



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA CALDERA DE BIOMASA EN EL  
DEPARTAMENTO DE TINTORERÍA DE UNA EMPRESA TEXTIL**

**Kenny Emilio Villatoro Arrecis**

Asesorado por Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA CALDERA DE BIOMASA EN EL  
DEPARTAMENTO DE TINTORERÍA DE UNA EMPRESA TEXTIL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**KENNY EMILIO VILLATORO ARRECIS**

ASESORADO POR LA INGA. YOCASTA IVANOBLA ORTIZ DEL CID

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Estrada Martínez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **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:

### **IMPLEMENTACIÓN DE UNA CALDERA DE BIOMASA EN EL DEPARTAMENTO DE TINTORERÍA DE UNA EMPRESA TEXTIL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 2 de agosto de 2012.



**Kenny Emilio Villatoro Arrecis**

Guatemala, 23 de julio de 2014


Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Distinguido Ing. Urquizú:

Atentamente me dirijo a usted para someter a su consideración el trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UNA CALDERA DE BIOMASA EN EL DEPARTAMENTO DE TINTORERÍA DE UNA EMPRESA TEXTIL**, elaborado por el estudiante **Kenny Emilio Villatoro Arrecis**, el cual he asesorado y revisado por lo que recomiendo la aprobación del mismo.

Agradeciendo su atención a la presente, me suscribo hasta una nueva oportunidad.

Atentamente,

  
Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz Del Cid  
Catedrática Asesora  
Colegiado 9988

Yocasta Ivanobla Ortiz Del Cid  
CATEDRÁTICA ASESORA  
INDUSTRIAL  
Col. 9988



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UNA CALDERA DE BIOMASA EN EL DEPARTAMENTO DE TINTORERÍA DE UNA EMPRESA TEXTIL**, presentado por el estudiante universitario **Kenny Emilio Villatoro Arrecis**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

*Ing. Danilo González Trejo*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

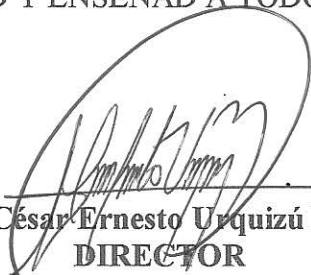
Guatemala, septiembre de 2014.

/mgp



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 **IMPLEMENTACIÓN DE UNA CALDERA DE BIOMASA EN EL DEPARTAMENTO DE TINTORERÍA DE UNA EMPRESA TEXTIL**, presentado por el estudiante universitario **Kenny Emilio Villatoro Arrecis**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2014.

/mgp



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: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA CALDERA DE BIOMASA EN EL DEPARTAMENTO DE TINTORERÍA DE UNA EMPRESA TEXTIL**, presentado por el estudiante universitario: **Kenny Emilio Villatoro Arrecis**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno  
Decano en funciones



Guatemala, noviembre de 2014

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por brindarme la fuerza y la sabiduría para poder alcanzar una meta más en mi vida.
- Mis padres** Emilio Villatoro y Ruth Arrecis, por todo el apoyo y amor brindado a lo largo de mi vida.
- Mi abuelo** Sabino Arrecis (q.e.p.d.), porque aunque ya no estés aquí, el recuerdo vivirá por siempre.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Mis amigos de la Facultad de ingeniería</b>	Por todo su apoyo y amistad brindada a lo largo de la carrera.
<b>Inga. Yocasta Ortiz</b>	Por la ayuda brindada en la asesoría de mi trabajo de graduación.
<b>Licda. Irina Urbina</b>	Por todo el apoyo brindado a lo largo del proceso de graduación.
<b>Ing. Kenneth Estrada</b>	Por su ayuda y amistad.
<b>Policintas, S. A.</b>	Por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en tan prestigiosa empresa.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Aspectos generales de la empresa .....	1
1.1.1. Policintas, S. A.....	1
1.1.2. Historia .....	4
1.1.3. Ubicación.....	5
1.1.4. Misión .....	5
1.1.5. Visión.....	6
1.1.6. Principios y valores.....	7
1.1.7. Productos.....	8
1.1.8. Proceso de producción .....	8
1.1.9. Laboratorio de colores .....	21
1.2. Marco teórico.....	23
1.2.1. Caldera .....	23
1.2.1.1. Definición.....	24
1.2.1.2. Clasificación de las calderas de acuerdo al combustible utilizado.....	26
1.2.1.3. Caldera de combustibles sólidos .....	27
1.2.1.3.1. Funcionamiento.....	28

	1.2.1.3.2.	Combustibles .....	28
	1.2.1.3.3.	Partes de la caldera .....	29
	1.2.2.	Ahorro energético .....	30
	1.2.3.	Desarrollo sostenible .....	31
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....		33
2.1.	Descripción del proceso de teñido .....		33
	2.1.1.	Descripción del proceso actual de teñido de cinta ..	33
	2.1.2.	Descripción del proceso actual de teñido de hilo ....	36
2.2.	Gráficas del proceso de teñido según el material a teñir.....		38
	2.2.1.	Gráfica del proceso de teñido de algodón .....	39
	2.2.2.	Gráfica del proceso de teñido de poliéster .....	40
2.3.	Diagrama del proceso de teñido .....		42
	2.3.1.	Proceso de teñido de cinta .....	42
	2.3.2.	Proceso de teñido de hilo .....	44
2.4.	Descripción y funcionamiento de las máquinas de teñir.....		45
2.5.	Horas de operación en el Departamento de Tintorería .....		49
2.6.	Ventajas y desventajas de utilizar calderas de diésel .....		50
	2.6.1.	Ventajas .....	50
	2.6.2.	Desventajas.....	50
2.7.	Costo del mantenimiento preventivo de caldera de diésel .....		51
2.8.	Costo de generación de vapor por kilo teñido .....		53
2.9.	Histograma del precio de diésel en el último año .....		54
3.	PROPUESTAS DE MEJORA.....		57
3.1.	Implementación de una caldera de biomasa.....		57
	3.1.1.	Propósito .....	57
	3.1.2.	Descripción.....	57
	3.1.3.	Equipo a implementarse.....	58

3.2.	Combustibles sólidos.....	64
3.2.1.	Sólidos que pueden ser utilizados como combustible para la generación de vapor en la caldera de biomasa .....	65
3.2.2.	Desechos sólidos generados por la fábrica que pueden ser utilizados como combustible de caldera de biomasa .....	66
3.2.3.	Cotización de desechos sólidos generados por otras fábricas que pueden ser utilizados como combustible en la caldera de biomasa.....	66
3.2.4.	Kilos de sólidos estimados para la generación de vapor por día.....	67
3.3.	Costo de inversión y operación .....	68
3.3.1.	Costo de la inversión .....	68
3.3.2.	Costo de operación.....	68
	3.3.2.1. Costo del combustible sólido .....	68
	3.3.2.2. Costo de mano de obra .....	70
3.3.3.	Costo de generación de vapor por kilo teñido.....	72
3.4.	Costo de generación de vapor de caldera de diésel versus caldera de biomasa .....	73
3.5.	Tiempo de recuperación de la inversión .....	74
3.5.1.	Flujo de efectivo.....	74
3.5.2.	Diagrama de flujo.....	76
3.6.	Ventajas y desventajas de utilizar una caldera de biomasa ....	77
3.6.1.	Ventajas.....	77
3.6.2.	Desventajas .....	77
3.7.	Diseño y ubicación de la instalación .....	77
3.7.1.	Ubicación .....	78
3.7.2.	Diseño del Área de Operación.....	78

3.7.3.	Plano de la instalación de la caldera .....	79
3.8.	Descripción de como operar la caldera de biomasa .....	80
3.9.	Plan de contingencia .....	81
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	83
4.1.	Documentación .....	83
4.1.1.	Manual de funcionamiento .....	83
4.1.2.	Manual de instructivos de trabajo .....	84
4.1.3.	Reportes .....	85
4.1.3.1.	Reporte de consumo de combustibles sólidos por turno .....	86
4.1.3.2.	Reporte de fallas .....	88
4.2.	Operador de caldera .....	90
4.2.1.	Funciones .....	91
4.2.2.	Responsabilidades .....	91
4.2.3.	Capacitación .....	92
4.3.	Seguridad industrial .....	93
4.3.1.	Área de trabajo .....	94
4.3.2.	Equipo de seguridad .....	95
4.4.	Limpieza de la caldera y área de trabajo .....	96
4.5.	Almacenamiento de sólidos a utilizar como combustible .....	96
4.6.	Manejo de lodos generados por la caldera .....	97
4.7.	Costos de instalación .....	97
4.8.	Diagrama de Gantt de la implementación .....	97
5.	SEGUIMIENTO .....	101
5.1.	Plan de Mantenimiento Preventivo .....	101
5.1.1.	Objetivos .....	101
5.1.2.	Procedimientos .....	102

5.1.3.	Frecuencia del mantenimiento.....	103
5.1.4.	Presupuesto del costo de mantenimiento.....	107
5.1.5.	Propuesta del diseño del reporte de mantenimiento .....	107
5.2.	Sistema de reciclaje de agua caliente .....	110
5.2.1.	Propósito.....	110
5.2.2.	Funcionamiento .....	110
5.2.3.	Diseño del sistema .....	111
5.2.4.	Costo de implementar el sistema de reciclaje de agua caliente .....	112
5.3.	Monitoreo ambiental .....	113
5.3.1.	Mediciones de emisiones .....	113
5.4.	Condiciones de trabajo de la caldera .....	115
6.	RESPONSABILIDAD SOCIAL .....	117
6.1.	Responsabilidad social.....	117
6.2.	Visión.....	118
6.3.	Políticas .....	118
6.4.	Programas sociales .....	119
6.4.1.	Donaciones.....	122
6.4.2.	Actividades de reforestación.....	123
	CONCLUSIONES.....	129
	RECOMENDACIONES.....	131
	BIBLIOGRAFÍA.....	133
	ANEXOS.....	135





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama Policintas, S. A. ....	3
2.	Mapa de ubicación .....	5
3.	Diagrama del proceso A.....	9
4.	Diagrama del proceso B.....	11
5.	Paquete flojo .....	13
6.	Teñido de hilo.....	14
7.	Teñido de cinta.....	15
8.	Enconado final .....	16
9.	Urdido de hilos .....	17
10.	Tejido de cinta.....	18
11.	Planchado de cinta.....	19
12.	Enrollado en carrete.....	20
13.	Enrollado en tubo de cartón .....	21
14.	Laboratorio de colores.....	23
15.	Caldera de diésel .....	25
16.	Caldera de biomasa .....	27
17.	Partes una caldera de biomasa.....	29
18.	Carretes para el teñido de cinta .....	34
19.	Secado de cinta .....	35
20.	Canasta de teñido .....	36
21.	Máquina centrífuga.....	38
22.	Comportamiento de la temperatura a través del tiempo en el proceso de teñido del algodón .....	40

23.	Comportamiento de la temperatura a través del tiempo en el proceso de teñido del poliéster .....	41
24.	Diagrama del proceso del teñido de cinta .....	42
25.	Diagrama del proceso de teñido de hilo.....	44
26.	Panel de control de máquinas Fong's.....	47
27.	Máquina Fong's Allwin 90 .....	48
28.	Máquina Fong's Allwin 70 .....	49
29.	Gráfica del precio del galón de diésel en el 2013 .....	56
30.	Caldera hurst Boiler modelo VIX-60-150 .....	60
31.	Caldera PDS 60 .....	63
32.	Diagrama de flujo.....	76
33.	Área de operación de la caldera .....	79
34.	Departamento de Tintorería .....	80
35.	Reporte de consumo de combustible sólido por turno .....	87
36.	Reporte de fallas.....	89
37.	Diagrama de Gantt.....	99
38.	Programación de mantenimientos 2014 .....	106
39.	Reporte de mantenimiento preventivo .....	109
40.	Sistema de reciclaje de agua caliente.....	112
41.	Analizador de gases electrónico .....	114
42.	Campaña Sembrando Huella.....	125
43.	Propuesta de las playeras promocionales de la Campaña Sembrando Huella .....	128

## TABLAS

I.	Comportamiento de la temperatura a través del tiempo en el proceso de teñido del algodón .....	39
----	--	----

II.	Comportamiento de la temperatura a través del tiempo en el proceso de teñido del poliéster.....	41
III.	Costo de generación de vapor con diésel. ....	53
IV.	Histograma del precio del diésel en el 2013.....	55
V.	Especificaciones generales de la caldera Hurst Boiler.....	58
VI.	Especificaciones generales de la caldera PDS 60 .....	61
VII.	Comparativo cotización Calderas PDS – Hurst Boiler.....	63
VIII.	Cantidad promedio de desperdicio generado en Policintas .....	66
IX.	Cotización de desechos generados por otras fábricas.....	67
X.	Precio de combustibles sólidos .....	69
XI.	Costo de generación de vapor con combustible sólido .....	70
XII.	Horas extras por semana turno jornada diurna .....	71
XIII.	Horas extras por semana turno jornada nocturna .....	72
XIV.	Tabla comparativa de costos de combustible .....	74
XV.	Flujo de efectivo .....	75
XVI.	Presupuesto anual del costo de mantenimiento preventivo .....	107
XVII.	Costo estimado de implementar el sistema de reutilización de agua caliente .....	113
XVIII.	Presupuesto para actividad de la Campaña Sembrando Huella .....	127



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>den</b>	Denier
<b>d</b>	Día
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>hrs</b>	Horas
<b>hp</b>	Horsepower
<b>kg</b>	Kilogramos
<b>lbs</b>	Libras
<b>m</b>	Metro
<b>min</b>	Minutos
<b>Q</b>	Quetzales
<b>t</b>	Tonelada



## GLOSARIO

<b>Apresto</b>	Sustancia que se aplica en los tejidos con el fin de darles pulimiento, lustre y firmeza.
<b>Autoclave</b>	Recipiente de presión metálico de paredes gruesas con un cierre hermético.
<b>Biomasa</b>	Materia orgánica originada de un proceso biológico, espontaneo o provocada, utilizable como fuente de energía.
<b>Carrete</b>	Cilindro hueco con bordes levantados destinado para enrollar elementos filiformes o laminados.
<b>Combustible fósil</b>	Es aquel que procede de la biomasa obtenido hace millones de años y ha sufrido grandes procesos de transformación hasta la formación de sustancias con gran contenido energético.
<b>Decreto 29-89</b>	Ley de fomento y desarrollo de la actividad exportadora y de maquila, mediante beneficios fiscales.
<b><i>Dye to match</i></b>	Teñido para igualar.

<b>Fong's</b>	Marca de maquinaria destinada a la tintura y acabado textil.
<b>Manómetro</b>	Instrumento que mide la presión.
<b>Mesh</b>	Malla.
<b>Poliéster</b>	Es una fibra sintética, resistente e inarrugable, desarrollada a partir del petróleo químicos derivados del petróleo o gas natural.
<b>Stretch Set</b>	Estira/Restablece.
<b>Trama</b>	Conjunto de hilos paralelos en un tejido, trasversales a la urdimbre.
<b>Urdimbre</b>	Conjunto de hilos longitudinales que se mantienen en tensión en un marco o telar.
<b>Wipe</b>	Merma de hilaza textil.



## RESUMEN

Debido al costo elevado para generar vapor utilizando una caldera de diésel y a la contaminación producida por este tipo de equipo se elabora una propuesta para la implementación de una caldera de biomasa en el Departamento de Tintorería de una empresa textil, con el objetivo de reducir tanto el costo de producción como las emisiones de los gases del efecto invernadero.

Por lo anterior se realizó un análisis de la situación actual de generación de vapor mediante la utilización de combustible fósil, se enumeraron las ventajas y desventajas de utilizar una caldera de biomasa, también se propusieron los combustibles sólidos que se podrían utilizar y a la vez el precio al cual se cotiza en el mercado.

En la propuesta se desarrolló un análisis del costo de la inversión y operación de la caldera de biomasa, también se calculó el costo de generación de vapor por kilo teñido utilizando combustibles sólidos. Por último, se hizo un comparativo técnico y económico de generar vapor con diésel versus combustibles sólidos.

Se describieron los pasos para la implementación, documentación, funciones y obligaciones que tendrá el operador, así como las medidas de seguridad y limpieza que se deberán tener para conservar la integridad física del equipo y del personal, por último se realizó un diagrama de Gantt del tiempo que toma instalar una caldera de biomasa.

Se desarrolló un Plan de Mantenimiento Preventivo, donde se definen los procedimientos, así como la frecuencia con la que se deberían realizar, y un presupuesto aproximado de mantenimiento por año.

Con el fin de apoyar el desempeño ambiental de la empresa se describe un sistema de reciclaje de agua caliente en el proceso de teñido, con el cual tiene como propósito optimizar el uso de recursos, y minimizar costos en la generación de vapor, se acompaña de una estimación del costo para la implementación de este sistema.

Por último se aborda el tema de la responsabilidad social, para contribuir con la comunidad, a través de la reforestación y promoviendo en todo el personal el uso responsable de los recursos naturales.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Implementar una caldera de biomasa en el Departamento de Tintorería de una empresa textil.

### **Específicos**

1. Determinar la situación actual de generación de vapor por kilo teñido.
2. Estimar el porcentaje de ahorro que se tendría al implementar una caldera de biomasa.
3. Determinar las ventajas y desventajas de utilizar una caldera de biomasa en el proceso de teñido.
4. Estimar el tiempo en que se recupera la inversión.
5. Diseñar el área de operación y ubicación de la caldera de biomasa.
6. Determinar el porcentaje de leña, desperdicio y mermas que se utilizarán como combustible.
7. Establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo para la caldera de biomasa.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la búsqueda de nuevas alternativas como fuentes de energía es un factor condicionante en el éxito y supervivencia de una organización. Es imprescindible empezar a reducir la dependencia de la utilización de combustibles derivados del petróleo, no solo por la amenaza del cambio climático y otros problemas ambientales, sino porque también es una fuente de energía no renovable que conforme se agota se encarecen.

Policintas, S. A. es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cintas textiles, las cintas se trabajan en diferentes materiales como: poliéster, *spoon* poliéster, algodón y polipropileno. La empresa cuenta actualmente con seis áreas para las operaciones diarias, las cuales son: Urdido, Tejido, Tintorería, Enconado, Planchado y Enrollado. En el Área de Tintorería se realiza el teñido de hilo y/o cinta según se requiera. La empresa cuenta con dos máquinas para la realización del teñido; mismo que trabaja con agua caliente y que es suministrada por una caldera.

La utilización de diésel como combustible para caldera ha tenido un fuerte impacto en los costos de producción en los últimos años y se espera que en los próximos años los precios de los combustibles continúen aumentando, lo que hará que los costos de producción se eleven, y como consecuencia provocará que la empresa deje de ser competitiva.

La implementación de una caldera de biomasa es una alternativa en la estrategia de reducción de costos de producción en el Departamento de Tintorería de la empresa. Además de reducir los costos de producción, Policintas,

S. A. también estará contribuyendo con el medioambiente al dejar de consumir diésel, ya que, la caldera funcionará por combustión de leña y cierto porcentaje de desperdicios y mermas.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Aspectos generales de la empresa**

Policintas, S. A. es una empresa de capital guatemalteco con 30 años de existir en el mercado, desde los inicios la empresa se ha enfocado en la industria textil, innovando la línea de productos en el transcurrir del tiempo, actualmente la empresa utiliza la marca Tejidos Politex para la comercialización de los productos.

### **1.1.1. Policintas, S. A.**

Dedicada a la fabricación y comercialización de cintas rígidas para la confección de vestuario, camas, maletines, mochilas, zapatos, etc., la empresa vende el 30 % de los productos en el mercado local y el otro 70 % es exportado a países como México, Haití, República Dominicana, Estados Unidos, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Actualmente el producto que representa el mayor porcentaje en las ventas es el listón en diferentes anchos, colores y calidades.

La mayor parte de las ventas de la empresa son ventas de gran volumen ya que la mayoría de los clientes son fábricas que utilizan los productos de Policintas, S. A. como materia prima para la confección de otros productos, la cantidad mínima de producción que se maneja en fabrica es de 5 000 yardas.

Para las ventas al detalle la empresa cuenta con un almacén ubicado en la zona 1 de la ciudad capital, en este almacén únicamente se comercializan

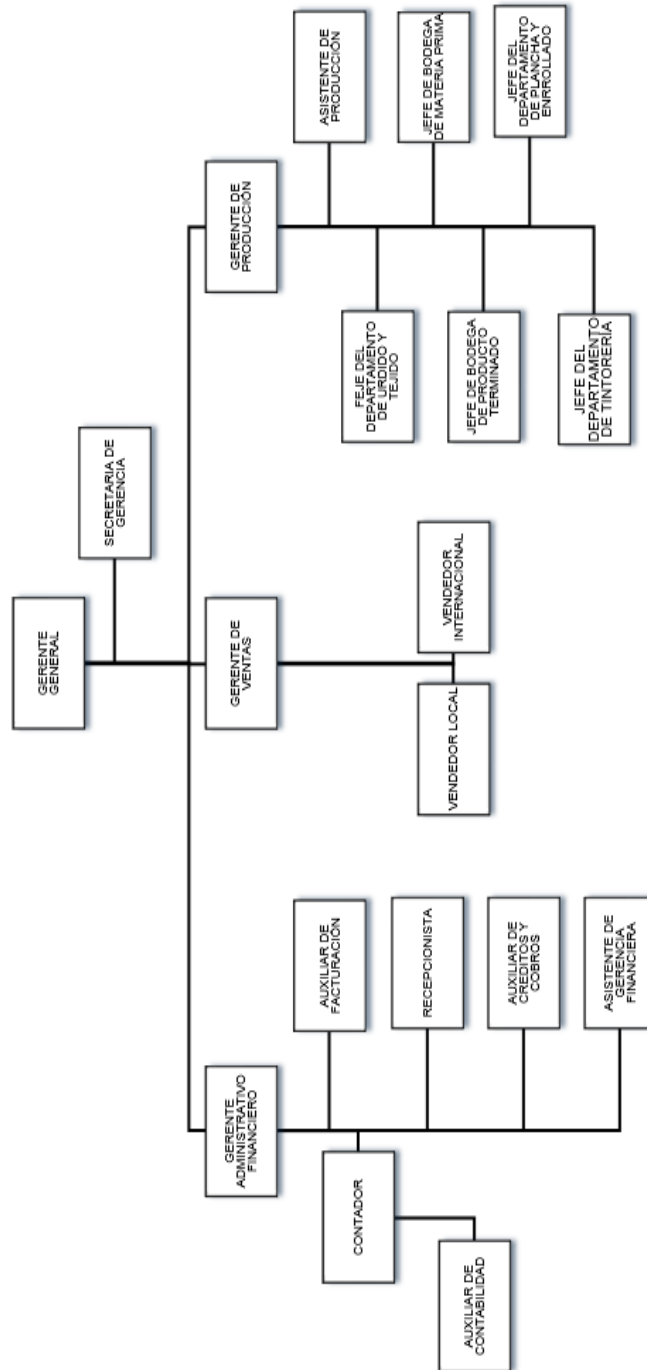
productos de línea por lo que el cliente puede comprar desde un rollo. El almacén tiene un horario de atención de lunes a viernes de 8:00 a 18:00 horas y los días sábados de 8:00 a 13:00 horas.

