada de moldes LK, piso de torta de concreto, sin puertas ni ventanas. Instalaciones eléctricas e hidráulicas ocultas y adecuadas. Ocupa un área aproximada 208,16 m².

- Comedor:

Construido con muros de *block* visto con pintura como acabado final, techo de estructura metálica con cubierta de lámina de asbesto cemento y piso de torta de cemento; instalaciones eléctricas e hidráulicas ocultas y adecuadas. Ocupa un área aproximada de 18,70 m².

- Oficinas en segundo nivel:

Construido con muros de mampostería con repello y cernido como acabado final, techo de losa de concreto prefabricada de moldes LK, piso cerámico, puertas de metal y ventanas de aluminio con vidrio; instalaciones eléctricas e hidráulicas ocultas y adecuadas. Ocupa un área aproximada 341,40 m².

2.3.2. Descripción de la distribución de la planta a implementar

Para poder ser capaces de diseñar la distribución interna en la planta, se debe tomar en cuenta que se necesitará hacer una configuración de los departamentos o de las áreas que se piensa utilizar si se implementa una nueva maquinaria, así como de las máquinas existentes en el lugar o cualquier parte que pertenezca al área donde se lleva a cabo el proceso de producción. Se debe hacer uso de algún método de distribución de planta. Estos son los más utilizados:

- Distribución orientada hacia el proceso
- Distribución orientada hacia los productos
- Distribución de posición fija

Entre estos se debe escoger el que más convenga a la empresa y con base en este poder realizar los cálculos necesarios para poder satisfacer la capacidad de producción deseada.

2.3.3. Requerimiento de mano de obra

Cada empresa o comunidad posee ciertas características en cuanto al precio de la mano de obra, pues estos datos varían respecto a las habilidades de las personas. La calidad de la mano de obra en cada lugar debe ser analizada a fondo para poder obtener un perfil y determinar si existen las destrezas necesarias en el mercado, para así poder separar la mano calificada de la no calificada.

Dentro de la planificación de la empresa se deberá establecer si es necesario hacer una nueva cimentación o si las instalaciones actuales cumplen con las condiciones mínimas para seguirse utilizando. También se debe determinar si existe el personal adecuado en el país para poder realizar las nuevas instalaciones del equipo dentro de la empresa, siendo esta última la encargada de realizar dicha decisión.

2.4. Requerimiento de recursos

Dentro de los mismos recursos debe tenerse en consideración que para desarrollar cualquier parte del proyecto, estas fases deben estar previamente aprobadas por la junta directiva, o jefes a cargo del proyecto. Debe hacerse un presupuesto y agotar las fuentes de cotizaciones, para determinar qué opción de proveedor de material es la más conveniente si existieran varios, o si fuera necesario importar la maquinaria al país (en caso de que ninguna empresa local pudiera proveer el equipo necesario).

2.4.1. Agua

El agua es un elemento necesario en toda actividad humana e industrial, teniendo áreas que utilizan mucho más este recurso que otras dentro de la planta. El agua es utilizada para la fabricación de tintas que utilizan dentro de su composición, como base, el agua. Este tipo de tintas son utilizadas para imprimir materiales considerados como “corrugados”, que son de amplia variedad y gran uso dentro de la industria de empresas que utilizan este producto final. En Siegwark el agua es utilizada además para la limpieza de áreas comunes, baños y cierto equipo. Sin embargo, dentro del área de producción la limpieza es realizada propiamente con solvente, debido a que el

área ensuciada es tinta seca y esta no es posible removerla solamente con agua y jabón.

2.4.2. Energía eléctrica

En las plantas industriales la energía eléctrica es de mucha importancia, y Siegwark no es la excepción, puesto que es necesaria para poder desarrollar su producción diariamente. En el país se cuenta con un aprovisionamiento de fluido eléctrico que es generado por las compañías de electricidad. Es utilizado este servicio debido a su costo reducido en contra de una planta que genere su propia energía eléctrica, ya que esto elevaría sus costos enormemente, y se requeriría además de una inversión inicial considerable para poder utilizarla dentro de las instalaciones.

2.4.3. Combustible

Tener en almacenamiento las provisiones necesarias es importante para poder operar la maquinaria de la planta. Además es importante que este combustible se encuentre alejado de las personas y deberían existir ductos o tuberías por las cuales este sea transportado hacia la máquina que lo necesite. Entre los combustibles, la gasolina es el más utilizado y se emplea en el funcionamiento de equipos de calefacción, quemadores grandes y en el transporte de vehículos.

2.5. Ingeniería del proyecto

Esta área es la encargada de tratar todo lo que involucre al funcionamiento e instalaciones de la planta, tomando en cuenta los procesos, el tipo de maquinaria utilizada, y las estructuras legales y administrativas.

2.5.1. Análisis del proyecto

La empresa se verá beneficiada por este proyecto, debido a su impacto en el nivel de producción y atención al cliente, ya que por medio de la mejora en tiempos de fabricación se pueden generar aperturas a nuevos mercados que no habían sido explotados por la empresa. Mediante un correcto manejo de recursos y una aprobación pronta del proyecto, la empresa podría comenzar a generar mucho más ganancias y desarrollar un potencial más grande del que se genera actualmente.

2.5.2. Detalles del proyecto

El proyecto será supervisado por los responsables de las áreas involucradas y llevará una revisión periódica del gerente general para corroborar el progreso y desarrollo del mismo. Este vigilará que siempre se esté cumpliendo con las especificaciones que detallen los estándares de calidad de la empresa, y que se mantenga el cuidado de no dañar ni perjudicar el proceso actual de producción.

2.5.3. Equipo y maquinaria

Como fue mencionado anteriormente, las máquinas deben cumplir con ciertas especificaciones que permiten que las tintas y demás productos fabricados por la empresa sean de calidad y se pueda garantizar la misma. Dentro de las especificaciones o características puede encontrarse que el diámetro de la propela y el diámetro del recipiente deben tener una relación en cuanto a la posición que existe entre ellos, una vez colocados en el dispersor.

Figura 10. **Ejemplo de un funcionamiento similar de las propelas con los recipientes de mezclado**



Fuente. *Funcionamiento de propelas*. www.yamato-usa.com.2014

El radio que existe dentro del recipiente que se esté conteniendo debe ser el mismo que existe de la base de los tambos a las ollas de mezclado para arriba. Estos sistemas integrados deben considerarse para poder obtener un producto uniforme y que este pueda cumplir con las especificaciones de producción.

2.5.4. Distribución de la planta

Dentro del mapa de Siegwark se observa que la planta tiene dentro de sus posibilidades una reacomodación, por lo que falta determinar el diagrama de flujo de la planta para poder optimizar el movimiento de las personas y el desempeño de producción, para así ahorrar costos y materiales.

2.5.5. Mantenimiento a aplicar

En el programa de mantenimiento los operadores y supervisores del área deben ser los encargados de notificar y avisar por el medio correspondiente cualquier anomalía o imperfecto que surja durante la operación de la máquina.

- Responsables

En la empresa el encargado de mantenimiento o el encargado del área será el que deba realizar el mantenimiento que ha sido solicitado, ya sea mediante una boleta o directamente con el encargado o jefe de área. Una vez esta solicitud ha sido realizada, se procederá a corroborar el fallo o arreglo para poder planificar el trabajo a realizar, tomando en cuenta el nivel de producción, por si es imprescindible que la máquina cese su funcionamiento para poder tener todas las medidas necesarias y así garantizar también la seguridad del personal a cargo de la máquina, y el funcionamiento de los otros equipos continuos.

- Método

Si se trata de un servicio que deba ser realizado por un personal externo a la empresa, este deberá ser acompañado por el encargado de la labor, y deberá notificar al jefe de área para poder proceder a su reparación o mantenimiento. El responsable de realizar el proceso hará una inspección para cerciorarse de que el fallo indudablemente ocurre en el lugar indicado y si no existe algún otro desperfecto en la máquina para proceder a repararlo. Si las piezas requirieron algún cambio, podrá buscarse si existe una de repuesto en el inventario. Una vez finalizado el trabajo ejecutado será informado el responsable del área, así como el operario encargado de la máquina, para

poder realizar las pruebas correspondientes y ratificar que la máquina funciona sin ningún inconveniente. Se limpiará el área de trabajo utilizada para el mantenimiento o reparación de la máquina y se realizará un informe en el que se registre el trabajo hecho, así como los costos para una consulta futura. Los datos que debe llevar este informe son:

- Fecha de realizado el trabajo
- Hora de inicio
- Hora final
- Un listado de repuestos utilizados
- Tarea realizada
- Herramientas utilizadas
- Costos y reparaciones de emergencia
- Tiempo improductivo por fallas
- Modificaciones ejecutadas a los equipos o sistemas

2.6. Caracterización del servicio

La caracterización profundiza en cuanto a determinar las propiedades que hacen competitivas las tintas dentro del mercado frente a otras compañías, determinando su aceptación o penetración más alta o más baja en el mercado.

2.6.1. Ventajas que ofrece la nueva tecnología

Implementar un nuevo sistema de dispersión supone una mejora en el proceso de producción. Esto se debe a que la producción actual debe recurrir a dos sistemas de dispersión para poder producir lo que demanda el cliente, pero dejando por un lado pedidos de menor tamaño. Con este cambio se puede hacer no solo una mejora en la forma de producción, sino en el desempeño de

las máquinas, ya que no se estarían forzando para poder producir grandes cantidades de tintas.

2.6.2. Ventajas competitivas de la tecnología

Una de las ventajas más notables dentro de la producción es que utilizando una nueva tecnología viene el incremento de producción y ahorro de tiempos del mismo. Gracias a este nuevo sistema se pueden incluso reducir de dos a cuatro horas de dispersión y de una tonelada se puede acortar el mismo tiempo para producir el doble, lo que lleva a un menor atraso en las órdenes. Así también, dado que el tiempo de dispersión necesario puede llevar aproximadamente dos horas, el tener más dispersores o uno de mayor capacidad consigue mejorar el servicio de entrega. Esto llevaría a muchos clientes a elegir a la empresa gracias a su rápida respuesta frente a la competencia. Así Siegwark ganaría mucho más mercado del que abarca actualmente.

3. ESTUDIO ADMINISTRATIVO-LEGAL

3.1. Requerimientos legales para las nuevas instalaciones y operaciones de la empresa

Existe en el país una cantidad muy grande de leyes que contribuyen al desarrollo sostenible y responsable. Leyes como las siguientes que establecen parámetros claros para el desarrollo de la industria en Guatemala:

- Constitución Política de la República. Artículo 97:

“El Estado, las municipalidades y los habitantes están obligados a proporcionar un desarrollo, social, económico y tecnológico, que prevengan la contaminación ambiental y mantenga el equilibrio ecológico”¹.

- Artículo 8 del Decreto 68-86. Ley de Protección y Conservación del Medio Ambiente. (Reformado por el Art. 1 del Decreto del Congreso Número 1-93):

“Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental.”²

¹ Estado de Guatemala. *Constitución Política de la República*. Edición actualizada. Guatemala, 2010. p. 29

² Decreto 68-86. *Ley de Protección y Conservación del Medio Ambiente*. 5 de diciembre de 1986. p. 3

Todas las empresas necesitan, de una u otra manera, una base legal para poder desarrollar sus actividades, tanto en la forma de producción como en el equipo que es utilizado durante el proceso mismo, por lo que es importante tener toda la documentación legal necesaria para diferentes procesos y acciones de la empresa, por ejemplo, para utilizar nuevos productos dentro de la producción, manejo de desechos peligrosos y no peligrosos de producción, e instalar un nuevo equipo, que en este caso sería un nuevo sistema de dispersión que permitirá aumentar la producción de tintas y demás materia. Particularmente, la producción de “blancos y tintas” permitirá tener un claro control del equipo y mantener un registro del inventario de maquinaria sobre el que, llevado por el departamento de inventario o por el departamento correspondiente, se podrán tomar más fácilmente las acciones pertinentes para reparaciones por algún desperfecto mecánico, manuales del usuario, servicios de mantenimiento o documentación para una posible postventa del equipo, entre otros.