La empresa cuenta con un total de 74 empleados de los cuales 60 empleados pertenecen al Área de Producción y 14 empleados al Área Administrativa. El Área de Producción labora de lunes a jueves las 24 horas y los días viernes hasta las 16:00 horas, los fines de semana no se labora a menos que sea necesario, mientras que el Área Administrativa trabaja de lunes a jueves de 7:00 am a 5:00 pm y viernes de 7:00 am a 4:00 pm, los fines de semana no se labora.

La estructura organizacional de Policintas, S. A. es de tipo jerárquica, integrada por un gerente general, gerentes de departamento, jefes de área y auxiliares, a continuación se ilustra el organigrama de la empresa.



Figura 1. Organigrama Policintas, S. A.



Fuente: Policintas, S. A.

### **1.1.2. Historia**

Policintas, S. A. inicia operaciones el 4 de febrero de 1984, con el nombre comercial Tejidos Politex & Cía. Ltda., los primeros productos en salir al mercado fueron elásticos, telas y cintas, que únicamente se comercializaban a nivel nacional.

Sin embargo la línea de productos elásticos para confecciones no tuvo mucho éxito debido a la fuerte competencia, por lo que en 1988 se dejó de elaborar estos productos, lo que obligó a la empresa a innovar en desarrollo de nuevos productos dentro del mercado textil en Guatemala.

En 1989 la empresa realizó una ampliación en las instalaciones además se invirtió en maquinaria de tecnología de punta, todo esto con el objetivo de incrementar la capacidad de producción. En este mismo año la empresa cambia la razón social a Tejidos Polytex, Sociedad Anónima.

La adquisición de tecnología de punta, la innovación de los procesos y la creatividad en los diseños en los años 90, permiten a Tejidos Polytex incursionar en el mercado internacional, convirtiéndose en una empresa exportadora.

En el 2006 la empresa se inscribe bajo el Decreto 29-89, con el fin de aprovechar la exoneración del IVA para las empresas exportadoras, por lo que se toma la decisión de cambiar el nombre a Tejidos Politex, S. A. a finales del 2010 la empresa desea seguir gozando de este beneficio por lo que se cambia la razón social a Policintas, S. A.

### 1.1.3. Ubicación

La empresa Policintas, S. A. está ubicada en el área industrial del municipio de Mixco, específicamente en la 12 calle A 2-37 zona 3 del municipio de Mixco, Guatemala, C. A.

Figura 2. Mapa de ubicación



Fuente: [www.google.com.gt/maps/@14.6385502,-90.5867712,19z](http://www.google.com.gt/maps/@14.6385502,-90.5867712,19z). Consulta: enero de 2014.

### 1.1.4. Misión

La misión es el término que hace referencia a la razón de ser de la empresa, la esencia misma, el motivo porqué existe en el mundo. En la misión se debe hacer referencia a los conceptos más profundos de la organización como lo son: la historia de la organización, la idea de negocio que tienen los dueños o

administradores, con qué recursos cuenta y qué les hace especiales para los clientes.

Elaborar una misión adecuada a la realidad ayuda a gestionar la estrategia correcta para la empresa en todo momento. Hay que ser flexibles y adaptarse a las necesidades del mercado.

La misión de la empresa Policintas, S. A. se redacta de la siguiente manera: “Somos una empresa líder en el mercado textil, dedicada a la producción de cintas textiles, elaborados con la más alta tecnología de punta, comprometida a mantener altos niveles de rentabilidad, aumentando la capacidad competitiva en el mercado nacional e internacional.”

#### **1.1.5. Visión**

La visión define en pocas líneas la situación futura que desea alcanzar la organización; tiene que ser una situación realmente alcanzable con el paso del tiempo y hay que luchar por conseguirla.

Hay algunas marcas líderes de los sectores que redactan la visión como un compromiso dividido en los diferentes factores a los que ellos más valor otorgan; por ejemplo, se puede hacer referencia a personas, socios, el planeta, beneficio, productividad, etc.

La visión de la empresa Policintas, S. A. se redacta de la siguiente manera: “Ser líderes en la provisión de productos textiles de la más alta calidad para satisfacer las necesidades del mercado nacional e internacional.”

### **1.1.6. Principios y valores**

Los principios son el conjunto de creencias, normas, que orientan y regulan la vida de la organización, estos son el soporte de la visión, la misión, la estrategia y los objetivos estratégicos. Estos principios se manifiestan y se hacen realidad en la cultura guatemalteca, forma de pensar y conducir

Los valores son los factores de la cultura empresarial que se consideran irrompibles, los cumplen todos los miembros de la organización en todos los ámbitos. En algunas publicaciones se entremezclan los valores con las ventajas competitivas de la empresa, cosa que no tiene nada que ver. Los valores corporativos son el reflejo de la idiosincrasia de la empresa, los términos que montan las bases del día a día en el trabajo.

Los principios y valores en los que se fundamenta la misión y la visión de la empresa Policintas, S. A. son:

- Principios
  - Honestidad
  - Integridad
  - Compromiso
  - Lealtad
  - Trabajo en equipo
  
- Valores
  - Responsabilidad
  - Unidad
  - Equidad
  - Respeto

### **1.1.7. Productos**

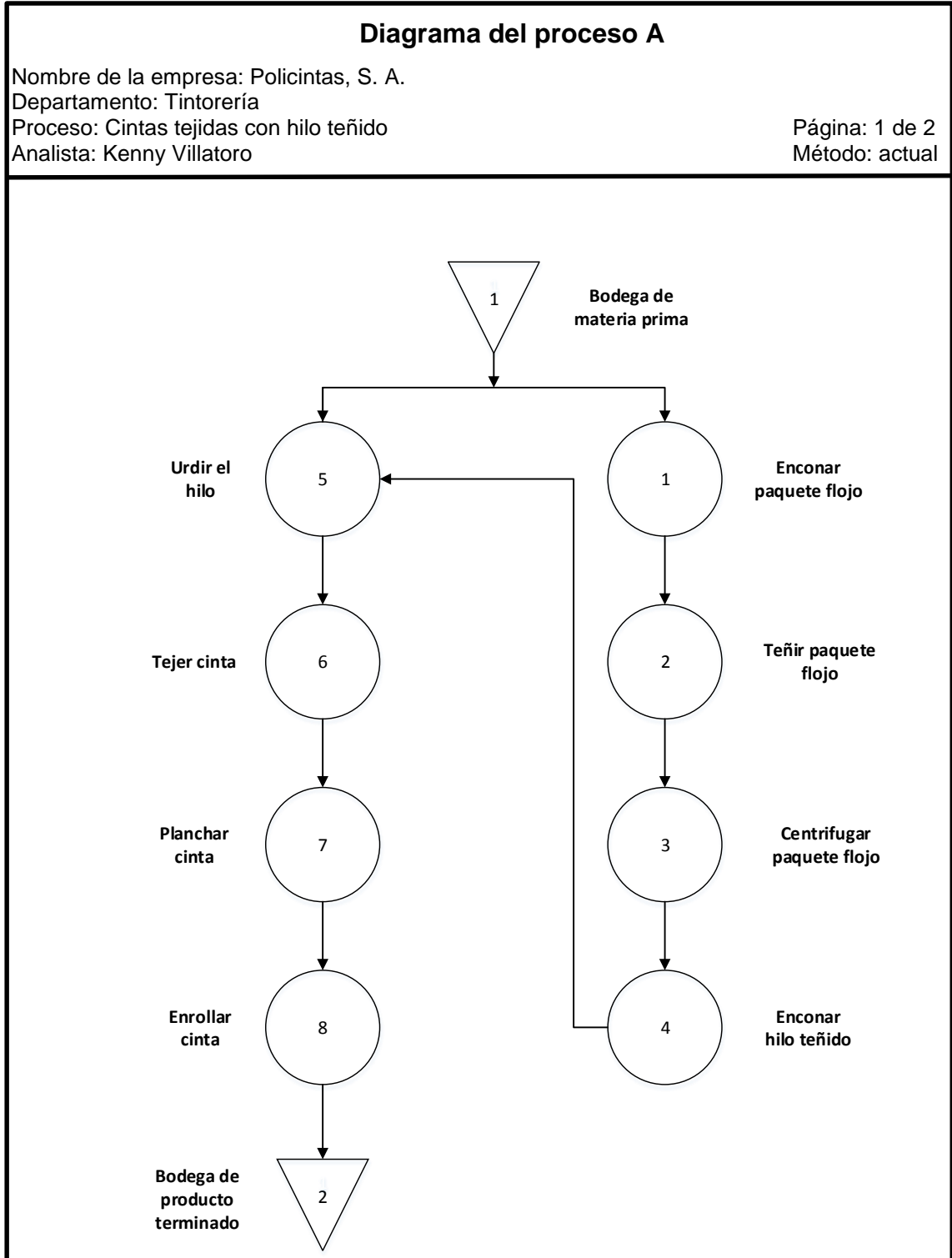
Entre los productos que ofrece Policintas, S. A. se pueden mencionar los siguientes:

- Cintas textiles
  - Listones
  - Cintas para maquila
  - Cintas para colchón
  - Cintas para mochilas y maletines
  - Cintas para etiquetas
  - Cintas para zapato
  
- Hilo poliéster 150 denier de 48 filamentos *stretch set* en colores
  
- Hilo poliéster 20 denier de 1 cabo
  
- Tela *mesh* para la confección de gorras
  
- Servicio de teñido de hilo poliéster denier 150/48 y 20/1 *spoon* poliéster

### **1.1.8. Proceso de producción**

A continuación se presentan los diagramas de las dos situaciones que se pueden presentar en el proceso de producción, en el diagrama A las cintas son tejidas con hilo teñido y en el diagrama B las cintas son teñidas con hilo natural para luego ser teñidas. También se realiza una descripción de cada uno de los procesos de producción.


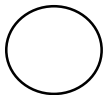
Figura 3. Diagrama del proceso A



Continuación de la figura 3.

<b>Diagrama del proceso A</b>	
Nombre de la empresa: Policintas, S. A.	
Departamento: Tintorería	
Proceso: Cintas tejidas con hilo teñido	
Analista: Kenny Villatoro	Página: 2 de 2 Método: actual

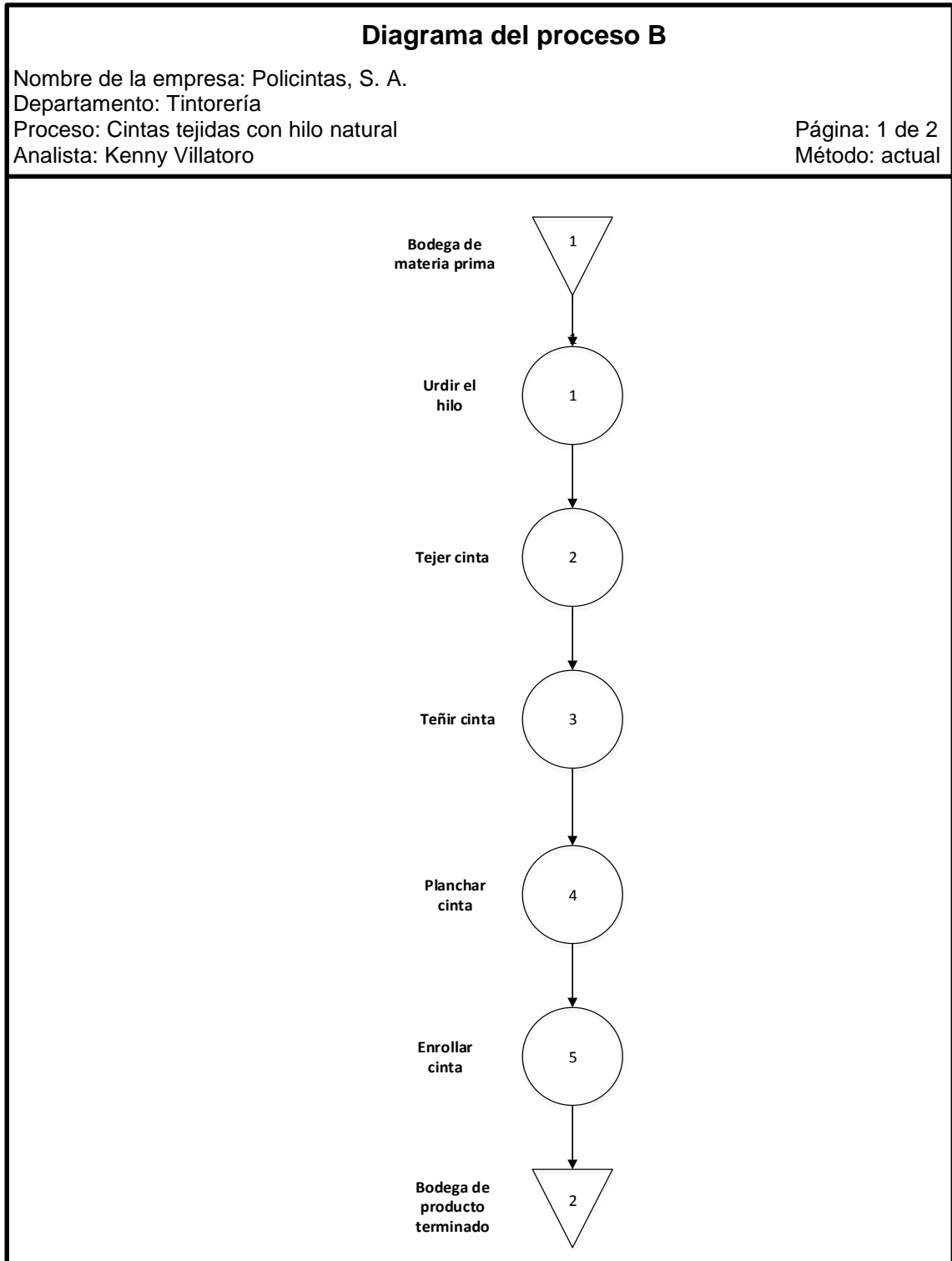
  

<b>RESUMEN</b>	
Figura	Cantidad
	2
	8
Total	10

Fuente: elaboración propia.




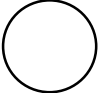
Figura 4. Diagrama del proceso B



Continuación de la figura 4.

<b>Diagrama del proceso B</b>	
Nombre de la empresa: Policintas, S. A.	
Departamento: Tintorería	
Proceso: Cintas tejidas con hilo natural	Página: 2 de 2
Analista: Kenny Villatoro	Método: actual

<b>RESUMEN</b>	
Figura	Cantidad
	2
	5
Total	7

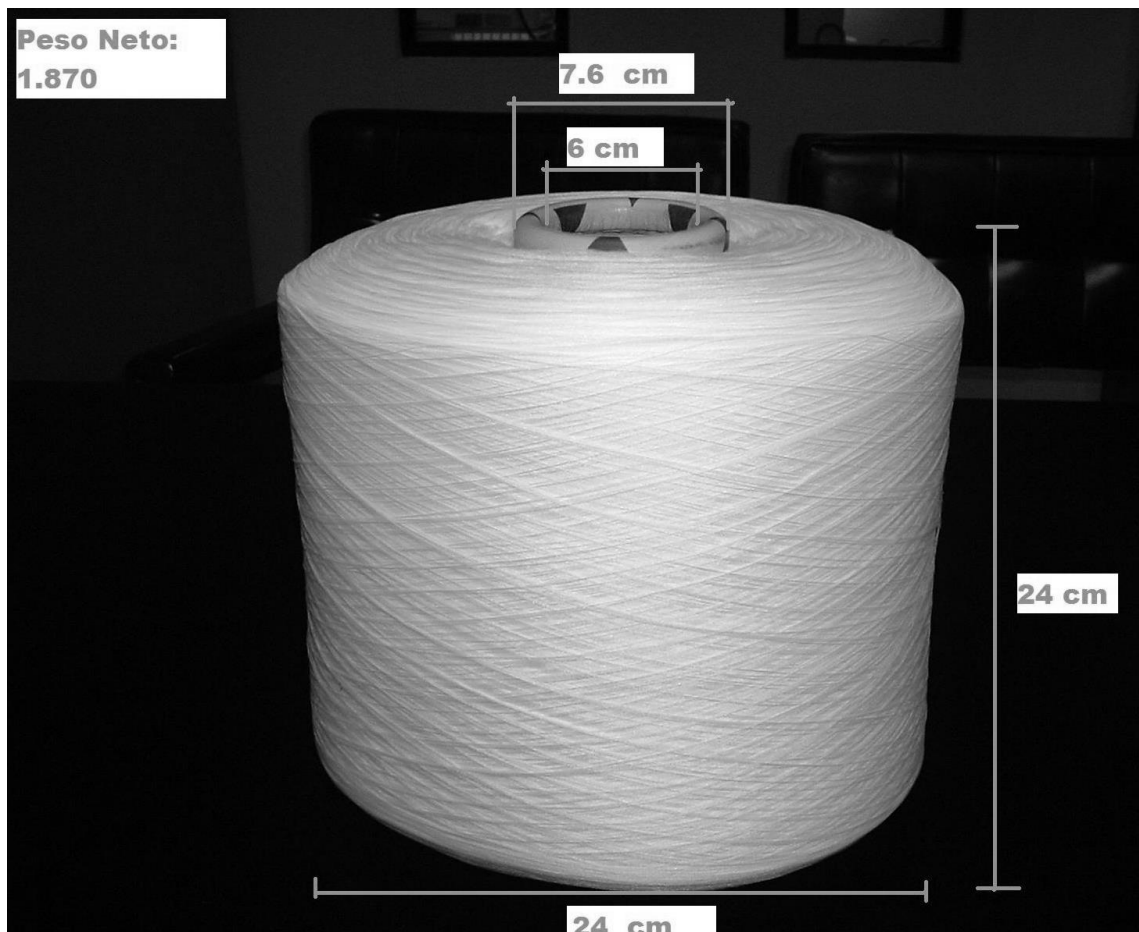
Fuente: elaboración propia.

A continuación una breve descripción de cada uno de los procesos realizados en las distintas áreas de la empresa:

- Área de Enconado de Paquete Flojo, el hilo en estado natural es enrollado en un tubo de cartón a muy poca tensión, formando un paquete flojo con un peso promedio de 1,8 kilogramos que posteriormente pasa al proceso

de teñido, el objetivo de formar un paquete flojo es que durante el proceso de teñido el colorante pueda teñir la fibra uniformemente. Actualmente la empresa solo tiñe dos clases de hilo los cuales son: hilo poliéster texturizado denier 150 de 48 filamentos el cual es importado de Asia e hilo *spoon* poliéster denier 20 de 1 cabo que es comprado localmente. Los hilos de algodón no son teñidos ya que no se cuenta con horno de secado.

Figura 5. **Paquete flojo**



Fuente: Departamento de Enconado, Policintas S. A.

- Área de Teñido, las fibras o tejidos sufren un proceso de tintura, pudiéndose teñir hilo o la cinta según se requiera. Para ser teñido el hilo previamente pasa por el proceso de enconado de paquete flojo, después estos conos de paquete flojo son introducidos en una canasta de acero inoxidable que posteriormente es introducida dentro de la máquina de teñido para el respectivo proceso de tintura, después de haber sido teñido el hilo este es exprimido en una máquina centrífuga y por último trasladado al Área de Enconado Final, el hilo es teñido con fines de venta o bien para la fabricación de cintas con colores combinados.

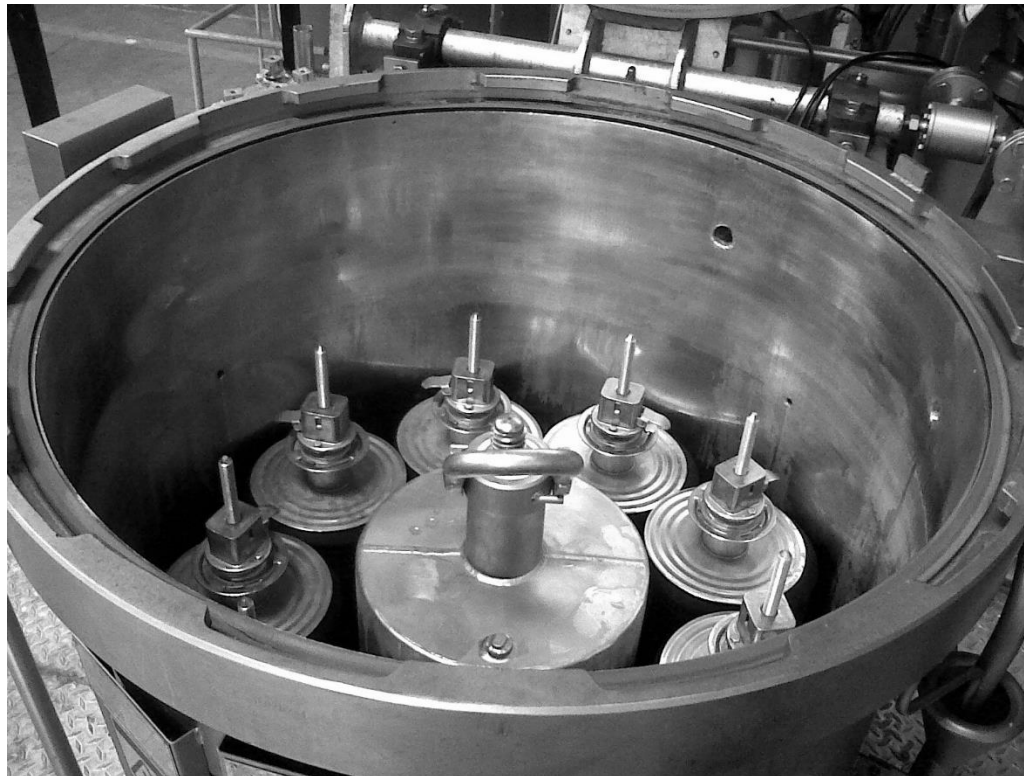
Figura 6. **Teñido de hilo**



Fuente: Departamento de Tintorería, Policintas, S. A.

Para ser teñida la cinta, la cinta debe ser trasladada desde el Área de Tejido hasta el Área de Tintorería en donde es enrollada en carretes de acero inoxidable agujereados por todo lo largo del eje, la cinta deberá ser enrollada con poca tensión en el carrete ya que de igual manera que con el hilo el colorante debe penetrar fácilmente las fibras, al estar listos los carretes son introducidos en una canasta de acero inoxidable similar a la utilizada en el teñido de hilo, posteriormente la canasta es introducida en la máquina de teñido para proceder con el proceso de tintura. Actualmente, la empresa solamente tiñe cintas en poliéster y en algodón.

Figura 7. **Teñido de cinta**



Fuente: Departamento de Tintorería, Policintas, S. A.

- En el Área de Enconado Final el hilo es enrollado en un cono plástico con mucha más tensión que el enconado de paquete flojo. Este proceso es muy importante, ya que el hilo no se puede trabajar tal y como sale de la máquina de teñido, ya que, en la máquina el hilo es sometido a altas presiones, lo que ocasiona que la fibra se junte y tienda a enredarse, el enconado final deberá de ser firme y uniforme de lo contrario tenderá a trabar y dejar cierta falla en el tejido.

Figura 8. **Enconado final**



Fuente: Departamento de Enconado, Policintas, S. A.

- El Área de Urdido tiene como objetivo reunir en un carrete de aluminio con determinada longitud un número determinado de hilos, con un determinado metraje según sea requerido. Las cargas de urdido pueden hacerse de hilo natural o con hilo teñido, según la cinta que se desea fabricar.

Figura 9. **Urdido de hilos**



Fuente: Departamento de Urdido, Policintas, S. A.

- Área de Tejido, se transforma el hilo en tejido, mediante el entrelazado de la trama con la urdimbre, con el objetivo de transformar las fibras en cintas. Las cargas de urdido son montadas en la máquina y la máquina es calibrada con el tipo de dibujo que requiere el tejido. El Área de Tejido cuenta con 60 máquinas cada una de ellas trabaja con un diseño diferente.

Figura 10. **Tejido de cinta**



Fuente: Departamento de Tejido, Policintas, S. A.



- Área de Plancha, se llevan a cabo dos procesos de distintas líneas de productos. El proceso de secado para las cintas que han sido teñidas, las cintas son enhebradas a lo largo de los cilindros de la plancha, al finalizar el recorrido por los cilindros de la plancha las cintas quedan completamente secas y sin arrugas. El proceso de aprestado se aplica a cintas en las que el cliente requiera que tengan cierto grado de dureza, por lo regular la mayoría de las cintas de colchón son aprestadas, en el proceso de aprestado las cintas pasan en una tina situada al principio de la plancha en la que hay un baño de una mezcla de apresto y agua, las proporciones de la mezcla de apresto y agua varían de acuerdo a la dureza que se le desea dar a la cinta, al pasar por la plancha la mezcla de apresto y agua en la que se sumergió previamente la cinta se seca, dejando el tejido con un tacto más duro.

Figura 11. **Planchado de cinta**



Fuente: Departamento de Plancha, Policintas, S. A.

- Área de Enrollado, la cinta terminada es enrollada en tubos de cartón o carretes dependiendo del tipo de cinta a enrollar, en este proceso el operador es el encargado de realizar una inspección visual a la cinta que se está enrollando, verificando que la cinta no lleve defectos y que los rollos lleven la cantidad de yardas exactas en cada presentación.

Figura 12. **Enrollado en carrete**



Fuente: Departamento de Enrollado, Policintas, S. A.

Figura 13. **Enrollado en tubo de cartón**



Fuente: Departamento de Enrollado, Policintas, S. A.

- El Área de Empaque es en donde se empacan los rollos de cinta, algunos con bolsa plástica y otros con plástico termoencogible.

#### **1.1.9. Laboratorio de colores**

Este laboratorio empieza a funcionar en julio de 2011, antes de esta fecha la empresa contrataba este servicio a una empresa hermana, la decisión de montar un laboratorio propio se tomó debido a la creciente demanda de colores *Dye to Match*.

El laboratorio de colores tiene como objetivo la igualación de colores con base en un estándar proporcionado por el cliente. Al recibir un nuevo desarrollo el personal de laboratorio busca dentro de los desarrollos algún color que se asemeje al solicitado esto tiene como objetivo tener una base de donde comenzar con el desarrollo, si fuese caso contrario deberán formular empezando de cero.

Actualmente el laboratorio hace las formulaciones con pipetas manuales, este cuenta con amplio equipo de cristalería, dos máquinas de tintura para laboratorio, un *crockmeter* el cual se utiliza para realizar pruebas de solidez al frote, una caja de luces la cual permite hacer inspecciones visuales en distintos tipos de luz y pantones textiles y de papel que se utilizan con estándares. Dentro de los controles de calidad que realiza el laboratorio se puede mencionar: inspección visual en caja de luces, prueba de solidez al lavado, prueba de solidez al frote en seco y mojado, y prueba de espectrofotómetro, está última se contrata el servicio a una empresa hermana ya que no se cuenta con el equipo necesario. Vale la pena mencionar que el laboratorio no cuenta con ningún tipo de certificación.

En el laboratorio actualmente laboran dos personas, un jefe de laboratorio y un operador, las formulaciones son realizadas por el operador con pipetas de vidrio por lo que las formulaciones son realizadas de forma manual, además se cuenta con una máquina de teñido para pruebas de laboratorio que funciona con glicerina y otra máquina que funciona por medio de infrarrojo, el laboratorio opera de 7:00 am a 5:00 pm de lunes a viernes.

Figura 14. **Laboratorio de colores**



Fuente: laboratorio de colores, Policintas S. A.

## **1.2. Marco teórico**

A continuación se desarrollan algunos conceptos teóricos que fundamentan el presente trabajo de graduación.

### **1.2.1. Caldera**

Se presentan algunas definiciones de lo que es una caldera, tipos de caldera de acuerdo al combustible utilizado, además la definición, funcionamiento y partes de una caldera de sólidos.

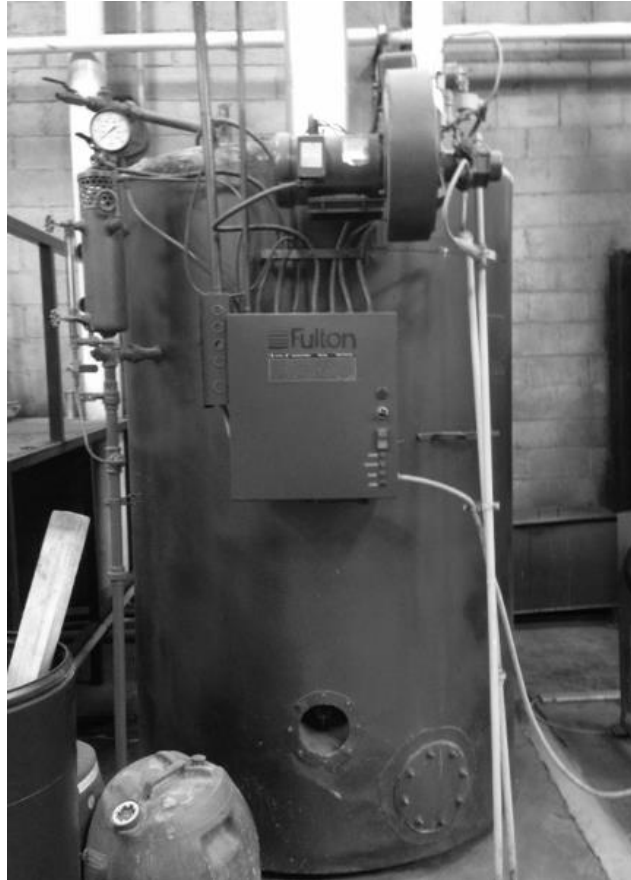
### **1.2.1.1. Definición**

Las calderas son equipos industriales que aplicando el calor de un combustible sólido, líquido o gaseoso, vaporizan el agua para aplicaciones en la industria. Están formadas por un cilindro o carcasa en cuyo interior se encuentran una serie de tubos distribuidos en forma triangular y en cuyo centro se ubica el hogar de la caldera, el objetivo es la generación de vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado.

Las calderas son transformadores de energía térmica capaces de transferir de forma conveniente el calor producido por una combustión o generado por otro fenómeno químico o físico a un fluido (generalmente agua previamente tratada) destinado a ceder la energía recibida en forma térmica o mecánica y luego utilizada en múltiples empleos.

Una caldera es una máquina o un dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia la fase.

Figura 15. **Caldera de diésel**



Fuente: Departamento de Tintorería, Policintas, S. A.

La caldera es muy utilizada en la industria debido a las amplias aplicaciones que se llevan a cabo con vapor principalmente de agua, entre las principales aplicaciones se pueden mencionar:

- En la esterilización de instrumentos médicos e industria alimenticia
- Para calentar otros fluidos como sucede en la industria petrolera
- Generar electricidad a través de un ciclo Rankine, tal es el caso de las hidroeléctricas.

Existen dos tipos de calderas de acuerdo a la forma en que calientan el agua, a continuación una breve descripción de cada una de ellas:

- Las calderas pirotubulares son las que hacen pasar el calor a través de unos tubos los cuales transfieren el calor al agua que los rodea dentro de la caldera, existen diferentes combinaciones y distribuciones de los tubos en las calderas pirotubulares.
- Las calderas acuotubulares son las que trabajan de forma inversa a las calderas pirotubulares ya que en estas el agua circula dentro de los tubos y la fuente de calor es la que los rodea.

#### **1.2.1.2. Clasificación de las calderas de acuerdo al combustible utilizado**

En la actualidad existen diferentes tipos de caldera de acuerdo al combustible utilizado, de las cuales se pueden mencionar; entre otros

- Calderas de diésel
- Calderas de bunker
- Calderas de carbón
- Calderas de aceite térmico
- Calderas de gas
- Calderas eléctricas
- Calderas de biomasa (sólidos)



### 1.2.1.3. Caldera de combustibles sólidos

Una caldera de biomasa es aquella que utiliza combustibles naturales, provenientes de fuentes renovables para el funcionamiento. Entre la biomasa que se utiliza como combustible de caldera se pueden mencionar la madera, residuos forestales, cascaras de frutas y verduras, leña, papel, etc. la utilización de combustibles sólidos es una muy buena alternativa de los combustibles fósiles con beneficios económicos y ambientales.

Figura 16. **Caldera de biomasa**



Fuente: Calderas PDS.

#### **1.2.1.3.1. Funcionamiento**

Las calderas de combustibles sólidos cuentan con una cámara de combustión (horno) en el cual es quemado el combustible sólido, el combustible es introducido por la tolva de alimentación por la cual también entra una corriente de aire impulsado por una turbina, el aire es necesario para que se lleve a cabo la combustión, además poseen un filtro por el que pasan los humos antes de salir por la chimenea, dentro del filtro el humo es rociado con partículas de agua lo que hace que solamente vapor de agua por la chimenea. La presión de vapor se regulará aumentando o disminuyendo la corriente de aire que entra por la tolva de alimentación.

#### **1.2.1.3.2. Combustibles**

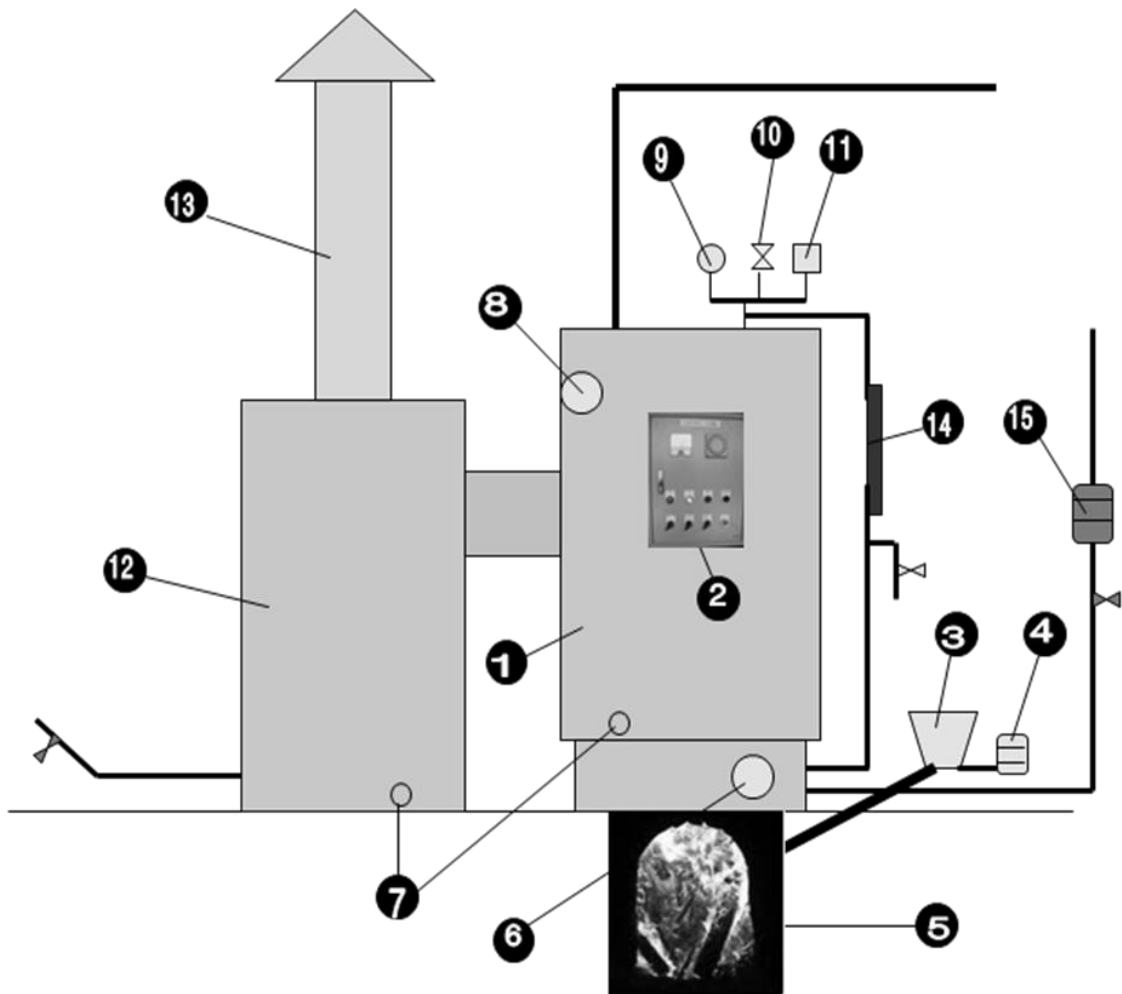
Básicamente una caldera de sólidos o biomasa es capaz de funcionar con cualquier objeto que se queme, sin embargo hay que tomar en cuenta tres aspectos importantes: el poder calorífico, la vida útil de la caldera y el impacto ambiental. Por lo que los fabricantes de calderas de sólidos recomiendan utilizar maderas como combustible ya que estas poseen un buen poder calorífico, no perjudicarán la vida útil de la caldera y las emisiones tendrán un leve impacto ambiental.

La biomasa es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e inorgánica formada en algún proceso biológico o mecánico, generalmente, de las sustancias que constituyen los seres vivos, o los restos y residuos.

### 1.2.1.3.3. Partes de la caldera

A continuación se ilustran las partes de una caldera de biomasa.

Figura 17. Partes de una caldera de biomasa



Continuación de la figura 17.

Una caldera de biomasa se encuentra compuesta de las siguientes partes:

1. Cuerpo de la caldera
2. Panel de control
3. Tolva de alimentación
4. Ventilador
5. Cámara de combustión
6. Punto de mantenimiento
7. Punto de mantenimiento
8. Punto de mantenimiento
9. Medidor de presión
10. Válvula de seguridad
11. Sensor de presión
12. Filtro
13. Chimenea
14. Medidor de nivel de agua
15. Bomba de agua

Fuente: elaboración propia.

### **1.2.2. Ahorro energético**

La eficiencia energética o ahorro energético es una práctica empleada durante el uso, distribución y el consumo de energía que tiene como objeto optimizar los procesos donde se utiliza este insumo. El ahorro energético no solo supone un ahorro de energía eléctrica sino un ahorro de recursos naturales ya que las fuentes de energía se agotan motivo por lo que se debe ser responsables en el consumo de energía.

Se puede lograr un ahorro energético cambiando los hábitos de utilización de la energía y utilizando tecnologías más eficientes, al poner en práctica el ahorro energético no solo se obtiene un beneficio económico sino también un beneficio medio ambiental.

### **1.2.3. Desarrollo sostenible**

El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas.

Por lo cual se establece que una sociedad sostenible es aquella que vela y cumple con diferentes formas de desarrollo que no afecten al medio ambiente, se debe tomar en cuenta diferentes factores:

- Utilización de fuentes renovables.
- Los recursos no se deben utilizar a un ritmo superior al del ritmo de generación.
- Evitar contaminantes a un ritmo superior a los que el sistema natural es capaz de absorber.
- Los recursos que no son renovables deben utilizarse con prudencia

La problemática del deterioro del medio ambiente ocurre principalmente por satisfacer las necesidades humanas, vivienda, alimentación, transporte y ropa. Además las malas prácticas de las grandes industrias están generando desgastes en los recursos vitales como aire, agua, árboles, plantas, animales y bosques y a esto se le suma el crecimiento demográfico desmedido que hay actualmente.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Descripción del proceso de teñido**

A continuación se describen los procesos utilizados para teñir hilo y cinta.

#### **2.1.1. Descripción del proceso actual de teñido de cinta**

En el proceso de teñido de cinta, esta es enrollada con muy poca tensión en carretes de acero inoxidable, los cuales están agujereados a todo lo largo del eje lo que permite que el colorante pueda penetrar completa y uniformemente a la fibra estando esta enrollada en el carrete. Al completar la carga de carretes estos son colocados en una canasta de acero inoxidable la cual es posteriormente introducida dentro de la olla de la máquina de teñido con la ayuda de un polipasto, al introducir la canasta el operador debe de asegurarse que la compuerta de la olla esté completamente cerrada antes de hacer funcionar la máquina. El proceso de tintura es totalmente automatizado, el operador debe encender la máquina de teñido, ingresar la información con las características del material a teñir e ingresar los químicos y colorantes en los tanques de preparación cuando esta lo requiera.

Figura 18. **Carretes para el teñido de cinta**



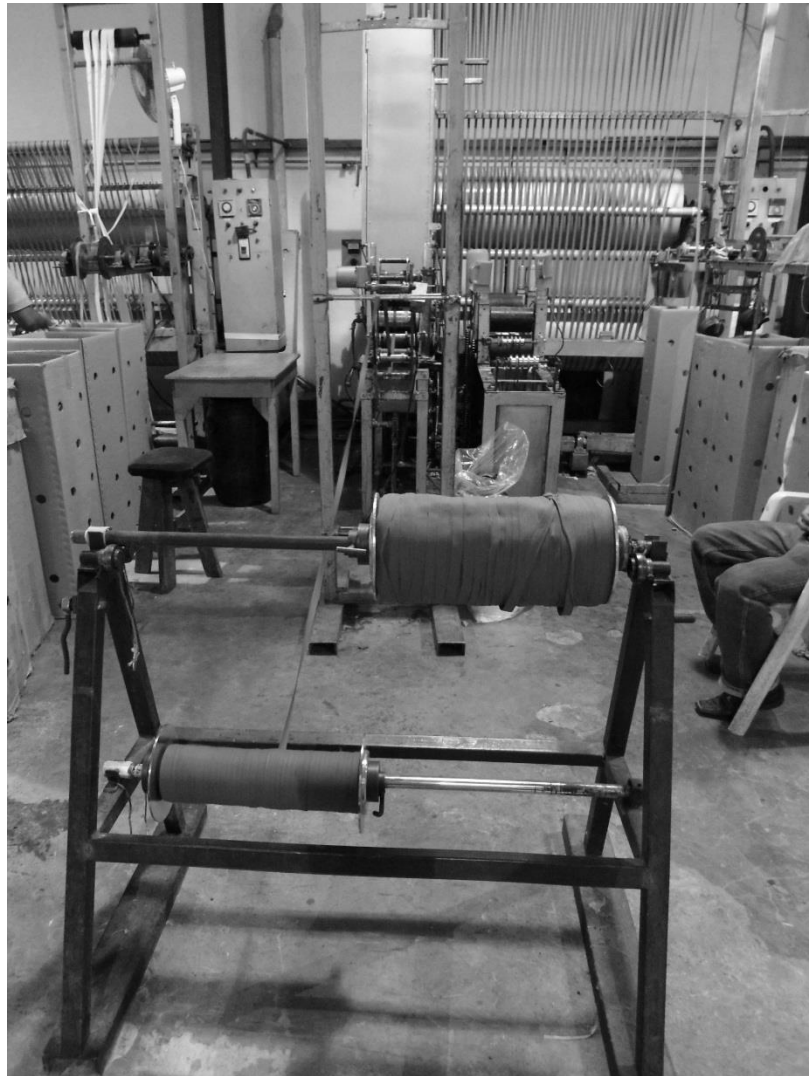
Fuente: Departamento de Tintorería, Policintas, S. A.