Contar dentro de la empresa con la maquinaria más adecuada para poder realizar las funciones es de suma importancia, y los encargados de cada proceso de producción son los responsables de velar de tener no solo las mejores condiciones de trabajo, sino un equipo apto para poder desarrollar las actividades de una mejor manera. Con esto se pueden incrementar de una forma más eficiente los niveles de producción, lo que permite que la empresa pueda desarrollarse más rápido y mejor.

Como la compra será realizada por la empresa, independientemente que sea una compra local o a otro país, deberán ser tomados en cuenta los siguientes incisos para llevar un control de la documentación:

- Factura.
- Albarán.
- Licencias.
- 2 a 3 cotizaciones de equipo a comprar.
- Firma del gerente general.
- Orden de compra.
- Verificación de tipo de entrega (si esta será realizada por vía marítima, aérea, terrestre).
- Impuestos en la SAT.

3.1.1. Aspectos legales que favorecen o limitan el proceso

Muchas organizaciones y embajadas dentro del país fomentan el aumento del comercio y la producción, y es precisamente este tipo de producción de pequeñas y medianas empresas que crean a su vez una fuente enorme de empleo y desarrollo, así como mayor comercio, y así sucesivamente se desarrolla un crecimiento en la economía en la región. Algunos ejemplos son:

- Consejo de Exportación y Comercio de las Américas
- Embajada de la República de Panamá
- Embajada de la República Dominicana
- Embajada de Honduras
- Ministerio de Relaciones Exteriores
- Ministerio de Economía
- Agexport
- Alianzas Especializadas y Representaciones Comerciales, S. A.
- Cámara de Comercio de Guatemala
- Cámara de Comercio e Industria Guatemalteco Mexicana (Camex)

- Cámara de Comercio Guatemalteco Americana (Amcham)
- Cámara de Comercio Guatemalteco Canadiense (Cancham)
- Embajada de Belice
- Embajada de la República de Costa Rica
- Embajada de la República de El Salvador
- Embajada de la República Federativa de Brasil
- Embajada de los Estados Unidos Mexicanos
- Fundación para el Desarrollo de Guatemala (Fundesa)
- Instituto Guatemalteco de Turismo (Inguat)
- Programa de Agregados Comerciales, Inversión y Turismo (Pacit)
- Universidad del Istmo
- Universidad Panamericana
- Ventanilla Única para las Exportaciones (VUPE)
- Consejo de Exportación y Comercio de Asia
- Embajada de la República de Corea
- Asociación de Amistad del Pueblo China – Guatemala
- Cámara de Comercio e Industria Guatemala - India
- Cámara de Cooperación y Comercio China Guatemala
- Centro de Investigaciones Asia-Pacífico (CIAP) (URL)
- Embajada de Israel
- Fundación para el Desarrollo de Guatemala (Fundesa)
- Instituto Guatemalteco de Turismo (Inguat)
- Programa de Agregados Comerciales, Inversión y Turismo (Pacit)
- Consejo de Exportación y Comercio de Europa
- Embajada de Suecia
- Alianzas Especializadas y Representaciones Comerciales, S. A. Aliados
- Cámara de Comercio e Industria Guatemalteco -Alemana
- Cámara de Comercio e Industria Italiana en Guatemala

- Cámara Oficial Española de Comercio de Guatemala
- Embajada de la República Francesa
- Embajada del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte
- Misión Técnica Alemana-GIZ
- “Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Guatemala.”³

Muchas de estas promueven cursos, talleres y conferencias para enseñar a empresas emergentes cómo desarrollar y explotar de una mejor manera sus recursos económicos, humanos y demás.

3.2. Organigrama

Poseer un sistema organizado de las funciones de los colaboradores permite a las empresas desenvolverse de una manera más eficiente y eficaz, ya que las diferentes tareas son asignadas a cada miembro del equipo, y en esto se reflejan las diferentes responsabilidades que poseen dentro de la organización de la empresa. Además, esta estructura permite visualizar claramente las líneas de acción en el momento en el que ocurra algún inconveniente, desarrollar las planillas de trabajo, calcular más fácilmente los salarios, calcular las prestaciones, identificar áreas de trabajo y demás procesos internos. En general, dentro de un organigrama se provee información principalmente en torno a cuatro aspectos:

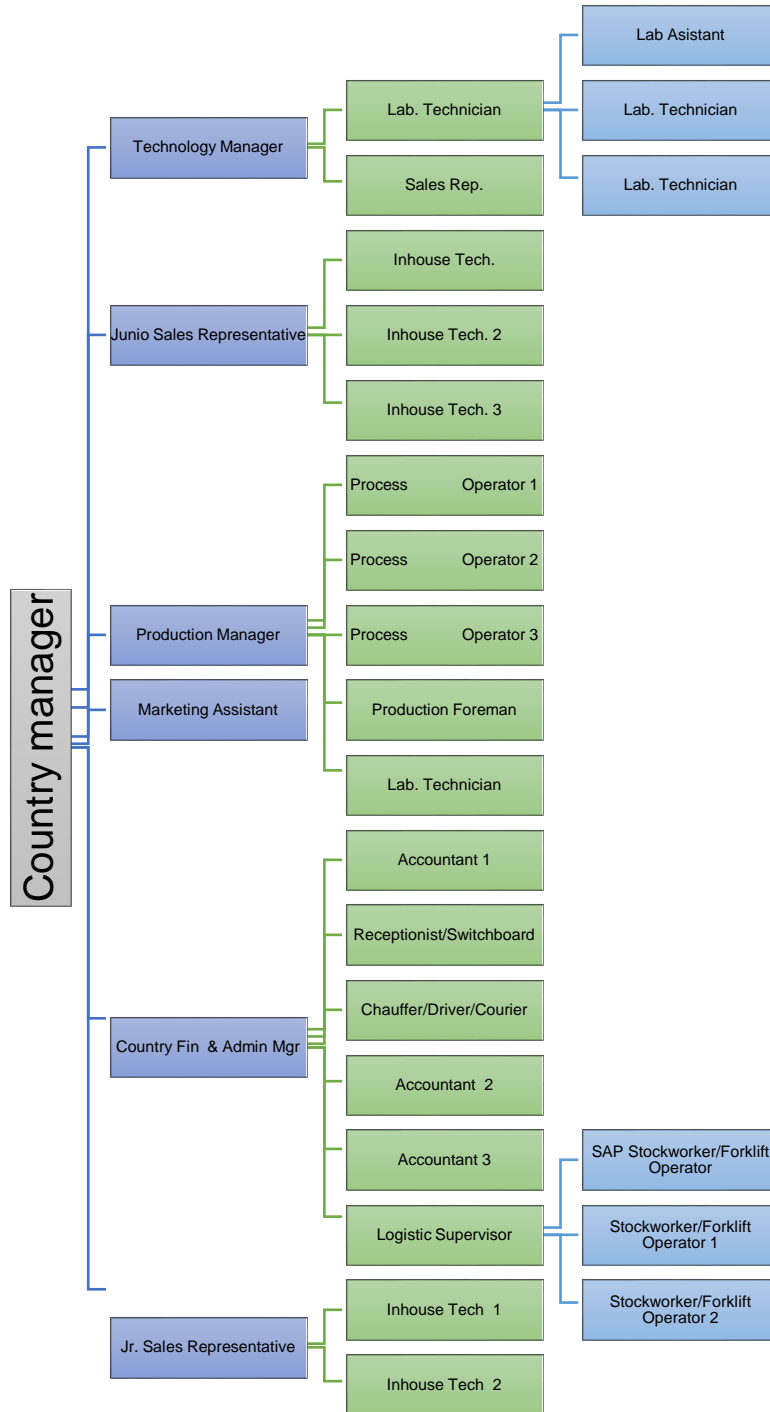
- Tareas: en el organigrama se muestran las diversas tareas que realiza la organización.

³ AGEXPORT HOY. *Organizaciones que fomentan el comercio en Guatemala.* <http://agexporthoy.export.com.gt/2015/03/48-organizaciones-se-unen-para-promover-el-comercio-exterior-de-guatemala-en-las-america-europa-y-el-asia/>. Consulta: 17 de julio de 2015.

- Subdivisiones: cada rectángulo representa una subdivisión de la organización responsable de ciertas tareas.
- Niveles administrativos: en el organigrama aparece la jerarquía administrativa.
- Líneas de autoridad: las líneas verticales que unen los rectángulos del organigrama indican qué puestos tienen autoridad sobre otros.

En la siguiente página se muestra el organigrama de la empresa Siegwark.

Figura 11. Organigrama general de Siegwerk



Fuente: Siegwerk. Organigrama control interno. 2014.

3.2.1. Administración

Todo lo concerniente a la distribución de la empresa debe estar preestablecido en la documentación legal almacenada en el departamento de archivo, y deben cumplirse todos los parámetros para poder operar y desenvolverse sin ningún tipo de contratiempo. En primera instancia se debe determinar la forma actual con la que se trabaja, las cadenas de mando y los equipos de trabajo, para poder evaluar cuál será el impacto de un nuevo equipo, y todo lo concerniente a cómo será el funcionamiento una vez colocado este.

3.2.2. Personal

Cualquier tipo de empresa o compañía, por muy pequeña o grande que sea, debe tener dentro de una de sus prioridades, el hacer crecer a sus colaboradores, y este ha sido desde hace algunos años un punto central en la forma de desarrollo y crecimiento de las compañías, ya que es este personal de trabajo el que desarrolla y hace crecer y evolucionar la misma. Es por ello que todas las personas involucradas en el desarrollo de una empresa juegan un papel de suma importancia, ya que es la suma de todas las cualidades y defectos lo que crea resultados óptimos y de calidad.

Siegwerk, fundada en 1830, ha progresado desde sus inicios para convertirse en una marca líder en el mundo, gracias a su eficiencia y eficacia, impulsada por una gran objetividad, flexibilidad, competencia, compromiso y fiabilidad de sus colaboradores, que año con año buscan fortalecer las relaciones y equipos de trabajo, como se expresa en su sitio *web*: "Cuando se trata de nuestro personal -como en nuestras relaciones comerciales- nos basamos en la confianza y la colaboración a largo plazo. Nuestros empleados quieren subir y desarrollarse. Apoyamos firmemente a todos ellos -de forma individual, de forma a medida y en todo el mundo-. Al mismo tiempo, estamos invirtiendo en el futuro de nuestra empresa y de puestos de trabajo seguros. Pero la vida no es sólo una cuestión de tiempo que pasamos en el trabajo. Por lo tanto, impulsamos a nuestros empleados a mantener un sano equilibrio entre su vida privada y de trabajo. La integridad y el reconocimiento son también parte de la asociación satisfactoria entre personas que

trabajan juntas. El respeto es una pequeña palabra que tiene gran importancia en nuestra empresa. La apreciación del valor de todos los miembros del personal es tan parte de nuestra cultura de empresa como la exclusión de todas las formas de discriminación⁴.

Por lo tanto, al realizar una nueva modificación al proceso de trabajo, todos deben trabajar con una sinergia para lograr que ese proceso aumente no solo la productividad de la empresa, sino que facilite la manera de trabajar de cada uno de los operarios involucrados en las áreas de labores. Para conocer y profundizar más sobre este proceso se realizó un cálculo de las prestaciones y salarios aproximados de los colaboradores de cada área de trabajo:

- Supervisor de producción
- Jefe de producción
- Operarios

3.2.3. Sueldos

De acuerdo a los datos proporcionados dentro del organigrama, se determinaron las prestaciones y sueldos de cada persona que trabaja en el área. Actualmente se retiró la plaza de ingeniero de producción y se sustituyó por el nuevo puesto llamado “supervisor de producción”.

Por su parte, los operarios son los encargados de realizar todas las producciones propiamente dichas de la empresa, básicamente su labor consiste en el desarrollo concreto de las tintas.

El supervisor de producción se encarga de que los operarios realicen sus tareas diarias de la manera en que estas deben ser realizadas, además del

⁴ Siegwark. *This is where Siegwark comes into play*. WEB_RZ_ BroschuereBestOf_engl_120426_DS. Consulta: 10 de julio de 2015.

control de horarios de trabajo, inventarios, manejo de los recursos, entre otros. También se encargará del mantenimiento de los equipos de producción. Lleva el control de las producciones, así como su planificación, y toda esta información es reportada al ingeniero de producción, que es el encargado de cadena de suministros.

Los sueldos se determinan en la empresa de acuerdo a los datos que provee el organigrama, calculando además las prestaciones para los mismos:

Tabla II. **Sueldos y salarios**

Puesto	Salario Promedio
Supervisor de Producción	Q. 5 000,00
Operario 1	Q. 2 644,36
Operario 2	Q. 2 644,36
Operario 3	Q. 2 644,36
Operario 4	Q. 2 644,36

Fuente: Siegwerk. *Planilla producción*. 2014

4. ESTUDIO AMBIENTAL

4.1. Manejo de desechos

Toda empresa debe velar por la manera en que realiza su producción, así como los elementos que componen sus productos, ya que no solo es importante que sea una producción eficiente, sino que los materiales de los cuales están compuestos sean materiales que no sean dañinos para la salud y que el personal posea una protección adecuada para el manejo de todos estos.

En el caso de la producción específica de Sigwerk, una gran parte de las tintas son utilizadas para el empaque de una gran cantidad de productos que tienen contacto no solo con adultos sino también con niños, por lo que la empresa opta cada vez más por utilizar tintas de origen vegetal que dañan mucho menos el ambiente.

Es por eso que la disposición de los desechos producidos en las compañías (particularmente Siegwerk), desde la recepción de la materia prima hasta el producto final, es detenidamente revisada para evitar producir tintas con componentes que pueden ser dañinos para la salud o el ambiente, y así se logra en este caso particular que en el área de blancos todos los solventes y sobrantes sean correctamente separados para su desecho.

Las áreas donde estos son almacenados deben ser etiquetadas (o rotuladas) adecuadamente; cada contenedor o recipiente de almacenamiento son medios excelentes para poder prevenir muchos tipos de accidentes.

Fomentar esta cultura de prevención dentro de los colaboradores sirve también para reducir al máximo las probabilidades de un siniestro.

4.1.1. Desechos sólidos

Gran parte de los desechos producidos dentro del área de producción de tintas dentro de la empresa se basa en el uso de materiales como: basura común, hojas de papel, waípe con solventes y tintas, empaque de las resinas, empaque y plásticos utilizados para evitar la evaporación de solvente.

Todos estos materiales son utilizados dentro del proceso de fabricación de las tintas blancas y a color. Permiten que los operarios puedan realizar mucho más fácil el proceso de limpieza y trabajo con los contenedores, los cuales, una vez utilizados, son separados del área de basura común y clasificados dentro de recipientes de desechos peligrosos y no peligrosos, para luego ser trasladados a los depósitos para su posterior eliminación.

4.1.2. Desechos líquidos

Gran parte de los materiales utilizados para la producción de tintas son de estado líquido, por ejemplo: solvente sucio, solvente de limpieza, que contribuyen a donar a los materiales la densidad y características propias de cada una de las tintas vendidas dentro de la empresa. Sin embargo, muchos de ellos son de gran daño al medio ambiente si no son manejados adecuadamente, por ejemplo, las tintas. Por eso la empresa se ocupa en utilizar pigmentos orgánicos que no son dañinos al ambiente; nada es vertido a los tragantes y desagües, incluso si son productos a base de agua. Los que llevan este tipo de proceso llevan un porcentaje mínimo de amoníaco, que al ser

diluido pierde su propiedad, sin embargo no es desechado a los drenajes comunes.

Las tuberías y drenajes utilizados para el desecho de todos los materiales deben estar distribuidos de tal forma que todos los desechos químicos sean enviados a los centros especializados. Cabe mencionar que la empresa separa los desechos utilizados durante la producción, y son colocados en recipientes de materiales peligrosos y no peligrosos, estos a su vez son colocados en áreas específicas en las que no están en contacto con materia prima, producto terminado ni personal de trabajo, y para que no puedan contaminar o dañar la salud de los colaboradores, son sellados, y los solventes son incinerados por otra empresa que utiliza para este fin los solventes, y otros para materiales.

4.2. Ruido

El ruido es un factor que está presente en el desarrollo de la vida diaria. Antiguamente era un elemento que no era tomado en cuenta para la salud, pero frente a nuevos estudios se ha demostrado que puede tener grandes efectos negativos sobre esta, teniendo dentro de uno de sus efectos la pérdida de la audición. Dentro de las causas de pérdida de audición pueden mencionarse las siguientes:

- El ruido producido en el área de trabajo.
- Causas patológicas de cada persona.
- Ruidos provocados por actividades exteriores (aeropuertos, portuarias y otros).
- La edad de la persona.

Los estudios de ruidos son muy complejos, ya que estos involucran sonidos que están dentro de una gama muy amplia del espectro audible. Los ruidos suelen tener muchas clasificaciones, pero dentro de las principales están:

- Ruido continuo: este ruido es el que opera del mismo modo. Es producido por máquinas que se mantienen trabajando sin alterar sus ondas, por ejemplo, ventiladores y cierto equipo de proceso.
- Ruido intermitente: ruido cuyo nivel de fluctuación sonora varía en períodos de tiempo, siendo estos de forma periódica o de forma aleatoria.
- Ruido impulsivo: se caracteriza porque sus ondas son emitidas con mucha fuerza en espacios de tiempo muy breves, y su tasa de repetición puede ser tanto aleatoria como con períodos establecidos de tiempo entre cada uno.

Dentro de la empresa, esto se ve reflejado en el área de trabajo del manejo de tintas, con el uso de los diferentes sistemas de dispersión, y se debe notar que es necesario crear medidas para poder modular el uso de las máquinas y ver la cantidad de decibeles producidos por estas, para determinar si la cantidad a la que están expuestos diariamente los operarios se trata de un nivel mayor a los noventa decibeles por ocho horas; si este fuera el caso, los trabajadores deberán utilizar la protección adecuada para poder prevenir que sus oídos sean dañados por el ruido de las máquinas.

Generalmente, los blancos son realizados una vez semanalmente hasta tres toneladas y, tres veces al mes, se realizan barnices para mantener en

stock. La dispersión es realizada durante dos horas por lote, en tiempo corrido de las ocho horas laborales; se utiliza durante aproximadamente seis horas continuas. Sin embargo, en este tiempo se deja el equipo en dispersión y se trasladan los operarios a otra área para envasar, mientras la dispersión continua.

Adicionalmente, se cierran las puertas de los lugares de trabajo cercanos para que el efecto sonoro no afecte el trabajo de las demás áreas. Se colocan tres dispersores, uno se utiliza para dispersar blancos y los otros dos se utilizan para dispersar colores.

Se tomaron medidas con un decibelímetro para poder realizar un análisis de ruido:

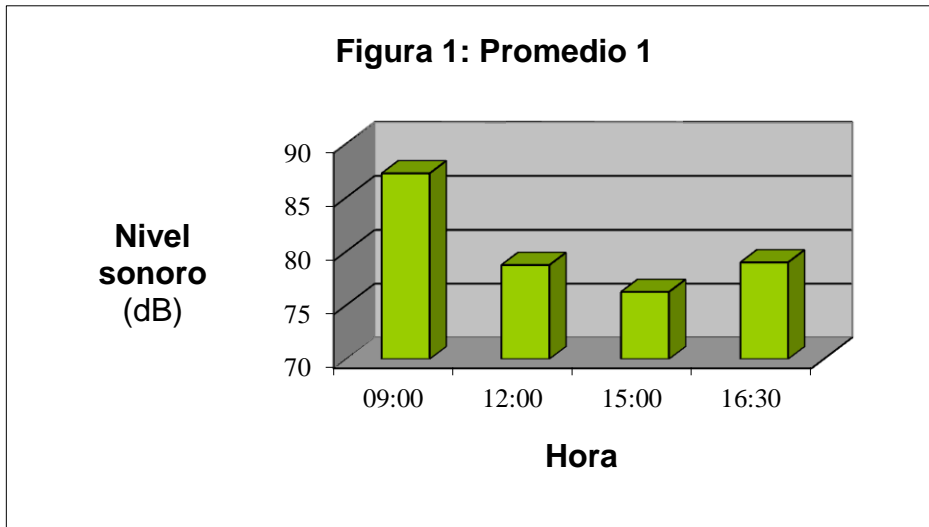
Tabla III. **Medidas de ruido**

Medida	Hora	1	2	3	4	Promedio 1
1	09:00	78	100	90	81	87,25
2	12:00	90	85	70	70	78,75
3	15:00	86	65	75	79	76,25
4	16:30	88	72	77	79	79
Promedio 2:		85,5	80,5	78	77,25	

Fuente: elaboración propia.

Además, se realizó una gráfica en donde se observa que la mayor parte del ruido se centra en la mañana, por lo cual el estudio se centralizó en esa área de la empresa, y en ese momento en específico donde la mayor cantidad de mezclas y las dispersiones tienen lugar.

Figura 12. Promedio del nivel de sonido



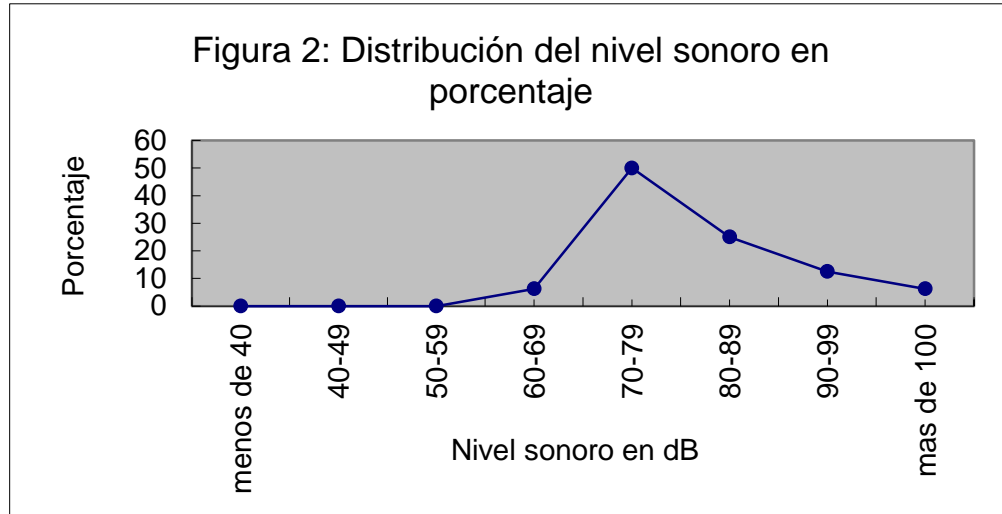
Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Nivel sonoro

Nivel sonoro(dB)	nº medidas	Porcentaje
menos de 40	0	0
40-49	0	0
50-59	0	0
60-69	1	6,25
70-79	8	50
80-89	4	25
90-99	2	12,5
más de 100	1	6,25
Total	16	100

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Distribución del nivel sonoro**



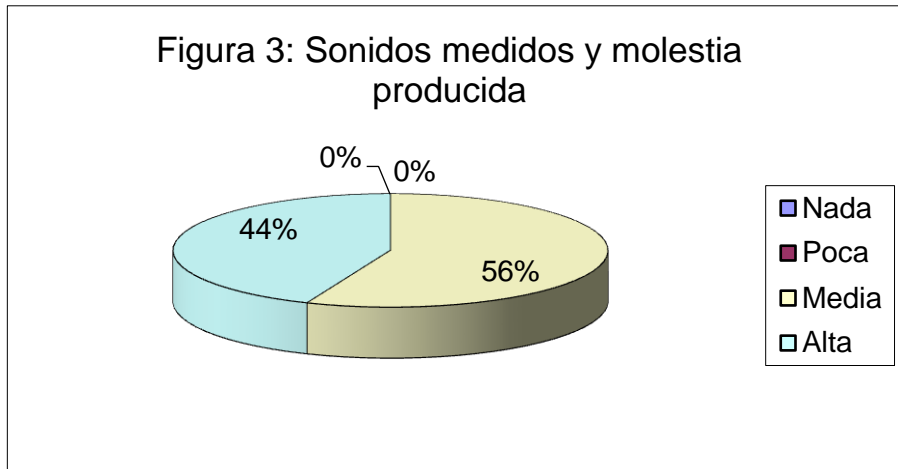
Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Nivel de molestia del ruido**

	Molestia	Porcentaje
menos de 40	Nada	0
40-49	Poca	0
50-79	Media	56,25
más de 80	Alta	43,75
		100

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Sonidos medidos y molestia producida**



Fuente: elaboración propia.