El proceso de teñido de cinta de poliéster lleva de tres horas y media a cuatro horas y media, en condiciones de temperatura que van de los 0 a los 135 grados centígrados, el tiempo de teñido y la temperatura varían en función del color a teñir. Mientras que el teñido de cinta de algodón lleva un tiempo aproximado de cuatro horas (sin tomar en cuenta el tiempo de descruce y enjuagues reductivos), en condiciones de temperatura que oscilan de los 40 a los 90 grados centígrados.



Al terminar el proceso de tintura debe extraerse la canasta de la máquina de teñido y sacar cada uno de los carretes, para luego ser trasladados al Departamento de Plancha en donde la cinta es secada por medio de temperatura.

Figura 19. **Secado de cinta**



Fuente: Departamento de Plancha, Policintas, S. A.

### 2.1.2. Descripción del proceso actual de teñido de hilo

En el proceso de teñido de hilo, este pasa previamente por el Departamento de Enconado de Paquete Flojo en donde el hilo es enrollado en tubos de cartón con poca tensión formando lo que se le llama un paquete flojo, el objetivo de formar un paquete flojo es que durante el proceso de teñido el colorante pueda penetrar completa y uniformemente la fibra.

Figura 20. **Canasta de teñido**



Fuente: Departamento de Tintorería, Policintas, S. A.

Para teñir el hilo se debe retirar a cada uno de los paquetes flojos los tubos de cartón en los que fueron enrollados y deben ser introducidos en la canasta de acero inoxidable, la misma se utiliza en el proceso de teñido de cinta. Al completar la carga, la canasta es introducida dentro de la olla de la máquina de teñido con la ayuda de un polipasto, después el operador debe asegurarse que la tapa de la olla de la máquina esté completamente cerrada. Para el proceso de tintura de hilo, el operador deberá encender la máquina e ingresar la información con las características que se desea teñir, durante el proceso el operador debe estar atento cuando se requiera ingresar los químicos y colorantes en el tanque de preparación.

El proceso de teñido de hilo poliéster lleva un tiempo de una hora y cuarenta y cinco minutos a dos horas y treinta minutos, en condiciones de temperatura que oscilan de 0 a 135 grados centígrados, el tiempo de teñido y la temperatura dependerá del color que se desea teñir.

Al terminar el proceso de tintura debe sacarse la canasta de la máquina de teñido y extraer cada uno de los paquetes flojos ya teñidos, se debe tener el cuidado adecuado ya que si son retirados bruscamente se puede dañar el hilo, luego de ser retirados los paquetes flojos de la máquina pasan a la máquina centrífuga en donde son exprimidos, el principio de funcionamiento de esta máquina es la fuerza centrífuga, por último el hilo es trasladado al Área de Enconado Final.

Actualmente la empresa no tiñe hilo de algodón ya que no cuenta con la maquinaria necesaria para el secado de este.

Figura 21. **Máquina centrífuga**



Fuente: Departamento de Plancha, Policintas, S. A.

## **2.2. Gráficas del proceso de teñido según el material a teñir**

A continuación se presentan las gráficas de los procesos de tintura del teñido de poliéster y algodón.

### 2.2.1. Gráfica del proceso de teñido de algodón

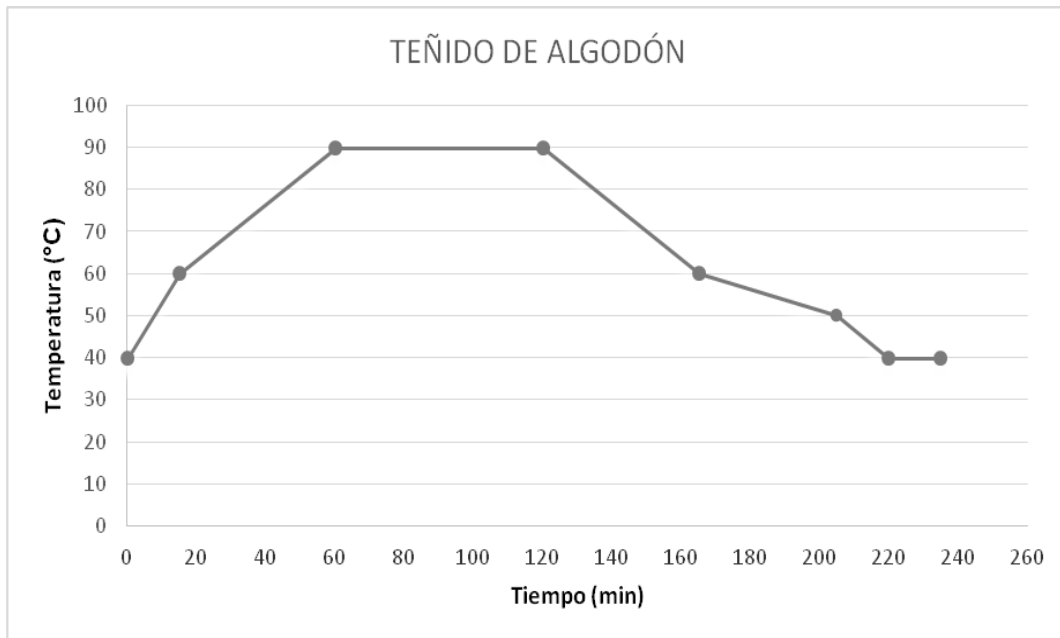
El proceso de tintura de algodón tiene una duración de cuatro horas esto sin tomar en cuenta el proceso de descruce, ni los enjuagues reductivos. El proceso de descruce sirve para eliminar las impurezas naturales del algodón, el descruce hace que el algodón se ponga más blanco y que sea más absorbente en la etapa de teñido. El teñido de algodón se lleva a cabo en una temperatura que va desde los 40 grados centígrados y alcanza una temperatura máxima de 90 grados centígrados. Por medio de la siguiente gráfica se muestra el comportamiento de la temperatura a través del tiempo durante el proceso de teñido de algodón.

Tabla I. **Comportamiento de la temperatura a través del tiempo en el proceso de teñido del algodón**

Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	40
20	60
60	90
120	90
160	60
200	50
220	40
240	40

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Comportamiento de la temperatura a través del tiempo en el proceso de teñido de algodón**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2. **Gráfica del proceso de teñido de poliéster**

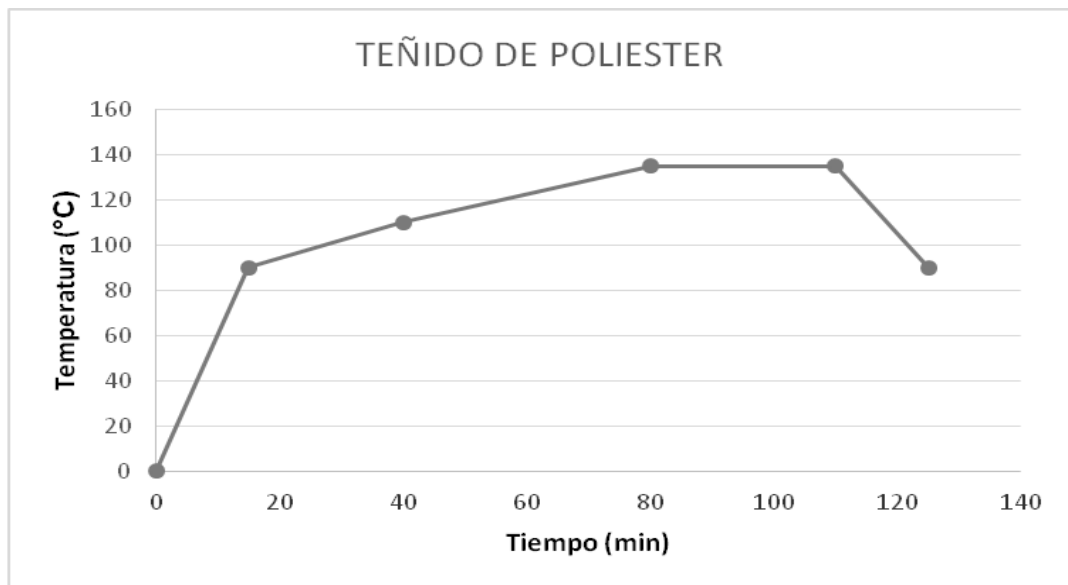
El teñido de poliéster se lleva a cabo en una temperatura que va desde los 0 grados centígrados y alcanza una temperatura máxima de 125 grados centígrados. Por medio de la siguiente gráfica se muestra el comportamiento de la temperatura a través del tiempo durante el proceso de teñido del poliéster.

Tabla II. **Comportamiento de la temperatura a través del tiempo en el proceso de teñido del poliéster**

Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	0
15	90
40	110
80	135
115	135
125	90

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Comportamiento de la temperatura a través del tiempo en el proceso de poliéster**



Fuente: elaboración propia.

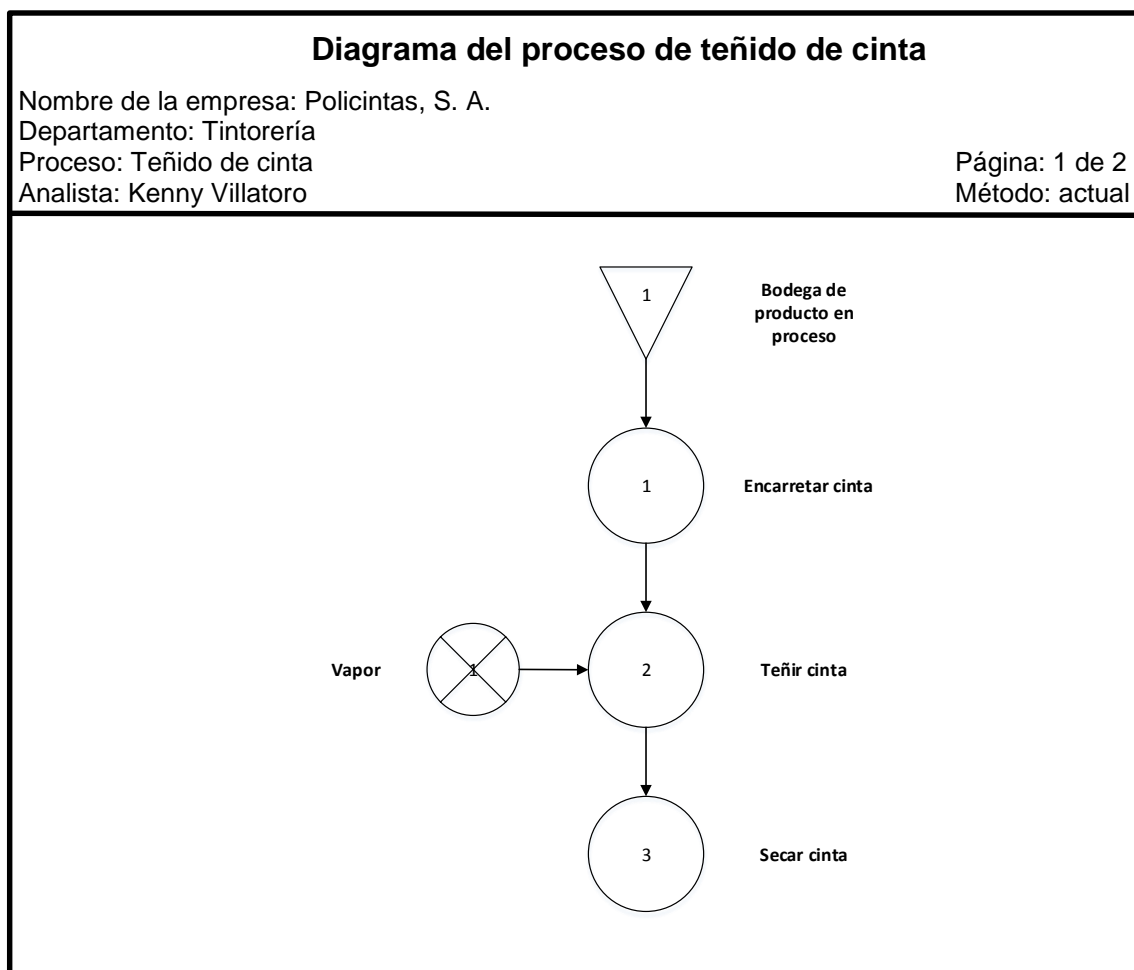
## 2.3. Diagrama del proceso de teñido

A continuación se presentan los diagramas de los procesos de tintura de cinta e hilo.

### 2.3.1. Proceso de teñido de cinta




Este diagrama muestra la secuencia cronológica de las operaciones realizadas en el proceso de teñido de cinta.

Figura 24. Diagrama del proceso de teñido de cinta





Continuación de la figura 24.

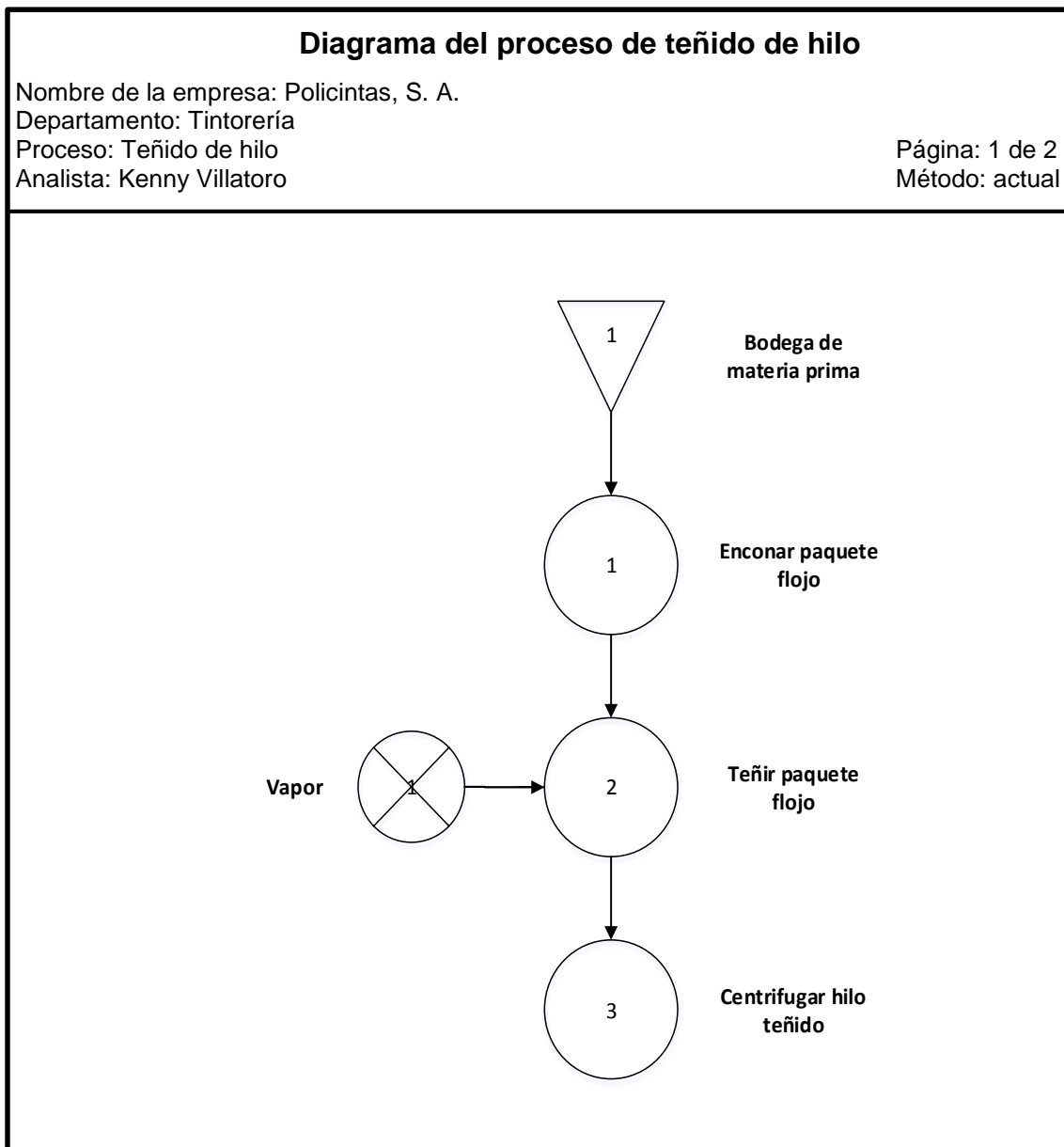
<b>Diagrama del proceso de teñido de cinta</b>	
Nombre de la empresa: Policintas, S. A.	
Departamento: Tintorería	
Proceso: Teñido de cinta	
Analista: Kenny Villatoro	
	Página: 2 de 2 Método: actual
<b>RESUMEN</b>	
Figura	Cantidad
	1
	3
	1
Total	5

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.2. Proceso de teñido de hilo

En el siguiente se detalla la secuencia cronológica de las operaciones realizadas en el proceso de teñido de hilo.




Figura 25. Diagrama del proceso de teñido de hilo



Continuación de la figura 25.

<b>Diagrama del proceso de teñido de hilo</b>	
Nombre de la empresa: Policintas, S. A.	
Departamento: Tintorería	
Proceso: Teñido de hilo	Página: 2 de 2
Analista: Kenny Villatoro	Método: actual

<b>RESUMEN</b>	
Figura	Cantidad
	1
	3
	1
Total	5

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4. Descripción y funcionamiento de las máquinas de teñir**

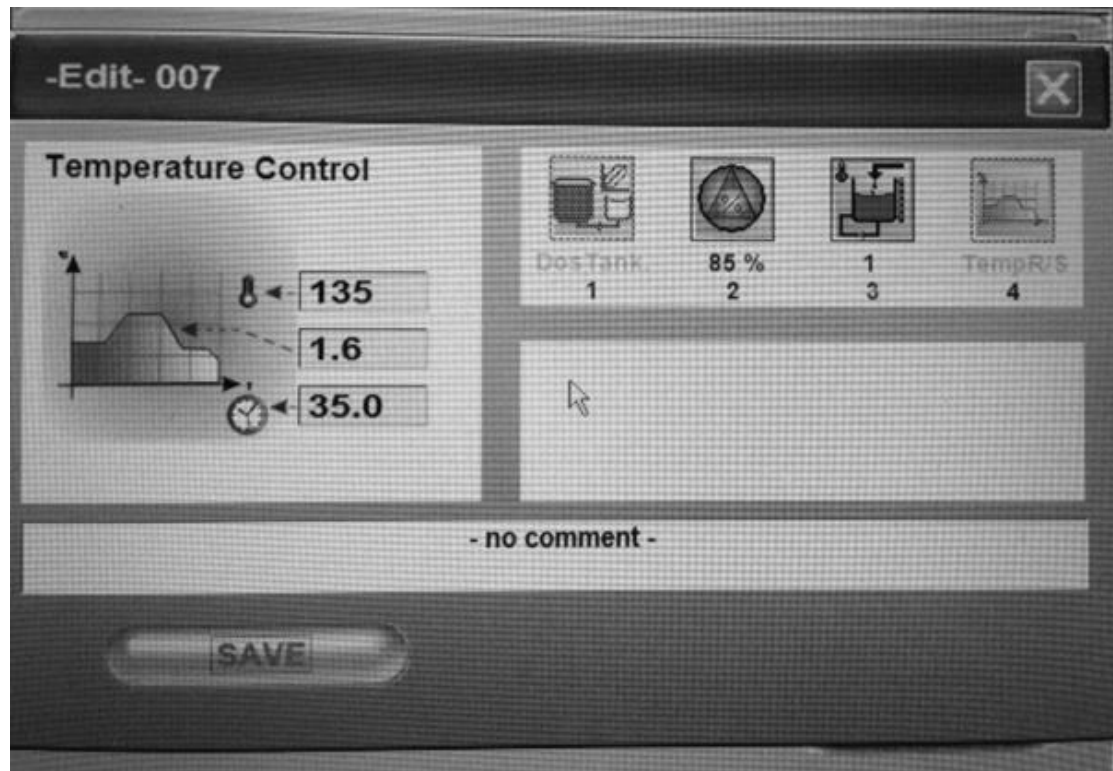
El Departamento de Tintorería está equipado con 2 máquinas de teñido marca Fong's, estas máquinas fabricadas en Hong Kong están hechas de acero inoxidable y el funcionamiento es de tipo autoclave, esto quiere decir que el hilo o la cinta permanece estática dentro de la máquina durante el proceso de teñido mientras que los químicos y colorantes se mantienen en constante movimiento, penetrando la fibra una y otra vez desde el centro hacia afuera, ambas máquinas tienen la capacidad de teñir hilo y cinta.

Estas máquinas de teñido cuentan con un intercambiador de calor de la más alta eficiencia en calefacción y refrigeración, con un gradiente de calefacción de 5 grados centígrados por minuto y un gradiente de enfriamiento de 3,5 grados centígrados por minuto. Además, una de las características por las que se destacan las máquinas Fong's es la eficiencia en el consumo de agua ya que se puede llegar a trabajar a una relación de agua de 1:4 esto quiere decir que por cada kilogramos a teñir se utilizan 4 litros de agua.

Ambas máquinas poseen un tablero computarizado en el cual se controlan las condiciones de presión, temperatura y tiempo para cada uno de los colores y fibras a teñir, el controlador tiene la capacidad de guardar corridas, por lo que para los colores de línea solamente es necesario correr la partida que se desea e introducir el peso del *batch* a teñir.