Luego de observar las tablas sobre el comportamiento del ruido en el área, se puede determinar que el nivel de ruido que se maneja dentro de las instalaciones de la planta es un nivel de ruido tolerable, y está dentro de los parámetros aceptables, por lo que no es necesario implementar ninguna medida para los operarios dentro del área de producción.

4.3. Control de plagas

En todas las empresas del mundo, al estar en contacto con fuentes cercanas de desechos, como drenajes, basureros y demás, existe la posibilidad de tener diferentes tipos de plagas que se resguardan en las instalaciones. También la materia prima utilizada, como cartón, telas y demás, es susceptible de ser atacada por roedores o insectos. Es por eso que se debe colocar un plan de control de plagas que permita eliminar la incidencia de todas estas, por lo que se preguntó en la planta si se poseía un control estricto de control de

plagas, descubriendo que este no estaba totalmente completo, a partir de lo cual se sugirió la implementación del plan de control para poder tener dominio de esta situación.

Figura 15. **Control de plagas propuesto para la empresa**

 SIEGWERK	GUÍA PARA LA CONTRATACIÓN DE SERVICIO DE CONTROL DE PLAGAS	<i>Version 1, julio 2015 (código de clasificación)</i>
---	--	--

Fuente: elaboración propia.

- **Objetivo**

Delinear los procesos de acción en cuanto al manejo de plagas que serán utilizados dentro de la empresa Siegwerk, para poder tener un control de los mismos y poder elegir el servicio deseado para mejorar como empresa y optar posteriormente a una acreditación en normas de calidad.

- **Generalidades**

Como el área de producción y bodega de la empresa Siegwerk producen tintas que luego son utilizadas muchas veces por empresas dedicadas al empaque de alimentos o productos de consumo humano, es imprescindible mantener todas las materias primas y productos empacados en total control, para evitar la contaminación con el medio y eliminar su posible deterioro, causado por plagas como insectos voladores y rastreros, así como el control de roedores como ratas y ratones.

Este control debe ser realizado de tal manera que todo el material utilizado durante el proceso de producción de las tintas esté ausente de cualquier tipo de contaminación que pueda desarrollarse durante su proceso, en cualquiera de sus etapas: bodega, producción, envase y etiquetado, transporte y entrega al cliente.

- Responsabilidades

Este proceso debe ser un trabajo en equipo entre los encargados de los departamentos de Control de Calidad y el Jefe de Producción. Ambos deben cuidar que el desarrollo del programa sea cumplido en su totalidad y que todos los miembros de los departamentos formen parte de este proceso, para poder apoyar y notificar si sucediera alguna incidencia a lo largo del mismo.

- Método

- Programa de manejo de control de plagas

Se debe establecer un cronograma en el que se lleve el control del programa que deberá realizarse con base en los puntos siguientes:

- Inspección inicial: consistirá en una revisión inicial de las instalaciones y posibles problemas encontrados, por lo cual se detallará en un informe en el que se tomarán en cuenta los siguientes puntos:
 - ✓ Identificación
 - ✓ Inspección
 - ✓ Seguimiento
 - ✓ Vigilancia

- La identificación, inspección, seguimiento y los factores que determinan si hay presencia de plagas, serán escritos en un informe previo para poder implementar un sistema que pueda adecuarse al caso particular de la empresa, en el que se debe tomar en cuenta ciertos puntos detallados a continuación:
 - El nivel de daño causado por la plaga o plagas.
 - Niveles máximos de tratamientos de actuación que requerirán planes específicos y puntuales, o de seguimiento.
 - Determinar la época más adecuada para la toma de medidas de control dentro de la planta, ya que, al tratarse de una empresa que utiliza productos químicos, el utilizar otros productos químicos dentro de la planta mientras esta funciona puede alterar las propiedades de las materias primas, o de los productos terminados en área de dispersión y mezcla.
 - Evitar la exposición del personal, materias primas y cualquier otro tipo de elemento que deba considerarse al momento de implementar los tratamientos necesarios para el control de plagas dentro de la empresa.

- El plan de acción contendrá estrategias de control, medidas de seguridad, precaución y seguimiento, mediante un programa anual de controles (cronograma). Se integrarán todas las medidas y estrategias de control posibles, priorizando las medidas preventivas:
 - Medidas mecánicas
 - Medidas físicas
 - Las medidas activas de menor agresividad posible, y solo en los casos de presencia, actividad o riesgo de plaga, minimizando las medidas de control químico.

- Evaluación del programa

Una vez revisado y evaluado el programa por los encargados de las áreas, se deberá realizar un informe del mismo, en el que se detallen los hallazgos encontrados, las medidas que fueron tomadas frente a los problemas, y los resultados que se esperan obtener a corto, mediano y largo plazo.

Será importante, además, determinar la periodicidad del control, para evitar la reaparición de los problemas encontrados o para mantener las áreas limpias y sin ningún tipo de problema. También se programará una revisión del programa periódicamente, para revisar los procesos e implementar nuevos controles dependiendo de las necesidades que vaya teniendo la empresa durante su crecimiento.

- Aspectos a evaluar del proveedor de servicios

Deberá aplicarse un control y revisión del proveedor de los servicios, para determinar si se continuará utilizando la empresa elegida, para lo cual se sugiere crear una ficha de calificación del proveedor del servicio, en la que también se determinará si los servicios pueden ser realizados parcial o totalmente por tal empresa, a fin de reducir costos por el control de plagas.

Tabla VI. **Control y revisión del proveedor**

f) Elaborado por:	f) Aprobación:
Nombre:	Nombre
Jefe de Producción	Gerencia General

Fuente: elaboración propia.

4.4. Medidas ecológicas

Si bien el desarrollo sostenible es la meta sino de todas las empresas productivas, sí de una enorme mayoría en el mundo, los sistemas actuales de producción y consumo son sistemas que aún son insostenibles y causan el agotamiento de los recursos. A tal punto que si no se toma más seriamente el tema, puede llegar a crear consecuencias irreversibles que muchos países están sufriendo ya actualmente.

Debido a todos los problemas globales en cuanto al manejo de un tipo de desarrollo que pueda ser más natural y ecológico, se ponen en práctica medidas en las que se aprovechan más y mejor los recursos naturales como las materias primas, la energía, el agua y demás. Esto puede conllevar tener un mejor manejo de los residuos, desechos y emisiones para reducir la contaminación lo más posible.

Se sabe que cada vez más se reconoce la importancia de crear sistemas que permitan una producción en la que no se dañe el ambiente y los recursos utilizados, para lo cual las empresas, como es el caso de Siegwark, se mantienen a la vanguardia en conciencia de esta mejora, creando programas de capacitación y desarrollos tecnológicos de cómo realizar las tintas, para que estas no solo no sean dañinas para el ser humano al estar en contacto con ellas, sino pensando en que estos productos al ser desechados no causen problemas al medio ambiente.

4.4.1. Medidas de conservación

Los fuertes aumentos en los precios de muchos combustibles utilizados para el trabajo en las empresas llevan indudablemente a crear un mayor control

sobre qué es lo que se está produciendo, así como de con qué y cómo ocuparse de ello una vez utilizado.

Es por esto que dentro de la industria química debe haber un cuidado particular en la producción de los empaques y diferentes artículos que se elaboran, ya que en el proceso se debe mantener un cuidado de los recursos utilizados para poder hacer uso de ellos de una manera responsable. Dentro de las medidas que se deben tomar respecto al cuidado de los recursos y cuidado del personal se pueden mencionar las siguientes:

Tabla VII. **Medidas de conservación**

Medidas de conservación para la empresa Siegwerk
Manejo adecuado de los desechos para proteger el suelo.
Elaborar una agenda de desarrollo de recursos (planificación, investigación y ejecución de proyectos que promuevan la conservación de los elementos utilizados) dentro de la empresa y los lugares aledaños.
Optimizar el uso de las máquinas para utilizar la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento.
Concientizar al personal del área para promover el uso responsable de la corriente eléctrica y apagar todas las luminarias innecesarias cuando se esté trabajando.
Realizar una revisión de materiales de desecho para determinar si este material puede ser reutilizado para proyectos internos o locales.

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Medidas de prevención

Todos los colaboradores que laboran en la empresa deben mantener un gran cuidado de no tener contacto directo con sus manos con materiales que pueden resultar dañinos para su salud, como el solvente. Para este fin se utilizan guantes de nitrilo para evitar las manchas de tintas y solventes, y que este caiga en la piel, ya que el cuerpo absorbe los componentes en una menor cantidad, sin embargo, con el paso del tiempo, esta exposición a los materiales puede derivar en problemas relacionados con el hígado.

Se realiza un cálculo del porcentaje de solvente que se evapora en el ambiente, los COCs, debido a que ahora poseen cebollas para la ventilación, colocadas en el techo del área en donde se realizan las mezclas y dispersiones, y se evapora un poco más de solvente, sin embargo, se toman medidas como cubrir los contenedores siempre para evitar esta fuga y evitar la inhalación de estos compuestos químicos.

Dependiendo de los meses, la proporción de la producción de blancos y colores varía. Hay meses en que la producción de ciertas toneladas de blanco es mayor a la proporción de la de colores, dependiendo de la demanda de los pedidos de los clientes.

Generalmente los blancos son realizados una vez semanalmente hasta tres toneladas, y tres veces al mes se realizan barnices para mantener en *stock*. La dispersión es realizada durante dos horas por lote, en tiempo corrido de las ocho horas laborales; se utiliza la dispersión durante aproximadamente seis horas continuas. Sin embargo, durante este tiempo se deja el equipo en dispersión y se trasladan los operarios a otra área para envasar mientras la dispersión continúa.

Adicionalmente se cierran las puertas de los lugares de trabajo cercanas para que el efecto sonoro no afecte el trabajo de las demás áreas. Se colocan tres dispersores; uno se utiliza para dispersar blancos y los otros dos se utilizan para dispersar colores.

4.4.3. Medidas de mitigación

El objetivo primordial de una medida de mitigación es poder anticiparse a los problemas en la planta de producción. Pueden realizarse con una implementación previa, simultánea o posterior a la ejecución del proyecto o acción.