Las máquinas de teñido están compuestas de una olla y tres tanques de preparaciones. La olla es un recipiente hermético de acero inoxidable en la que se introduce el *batch* de teñido, mientras que en los tanques de preparación se vierten los diferentes químicos y colorantes a utilizarse en cada *batch*.

Figura 26. Panel de control de máquinas Fong's



Fuente: Departamento de Tintorería, Policintas, S. A.

Básicamente las dos máquinas son iguales, en lo único que difieren es en las dimensiones y que cada una de ellas cuenta con distinta capacidad de teñido, a continuación una breve descripción e imágenes de ambas máquinas de teñido.

Máquina Fong's Allwin 90 tiene una capacidad mínima de teñido de 52 kilogramos y una capacidad máxima de 125 kilogramos, y hasta 69 paquetes flojos por *batch*.

Figura 27. **Máquina Fong's Allwin 90**



Fuente: Departamento de Tintorería, Policintas.

Máquina Fong's Allwin 70 tiene una capacidad mínima de teñido 14 kilogramos y una capacidad máxima de 52 kilogramos, y hasta 28 paquetes flojos por *batch*.

Figura 28. **Máquina Fong's Allwin 70**



Fuente: Departamento de Tintorería, Policintas, S. A.

## **2.5. Horas de operación en el Departamento de Tintorería**

El Departamento de Tintorería regularmente trabaja 104 horas a la semana, trabajando dos turnos por día, el primer turno entra a las 7:00 am y sale a las 6:00 pm y el segundo turno entra a las 6:00 pm y sale a las 7:00 am del siguiente día, de ser necesario trabajar los fines de semana es necesario contar con la

autorización del jefe de producción. La caldera permanece funcionando durante el tiempo operación del Departamento de Tintorería aunque solo tiene demanda de vapor cuando las máquinas requieran elevar la temperatura en el proceso de tintura.

## **2.6. Ventajas y desventajas de utilizar calderas de diésel**

A continuación se enumeran las ventajas y desventajas de utilizar actualmente una caldera de diésel con una potencia de 50 HP, de marca Fulton, de tipo vertical y de funcionamiento automático.

### **2.6.1. Ventajas**

- Las calderas de diésel son comúnmente conocidas
- Rara vez escasea el diésel
- No necesitan de un operador fijo
- Los repuestos se consiguen fácilmente
- El funcionamiento es automático

### **2.6.2. Desventajas**

- Precio del diésel encarecido
- Precios del diésel varía constantemente
- Alto nivel de contaminación
- Alto costo de mantenimiento
- Con tendencia a ser discontinuadas



## **2.7. Costo del mantenimiento preventivo de caldera de diésel**

Actualmente se realizan dos tipos de mantenimiento preventivo a la caldera Fulton, un mantenimiento menor y un mantenimiento mayor, el servicio de mantenimiento es prestado por la empresa SIDASA.

- **Mantenimiento menor**

Este mantenimiento se realiza cada dos meses, y tiene un costo de Q. 750,00 en este mantenimiento se llevan a cabo los siguientes trabajos:

- Revisión y limpieza del quemador
- Revisión y limpieza de las boquillas
- Revisión y limpieza del electrodo de ignición
- Revisión y limpieza de filtros de combustible
- Revisión y limpieza del filtro de bomba de agua
- Revisión y limpieza de fotocelda
- Revisión y limpieza de tablero electrónico
- Medición de la temperatura de chimenea
- Revisión del funcionamiento de la bomba de combustible
- Revisión del funcionamiento de las válvulas de purga de la columna de agua
- Revisión del funcionamiento de las válvulas de purga de fondo
- Revisión del funcionamiento de los controles de seguridad

- Mantenimiento mayor

Este mantenimiento se realiza cada seis meses, y tiene un costo de Q.1 850,00 en este mantenimiento se llevan a cabo los siguientes trabajos:

- Revisión y limpieza del quemador
- Revisión y limpieza de las boquillas
- Revisión y limpieza del electrodo de ignición
- Revisión y limpieza de filtros de combustible
- Revisión y funcionamiento de la bomba de combustible
- Revisión y limpieza del filtro de bomba de agua
- Revisión y limpieza de fotocelda
- Revisión y limpieza de tablero electrónico
- Medición de la temperatura de chimenea
- Revisión del funcionamiento de la bomba de combustible
- Revisión del funcionamiento de las válvulas de purga de la columna de agua
- Revisión y limpieza de la columna de agua
- Revisión del funcionamiento de las válvulas de purga de fondo
- Limpieza de los electrodos de la columna
- Limpieza general del lado de fuego
- Limpieza general del lado de agua
- Limpieza de la entrada de agua
- Revisión del funcionamiento de los controles de seguridad
- Arranque y pruebas de funcionamiento

Al año la empresa gasta un total Q. 6 700,00 en mantenimientos preventivos para la caldera Fulton.

## 2.8. Costo de generación de vapor por kilo teñido

Se realizó un análisis de costos de generación de vapor por kilogramo teñido utilizando una caldera de diésel de 50 HP durante el 2013, además se calculó el indicador costo de diésel por kilogramo teñido y el indicador de cantidad de galones por kilogramo producido.

Tabla III. Costo de generación de vapor con diésel

COSTO DE GENERACIÓN DE VAPOR CON DIESEL EN EL 2013						
MES	CONSUMO DIÉSEL	COSTO MENSUAL	PRODUCCIÓN DE TEÑIDO	PRODUCCIÓN DE TEÑIDO	PRODUCCIÓN DE TEÑIDO	
	Galones	Q.	HILO (KGS)	CINTAS (KGS)	TOTAL TEÑIDO	COSTO/KG
Enero	2 200	Q. 58 300,00	6 457,10	8 185,70	14 642,80	Q. 3,98
Febrero	2 200	Q. 59 180,00	7 013,50	5 907,80	12 921,30	Q. 4,58
Marzo	2 200	Q. 65 120,00	8 368,80	8 609,50	16 978,30	Q. 3,84
Abril	2 200	Q. 67 210,00	5 230,20	8 771,20	14 001,40	Q. 4,80
Mayo	2 100	Q. 66 255,00	6 051,10	8 539,70	14 590,80	Q. 4,54
Junio	1 675	Q. 49 831,25	5 837,00	6 731,70	12 568,70	Q. 3,96
Julio	1 650	Q. 49 137,00	4 328,80	6 479,60	10 808,40	Q. 4,55
Agosto	1 950	Q. 61 230,00	4 777,20	5 082,30	9 859,50	Q. 6,21
Septiembre	2 150	Q. 69 015,00	10 181,80	5 931,10	16 112,90	Q. 4,28
Octubre	1 650	Q. 51 562,50	8 205,00	3 495,20	11 700,20	Q. 4,41
Noviembre	2 150	Q. 68 370,00	6 032,30	4 886,50	10 918,80	Q. 6,26
Diciembre	2 250	Q. 71 662,50	8 612,90	6 395,50	15 008,40	Q. 4,77
<b>TOTAL</b>	24 375	Q. 736 873,25	81 095,70	79 015,80	160 111,50	-

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior se realizó con información de los reportes de producción y controles contables de la empresa, en la tabla se tabulan el total de galones de diésel y el costo por mes, el total de kilogramos de cinta e hilo teñidos y el costo de diésel por kilogramo teñido en cada uno de los meses del 2013. A partir de la información de la tabla III se calcula a continuación el costo promedio de diésel por cada kilogramo teñido.

$$\text{Costo promedio} = \frac{\text{Q. 736 873,25}}{160 111,50 \text{ kg}} = \text{Q. 4,60/kg}$$

De acuerdo al análisis realizado se puede concluir que el precio promedio de diésel por kilogramo teñido durante el 2013 fue de Q. 4,60.

El índice de consumo de galones de diésel por kilogramo teñido ayuda a controlar la cantidad de galones de diésel utilizada para teñir un kilogramo de cinta o hilo, a continuación el cálculo.

$$\text{Galones de diésel por kg teñido} = \frac{24 375 \text{ galones}}{160 111,50 \text{ kg}} = 0,1522 \text{ galones/kg}$$

De acuerdo al índice de consumo se determinó que fueron necesarios 0,1522 galones de diésel para teñir un kilogramo de cinta o hilo durante el 2013.

## **2.9. Histograma del precio de diésel en el último año**

Se presenta un histograma de los precios del galón de diésel correspondiente a cada uno de los meses del 2013, esta información fue recopilada en los archivos contables de la empresa.

Tabla IV. **Histograma del precio de diésel en el 2013**

MES	PRECIO
Enero	Q. 26,50
Febrero	Q. 26,90
Marzo	Q. 29,60
Abril	Q. 30,55
Mayo	Q. 31,55
Junio	Q. 29,75
Julio	Q. 29,78
Agosto	Q. 31,40
Septiembre	Q. 32,10
Octubre	Q. 31,25
Noviembre	Q. 31,80
Diciembre	Q. 31,85

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior el comportamiento del precio del galón de diésel durante el 2013 fue inestable y con tendencia al alza en el transcurrir de los meses.

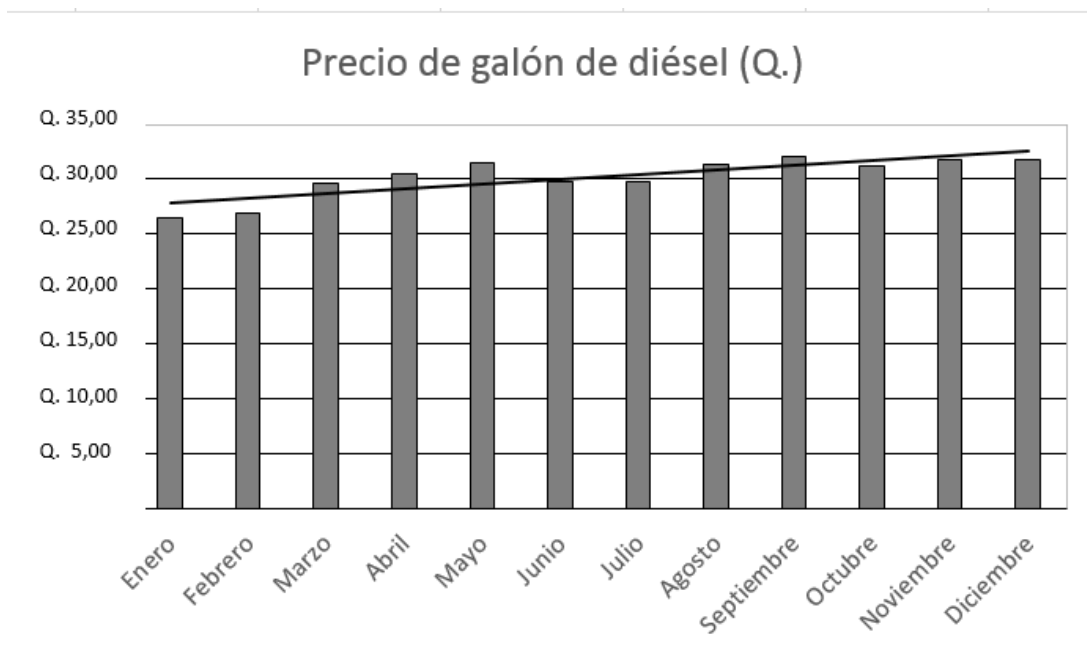
A continuación se realiza el cálculo del precio promedio del galón de diésel durante el 2013, este se realiza a partir de la información del histograma anterior.

$$\text{Precio promedio} = \frac{\text{Q } 363,03}{12} = \text{Q. } 30,25$$

12

Se determinó que el precio promedio del galón de diésel durante el 2013 fue de Q. 30,25.

Figura 29. **Grafica del precio de galón de diésel en el 2013**



Fuente: elaboración propia.

El índice de porcentaje de aumento de precio indica el porcentaje que aumento el precio del galón de diésel en un periodo, en este caso de enero a diciembre del 2013.

$$\% \text{ aumento de precio} = \frac{(Q. 31,85 - Q. 26,50)}{Q. 26,50} \times 100 = 20,19 \%$$

Se determinó el que porcentaje de aumento en el precio del galón de diésel de enero a diciembre de 2013 fue de 20 %.

### **3. PROPUESTAS DE MEJORA**

#### **3.1. Implementación de una caldera de biomasa**

Se desarrolló una propuesta de implementar de una caldera de biomasa para la generación de vapor en el proceso de teñido del Departamento de Tintorería. Actualmente se utiliza una caldera de diésel marca Fulton de 50 HP, mensualmente la generación de vapor en el Departamento de Tintorería tiene un costo aproximado de Q. 60 000,00 y se prevé que esta cifra siga aumentando con el paso de los años, lo que provocaría que el costo de teñido se eleve y la empresa deje de ser competitiva.

##### **3.1.1. Propósito**

Implementar una alternativa tecnológica para la generación de vapor que conlleve mejoras económicas y ambientales. Los fabricantes de las calderas de biomasa ofrecen un 80 % de ahorro aproximado en la generación de vapor mediante la utilización de biomasa en comparación a la generación de vapor mediante la utilización de diésel, además del beneficio económico también ofrecen una mejora al ambiente, ya que, las emisiones de los gases del efecto invernadero se reducen significativamente.

##### **3.1.2. Descripción**

Las calderas de biomasa son equipos diseñados para generar vapor por medio de la incineración de la biomasa y los derivados, el principio de funcionamiento de estas calderas es igual al de una caldera de diésel, con la

diferencia que estas cuentan con un horno de incineración en donde es quemada la biomasa, y además utilizan un filtro que atrapa las partículas de humo, expulsando solamente vapor de agua al ambiente.

### 3.1.3. Equipo a implementarse

El equipo que desea implementarse es una caldera vertical de biomasa de 60 hp, por lo que se procedió a cotizar dos equipos, un equipo se cotizó a Calderas PDS y el otro equipo se cotizó a Hurst Boiler, a continuación la descripción de cada uno de los equipos y precio.

Hurst Boiler por medio del proveedor en Guatemala cotizó el equipo modelo VIX-60-150, este modelo es construido de acuerdo al código ASME y fabricado bajo estrictas normas de calidad. El modelo cuenta con un diseño térmico con una superficie de calentamiento generosa y una tasa de transferencia que permite una eficiencia mínima de 83 % a 86 % dependiendo de los combustibles a utilizar. La caldera cuenta con una cámara de aire la cual suministra el aire a la combustión en la parrilla, la alimentación de la caldera se realiza de forma manual por lo que es necesario un operador para la operación.

Tabla V. **Especificaciones generales de la caldera Hurst Boiler**

<b>Capacidad de caldera</b>	2 010 000 Btu's de salida 2 512 500 Btu's de entrada
<b>Consumo de combustible</b>	157 libras/hora
<b>Presión de caldera</b>	150 PSIG de diseño 135 PSIG de operación

Fuente: Hurst Boiler.



El equipo VIX-60-150 Hurst Boiler cuenta con un filtro colector de cenizas volátiles, al ser atrapadas las partículas estas son transportadas a un canal de cenizas para la eliminación, todas las piezas del filtro son construidas con materiales de larga duración y durabilidad debido al alto grado de alcalinidad de las partículas de ceniza, garantizando las bajas emisiones de gases que provocan el efecto invernadero.

La caldera Hurst Boiler está equipada con los siguientes accesorios:

- Válvulas de seguridad
- Columna de agua con indicador de vidrio para la bomba de alimentación
- Válvulas de purga de la caldera
- Válvulas de agua de drenaje
- Válvulas de purga
- Control bajo nivel agua
- Control auxiliar de corte por bajo nivel de agua
- Controles de límites montados
- Manómetro de presión montado en la caldera
- Válvula de vapor principal

Figura 30. **Caldera Hurst Boiler modelo VIX-60-150**



Fuente: [www.hurstboiler.com](http://www.hurstboiler.com). Consulta: 3 de septiembre de 2014.

El precio de la caldera Hurst Boiler modelo VIX-60-150 con alimentador manual es de \$ 112 000,00, este precio incluye flete desde Estados Unidos, seguro, impuestos y gastos en aduana, el equipo es entregado en planta. La instalación no está incluida dentro del precio, el proveedor solamente ofrece manuales con las especificaciones necesarias para la instalación del equipo.

Calderas PDS cuyas calderas son fabricadas en la ciudad de Guatemala por ingenieros coreanos cotizó la caldera PDS 60, caldera fabricada con lámina de acero de 3/16”, el equipo cuenta con un sistema térmico eficiente, el proveedor garantiza un ahorro mínimo del 80 % dependiente del combustible a utilizar. La caldera cuenta con una tolva de alimentación asistida por una turbina que suministra aire a la combustión, la alimentación de la caldera se realiza de forma manual por lo que es necesario de un operador para la operación.

Tabla VI. **Especificaciones generales de la caldera PDS 60**

<b>Capacidad de caldera</b>	2 000 015 Btu's de salida 2 491 020 Btu's de entrada
<b>Consumo de combustible</b>	132 libras/hora
<b>Presión de caldera</b>	125 PSGI de diseño 110 PSGI de operación

Fuente: Calderas PDS.

El equipo cuenta con un filtro que se encarga de atrapar las partículas de cenizas en el humo, expulsando únicamente vapor de agua al ambiente, estas partículas caen al fondo del filtro convirtiéndose en lodo y son trasportadas por una tubería hacia un depósito donde posteriormente son expulsadas.

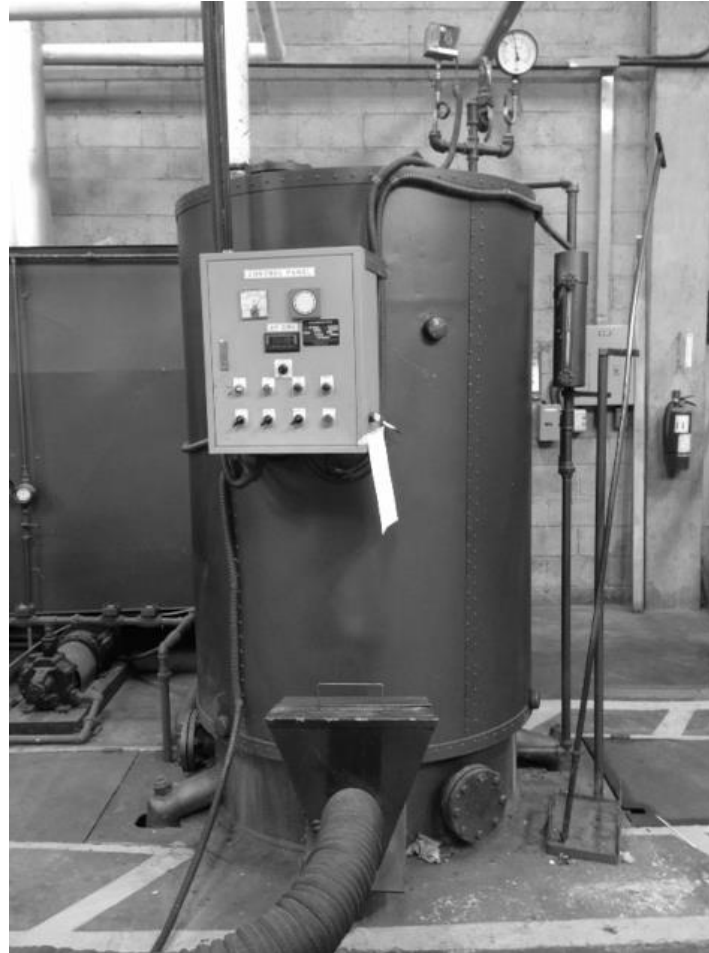
La caldera PDS 60 está equipada con los siguientes accesorios.

- Dos válvulas de seguridad
- Alarma de bomba de alimentación
- Válvulas de purga de la caldera
- Válvulas de agua de drenaje

- Alarma de bajo nivel agua
- Control manual de agua
- Válvulas de purga
- Control manual de aire de combustión
- Manómetro de presión montado en la caldera
- Sensor de presión
- Manómetro
- Bomba de agua de 3 hp
- Turbina de aire de 5 hp

El precio de la caldera PDS 60 es de \$ 50 000,00 el precio incluye el flete de las instalaciones de Calderas PDS hacia la planta donde será instalada, el precio ya incluye la instalación.

Figura 31. **Caldera PDS 60**



Fuente: [www.actiweb.es/calderaspds](http://www.actiweb.es/calderaspds). Consulta: 3 de septiembre de 2014.

Tabla VII. **Comparativo cotización Calderas PDS – Hurst Boiler**

MARCA	POTENCIA	COMBUSTIBLE	ALIMENTACIÓN	INSTALACION	PRECIO
Calderas PDS	60 HP	Biomasa	Manual	Incluida	\$ 50 000,00
Hurst Boiler	60 HP	Biomasa	Manual	No incluida	\$ 112 000,00

Fuente: elaboración propia.

El equipo cotizado por Calderas PDS es la mejor opción en cuanto a precio, siendo un 55,36 % más barata que la caldera cotizada por Hurst Boiler, además que el precio cotizado por Calderas PDS ya incluye la instalación del equipo, mientras que la caldera cotizada por Hurst Boiler no la incluye.

### **3.2. Combustibles sólidos**

En cuanto a los sólidos a utilizar como combustible de caldera existe una amplia gama de alternativas pero habrá que tomar en consideración cuatro puntos importantes los cuales son:

- El impacto que cause el sólido en la vida útil de la caldera
- La capacidad calorífica que el sólido genere
- El costo de la biomasa a utilizar como combustible
- El impacto ambiental del combustible utilizado

Utilizar los sólidos adecuados evitará que se formen incrustaciones dentro del horno de incineración de la caldera conservando la integridad física de está; otro factor importante en cuanto a la utilización de los sólidos adecuados para la generación de vapor es la capacidad calorífica que estos tienen para lograr una adecuada combustión y alcanzar un mayor porcentaje de eficiencia.

Dentro de la diversidad de biomasa y los derivados que existen, algunos sólidos pueden conseguirse sin algún costo, como cuando estos son desperdicio de fábricas o cuando estos pueden conseguirse en la naturaleza, y también pueden conseguirse sólidos con un costo significativo como cuando son productos producidos directamente para la venta, como lo es el caso de los *pallets*.

La combustión de biomasa es mucho más amigable con el ambiente que la combustión de combustibles fósiles pero se puede obtener un mayor beneficio si se utilizan biomásas que no contengan químicos gomas, barnices u otros químicos que tengan efectos nocivos para el medio ambiente.

### **3.2.1. Sólidos que pueden ser utilizados como combustible para la generación de vapor en la caldera de biomasa**

Los fabricantes de calderas de biomasa recomiendan algunos sólidos que pueden utilizarse como combustible de caldera debido al buen poder calorífico que poseen, a continuación se mencionan algunos.

- Leña de encino
- Corteza de madera
- Bagazo de caña de azúcar
- Fibra de agave
- Cascara de arroz
- Estiércol de aves
- Frutos secos
- Sobrantes de madera de construcción
- Cascaras de frutas
- Papel
- Cartón
- Aserrín
- Virutas

Por otro lado el fabricante prohíbe estrictamente incinerar sólidos que contengan partes de metal o vidrio, tampoco algunos otros desechos que puedan causar explosiones como los aerosoles.

### **3.2.2. Desechos sólidos generados por la fábrica que pueden ser utilizados como combustible de caldera de biomasa**

Dentro de los desechos que genera la empresa que podrían ser utilizados como combustible para la generación de vapor se pueden mencionar: desechos de cinta de algodón, desechos de cinta de poliéster, *wipe* de poliéster y *wipe* de algodón, estos a diferencia de la leña no producen brasa, sino que se consumen con mayor rapidez lo que es de beneficio en los momentos en los que existe una mayor demanda de vapor, estos materiales se pueden utilizar como combustible siempre y cuando sean combinados con leña.

Tabla VIII. **Cantidad promedio de desperdicio generado en Policintas**

<b>TIPO DE DESPERDICIO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Cinta de algodón	20 kg
Cinta de poliéster	80 kg
Wipe de algodón	8 kg
Wipe de poliéster	25 kg

Fuente: reportes de producción, Policintas, S. A.

### **3.2.3. Cotización de desechos sólidos generados por otras fábricas que pueden ser utilizados como combustible en la caldera de biomasa**

Algunas fábricas optan por vender los desperdicios ya que lo que para ellos es basura para otras fábricas son materiales de utilidad. La empresa tiene la opción de comprar desperdicio de otras fábricas textiles para utilizarlo como combustible de caldera, a continuación se presentan algunos de los desperdicios cotizados.



Tabla IX. **Cotización de desechos generados por otras fábricas**

<b>EMPRESA</b>	<b>DESPERDICIO</b>	<b>PRECIO POR KG</b>
Tejidos Imperial	Desperdicio de tela	Q. 0,40
Tejidos El Sol	Desperdicio de cordones	Q. 0,55
Tejidos Berlin	Retazo de calcetín	Q. 0,60
Maquila La Marquensita	Retazo de maquila	Q. 0,45

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Precio promedio} = \frac{\text{Q. 0,40} + \text{Q. 0,55} + \text{Q. 0,60} + \text{Q. 0,45}}{4} = \text{Q. 0,50/kilogramo}$$

Los desechos generados por otras fábricas textiles se cotizan actualmente a un precio de Q. 0,50 por kilogramo.

### **3.2.4. Kilos de sólidos estimados para la generación de vapor por día**

El Departamento de Tintorería tiene una producción promedio de teñido de 600 kilogramos por día, por lo que se estima que se necesitarían aproximadamente 500 kilogramos de combustibles sólidos por día para generar el vapor suficiente para teñir dicha cantidad, aunque esto dependerá de la capacidad calorífica de los sólidos que se utilicen como combustible.

### **3.3. Costo de inversión y operación**

A continuación se realiza un análisis financiero del costo de inversión y operación de la implementación de la caldera PDS 60 en el Departamento de Tintorería de la empresa Policintas, S. A.

#### **3.3.1. Costo de la inversión**

El costo de implementar una caldera PDS 60 es de \$ 50 000,00 equivalente a Q. 400 000,00 este precio incluye todos los materiales y mano de obra de instalación, según cotización proporcionada por Calderas PDS.

#### **3.3.2. Costo de operación**

El costo de operación de una caldera PDS 60 contempla dos rubros, uno es el costo del consumo de combustible sólido a utilizar y el otro es el costo de la mano de obra de los operadores que estarían a cargo del funcionamiento la caldera, a continuación se realiza el cálculo del costo que representa para la empresa la operación de la caldera antes descrita.

##### **3.3.2.1. Costo del combustible sólido**

El fabricante de las calderas recomienda la utilización de una gran variedad de biomasa como combustible, sin embargo se ha considerado únicamente la utilización de tres tipos de sólidos como combustible de caldera debido al bajo costo, al poder calorífico y a la facilidad para conseguirlos.

Tabla X. **Precio del combustibles sólidos**

<b>MATERIAL</b>	<b>COSTO/KG</b>
Leña de encino	Q. 0,56
Desperdicio Textil	Q. 0,50
Cartón	Q. 0,25

Fuente: elaboración propia.

A continuación se realiza el cálculo del costo de consumo de combustible sólido que se tendría por mes.

Días trabajados: 22 días

Producción de teñido por día: 600 kilogramos

Consumo de biomasa por día: 500 kilogramos

Kilos teñidos por mes = 600 kilogramos \* 22 días = 13 200 kilogramos

Kilos de combustible por mes = 500 kilogramos \* 22 días = 11 000 kilogramos

En un mes se estarían utilizarían un total de 11 000 kilogramos de biomasa para poder teñir 13 200 kilogramos.

Para poder lograr una mejor eficiencia es importante utilizar la proporción adecuada de los sólidos a utilizar por combustible, por lo que se realiza la propuesta de utilizar un 75 % de leña de encino, un 20 % de desperdicio textil y un 5 % de cartón

Tabla XI. **Costo de generación de vapor con combustible sólido**

COMBUSTIBLE	KILOS DE COMBUSTIBLE NECESARIOS POR MES	PORCENTAJE	KILOS A UTILIZAR	COSTO X KG	COSTO TOTAL
Leña	11 000	75 %	8 250	Q. 0,56	Q. 4 620,00
Desperdicio textil	11 000	20 %	2 200	Q. 0,50	Q. 1 100,00
Cartón	11 000	5 %	550	Q. 0,25	Q. 137,50
<b>COSTO TOTAL PARA LA GENERACIÓN DE VAPOR POR MES</b>					<b>Q. 5 857,50</b>

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al análisis realizado, el costo total de consumo de combustible sólido sería de Q. 5 857,50 teniendo un aproximado de 13 200 kilogramos de cinta e hilo por mes.

### 3.3.2.2. Costo de mano de obra

Para el funcionamiento de la caldera de biomasa es necesario un operador que esté a cargo de la alimentación de la caldera, el operador deberá alimentar la caldera cada vez que exista demanda de vapor, teniendo el cuidado necesario para que no exista una sobrealimentación lo que podría causar que la presión se eleve demasiado.

La empresa necesitaría de los servicios de dos personas para operar la caldera, una persona para el turno de día y una persona para el turno de noche. El operador del turno de día entraría a las 7:00 am y saldría a las 6:00 pm y el operador del turno de noche que entraría a las 6:00 pm y saldría a las 7:00 am, trabajando únicamente de lunes a viernes.

El Departamento de Tintorería inicia labores los días lunes a las 7:00 am y cesa labores los días viernes a las 6:00 pm, por lo que el operador de la jornada diurna trabajaría un total de 5 turnos por semana y el operador de la jornada nocturna trabajaría un total de 4 turnos por semana.

**Tabla XII. Horas extras por semana turno jornada diurna**

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	TOTAL
HORAS ORDINARIAS	9	9	9	9	8	44
HORAS EXTRAORDINARIAS	2	2	2	2	3	11

Fuente: elaboración propia.

El operador de la jornada diurna trabajaría un total de 11 horas extras por semana, y un total de 44 horas extras por mes.

Salario base = Q. 2 280,34 por mes

Bonificación = Q. 250,00 por mes

Horas extras = (44 horas/mes) (Q. 14,06/hora) = Q. 618,64 por mes

El costo que representa para la empresa el operador de la caldera del turno de la jornada diurna es de Q 3 148,98 por mes.

Tabla XIII. **Horas extras por semana turno jornada nocturna**

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	TOTAL
HORAS ORDINARIAS	9	9	9	9	0	36
HORAS EXTRAORDINARIAS	4	4	4	4	0	16

Fuente: elaboración propia.

El operador de la jornada nocturna trabajaría un total de 16 horas extras por semana, un total de 64 horas extras por mes.

Salario base = Q. 2 280,34 por mes

Bonificación = Q. 250,00 por mes

Horas extras = (16 horas/mes) (Q. 18,74/hora) = Q. 299,84

El costo que representa para la empresa el operador de la caldera del turno de la jornada nocturna es de Q. 2 830,18 por mes.

Costo total de mano de obra = Q. 3 148,98 + Q. 2 830,18 = Q. 5 979,16 por mes.

De acuerdo a los cálculos realizados se concluye que el costo de mano de obra directa que representa la implementación de la caldera de biomasa es de Q. 5 979,16 por mes.

### **3.3.3. Costo de generación de vapor por kilo teñido**

A continuación se determina el costo total de generación de vapor con una caldera de biomasa PDS 60.

Total de kilogramos teñidos por mes: 13 200 kilogramos

Total de biomasa necesaria por mes: 11 200 kilogramos

Costo de biomasa por mes: Q. 5 857,50

Costo de mano de obra por mes: Q. 5 979,16

Costo de combustible por kilo teñido =  $\frac{Q. 5 857,50/mes}{13 200 \text{ kg/mes}}$  = Q. 0,44/kg

Costo de mano de obra por kilo teñido =  $\frac{Q. 5 979,16/mes}{13 200 \text{ kg/mes}}$  = Q. 0,45/kg

Costo de generación de vapor por kilo teñido = Q. 0,44 + Q. 0,45 = Q. 0,89/kg

De acuerdo a los cálculos realizados se concluye que el costo de generar vapor con biomasa por cada kilogramo teñido es de Q. 0,89.

#### **3.4. Costo de generación de vapor de caldera de diésel versus caldera de biomasa**

Se presenta un cuadro comparativo del costo de generación de vapor con una caldera de diésel y el costo de generar vapor al implementar una caldera de biomasa PDS 60.

Tabla XIV. **Tabla comparativa de costos de combustibles**

<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>COSTO POR KG</b>
Diésel	Q. 4,60
Biomasa	Q. 0,89

Fuente: elaboración propia.

Ahorro de combustible por cada kilo teñido = Q. 4,60 – Q. 0,89 = Q. 3,71/kg

$$\% \text{ ahorro por cada kilo teñido} = \frac{\text{Q. 3,71}}{\text{Q. 4,60}} = 0,8065 * 100 = 80,65 \%$$

Según los cálculos realizados, generar vapor con una caldera de biomasa PDS 60 es un 80,65 % más barato que generar vapor con diésel.

### **3.5. Tiempo de recuperación de la inversión**

Se realiza un flujo de efectivo junto con su respectivo diagrama con el fin de determinar en cuanto tiempo se estaría recuperando los Q. 400 000,00 que se invertirían para la compra de la caldera PDS modelo PDS 60.

#### **3.5.1. Flujo de efectivo**

Para realizar el flujo de efectivo se utilizó la siguiente información:

Total de kilogramos teñidos por mes = 13 200 kg

Ahorro por kilo teñido = Q. 3,71/kg

Ahorro mensual = Q. 3,71 \* 13 200 kg = Q. 48 972,00



Tabla XV. **Flujo de efectivo**

CONCEPTO	Enero 2014	Febrero 2014	Marzo 2014	Abril 2014	Mayo 2014	Junio 2014	Julio 2014	Agosto 2014	Septiembre 2014
Inversión Inicial	Q 400,000.00								
Ahorro	Q 48,972.00	Q 48,972.00	Q 48,972.00	Q 48,972.00	Q 48,972.00	Q 48,972.00	Q 48,972.00	Q 48,972.00	Q 48,972.00
Balance	Q 351,028.00	Q 302,056.00	Q 253,084.00	Q 204,112.00	Q 155,140.00	Q 106,168.00	Q 57,196.00	Q 8,884.00	Q 0.00

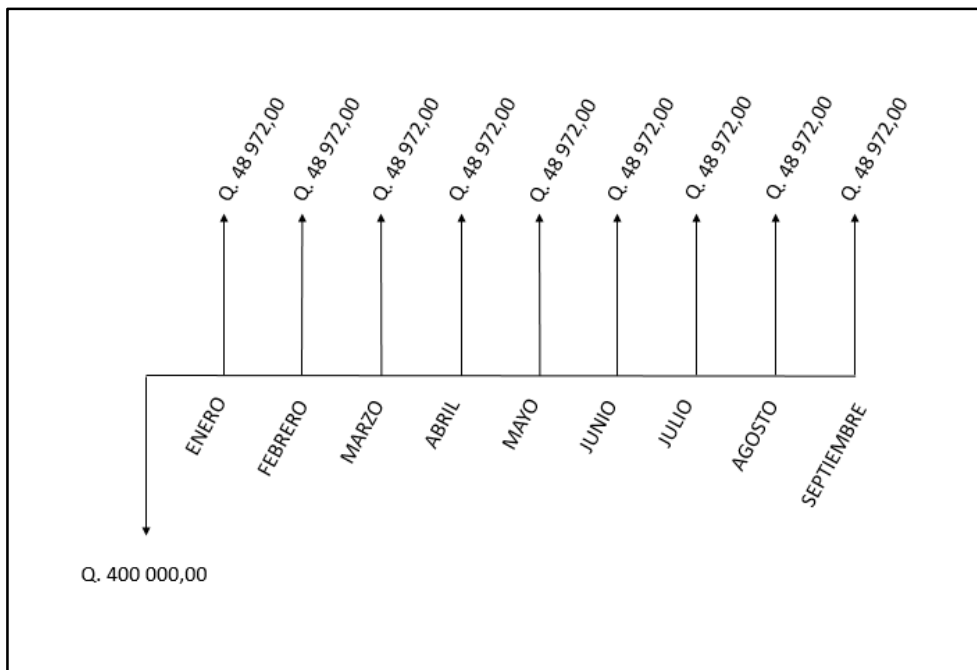
Fuente: elaboración propia.

La inversión de Q. 400 000,00 destinada a la compra de una caldera de biomasa marca Calderas PDS, modelo PDS 60 se estaría recuperando en un tiempo de 8,17 meses.

### 3.5.2. Diagrama de flujo

A continuación se grafica el diagrama de flujo de la inversión de Q. 400 000,00 para la implementación de una caldera PDS 60 en el Departamento de Tintorería de Policintas, S. A.

Figura 32. Diagrama de flujo



Fuente: elaboración propia.

El tiempo de recuperación de la inversión es de 8,17 meses por lo que si la inversión se realiza en enero del 2014 la caldera se estaría pagando en septiembre del 2014.

### **3.6. Ventajas y desventajas de utilizar una caldera de biomasa**

Al implementar una caldera de biomasa para la generación de vapor en el Departamento de Tintorería existen ventajas y desventajas que se deben considerar, a continuación se presentan.

#### **3.6.1. Ventajas**

- El costo de los sólidos utilizados para la generación de vapor es bajo
- El mantenimiento preventivo puede ser realizado por el mismo operador
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> son menores en comparación a una caldera de diésel.
- Algunos sólidos usados como combustibles se pueden conseguir sin ningún costo en la naturaleza.

#### **3.6.2. Desventajas**

- Es necesario un operador fijo para alimentar la caldera
- El combustible sólido requiere de mayor espacio para el almacenamiento
- Los mantenimientos preventivos deben realizarse con mayor frecuencia por los residuos que quedan al quemarse los sólidos.
- Aumento en el riesgo de incendio debido al almacenamiento del combustible sólido.

### **3.7. Diseño y ubicación de la instalación**

El diseño y ubicación de la caldera son dos aspectos muy importantes a tomar en cuenta para la implementación de la caldera, ya que esta no debería estar tan retirada de las máquinas de teñido por el factor eficiencia en operación,

y por el factor costo en la implementación. Por otro lado, no debería estar tan cerca de las máquinas de teñido por el factor seguridad industrial, a continuación se define la ubicación en donde se instalaría la caldera y el diseño del Área de Operación.

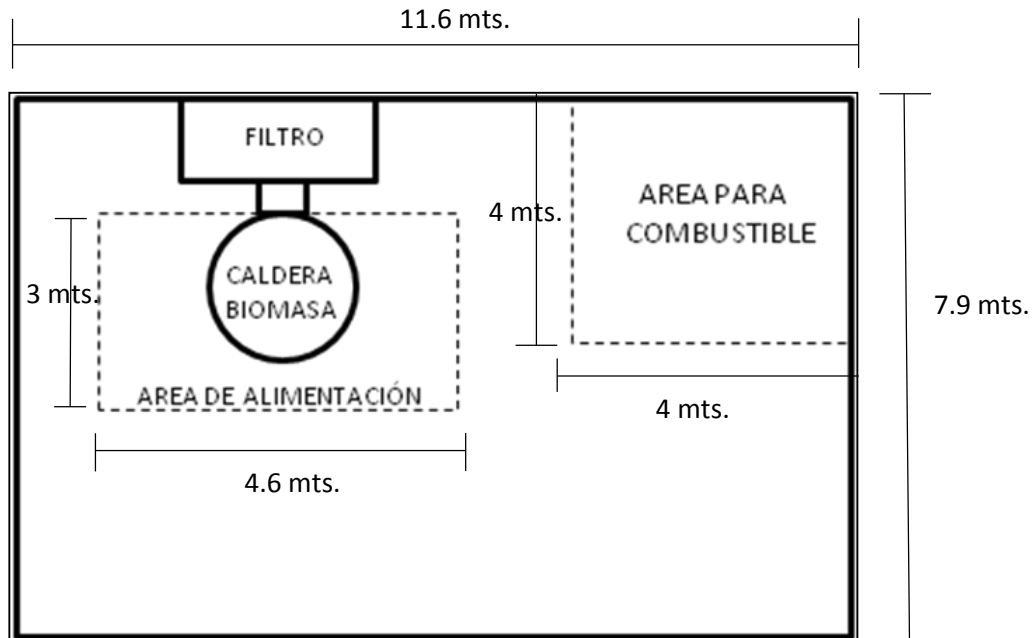
### **3.7.1. Ubicación**

La caldera se instalaría en la bodega donde se ubica el Departamento de Tintorería a 9,2 metros de distancia de las máquinas de teñido.

### **3.7.2. Diseño del Área de Operación**

Se diseña el Área de Operación de la caldera de biomasa que se desea implementar, el Área de Operación de la caldera tendría 11,6 metros de ancho por 7,9 metros de largo, dentro de esta área estaría ubicado el equipo y a un costado habría un área para combustibles sólidos lo que permitiría alimentarla fácilmente cuando se requiera. La caldera PDS 60 está compuesta por el cuerpo de la caldera el cual tiene un diámetro de 1,70 metros y un filtro que mide 4 metros de largo por 1,80 de ancho, el área destinada para el combustible de la caldera tendría 4 metros de largo por 4 metros de ancho y estaría ubicada a tan solo 2 metros de la caldera.

Figura 33. Área de operación de la caldera

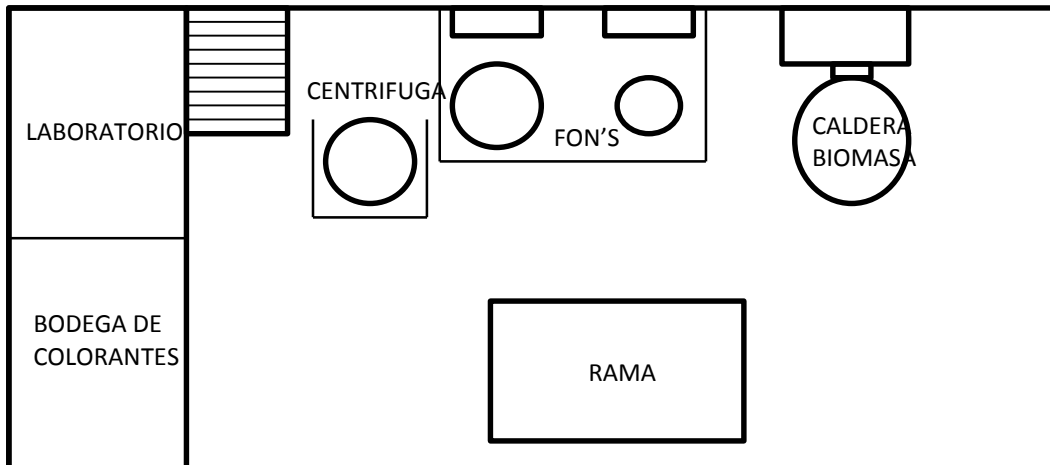


Fuente: elaboración propia.

### 3.7.3. Plano de la instalación de la caldera

Se presenta un plano del Departamento de Tintorería que muestra el lugar donde estaría instalado el equipo, como se observa en la imagen la caldera estaría ubicada a un costado de las máquinas de teñido.

Figura 34. Departamento de Tintorería



Fuente: elaboración propia.

### 3.8. Descripción de como operar la caldera de biomasa

Para operar la caldera de biomasa PDS 60 el operador deberá estar muy pendiente del manómetro de la unidad y manejar dos variables importantes la cual son la alimentación y el flujo de aire. La caldera deberá ser alimentada según la demanda de vapor, ya que si el operador no alimenta la caldera esta no generará el vapor suficiente para satisfacer la demanda y si por el contrario el operador alimenta la caldera cuando no existe demanda de vapor la presión excederá el límite de control y disparará la válvula de seguridad liberando el exceso de vapor generado. La inyección de aire deberá controlarse de la misma manera ya que el aire ayuda a que se lleve a cabo una mejor combustión, mientras más aire sea inyectado a la cámara de fuego mayor es la combustión por lo que se generará mucho más vapor.