Es posible mitigar los riesgos que existen en la empresa, instalando sistemas más eficaces y de mayor control sobre la materia prima y sobre instrumentos de trabajo que son tóxicos y peligrosos para las personas alrededor. Esto es posible lograrlo desarrollando nuevos procesos de producción en los que ciertos componentes dañinos sean reducidos o eliminados dentro de la línea de fabricación de los productos.

Otra forma de poder crear esta mejora es cuando, si bien no se puede eliminar algún componente de la forma en que se realizan las tintas, pueden crearse técnicas más seguras, utilizando productos químicos que sean más estables para reducir al máximo la vulnerabilidad del personal y del proceso.

4.4.4. Medidas de compensación

Las medidas de compensación son el tipo de actividades o proyectos que resarcen los daños causados por la actividad, construcción o implementación de un proyecto, sin embargo, estas medidas no eliminan en su totalidad los

efectos que el proyecto causa, sino que tratan de reducir al máximo el impacto que estos pueden crear.

Según el MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales), dentro de la guía de términos de referencia para la elaboración de un estudio de evaluación de impacto ambiental, hace mención de las siguientes condiciones para poder hacerse cargo de las medidas de compensación:

Análisis de impactos. Analizar los impactos ambientales que podrían afectar a: a) aire, b) suelo, c) subsuelo, d) aguas superficiales, e) aguas subterráneas, f) flora y fauna g) biotopos acuáticos y terrestres, h) medio socioeconómico, i) recursos culturales e históricos, j) paisaje, k) otros. Señalar la fuente generadora del impacto (descripción y análisis), y definir el conjunto de medidas preventivas, correctivas, de mitigación, de compensación, si se trata de un impacto negativo, o bien para optimizarlas si se trata de un impacto positivo.⁵

⁵ MARN. www.marn.gob.gt/Multimedios/4997.doc. Consulta: agosto de 2014.

5. ESTUDIO ECONÓMICO

5.1. Crecimiento en el nivel de producción

Este tipo de impresión como tal tiene sus inicios con la primera máquina flexográfica inventada en Francia por la compañía Holweng, hacia 1905, y su crecimiento fue aumentando paulatinamente en Europa y Norteamérica a la misma velocidad. Inicialmente la flexografía poseía el nombre de “anilina”, pero debido a que este compuesto orgánico es utilizado para empacar alimentos, fue prohibido por la FDA (Federación de Drogas y Alimentos), y por ser perjudicial para la salud adoptó entre tres nombres: Rotopack, Permatone y, el que finalmente quedaría, Flexografía.

Hacia los años ochenta se comienza a fabricar las bolsas valvuladas, siendo este un nuevo mercado en la impresión de plásticos, y es en el año 1965 que se trae a Guatemala por primera vez una máquina de impresión flexográfica: una Windmüller&Holscher alemana.

En la actualidad, debido al incremento veloz de la demanda de impresión flexográfica y, por ende, de tintas para su utilización, Siegwerk crea proyecciones anuales en las que esta oferta irá en aumento con tal de satisfacer las necesidades del mercado, y es por esta razón que surge la necesidad de realizar un estudio de factibilidad para poder determinar si la retribución económica del costo de instalación, operación y demás, harán factible el hecho de un nuevo sistema de dispersión en la planta.

5.2. Oportunidad de crecimiento institucional

Los modelos que han sido creados hace unos años se enfocan en definir el desarrollo económico de las empresas como modelos clásicos fundamentados en el hecho de que el desarrollo se ve solamente en el ahorro energético; las mejoras tecnológicas han quedado atrás.

Las nuevas visiones institucionales se van enfocando cada vez más en un crecimiento que permita no solo incluir a los factores mencionados anteriormente, sino que este se ha ido denominando una “Nueva Economía Institucional”, que si bien busca el ahorro y mejora tecnológica, también busca incluir a los cambios políticos que ocurren en el país y el mundo, lo que lleva a esquemas mucho más definidos y precisos.

En esta nueva visión de desarrollo en donde son incluidos los factores políticos, el desarrollo del personal de trabajo resulta una fuerte competencia en el mercado, ya que, en conjunto con todas las medidas anteriores, se logra un mayor desempeño y un logro de metas mucho más rápido, así como un ambiente laboral agradable y óptimo.

5.3. Análisis de sensibilidad económica

Los análisis de sensibilidad permiten plantear diferentes escenarios en los que, al cambiar valores del valor presente neto (VPN), el modelo va cambiando y arrojando nuevos resultados en cuanto al resultado del proyecto. Este cambio puede ser enfocado en cuatro diferentes aspectos según propone Aquilano en su texto de administración de operaciones:

- Tiempo de desarrollo del proyecto: al aumentarse proporcionalmente el tiempo en que se desarrollará el proyecto, este aumento provocaría que las actividades de ventas, producción y marketing tuvieran un retraso en su funcionamiento.
- Volumen de ventas: el incremento de las ventas es un camino muy sólido para incrementar la utilidad. Por supuesto que un decrecimiento de las ventas resultaría en una pérdida sustantiva.
- Costo del producto o precio de venta: al aumentar una unidad económica al precio de venta de un producto, se debe tener en consideración el impacto que este puede causar en la demanda, y se deben utilizar otras herramientas para poder determinar si este cambio puede resultar benéfico para la empresa.
- Costo de desarrollo: una unidad económica utilizada en el costo del proyecto tiene un valor determinado para el que se realiza actualmente⁶.

5.4. Costo de producción con el sistema instalado

Todos los costos de producción son aquellos costos que forman parte de una forma directa o indirecta para poder cambiar todos los elementos de la materia prima y mezclarlos para obtener el producto requerido. Los costos incluidos son los costos que son utilizados en la planta de producción, en la cual, por motivos de analizar un sistema de dispersión, estos pueden ser:

- Materia Prima
- Inmueble
- Equipamiento
- Consumo de agua
- Consumo de energía eléctrica
- Mantenimiento
- Cargos por depreciación
- Otros gastos administrativos

⁶ CHASE JACOBS, Aquilano. *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. p. 99.

5.4.1. Materia prima

Las materias primas, en general, son todos los elementos utilizados para obtener como resultado el producto terminado o productos intermedios que realiza la empresa o compañía dentro de un sistema establecido de producción o ensamble, el cual puede incluir varios procesos de transformación o solo una línea de producción.

Estas materias primas deben tener un control estricto para poder conocer sus propiedades, ya que a pesar de ser un mismo elemento, la manera de fabricación puede variar y, al tratarse de procesos químicos, estas diferencias pueden causar un deterioro y variación en el producto terminado.

Entre las materias primas utilizadas para la fabricación de tintas de impresión flexográfica, y en especial de blancos, pueden mencionarse: etanol, etanoato de etilo, propyl alcohol, pigmentos y otro tipo de solventes que requieren de precisión y control para lograr las propiedades que los productos finales poseen. La suma de los materiales utilizados para poder producir ciento setenta kilogramos de producto terminado tiene un costo aproximado de Q. 134,00 La producción de kilos de tinta se cuantifica en lotes de 170 kilogramos y se producen aproximadamente 310 lotes mensuales.

Los valores exactos de las proporciones de los elementos que conforman las tintas (bases, barnices, solventes, aditivos), no se pueden expresar en la tabla siguiente, ya que por políticas de confidencialidad de las fórmulas de las tintas, la empresa no puede proporcionar los datos específicos de las mismas.

Tabla VIII. **Costo anual de materia prima**

Descripción	Consumo por lote o pedido (kg)	Costo por kilo (\$)	Costo por lote	Lotes Mensuales	Costo Mensual \$	Costo Anual \$	Costo anual con nuevo sistema \$
Bases, Barnices, Solventes, Aditivos	170	4,7	799,00	310	247 690,00	2 972 280,00	3 418 122,00
Total ANUAL \$							3 418 122,00
Total ANUAL Quetzales		Q 3661	6224,21		1 929 505,10	23 154 061,20	Q 26 627 170,38

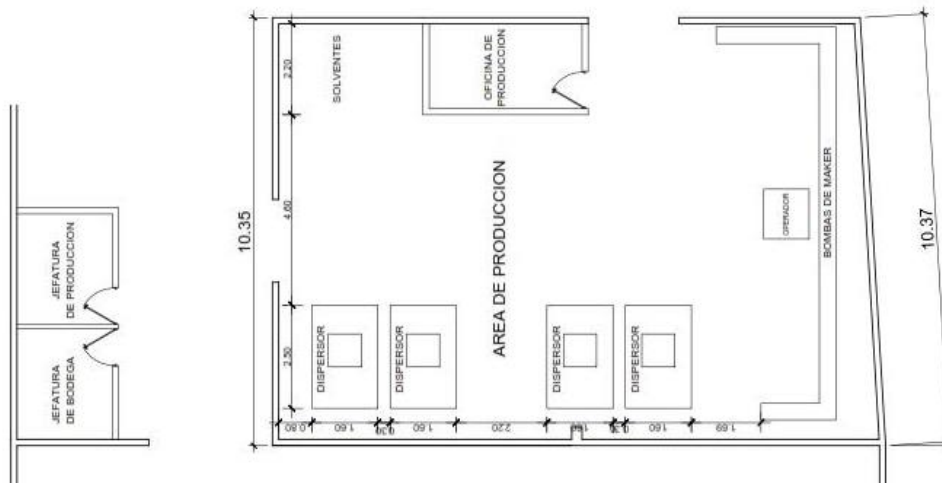
Fuente: elaboración propia.

Una vez finalizado, el producto es almacenado con un tipo de entarimado de madera. Esto se realiza por los lotes producidos en espera de los contenedores para ser distribuido el producto. El costo de la tarima y el flete es de Q. 100,00 por lote, o bien un costo anual de Q.372 000, 00.

5.4.2. Inmueble

Dentro del uso de la empresa, todas las máquinas poseen una cimentación que permite el uso de los dispersores, debido a que estos poseen una vibración mientras trabajan. Esta vibración, si no es controlada, puede causar daños a la infraestructura y aumenta el nivel de ruido que produce el dispersor causando elementos que produzcan nuevos gastos a la empresa, sin embargo, de acuerdo a la posibilidad de implementar (o sustituir) un sistema de dispersión, esta cuenta ya con las instalaciones apropiadas para instalar un nuevo equipo.

Figura 16. **Plano del área de producción**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Cimentación de dispersores**



Fuente: elaboración propia.

5.4.3. Equipamiento

De acuerdo al uso que se les da a las máquinas utilizadas, para poder trabajar sin ningún problema es necesario revisar las instalaciones, en donde las conexiones eléctricas, conexiones para el aire comprimido, tuberías y demás, estén listas para la utilización de una nueva máquina.

Tabla IX. **Costos de equipamiento**

Descripción	Costo unitario	Consumo por instalación
Tubería eléctrica tubo HG de 1 1/2"	Q. 93,33	Q. 279,99
Tubería Compresor HG galvanizado 1/2"	Q. 39,38	Q. 118,14
Varios	Q. 1 200,00	Q. 1 200,00
Total anual	Q. 1 332,71	Q. 1 598,13

Fuente: elaboración propia.

5.5. Insumos varios

Este aspecto se refiere a todos los otros implementos que puedan ser utilizados para poder realizar la transformación del producto y darle los acabados necesarios, o ya sea para trabajar durante el proceso de producción. Estos insumos pueden variar a lo largo de los sistemas de producción, ya sea por la implementación de un nuevo sistema, o por la mejora tecnológica que haría prescindibles estos materiales.

Tabla X. **Costo anual de otros materiales**

Descripción	Costo unitario	Costo mensual	Costo anual
Caja de papel continuo 3000H	Q. 0,09	Q. 279,00	Q. 3 348,00
Navajas para cutter (18MM)	Q. 1,90	Q. 6,00	Q. 72,00
Marcadores	Q. 7,90	Q. 5,00	Q. 60,00
Total anual			Q. 3 480,00

Fuente: elaboración propia.