### 3.9. Plan de contingencia

La caldera es un elemento muy importante dentro del proceso de producción de la empresa, ya que sin la caldera quedaría paralizado el Departamento de Tintorería, el cual provee de material para trabajar a diversos departamentos, a continuación se presentan las interdependencias del Departamento de Tintorería con otros departamentos.

Tintorería → Enconado → Urdido → Tejido → Enrollado → Empaque

Tintorería → Plancha → Enrollado → Empaque

Los eventos que podrían interrumpir el normal funcionamiento de la caldera de biomasa son:

- Desperfectos mecánicos
- Por llevarse a cabo algún tipo de mantenimiento preventivo
- Por falta de combustible sólido (biomasa)

Los impactos que podrían causar cualquier evento que ocasioné un paro en el Departamento de Tintorería son:

- Pérdida de pedidos
- Pérdida de clientes
- Multas de parte de los clientes por entregar de pedidos tarde
- Tiempos muertos
- Bajas en la facturación

Como plan de contingencia se planea conservar la caldera de diésel con la que se trabaja actualmente, esta se pondría en funcionamiento ante cualquier eventualidad que pudiese presentarse afectando el buen funcionamiento de la caldera de biomasa, por lo que deberán tomarse en cuenta una serie de medidas técnicas, organizativas y humanas.

- Medidas técnicas
  - Mantener en reserva por lo menos cien galones de diésel.
  - Realizar siempre los mantenimientos correspondientes a la caldera de diésel, con el fin de mantenerla en óptimas condiciones.
  
- Medidas organizativas
  - Elaborar un manual de procedimiento para poner en marcha el plan
  - Realizar un simulacro el último viernes de cada trimestre
  
- Medidas humanas
  - Designar un responsable el cual tome la decisión de poner en marcha el Plan de Contingencia.
  - Formación del personal para cambiar la operación de generación de vapor por medio de biomasa a diésel y viceversa.
  - Asignar roles y responsabilidades en el Plan de Contingencia.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Documentación**

Al poner en marcha la propuesta e implementación de una caldera de biomasa es importante documentar un manual de funcionamiento del equipo y un manual de instructivos de trabajo con el objetivo de trabajar el equipo de manera eficaz y eficiente, además al operar el equipo de la forma correcta se estará alargando la vida útil.

La implementación de reportes ayudará a la empresa a documentar información del equipo día a día, información que será de vital importancia para la gerencia en cuanto a la toma de decisiones y controles estadísticos.

#### **4.1.1. Manual de funcionamiento**

Deberá crearse un manual de funcionamiento de la caldera PDS 60, el cual debe ser elaborado por el jefe de mantenimiento utilizando como base el manual de funcionamiento del fabricante, el manual tendrá que ser fácil de entender para que los operadores puedan comprenderlo con facilidad y deberá de colocarse en un lugar en el que los operadores lo tengan acceso cuando lo requieran. A continuación se realiza una propuesta del contenido del manual de funcionamiento.

- Descripción del equipo
- Partes de la caldera
- Funcionamiento de las partes de la caldera

- Puesta en marcha
- Operación del equipo
- Normas de seguridad al operar el equipo
- Detección de fallas en el equipo

Los operadores a cargo de la caldera deberán de conocer perfectamente este manual ya que será de utilidad para operar el equipo. Además será una herramienta importante para las capacitaciones de personal.

#### **4.1.2. Manual de instructivos de trabajo**

En el manual de instructivos de trabajo se debe dejar plasmado los procedimientos para operar la caldera de biomasa PDS 60, en este manual deben estar descrito paso a paso los procedimientos a realizarse desde el momento en que se enciende el equipo hasta que se apaga. Además en el manual de instructivos de trabajo también se deben de dejar plasmados los procedimientos para llevar a cabo cada uno de los procedimientos preventivos.

Este manual deberá ser elaborado por el jefe de producción en conjunto con el jefe de mantenimiento, el manual tendrá que ser fácil de entender para que los operadores puedan comprenderlo con facilidad y deberá de colocarse en un lugar en el que puedan tener acceso los operadores cuando lo requieran. A continuación se realiza una propuesta del contenido del manual de instructivos de trabajo.

- Inspección previa a la puesta en marcha
- Puesta en marcha del equipo
- Alimentación de la caldera
- Control de la presión

- Control del agua de alimentación
- Apagado del equipo
- Cuidado del equipo
- Mantenimiento preventivo semanal
- Mantenimiento preventivo mensual
- Mantenimiento preventivo trimestral

Los operadores deberán conocer a la perfección el manual de instructivos de trabajo y seguir paso a paso cada uno de los procedimientos descritos en el manual, si en algún caso el operador no siguiera los procedimientos descritos en el manual de instructivos de trabajo la empresa podrían sancionarlo.

#### **4.1.3. Reportes**

La implementación de reportes tiene como objetivo recolectar la información de operación de la caldera de biomasa en el día a día, información que ayudará a la empresa para la toma de decisiones y controles estadísticos y contables. Se propone implementar un reporte de consumo de combustibles sólidos por turno y un reporte de fallas del equipo.

La veracidad y exactitud de la información con la que se alimentan los reportes será crucial para que cumplan el objetivo por el cual fueron implementados, por lo que llenar los reportes con información falsa podría ser motivo de despido.

#### **4.1.3.1. Reporte de consumo de combustibles sólidos por turno**

La implementación de un reporte de consumo de combustible tiene como objetivo: llevar un control estadístico del costo de generación de vapor por kilogramo teñido, la cantidad de kilogramos de combustible sólido utilizados por turno y la proporción de cada uno de los sólidos utilizada como combustible, además cumple un objetivo contable, ya que, es una herramienta para el cálculo del costo de producción. Este reporte deberá ser alimentado por el operador de turno, y presentar el reporte al jefe de planta al final de cada turno.

La información que debe de contener un reporte de consumo de combustible sólido por turno es la siguiente:

- Nombre del operador
- Fecha en que se elabora el reporte
- Turno
- Semana
- Hora
- Número de leños utilizados
- Peso de la leña utilizada
- Tipo de subproducto utilizado como combustible
- Peso del subproducto utilizado como combustible
- Firma del operador que elabora el reporte

A continuación se presenta una propuesta del formato de un reporte de consumo de combustibles sólidos por turno.

Figura 35. **Reporte de consumo de combustible sólidos por turno**

<b>REPORTE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE SÓLIDO</b>						
Nombre del operador: _____						
Fecha: _____			Semana No.: _____			
Turno: día _____ noche _____			Horario: de _____ a _____			
<b>COMBUSTIBLE</b>						
BIOMASA		SUBPRODUCTO				
LEÑA DE ENCINO		DESPERDICIO TEXTIL		CARTÓN	PAPEL	OTROS
# LEÑOS	KG	MATERIAL	KG	KG	KG	KG
Firma: _____						

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.3.2. Reporte de fallas**

La implementación de este reporte tiene como objetivo ser una herramienta para reportar las fallas de la caldera de biomasa al encargado de mantenimiento, además permitirá a la empresa llevar un control estadístico de fallas. Este reporte deberá ser alimentado por el operador de turno cada vez que se presente una falla y presentarlo inmediatamente al encargado de mantenimiento.

La información que debe de contener un reporte de fallas es la siguiente:

- Nombre del operador
- Fecha en que se elabora el reporte
- Turno
- Semana
- Hora
- Un dibujo de la caldera en que se deberá marcar la parte que presenta la falla
- Un área para especificar el tipo de falla detectada
- Firma del operador que elabora el reporte

A continuación se presenta una propuesta del formato de un reporte de fallas para la caldera de biomasa PDS 60.

Figura 36. Reporte de fallas

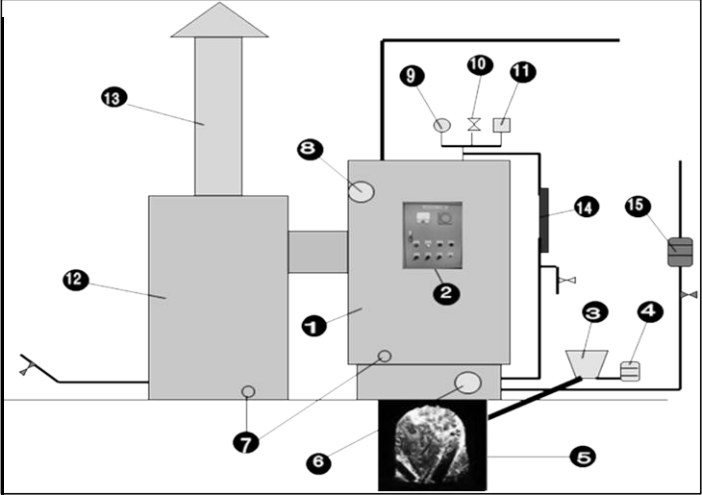
**REPORTE DE FALLAS**

Nombre del operador: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Semana No.: \_\_\_\_\_

Turno: día \_\_\_\_\_ noche \_\_\_\_\_ Horario: de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

Marque con una "X" la parte de la unidad que presenta falla:



El diagrama muestra una unidad industrial con un tanque a la izquierda y un gabinete central. El tanque tiene un tubo superior (13) y un interruptor (12). El gabinete central tiene un panel de control (2) y un punto de conexión (1). A la derecha hay un sistema de tuberías con válvulas (9, 10, 11), un depósito (14), y un punto de conexión (15). En la base del gabinete hay un punto de conexión (7), un punto de conexión (8), un punto de conexión (5) que apunta a una imagen de un planeta, y un punto de conexión (4). Hay también un punto de conexión (3) y un punto de conexión (6) en la parte inferior del gabinete.

Marque la anomalía encontrada:

Fuga: _____	Calentamiento: _____	Fuego: _____
Ruido: _____	Explosión: _____	Fractura: _____
Otro: _____	Especifique: _____	

Firma: \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Operador de caldera

Para el funcionamiento de la caldera PDS 60 es necesario de un operador encargado del funcionamiento de la caldera, por lo que será necesario la implementación de dos nuevos puestos de trabajo, un operador de caldera para el turno diurno y un operador de caldera para el turno nocturno, por lo que a continuación se realiza la descripción del puesto de trabajo a implementarse.

- Nombre del puesto: operador de caldera
- Ubicación: Departamento de Tintorería
- Tipo de contratación: indefinida
- Jefe inmediato: jefe del Departamento de Tintorería
- Subordinados: no aplica

Es importante que las personas a contratarse como operadores de caldera reúnan una serie de características de escolaridad, experiencia, conocimientos, y habilidades, para que puedan desenvolverse en el puesto de trabajo de una manera eficaz y eficiente, por lo que a continuación se realiza una descripción del perfil de puesto de trabajo de un operador de caldera.

- Género: masculino
- Edad: de 18 a 40 años
- Escolaridad: secundaria
- Experiencia: en calderas deseable
- Conocimientos: en mecánica deseable
- Habilidades: trabajo en equipo, responsabilidad, comunicación, resolución de problemas, toma de decisiones, elaboración de reportes, orden y limpieza.



#### **4.2.1. Funciones**

Los operadores de turno a cargo del funcionamiento de la caldera PDS 60 deberán de ejercer las siguientes funciones.

- Alimentar la caldera
- Controlar los niveles de presión
- Controlar los niveles de agua
- Alimentar los reportes de consumo de combustible
- Alimentar los reportes de fallas en la unidad
- Realizar los mantenimientos programados
- Controlar el *stock* de combustible sólido
- Controlar las emisiones de gases en la chimenea
- Realizar purgas de agua
- Dar aviso de cualquier desperfecto mecánico
- Mantener limpia el área de operación

#### **4.2.2. Responsabilidades**

El operador en turno de la caldera de biomasa deberá cumplir con las responsabilidades establecidas.

- El abastecimiento necesario de vapor para la operación del Departamento de Tintorería.
- Los daños y perjuicio que ocasione por el incumplimiento de las funciones.
- La veracidad de la información con que alimente los reportes a cargo.
- Reportar cualquier anomalía en la caldera que pueda ocasionar un accidente.

- El cumplimiento de los mantenimientos preventivos en las fechas previamente establecidas.
- Los daños y perjuicios ocasionados por utilizar como combustible algún sólido no autorizado por el jefe de planta.
- El orden y la limpieza en el área de operación de la caldera.
- Utilizar el equipo de protección correspondiente al puesto.
- Apagar el equipo en caso de emergencia.

#### **4.2.3. Capacitación**

Como parte del valor agregado que ofrece Calderas PDS está el de brindar una capacitación totalmente gratuita al personal de la empresa, la capacitación tiene un tiempo de duración de 8 horas. En la capacitación que se imparte se recomienda que esté presente el jefe de producción, el jefe de mantenimiento y los dos operadores que quedarán a cargo del funcionamiento de la caldera, la capacitación impartida por parte de Calderas PDS comprende el siguiente programa:

- Partes del equipo: se nombran cada una de las partes de la caldera y la función que desempeñan.
- Inspección de arranque: se realiza una demostración de la inspección que se debe de realizar previo al arranque.
- Arranque del equipo: se enseñan los pasos a seguir para arrancar el equipo.
- Funcionamiento: se realiza una demostración de la forma correcta de operar el equipo, además la forma en que se debe de alimentar y el control de presión que se debe tener.

- Apagado del equipo: se realiza una demostración de la forma en que se debe apagar el equipo y los cuidados que se deben de tener al dejarlo apagado.
- Mantenimiento preventivo: se explica cómo se deben de realizar los mantenimientos preventivos, los cuidados que se deben de tener y los intervalos de tiempo entre cada mantenimiento.

Además de la capacitación impartida por Calderas PDS también es importante que el patrono capacite cada tres meses a los empleados en el tema de cuidados de la caldera y seguridad industrial en el área de calderas. Además Policintas, S. A. deberá de proporcionar a cada operador de caldera un manual con instructivos de trabajo en el que este plasmados cada uno de los procedimientos del funcionamiento de la caldera y del mantenimiento preventivo.

#### **4.3. Seguridad industrial**

La seguridad industrial es una disciplina indispensable dentro de una empresa, ya que esta se encarga de preservar la integridad física del recurso humano, de los equipos y de las instalaciones. Debido al tipo de caldera que se desea implementar es muy importante que se tomen en consideración las medidas de seguridad industrial necesarias, ya que un accidente podría resultar catastrófico.

Los aspectos que deberán de tomarse en cuenta en cuanto a la seguridad industrial son los siguientes: área de trabajo, equipo de seguridad, limpieza de la caldera, limpieza del área de trabajo y almacenamiento de los sólidos a utilizar como combustible de caldera.

#### **4.3.1. Área de trabajo**

El área de trabajo o área de operación de la caldera de biomasa deberá estar delimitada en cada uno de los lados con una línea de cinco pulgadas de grosor hecha con pintura de color amarillo precaución, estas líneas deberán ser marcadas en el suelo a una distancia de tres metros por todo el alrededor de la caldera, formando un cuadrado que tendrá situado en el centro la caldera de biomasa.

Dentro del área de trabajo u operación de la caldera estará estrictamente prohibido colocar cualquier objeto ajeno a la operación de la caldera, únicamente podrá tenerse una cantidad de combustible sólido necesaria para satisfacer la demanda de combustible requerida en el momento.

Alrededor del área de trabajo deberá haber por lo menos cuatro extintores tipo ABC de 10 libras cada uno y un robot extintor de 100 libras, también hay que tomar en cuenta que dentro del área de trabajo y alrededor estará estrictamente prohibido ubicar tuberías de gas propano o diésel ya que se podría originar una explosión si llegara a haber alguna fuga.

Uno de los aspectos muy importantes del área de trabajo es que deben existir condiciones de trabajo en donde el operador pueda realizar el trabajo de manera eficaz por lo que se recomienda colocar dos extractores de calor en el techo del área de operación de la caldera, ya que este tipo de calderas emanan mucho calor por el horno de combustión, adicional a esto se recomienda colocar un bebedero de agua para que el operador pueda hidratarse constantemente durante la jornada de trabajo.

### **4.3.2. Equipo de seguridad**

El equipo de seguridad es indispensable dentro de la industria, ya que este protegerá al recurso humano de todos aquellos riesgos que amenazan la integridad física o la salud, el equipo que se recomienda proporcionar al personal operativo de la caldera de biomasa es el siguiente:

- Mandil de cuero
- Botas con punta de acero
- Lentes de protección con polarizado
- Mascaría o respirador
- Guates de cuero

El equipo de protección es de uso obligatorio, por lo que el personal deberá utilizarlo al operar la caldera y al realizar los mantenimientos preventivos. La empresa debe de velar por que el personal utilice el equipo de protección, al incumplir por primera vez con el uso del equipo de protección se le deberá de llamar la atención de forma verbal al operador, al incumplir por segunda vez con el uso del equipo de protección se le deberá de llamar la atención de forma escrita al operador, al incumplir por tercera vez con el uso del equipo de protección se le deberá de suspender un día sin goce de sueldo al operador, al incumplir por cuarta vez con el uso del equipo de protección se le deberá de despedir al operador.

A cada uno de los operadores se le deberá de proporcionar el equipo de protección personal, esto por higiene personal y porque cada operador es responsable del cuidado del equipo.

#### **4.4. Limpieza de la caldera y área de trabajo**

Es importante que en el área de trabajo de la caldera siempre se mantenga limpia y libre objetos ajenos a la operación del equipo, esto ayudará a que el operador desempeñe el trabajo correctamente y evitará cualquier tipo de incidente que ponga en riesgo la integridad física del personal, de los equipos y de las instalaciones.

Mantener limpia la caldera ayudará a alargar la vida útil del equipo, además de permanecer en óptimas condiciones de funcionamiento. Al realizar los mantenimientos es muy importante realizar una limpieza profunda, retirando la mayor cantidad de ceniza producto de la combustión, ya que la ceniza provoca un efecto corrosivo en el metal debido al alto grado de alcalinidad.

#### **4.5. Almacenamiento de sólidos a utilizar como combustible**

Los sólidos a utilizarse como combustible de caldera deberán ser almacenados en una bodega exclusivamente para este fin, dentro de ella no deberá de haber maquinaria, tuberías, químicos, ni otros objetos que no vayan a ser utilizados como combustible de caldera, ya que el riesgo de que ocurra un incendio es muy alto.

Dentro de la bodega no tendrá que haber ningún foco de calor y deberá ser prohibido el ingreso con cigarrillos, acetileno, soldaduras eléctricas, fósforos o cualquier otro objeto que pueda generar un incendio.

La bodega de almacenamiento de sólidos deberá tener suficiente espacio para almacenar por lo menos 30 toneladas de combustible sólido. Se recomienda

que la bodega tenga un flujo de aire artificial para evitar que se humedezcan los sólidos y que afecten el poder calorífico.

Como medida de seguridad deberá implementarse detectores de humo dentro de la bodega de sólidos, implementar un sistema de aspersores en el techo de la bodega y se deberá de tener al menos cuatro extintores tipo ABC de 20 libras en la entrada de la bodega

#### **4.6. Manejo de lodos generados por la caldera**

El humo generado en la cámara de combustión sale por el cuerpo de la caldera hacia un filtro de humo tipo ciclón, dentro de este existen pequeños aspersores de agua que hacen que las partículas de ceniza caigan al fondo del filtro, al caer las partículas de ceniza al fondo del filtro estas se convierten en lodos que después salen hacia un pequeño depósito de lodos, este depósito deberá limpiarse cada semana extrayendo toda la ceniza acumulada dentro de este, mientras que el agua expulsada por los aspersores sale del filtro y pasa por rebalse hacia una tubería que deberá direccionarse a un pozo de absorción.

#### **4.7. Costos de instalación**

Al implementar la caldera PDS 60 la empresa no tendrá que incurrir en ningún costo de instalación ya que el precio de la caldera ya incluye la instalación del equipo

#### **4.8. Diagrama de Gantt de la implementación**

Se presenta un diagrama de Gantt del tiempo que tomará la instalación de la caldera de biomasa en el Departamento de Tintorería, a continuación se

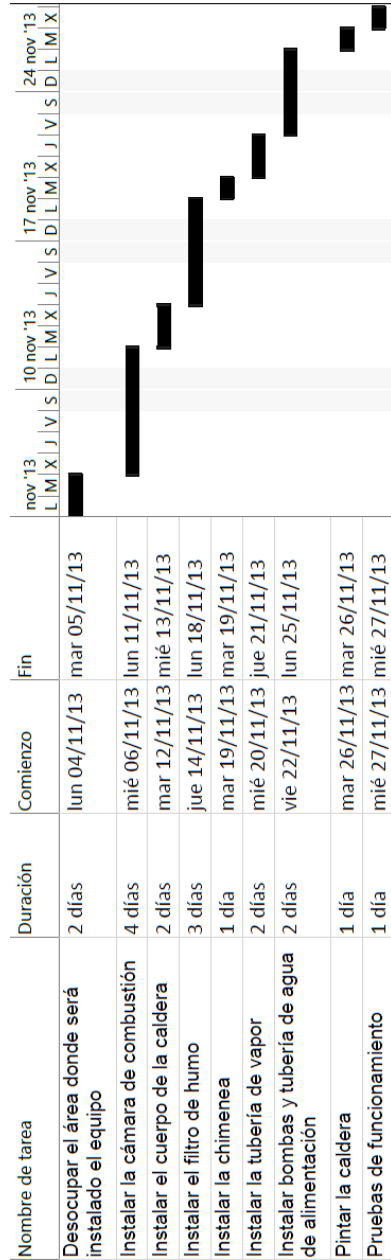
enlistan cada una de las actividades a llevarse a cabo para la instalación del equipo.

- Desocupar el área donde será instalado el equipo
- Instalar la cámara de combustión (bajo tierra)
- Instalar el cuerpo de la caldera
- Instalar el filtro de humo
- Instalar la chimenea
- Instalar la tubería de vapor
- Instalar bombas y tubería de agua de alimentación
- Pintar la caldera
- Pruebas de funcionamiento

La instalación de la caldera PDS 60 tomaría un tiempo de 18 días, desde que prepara el área de instalación hasta la puesta en marcha.