5.5.1. Agua

El agua utilizada es únicamente para los baños, el lavado del parqueo, vehículos, e interior de la empresa, sin embargo, no es utilizada propiamente dentro del área de producción, debido a que las tintas utilizadas son impermeables y, para poder ser removidas, es necesario utilizar solvente, por lo que el consumo de agua no es significativo. En la planta se utilizan un promedio de tres metros cúbicos de agua al mes, sin embargo en la región se hace un cobro fijo de una paja de agua, que permite hasta un consumo de sesenta metros cúbicos de agua. Este es un cobro mensual de Q. 146,00, que resulta en un cobro anual de Q. 1 752,00

5.5.2. Energía eléctrica

El consumo de energía representa el mayor consumo, debido a que la producción es realizada con el uso constante de los dispersores y compresores; estos últimos también son utilizados en el área de calidad para otras máquinas del departamento. En general se considera el costo del kilovatio a Q. 1,15.

Tabla XI. **Costo anual de energía eléctrica**

Descripción	kw/hora	kw/día	Costo diario	Costo anual	Costo anual con nuevo sistema
Dispersores (3)	1,90	45,64334	Q. 52,49	Q. 1 1547,77	Q. 14 434,71
Compresor	0,32	7,60722333	Q. 8,75	Q. 1 924,63	Q. 1 924,63
Total anual				Q. 13 472,39	Q. 16 359,33

Fuente: elaboración propia.

5.5.3. Combustible

Este puede provenir de cualquier fuente de combustible de origen fósil, sin embargo, el equipo de la empresa utiliza la corriente eléctrica para su funcionamiento, ya que la fuente de energía para realizar la totalidad de las operaciones proviene de los compresores que funcionan con corriente eléctrica proveniente del servicio eléctrico local.

5.6. Sueldos

Es la retribución monetaria que reciben los colaboradores periódicamente por laborar en una empresa determinada, y puede variar según las políticas de cada empresa, siendo el pago semanal, quincenal o mensual. Existen pagos que son otorgados por un proyecto en específico o por metas.

5.6.1. Mano de obra directa

Los costos de mano de obra directa son los agentes que intervienen directamente en el proceso de producción, durante el proceso de transformación de la materia. Tomando en cuenta los valores de las prestaciones se obtuvo el costo total de mano de obra directa, que se puede ver en la tabla X. El costo anual de mano de obra directa, y el total mensual (Q. 144 56,64), fue multiplicado por 12 para obtener el costo anual, el cual tiene un valor de: Q. 173 479,63.

Tabla XII. Costo anual de la mano de obra directa

PUESTO	FECHA DE INGRESO	SALARIO BASE MENSUAL	DIAS LABORADOS	SUELDO BASE	Costo Hora Extraordinaria	Cantidad Horas Extras	TOTAL Horas Extras	SUELDO MAS HORAS EXTRAS	DESCUENTOS		BONIFICACION DECRETO 37-2001	Descuento Otros I S R	TOTAL SALARIO A RECIBIR
									IGSS	PRETAMOS			
Supervisor	01/02/2015	4,000.00	30.00	4,000.00	0.00	0.00	0.00	4,000.00	193.20		250.00		4,056.80
Operario 1	02/02/2015	2,394.40	30.00	2,394.40	14.97	5.00	74.83	2,469.23	119.26		250.00		2,599.96
Operario 2	03/02/2015	2,394.40	30.00	2,394.40	14.97	5.00	74.83	2,469.23	119.26		250.00		2,599.96
Operario 3	04/02/2015	2,394.40	30.00	2,394.40	14.97	5.00	74.83	2,469.23	119.26		250.00		2,599.96
Operario 4	05/02/2015	2,394.40	30.00	2,394.40	14.97	5.00	74.83	2,469.23	119.26		250.00		2,599.96
TOTALES		13,577.60		13,577.60					670.25	0.00	1,250.00	0.00	14,456.64

Fuente: elaboración propia.

5.6.2. Mano de obra indirecta

Los valores incluidos acá son todas las personas que intervienen de forma indirecta durante el proceso e influyen de cierta manera el área de producción.

Tabla XIII. Costo anual de mano de obra indirecta

PUESTO	FECHA DE INGRESO	SALARIO BASE MENSUAL	DIAS LABORADOS	SUELDO BASE	Costo Hora Extraordinaria	Cantidad Horas Extras	TOTAL Horas Extras	SUELDO MAS HORAS EXTRAS	DESCUENTOS		BONIFICACION DECRETO 37-2001	Descuento Otros I S R	TOTAL SALARIO A RECIBIR
									IGSS	PRETAMOS			
Supervisor	01/02/2015	5,700.00	30.00	5,700.00	0.00	0.00	0.00	5,700.00	275.31		250.00		5,674.69
Operario 1	01/02/2015	3,000.00	30.00	3,000.00	18.75	5.00	93.75	3,093.75	149.43		250.00		3,194.32
Operario 2	01/02/2015	2,394.40	30.00	2,394.40	14.97	5.00	74.83	2,469.23	119.26		250.00		2,599.96
Operario 3	01/02/2015	2,394.40	30.00	2,394.40	14.97	5.00	74.83	2,469.23	119.26		250.00		2,599.96
Operario 4	01/02/2015	2,394.40	30.00	2,394.40	14.97	5.00	74.83	2,469.23	119.26		250.00		2,599.96
TOTALES		15,883.20		15,883.20					782.53	0.00	1,250.00	0.00	16,668.89

Fuente: elaboración propia.

5.7. Mantenimiento

El mantenimiento es propio de las organizaciones eficientes y con un gran desarrollo industrial. Este es aplicado de acuerdo a las características propias de cada área y a los recursos que puede tener la empresa. Cada equipo utilizado puede observarse detenidamente y se puede determinar cierto patrón

de fallo en la maquinaria y, respecto a esto, es posible crear un sistema que permita prevenir fallos durante la producción y evitar el deterioro de las máquinas.

Tabla XIV. **Costo anual de mantenimiento**

Descripción	Consumo por instalación	Costo anual con nuevo sistema
Técnico, y materiales para servicio: Engrasado, revisión trampa de aire, hidráulico.	Q 675,00	Q 676,01
Servicio Mayor	Q 1 500,00	Q 1 502,25
Total anual	Q 2 175,00	Q 2 178,26

Fuente: elaboración propia.

5.7.1. Preventivo

- **Objetivos**

Crear y diseñar un plan de mantenimiento que permita que las máquinas de la empresa Siegwerk dentro del área de producción tengan un desempeño óptimo para reducir los problemas por fallas durante el proceso de producción.

- **Generalidades**

Todas las actividades realizadas a las máquinas deben ser programadas y realizadas de tal manera que no interrumpan la producción dentro de la empresa. El objetivo de tener estas actividades programadas es garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas utilizadas, y crear un control regular

para mantener siempre en óptimas condiciones el equipo. Para ello se deberá hacer una inspección general en un análisis inicial para determinar la corrección a realizar. Las actividades básicas son: limpieza, lubricación y ajustes.

- Responsables

El responsable de esta labor deberá ser el encargado de mantenimiento o, en dado caso no existiera este puesto, deberá ser el encargado de producción quien programe y verifique que el cumplimiento de la planificación de mantenimiento sea realizada, llevando para ello un registro de todas las actividades realizadas.

- Método

- El encargado debe hacer una inspección inicial para verificar el estado de todas las máquinas y detectar posibles fallas o deterioro de las mismas.
- Consultar los manuales, o a los proveedores de las máquinas, para saber el mantenimiento necesario a aplicar, o los cuidados necesarios que necesitan las máquinas para su correcto funcionamiento. Crear una lista de verificación para mantener un control de las operaciones realizadas. Esta lista debe contener por lo menos los siguientes elementos:
 - Identificar la tarea
 - El procedimiento a seguir
 - La frecuencia que se debe aplicar
 - Tiempo estándar o rendimiento esperado
 - Herramientas a utilizar
 - Calificación y cantidad de personal

- Controlar y hacer seguimiento a aspectos como:
 - ✓ Costos y reparaciones de emergencia
 - ✓ Tiempo improductivo por fallas
 - ✓ Desperdicio de materia prima
 - ✓ Modificaciones ejecutadas a los equipos o sistemas
 - ✓ Seguridad del personal involucrado
 - Se deberá realizar la planificación de las medidas anualmente, y detallar si fuera necesario realizar otras medidas en períodos más cortos, ya fuera semanal, quincenal, mensual, etcétera, y mantener un archivo con el registro al día para futuras consultas o referencias en cuanto a la máquina. Es útil crear una ficha específica para este fin:

Tabla XV. **Ficha de planificación de las medidas**

f) Elabora:	f) Aprueba:
Nombre:	Nombre
Jefe de Producción	Gerencia General

Fuente: elaboración propia.

5.7.2. Correctivo

- Objetivos

Diseñar un método que facilite la solución frente a problemas causados por fallas repentinas dentro de la empresa Siegwark en el área de producción.

- Generalidades

Las medidas relacionadas con el mantenimiento correctivo deben realizarse una vez que se ha podido localizar un tipo de falla o problema en el uso de las máquinas. Este problema debe ser considerado prioridad, y si estas fallas son localizadas en un momento en el que la máquina está siendo utilizada, debe planificarse el momento para poder realizar dichas correcciones y así no dañar el funcionamiento posterior de la máquina.

- Responsables

El responsable de esta labor deberá ser el encargado de mantenimiento, o bien, el supervisor de producción quien programe y verifique el cumplimiento de la planificación del mantenimiento, llevando para ello un registro de todas las actividades realizadas.

- Método

- El encargado debe hacer una inspección inicial para verificar el estado de todas las máquinas y detectar posibles fallas o deterioro de las mismas.
- Se deben consultar los manuales, o a los proveedores de las máquinas, para saber el mantenimiento necesario a aplicar, o los cuidados necesarios que necesitan las máquinas para su correcto funcionamiento. Crear una lista de verificación para mantener un control de las operaciones realizadas. Esta lista debe contener por lo menos los siguientes elementos:
 - Identificar la tarea o problema suscitado
 - Determinar el procedimiento a seguir

- Herramientas a utilizar
 - Calificación y cantidad de personal
 - Tiempo improductivo por fallas
 - Desperdicio de materia prima
 - Modificaciones ejecutadas a los equipos o sistemas
- Seguridad del personal involucrado

Se deberá realizar un control para que las correcciones observadas durante el mantenimiento correctivo puedan pasar a un proceso de mantenimiento preventivo, y así evitar costos extra dentro del área de producción, detallando las fallas recurrentes para determinar un patrón o posibles fallas del uso de los operarios en el uso de la maquinaria. Es útil crear una ficha específica para este fin:

Tabla XVI. **Ficha del personal involucrado**

f) Elabora:	f) Aprueba:
Nombre:	Nombre
Jefe de Producción	Gerencia General

Fuente: elaboración propia.

5.7.3. Depreciaciones

El valor de los cargos para las depreciaciones es utilizado en el documento base general sobre depreciación de equipo industrial. Es del 20 %, como lo dice la ley sobre el impuesto sobre la renta (ISR): “Los semovientes utilizados como animales de carga o de trabajo, maquinaria, vehículos en

general, grúas, aviones, remolques, semirremolques, contenedores y material rodante de todo tipo, excluido el ferroviario, veinte por ciento (20%)”⁷.

El valor del equipo es de \$. 5 000,00, que a una tasa de cambio de Q. 7,77 por \$. 1,00, da un valor de Q. 38 950,00, por lo que el valor de depreciación asciende a Q. 6 232,00 anuales de depreciación.

5.8. Gastos administrativos

A todo lo anterior se deben agregar los gastos que conciernen a los útiles de la oficina, enseres, servicio telefónico, Internet, energía eléctrica de la oficina, agua potable, café y demás. Se considera que estos costos ascienden a Q. 8 000,00 mensuales, o bien, Q. 96 000,00 anuales. Por lo tanto, los gastos administrativos tienen un valor total de Q. 1 818 375,00 anuales. Estos gastos no varían tanto con la producción, es decir respecto a la producción actual de la empresa, y no existe una rotación grande de personal, por lo tanto es importante tomarlos en cuenta ya que constituyen una parte considerable para poder mantener en funcionamiento a la empresa, y son gastos estables en que se incurre cada mes.

⁷ *Depreciación en línea recta, una forma simple de entender el efecto del tiempo en los bienes.* <https://taxesetdroits.wordpress.com/2012/08/19/depreciacion-en-linea-recta-una-forma-simple-de-entender-el-efecto-del-tiempo-en-los-bienes/>. Consulta: 2014.

Tabla XVII. **Gastos administrativos**

Plaza	plazas	Sueldo por mes	Sueldo Anual
Gerente general	1	Q.30 000,00	Q 360 000,00
Adm. Tecnología	1	Q.15 000,00	Q 180 000,00
Técnico Lab	1	Q.2 528,75	Q 30 345,00
Asistente Lab	3	Q.3 000,00	Q 108 000,00
Representante de ventas	2	Q.15 000,00	Q 360 000,00
TécnicoInhousetech	4	Q 3 000,00	Q 144 000,00
Adm. Producción	1	Q 2 528,75	Q 30 345,00
Productor	1	Q 2 528,75	Q 30 345,00
Operador de proceso	4	Q 2 528,75	Q 121 380,00
Asistente mercado	1	Q 2 528,75	Q 30 345,00
Financiero país	1	Q 2 528,75	Q 30 345,00
Logística	1	Q 2 528,75	Q 30 345,00
Operador bodega	4	Q 2 528,75	Q 121 380,00
Contador	3	Q 3 200,00	Q 115 200,00
Recepcionista	1	Q 2 528,75	Q 30 345,00
Otros Gastos oficina		Q 8 000,00	Q 96 000,00
Total		Q 99 958,75	Q 1 818 375,00

Fuente: elaboración propia.

6. ESTUDIO FINANCIERO

6.1. Costo total de operación e inversión inicial para implementación del sistema de dispersión

En la siguiente tabla se observa el personal que será parte del área de ventas. Se trata de un gerente de ventas y cuatro asistentes responsables de manejar el área.

Tabla XVIII. Gastos de ventas

Plaza	plazas	sueldo por mes Q	sueldo anual
Gerente de ventas	1	8 500.00	102 000,00
Asistentes de ventas	4	4 000.00	48 000,00
Total anual			Q 150 000,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla de la siguiente página se muestran los costos de producción, los gastos de administración y los gastos de ventas, los cuales dan un resultado de Q. 25 333 942, 91.

Tabla XIX. **Gastos de operación**

Concepto	Costo Anual Q	Costo Anual con nuevo sistema Q
Costo de Producción	23 365 567,91	26 849 357,29
Costo de Administración	1818 375,00	1 818 375,00
Costo de Ventas	150 000,00	150 000,00
Total	25 333 942,91	28 817 732,29

Fuente: elaboración propia.

Para poder trabajar con el sistema de dispersión se determina el total de inversión que se debe utilizar para el equipo:

Tabla XX. **Inversión total empresa**

Descripción		Total
Nuevo equipo de producción		Q 38 950,00
Instalación		Q 8 000,00
Sub-Total		Q 46 950,00
Imprevistos	10%	Q 4 695,00
Total		Q 51 645,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIII se muestra el resumen de la inversión necesaria, se agrega además un 10 % de imprevistos, obteniendo así un valor total de Q. 4 800,00, dando como resultado una inversión global de Q. 51 645,00.

6.2. Análisis de rentabilidad

Los análisis de rentabilidad son las herramientas que permiten medir la magnitud en que la empresa percibirá las utilidades. Estas utilidades están basadas en el análisis de los diferentes estudios; se tiene a partir de una inversión inicial, siendo esta mediante un préstamo o por capital propio. Estos indicadores, llamados indicadores de rentabilidad, permiten identificar la posibilidad de que una opción de inversión genere activos o capital para la compañía como resultado de un proyecto anterior, por lo que se muestra a continuación un estado de pérdidas y ganancias para los siguientes cinco años respecto a la inversión.

6.2.1. Indicadores de rentabilidad

La finalidad de los indicadores de rentabilidad es poder proporcionar en detalle la posibilidad de cualquier potencia de la empresa en poder generar ganancias. Todos en conjunto proveen una ayuda que facilita la interpretación de la situación actual. Entre ellos pueden encontrarse (siendo los más utilizados en problemas de inversión):

- Valor presente neto (VPN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Tasa beneficio/costo

Todos estos indicadores permiten tener un mayor control de la administración que se realiza en la empresa, así como hacer un pronóstico de costos y gastos, y mediante este análisis se puede convertir todas las ventas y transformarlas en utilidades.

6.2.1.1. VPN

Como se ha mencionado anteriormente, el valor presente neto es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Este flujo neto es representado muchas veces en un diagrama en donde se observa el flujo de efectivo a través de un período de tiempo establecido por la inversión, a fin de poder facilitar su análisis.

Tabla XXI. **Flujo de efectivo (valores en quetzales)**

Total	1761235,09	1937358,60	2131094,46	2344203,91	2578624,30	2836486,73
--------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Fuente: elaboración propia.

Los valores del flujo de efectivo fueron tomados de la tabla XVIII, proyección de pérdidas y ganancias en la cual se tienen los datos previstos de ingresos y egresos de la empresa en los próximos 5 años y con la cual se puede evaluar el proyecto. El valor presente neto debe ser mayor a cero ($VPN > 0$), y con esto indica que la inversión tiene ingresos más altos que los egresos, por lo tanto se trata de una inversión rentable.

$$VPN = - P + \frac{FNE1}{(1+i)^1} + \frac{FNE2}{(1+i)^2} + \frac{FNE3}{(1+i)^3} + \frac{FNE4}{(1+i)^4} + \frac{FNE5 + VS}{(1+i)^5}$$

Donde:

i = tasa mínima aceptable de rendimiento TMAR

P = inversión inicial

VS = Valor de salvamento

Sustituyendo, se obtiene:

$$VPN = -51645 + \frac{1937358,60}{(1+17)^1} + \frac{2131094,46}{(1+17)^2} + \frac{2344203,91}{(1+17)^3} + \frac{2578624,30}{(1+17)^4} + \frac{2836486,73}{(1+17)^5}$$

Al operar la ecuación anterior da un resultado entonces de un valor presente neto de:

$$VPN = Q. 62\ 991,50$$

6.2.1.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Cuando se habla de una tasa interna de retorno (TIR), se refiere la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Si esta tasa es el valor presente neto, es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Y si la tasa interna de retorno iguala la suma de los flujos descontados entonces el valor presente neto es igual a cero ($VPN = 0$), con lo que solo se obtiene la tasa mínima aceptable de rendimiento.

$$VPN = -P + \frac{FNE1}{(1+i)^1} + \frac{FNE2}{(1+i)^2} + \frac{FNE3}{(1+i)^3} + \frac{FNE4}{(1+i)^4} + \frac{FNE5 + VS}{(1+i)^5}$$

Para obtener la tasa, el VPN debe tener un valor de 0, por lo tanto:

$$P = \frac{FNE1}{(1+i)^1} + \frac{FNE2}{(1+i)^2} + \frac{FNE3}{(1+i)^3} + \frac{FNE4}{(1+i)^4} + \frac{FNE5 + VS}{(1+i)^5}$$

donde:

P = inversión inicial

FNE = flujo neto de efectivo en cada año

i = la tasa que iguala a la inversión inicial

VS = valor de salvamento

Se determinó el valor de salvamento por un valor de Q. 7790,00 al final del año 5, tomando en cuenta un método de depreciación anual del 20%. Este valor hay que afectarlo por el paso del tiempo de la inflación:

$$VS = Q. 2\ 833\ 040 (1 + \text{tasa inflación}) * 5$$

$$VS = Q. 7\ 790,00 (1 + 0.04)^5$$

$$VS = Q. 9\ 477,73$$

Además, para el estudio es necesario definir la tasa mínima aceptable de rendimiento del proyecto, y la TMAR se define como:

$$TMAR = I + r + tp + G$$

donde:

i = inflación

r = riesgo

tp= tasa pasiva

G = ganancia

Lo que hace la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) es considerar un riesgo de inversión del inversionista, que en este caso es la empresa, y lo que esta espera poder ganar al emplear el dinero en el proyecto; y considera también la influencia de la inflación en el mismo.

Debido a que el capital para la inversión proviene de capital propio, la TMAR queda de la siguiente forma:

Capital propio: $TMAR = I + r + tp + G$

Capital propio: $TMAR = 0,05 + 0,04 + 0,06 + 0,02$

Capital propio: $TMAR = 17\%$

Sustituyendo el flujo neto para los cinco años de estudio, el valor de salvamento y la inversión inicial queda:

$$VPN = -51645 + \frac{1937358,60}{(1 + 17)^1} + \frac{2131094,46}{(1 + 17)^2} + \frac{2344203,91}{(1 + 17)^3} + \frac{2578624,30}{(1 + 17)^4} + \frac{2836486,73 + VS}{(1 + 17)^5}$$

La tasa obtenida de la ecuación anterior da un resultado de 37,61%, y este, al ser mayor que la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) de 17%, permite concluir entonces que la inversión es rentable o viable económicamente.

Luego de utilizar el indicador de valor presente neto, así como la tasa interna de retorno, es recomendable invertir en el uso de un sistema de dispersión de tinta de impresión flexográfica, ya que el proyecto generará las utilidades esperadas a una tasa de más del 17 %.

6.2.1.3. Tasa beneficio/costo

Esta es una relación que resulta entre el cociente de los beneficios del proyecto dentro de los costos del mismo, y este resultado es comparado con la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), llamada también tasa de

actualización o tasa de evaluación. Este resultado debe ser mayor o igual que uno para que sea aceptable, ya que significa que la inversión ha sido recuperada y se obtuvieron ingresos extra luego de cierto período de tiempo.

Los valores de la siguiente tabla fueron tomados de la proyección de pérdidas y ganancias de la tabla XVIII, y se muestran a continuación.

Tabla XXII. Beneficio costo

Ingresos	29 804 695,8	32 785 165,4	3 6063 681,9	39 670 050,1	4 363 7055,1
Costos	27 867 337,2	30 654 070,9	33 719 478	37 091 425,8	40 800 568,4
BC/Costo	1,06952077	Se acepta			

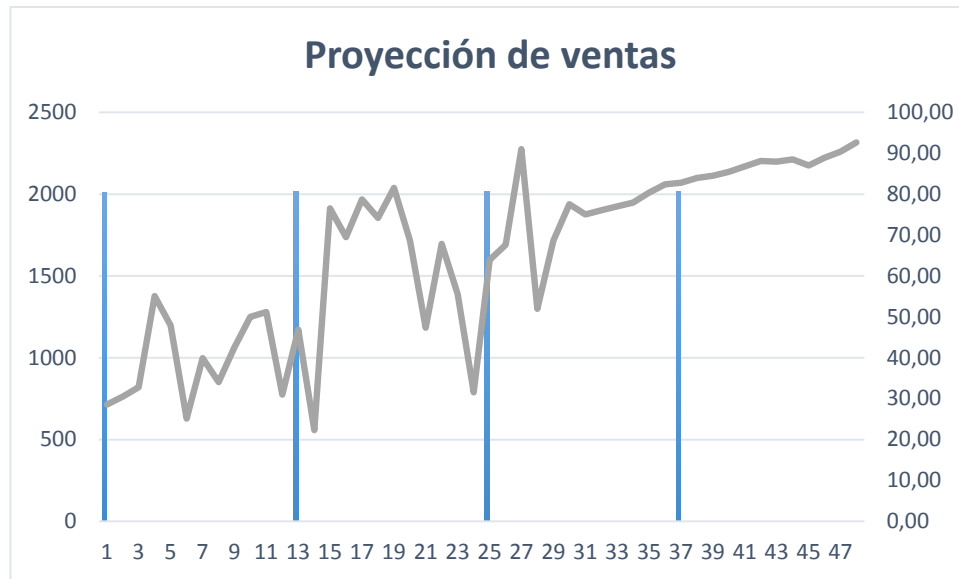
Fuente: elaboración propia.

Debido a que la relación beneficio costo supera el valor de 1, $B/C = 1,07$, los valores para la inversión son aceptables y rentables.

6.3. Proyección de ventas

De acuerdo con la producción de toneladas mensuales de los últimos 3 años, se puede realizar un pronóstico de cuál será su nivel en los próximos años, y así es como se observa un aumento en la producción y venta de tintas de impresión flexográfica.

Figura 18. **Proyección de ventas**



Fuente: elaboración propia.

6.4. Análisis general de costos

De acuerdo a las relaciones que existen entre los diferentes indicadores de rentabilidad, se tiene en primera instancia la tasa interna de retorno (TIR), valor presente neto (VPN) y tasa de beneficio costo (Bc/costo), y en los tres indicadores se puede observar que la producción, tanto como el desarrollo de la empresa, presentan una oportunidad de crecimiento y muestran la rentabilidad que tiene que impulsar el sistema de dispersión, que le traerá ganancias a la empresa y podrá continuar con su expansión y crecimiento.

6.4.1. Costos fijos

Los costos fijos son esos costos que no son sensibles a ligeros cambios dentro de la actividad económica de la empresa, sino que permanecen estables

a pesar de que se realicen ligeros cambios o modificaciones. Estos costos deben estar presentes a lo largo de la operación de la empresa, y esto es debido a que gran parte de estos costos son los que permiten el funcionamiento y desarrollo de labores dentro de una compañía. Un ejemplo de estos costos es la mano de obra. Sin embargo, muchas empresas han ido cambiando sus políticas para poder hacer que parte de estos costos sean trasladados a costos variables.

6.4.2. Costos variables

Un costo variable es el costo que varía de acuerdo a muchos factores dentro de la empresa, dependiendo del nivel de producción, cambios dentro de la estructura organizacional, bienes, entre otros. El ejemplo más claro para determinar los costos variables es cuando la materia prima o el costo de los materiales dentro del área de producción son valores que van ligados a factores que son tanto internos como externos, lo que puede hacer que estos varíen. Una mejora tecnológica como una nueva política en el país son causas que pueden provocar un cambio en el nivel de demanda de ciertos productos.

6.4.3. Punto de equilibrio

Luego de obtener todos los costos de producción, los gastos de administración y gastos de ventas, estos pueden clasificarse a su vez en costos fijos y variables. Esto se hace con el propósito de determinar la cantidad de kilos de tinta de impresión flexográfica que debe producir la empresa para tener un nivel de equilibrio en que los ingresos menos todos los costos den un valor cero, que se interpreta como que la empresa no gana ni pierde dinero. La tabla de la siguiente página muestra los costos e ingresos a partir del año cero.

Tabla XXIII. **Total de costos e ingresos**

Concepto	Valor
Ingresos	Q. 27 095 178,00
Costo total	Q. 25 333 942,91
Gastos Fijos	Q. 1 995 008,89
Gastos Variables	Q. 23 346 724,02

Fuente: elaboración propia.

Los datos de la tabla XX corresponden a una producción de 632 326,207 kilos de tinta con un precio de venta de Q. 42,85/kilo. La fórmula para determinar el punto de equilibrio es:

Utilidad = ingresos – costos

Utilidad = precio venta*unidades – (gastos variables + gastos fijos)

Sabiendo que en el punto de equilibrio la empresa no gana ni pierde, con lo cual la utilidad es cero, por lo tanto:

Unidades = (Gastos variables + Gastos fijos)/ Precio de venta

Unidades = (Q. 23 346 724,02 + Q. 1 987 218,886)/Q. 42,85

Unidades = 591 223,87 kilos

Tabla XXIV. **Total de costos fijos y variables**

Concepto	Costos Variables	Costos Fijos
Materia Prima	Q 23 154 061,20	
Embalaje	Q -	
Agua	Q 1 752,00	
Energía Eléctrica	Q 13 472,39	
Mano de obra directa	Q 173 479,63	
Otros materiales	Q 3 958,80	
Mano de obra indirecta		Q 16 668,89
Mantenimiento		Q 2 175,00
Depreciaciones		Q 7 790,00
Gastos Administrativos		Q 1 818 375,00
Sueldo Ventas		Q 150 000,00
Total	Q 23 346 724,02	Q 1 995 008,89

Fuente: elaboración propia.

La empresa necesita vender 591223,87 kilos al año para cubrir todos los costos, cualquier producción por debajo de ese nivel significaría pérdidas, por el contrario, un nivel de producción por encima de este será considerado como parte de las utilidades que percibe la empresa.

6.5. Proyección de pérdidas y ganancias

En la tabla siguiente se puede observar el flujo de efectivo dentro de los próximos años por el uso de un sistema de dispersión:

Tabla XXV. **Proyección pérdidas y ganancias**

Concepto	0	1	2	3	4	5
Producción (Ton)	70,16	77,176	84,8936	93,38296	102,721256	112,9933816
ingreso	27 095 178,00	29 804 695,80	32 785 165,38	36 063 681,92	39 670 050,11	43 637 055,12
Costo de Producción	23 365 567,91	25 702 124,70	28 272 337,17	31 099 570,88	34 209 527,97	37 630 480,77
Costo de Administración	1 818 375,00	2 000 212,50	2 200 233,75	2 420 257,13	2 662 282,84	2 928 511,12
Costo de Ventas	150 000,00	165 000,00	181 500,00	199 650,00	219 615,00	241 576,50
Total	1 761 235,09	1 937 358,60	2 131 094,46	2 344 203,91	2 578 624,30	2 836 486,73

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Al cuantificar todos los costos de operación, de administración y de ventas, se pudo determinar que el costo por kilo es de Q. 42,85 y el punto de equilibrio para este es una venta mensual/anual de 591 223,87 kilos, y el proceso puede ser realizado sin ningún obstáculo legal ni ambiental, y si continúan las mejoras tecnológicas serán muchos menos los problemas ambientales que producirá la empresa.
2. Debe existir una evaluación económica del proyecto, ya que una muestra de su utilidad pudo verse en que, al aplicar indicadores como la tasa interna de retorno (TIR), se determinó que es viable económicamente con una tasa de rendimiento de 37,61%, y es 20,61 puntos por encima de la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).
3. Al realizar una evaluación con el valor presente neto, se obtuvo como resultado una cantidad de Q. 62 991,50, con lo que se demuestra que el proyecto es rentable y se refleja la recuperación del capital respecto a la tasa mínima aceptable de rendimiento, más todas las ganancias extras por la inversión.
4. Con la organización y capacitación apropiada con el personal del área se asegura un sistema en el que colaboradores y supervisores de área puedan desempeñarse de una manera idónea y también puedan cumplir fácilmente con los objetivos trazados, no solo internamente, sino a gran escala con la visión de la compañía.

5. Los programas de mantenimiento poseen herramientas que le servirán no solo al personal de trabajo, sino a las áreas de administración y encargados del proceso, para desarrollar eficazmente las evaluaciones, inspecciones y acciones que deben llevarse a cabo con las cuales se refleje el impacto sobre las posibles fallas que pudieran ocurrir durante el funcionamiento de la planta.

6. Los dispersores utilizados dentro de la planta, debido a la cantidad de tiempo que tienen de estar siendo utilizados, han ido presentando fallas en varios aspectos de su funcionamiento, y la mejor opción es la sustitución de uno de los sistemas por un nuevo sistema de dispersión, que permitirá satisfacer las necesidades de la empresa en cuanto a producción y reducir costos por mantenimiento correctivo.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con los lineamientos legales y ambientales que se manejen en Guatemala para evitar algún tipo de conflicto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) si se llegara a modificar alguna fórmula o proceso químico en la fabricación de tintas en Alemania, sin embargo, si este proceso fuera una innovación que no estuviera contemplada dentro del MARN, puede proponerse una actualización para apoyar el crecimiento de dicha institución.
2. La gerencia debe considerar la implementación de algún proceso de calidad como las ISO 9000 para mejorar su producción y reducir costos por desperdicios y tiempos de proceso, para lo cual puede ser contratado personal externo de alguna empresa especializada en el proceso, o llevar a cabo la capacitación de su propio personal con encargados del área, tomando en cuenta las necesidades de la compañía.
3. Gerentes de producción y gerencia deben comprometerse para apoyar y brindar los recursos necesarios para los programas que fueran implementados, ya sean de mantenimiento, control de plagas o reducción de ruido y desperdicios, con lo que contribuirían a la reducción de fallas y paros en la producción.
4. Asesorar la empresa con expertos en sistemas de dispersión para determinar cuál sería la mejor forma de poder realizar el cambio, y si la empresa se encuentra en las condiciones o situación financiera que permita realizar un cambio en la maquinaria para mejorar la producción,

o bien, si realmente los recursos deben ser enfocados en otras áreas de la empresa que representan un riesgo mucho más grande, en cuanto a calidad y producción, que pudiera causar fuertes gastos a largo plazo para la compañía.

5. La gerencia debe considerar la posibilidad de implementar una fuente de energía eléctrica alterna y no depender totalmente de la fuente eléctrica de la cual se depende hoy en día, para lo cual se puede realizar un estudio extra de factibilidad con la ayuda de estudiantes de ingeniería, para determinar si la adquisición de este equipo supone una inversión o resultaría un gasto mayor al que la planta puede soportar.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR VASQUEZ, Willian. *Apuntes de ingeniería económica*. Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. 167 p.
2. *Apuntes de preimpresión e impresión. Control de la preimpresión y de la impresión. Artículo en línea. Flexografía: tintas flexográficas*. [en línea]. <<http://preimpressio.blogspot.com/2006/10/flexografa-tintas-flexogrficas.html>>. [Consulta: 10 de febrero de 2014].
3. BANN, David; GRAGA, John. *Cómo corregir pruebas en color, colección de manuales de diseño*. México: Gustavo Gili, 1992. 150 p.
4. BERNARD, Michael. *The print production manual*. EE.UU.: Pira International, 2000. 115 p.
5. CHASE, Richard; JACOBS, Robert y AQUILANO, Nicholas. *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. 12a ed. México: Mc Graw Hill. 2009. 789 p.
6. FTA NORTH AMERICA. *Documento. FlexographicImageReproduction and tolerances (FIRST)*.4a ed. EE.UU.: Pira International, 2010. 242 p.

7. PANIAGUA, Sergio y CRUZ, Luis Diego. *Desastres y emergencias, prevención, preparación y mitigación*. Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica, 2002. 157 p.
8. TORRES, Sergio. *Control de la producción*. 3a ed. Guatemala: C.C, Dapal, 2013. 189 p.
9. _____. *Ingeniería de plantas*. Guatemala. C.C, Dapal, 2009. 144 p.
10. *Siegwerk. This is where Siegwerk comes into play*. [en línea]. <http://WEB_RZ_BroschuereBestOf_engl_120426_DS>. [Consulta: 10 de julio de 2015].
11. ZIMA, Petr y BROWN, Robert. *Matemáticas financieras*. 2a ed. Serie SCHAUM. 190 p.