Figura 37. Diagrama de Gantt



Fuente: elaboración propia.



## **5. SEGUIMIENTO**

### **5.1. Plan de Mantenimiento Preventivo**

Es de vital importancia para la conservación de la caldera de biomasa, ya que este garantiza el funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo es de carácter programable, por lo que los períodos en los que se paralizan operaciones para llevar a cabo el mantenimiento son previamente planificados, eliminando los mantenimientos correctivos que son de forma inesperada y de carácter urgente. El implementar un plan de mantenimiento preventivo ayudará a aumentar la productividad y a reducir los costos de mantenimientos correctivos y tiempos muertos.

El mantenimiento preventivo no solamente debe de limitarse a realizar intervenciones que conserven el equipo sino que también debe de ser partícipe de la mejora continua de los procesos productivos.

Para diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo es importante dejar plasmados los objetivos, ya que la eficacia del plan de mantenimiento preventivo se medirá con base en el cumplimiento de los objetivos.

#### **5.1.1. Objetivos**

A continuación el objetivo general y objetivos específicos de implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo.

## Objetivo general

Reducir o eliminar los fallos en la caldera de biomasa antes de que ocurran

## Objetivos Específicos

- Alargar el tiempo de la vida útil de la caldera
- Reducir o eliminar los costos de mantenimiento correctivo
- Reducir o eliminar los tiempos muertos
- Preservar la integridad de la caldera
- Garantizar la disponibilidad de la caldera
- Mejorar las condiciones de operación y trabajo
- Propiciar un mejor ambiente laboral

### **5.1.2. Procedimientos**

Es importante establecer los procedimientos que deberán llevarse a cabo cada vez que se realice cualquier tipo de mantenimiento preventivo a la caldera de biomasa, esto con el objetivo de evitar accidentes laborales y de cuidar la integridad del equipo.

Los procedimientos que deberán de llevarse a cabo previo a realizar los mantenimientos preventivos son:

- Asegurarse que el flipon de la caldera se encuentre en *off*
- Verificar que la caldera se encuentre completamente fría
- Retirar los tapones de la tubería (puntos de mantenimiento) del cuerpo de la caldera y dejar salir el agua de las tuberías
- Retirar la tapa superior del cuerpo de la caldera

Los procedimientos que deberán de llevarse a cabo al finalizar el mantenimiento preventivo y previo a poner en marcha la caldera son:

- Asegurarse que los tapones de las tuberías (puntos de mantenimiento) se encuentren completamente cerrados.
- Asegurarse que la tapa superior del cuerpo de la caldera se encuentre completamente cerrada con fibra de vidrio.
- Colocar el flipon de la caldera en *on*.
- Poner en marcha la caldera.
- Asegurarse que el nivel de agua sea el adecuado para operar.
- Pruebas de funcionamiento.

### **5.1.3. Frecuencia del mantenimiento**

Son tres los tipos de mantenimientos programados que deberán realizarse durante el año, es muy importante realizarlos en la fecha programada ya que de esto depende que el plan de mantenimiento preventivo sea eficaz, a continuación se describen los trabajos realizados en cada uno de los mantenimientos preventivos y la frecuencia con la que deberán realizarse.

- Mantenimiento semanal

El mantenimiento semanal deberá realizarse los días lunes de cada semana, a menos que corresponda el mantenimiento mensual o trimestral, si el día lunes no se trabajara por ser asueto el mantenimiento deberá realizarse el día martes. En este tipo de mantenimiento deberán realizarse los siguientes trabajos:

- Limpieza de la tubería del cuerpo de la caldera

- Limpieza de la parte interna de la caldera
  - Cambiar la fibra de vidrio de la tapa superior (si fuese necesario)
  - Revisión visual de cada una de las partes de la caldera
  - Pruebas de funcionamiento
- Mantenimiento mensual

El mantenimiento mensual deberá realizarse el primer lunes de cada mes, a menos que corresponda el mantenimiento trimestral, si el día lunes no se trabajara por ser asueto el mantenimiento deberá realizarse el día martes. En este tipo de mantenimiento deberán realizarse los siguientes trabajos:

- Limpieza de la tubería del cuerpo de la caldera
  - Limpieza de la parte interna de la caldera
  - Limpieza del filtro de humo
  - Limpieza de la cámara de fuego
  - Cambiar la fibra de vidrio de la tapa superior (si fuese necesario)
  - Revisión visual de cada una de las partes de la caldera
  - Pruebas de funcionamiento
- Mantenimiento trimestral

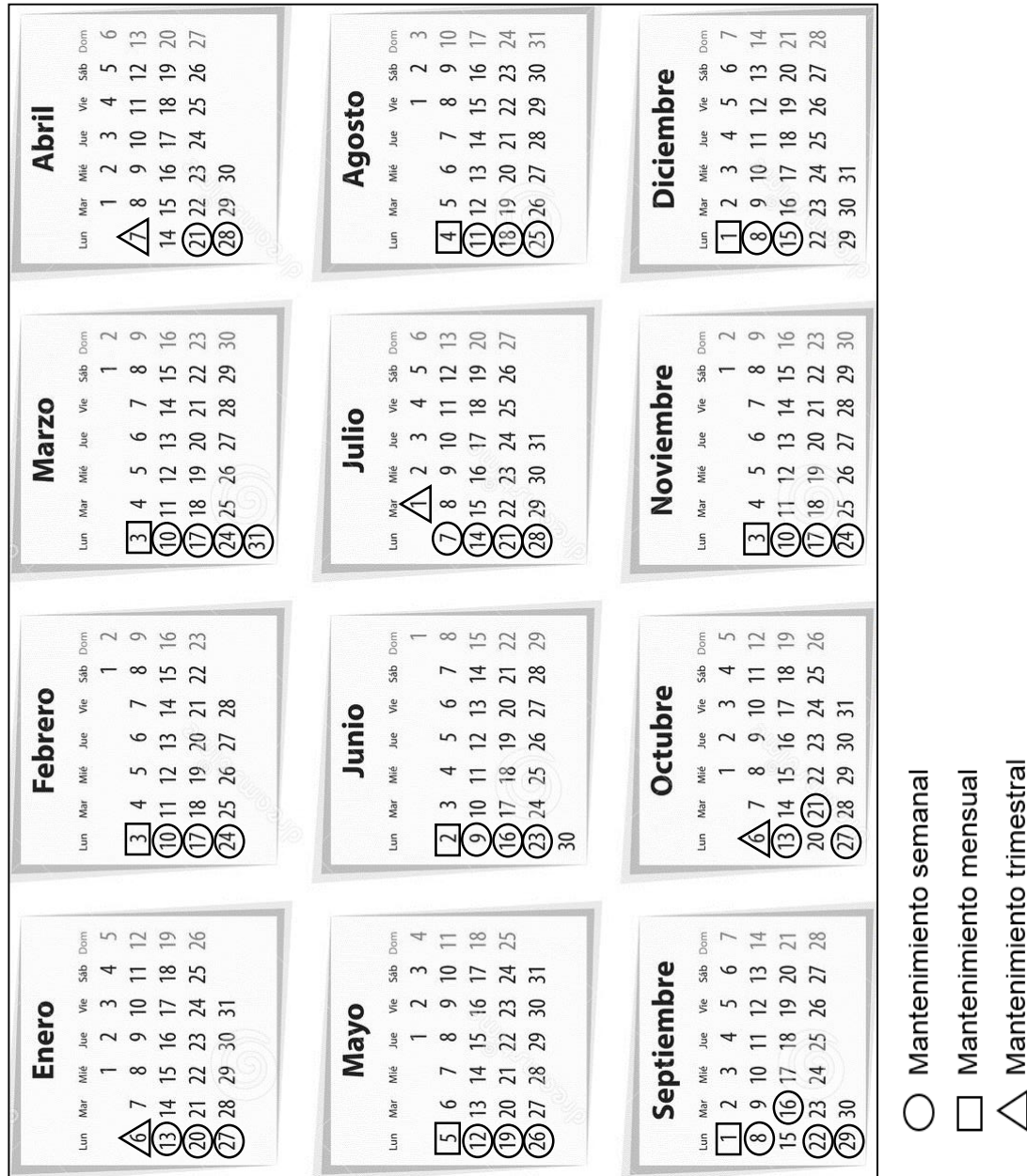
El mantenimiento trimestral deberá realizarse un día lunes cada tres meses, si el día lunes no se trabajara por ser asueto el mantenimiento deberá realizarse el día martes. En este tipo de mantenimiento deberán realizarse los siguientes trabajos:

- Limpieza de la tubería del cuerpo de la caldera
- Limpieza de la parte interna de la caldera

- Limpieza del filtro de humo
- Limpieza de la cámara de fuego
- Limpieza de la tubería de la cámara de combustión
- Limpieza de la tubería de agua de alimentación
- Limpieza del depósito de cenizas
- Cambiar la fibra de vidrio de la tapa superior (si fuese necesario)
- Cambio de los empaques de asbesto
- Revisión visual de cada una de las partes de la caldera
- Pruebas de funcionamiento

En la siguiente figura se muestra la programación de los mantenimientos preventivos a realizarse durante el 2014, los mantenimientos semanales aparecen marcados con un círculos, los mantenimientos mensuales con un cuadro y los mantenimientos trimestrales con un triángulo.

Figura 38. Programación de mantenimientos 2014



Fuente: elaboración propia.



#### 5.1.4. Presupuesto del costo de mantenimiento

Se elaboró un presupuesto del costo del Plan de Mantenimiento Preventivo para la caldera de biomasa PDS 60, en el presupuesto realizado se toman en cuenta todos los materiales necesarios para realizar los mantenimientos preventivos durante el 2014.

Tabla XVI. **Presupuesto anual del costo de mantenimiento preventivo**

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD	TOTAL
Fibra de vidrio	50 metros	Q. 22,00	Q. 1 100,00
Bolsas de basura	100 bolsas	Q. 4,00	Q. 400,00
Empaques de asbesto	25 empaques	Q. 15,00	Q. 375,00
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>Q. 1 875,00</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo del plan de mantenimiento preventivo durante el 2014 se presupuestó en Q. 1 875,00 este costo es relativamente bajo en comparación al mantenimiento preventivo que requería la caldera de diésel. Es de tomar en cuenta que el mantenimiento preventivo de la caldera PDS 60 puede realizarse por el personal operativo de la empresa y que no es necesario incurrir en costo de mano de obra por parte de terceros.

#### 5.1.5. Propuesta del diseño del reporte de mantenimiento

Un reporte de mantenimiento preventivo ayudará a tener un mejor control de los mantenimientos preventivos realizados, este reporte tiene como objetivo dejar constancia de los trabajos realizados al equipo en el mantenimiento

correspondiente, el reporte deberá ser elaborado por el operador encargado de realizar el mantenimiento de la unidad y deberá entregarse al jefe del Departamento de Tintorería, el reporte deberá recolectar la siguiente información:

- Fecha en la que se elabora el mantenimiento
- Operador que realiza el mantenimiento
- Tipo de mantenimiento preventivo que se realiza
- Trabajos realizados en el mantenimiento
- Observaciones
- Anomalías encontradas durante el mantenimiento

Este tipo de reporte también nos permitirá recolectar la información necesaria para llevar un control estadístico de los mantenimientos realizados, el cual puede ser tomado como fundamento para la toma de decisiones.

A continuación se presenta una propuesta del formato de un reporte de mantenimiento preventivo.

Figura 39. **Reporte de mantenimiento preventivo**

<b>REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	
Fecha:	_____
Operador:	_____
Tipo de mantenimiento:	semanal ____ mensual ____ trimestral ____
Trabajos realizados:	
1. Limpieza de la tubería del cuerpo de la caldera	_____
2. Limpieza interna del cuerpo de la caldera	_____
3. Limpieza interna del filtro	_____
4. Limpieza de la cámara de fuego	_____
5. Limpieza de la tubería de la cámara de fuego	_____
6. Limpieza de la tubería de la cámara de combustión	_____
7. Cambio de empaques en puntos de mantenimiento	_____
8. Cambio de fibra de vidrio en tapa superior del cuerpo de la caldera	_____
Observaciones:	_____ _____ _____
Firma: _____	

Fuente: elaboración propia.

## **5.2. Sistema de reciclaje de agua caliente**

Se elabora una propuesta de un sistema de reciclaje de agua caliente en los procesos de teñido y generación de vapor en el Departamento de Tintorería. El sistema busca aprovechar al máximo los recursos agua y temperatura, preservando los recursos escasos y obteniendo un beneficio económico.

### **5.2.1. Propósito**

La propuesta de un sistema de reciclaje de agua caliente tiene como propósito hacer más eficiente el proceso de generación de vapor mediante la reutilización del agua caliente que sale del proceso de teñido, bajando aún más el costo de generación de vapor por kilogramo teñido.

### **5.2.2. Funcionamiento**

En los procesos de teñido en la etapa de enfriamiento las máquinas de teñido utilizan serpentines por los que pasa agua fría para bajar la temperatura del proceso, esto por el principio de equilibrio térmico, el agua que es utilizada por las máquinas de teñido al cumplir la función es inmediatamente desechada por lo que por medio de un retorno podría ser conducida hacia unos tanques de almacenamiento en donde posteriormente puede ser utilizada como agua de alimentación de la caldera para la generación de vapor, por lo que la caldera sería más eficiente ya que estaría calentando agua tibia en lugar de calentar agua completamente fría, aprovechando al máximo el agua y la temperatura provenientes del proceso de teñido. Es aquí donde al reciclar el agua caliente proveniente de los serpentines de enfriamiento ayuda a ser más eficiente en el proceso de generación de vapor.

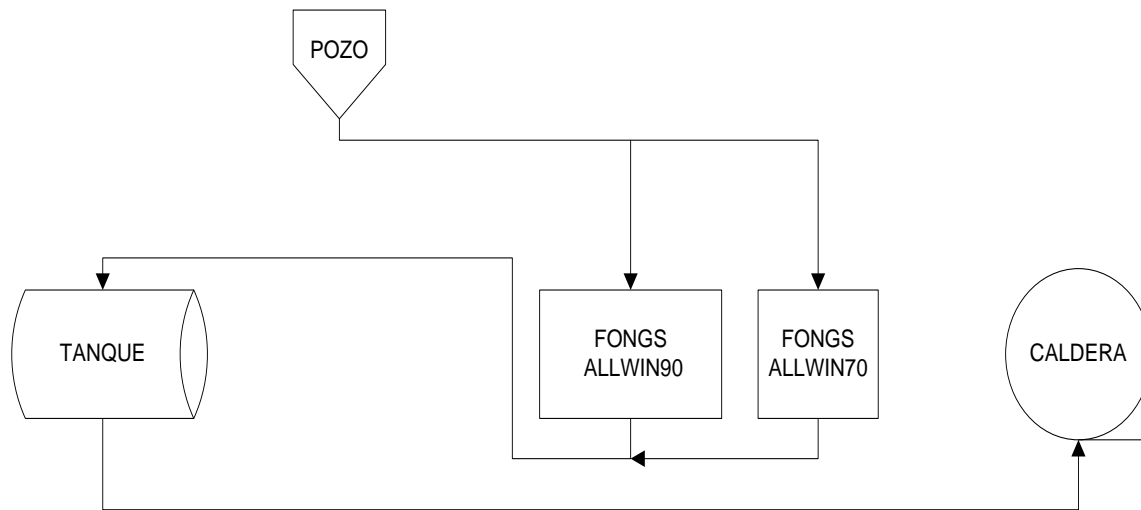
### **5.2.3. Diseño del sistema**

Se diseña un sistema en el que el agua utilizada para bajar la temperatura en el proceso de teñido es reutilizada como agua de alimentación para la caldera. El agua proveniente del pozo entra al proceso de teñido a una temperatura promedio de 20 grados centígrados el agua entra a los serpentines que se encuentran por todo alrededor de la olla de teñido, al pasar por el serpentín el agua aumenta la temperatura, mientras que el agua que se encuentra dentro de la olla disminuye su temperatura, aplicándose el principio de equilibrio térmico. Al salir el agua de los serpentines la temperatura promedio es de 50 grados centígrados, esta entra a una tubería para posteriormente ser desechada, saliendo con la misma pureza con la que entra, ya que, en ningún momento tiene contacto alguno con químicos o colorantes.

Se propone instalar un retorno a la salida de los serpentines de las máquinas de teñido, con el objetivo de conducir el agua caliente que sale del proceso hacia tanques de almacenamiento, en donde el agua a una temperatura de 50 grados centígrados es almacenada hasta ser utilizada. En los tanques de almacenamiento deberá ser instalada una tubería de salía que conduzca el agua caliente de los tanques hacia las bombas de alimentación de la caldera biomasa, inyectando agua caliente al proceso de generación de vapor.

Los tanque de almacenamiento deberán ser de acero inoxidable para evitar que se forme óxido dentro de ellos, y tanto la tubería de entrada como de salida de los tanques de almacenamiento deberá ser galvanizada. Además es importante que el agua a reutilizar también sea tratada con químicos para evitar que se formen sarro dentro de los tanques o dentro de las tuberías, por otro lado también es importante hacerle mantenimiento a la bomba de agua de alimentación de la caldera periódicamente.

Figura 40. **Sistema de reciclaje de agua caliente**



Fuente: elaboración propia.

#### **5.2.4. Costo de implementar el sistema de reciclaje de agua caliente**

Se realiza una estimación del costo de implementar un sistema de reciclaje de agua caliente en el Departamento de Tintorería. A continuación se detallan las especificaciones de los materiales necesarios para implementar este sistema.

El tanque en donde se almacenaría el agua caliente a reutilizar deberá ser de acero inoxidable y deberá tener una capacidad de almacenaje de 500 galones de agua, este se podría conseguir de segunda para minimizar costos.

La tubería para el sistema de reutilización de agua caliente deberá ser galvanizada y tendrá que ser de 1" de diámetro.

Tabla XVII. **Costo estimado de implementar el sistema de reutilización de agua caliente**

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD	TOTAL
Tanque de agua de 500 galones	2 tanque	Q. 6 000,00	Q. 12 000,00
Tubería galvanizada de 1"	32 metros	Q. 68,00	Q. 2 176,00
Mano de obra	3 personas	Q. 800,00	Q. 2 400,00
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>Q. 16 576,00</b>

Fuente: elaboración propia.

El implementar un sistema de reciclaje de agua caliente tiene un costo para la empresa de Q. 16 576,00, esto incluye materiales y mano de obra.

### **5.3. Monitoreo ambiental**

La implementación de un monitoreo ambiental permitirá a la empresa saber cómo se encuentra en determinados momentos en cuanto las emisiones de la caldera, es importante tomar en cuenta que dependiendo de los sólidos a utilizar como combustible de la caldera de biomasa así serán las emisiones producto de la combustión. El monitoreo ambiental permitirá tener un mejor control en cuanto a las emisiones de la caldera, evitando causar daños al medioambiente así como a la comunidad en la que se desenvuelve la empresa.

#### **5.3.1. Mediciones de emisiones**

Para realizar la medición de las emisiones de combustión de la caldera de biomasa será necesario la utilización de un analizador de gases de combustión, este aparato mide las concentraciones de cada uno de los componentes de las

emisiones por medio de sensores electroquímicos, estos analizadores vienen equipados con un conducto de aspiración para la toma de la muestra de las emisiones.

Figura 41. **Analizador de gases electrónico**



Fuente: [www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida](http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida). Consulta: 9 de septiembre de 2014.

La frecuencia con la que se deberían realizar los monitores de las emisiones debiera de ser de una vez por mes, durante varios períodos donde haya mayor consumo de vapor. Para la toma de muestras se deberá seleccionar dos puntos de la chimenea de la caldera, un punto a dos metros de la salida de la chimenea y el otro punto a medio metro de la salida de la chimenea.



#### **5.4. Condiciones de trabajo de la caldera**

Las condiciones de trabajo bajo las cuales estará el operador encargado de la caldera deben ser las adecuadas para que el operador pueda desempeñar el trabajo de forma eficaz y segura, por lo que se deben de tomar en cuentas las siguientes condiciones:

- El área de trabajo debe de contar con suficiente ventilación.
- Debe de haber una fuente de agua potable a la mano para evitar problemas de deshidratación.
- Se le debe proporcionar un banco al operador para que pueda descansar por períodos determinados.
- Se deben de proporcionar todas las herramientas necesarias para que el operador pueda trabajar adecuadamente.
- El área de trabajo debe de estar debidamente señalizada y contar con los suficientes extintores para que el trabajador tenga la sensación de seguridad.
- Se le debe de proporcionar al operador el equipo de protección adecuado.



## **6. RESPONSABILIDAD SOCIAL**

### **6.1. Responsabilidad social**

Policintas, S. A. es una empresa comprometida con la sociedad y el entorno, la empresa toma cada una de las decisiones considerando las consecuencias que estas tendrán en la sociedad, si considera que la toma de alguna decisión tendrá un impacto negativo para la sociedad o el medio que la rodea esta tendrá la responsabilidad de abstenerse de actuar.

Dentro del compromiso que la empresa posee con la sociedad esta el cuidar y preservar el medio ambiente que la rodea, esforzándose por ser cada vez más eficiente y aprovechando al máximo los recursos escasos utilizados en el proceso de producción, poniendo en práctica una Producción más Limpia, vale la pena mencionar que la empresa está comprometida a darle el seguimiento, cumplimiento y respeto a las leyes y reglamentos ambientales vigentes.

El poseer una gestión de responsabilidad social dentro de la empresa constituye una valiosa herramienta competitiva para la empresa, que integra voluntariamente a la empresa en temas sociales y ambientales en las operaciones comerciales, procesos productivos, y relaciones con los grupos de interés: clientes, proveedores, colaboradores, accionistas, etc. la verdadera gestión de responsabilidad social empresarial debe ir más allá de las obligaciones legales, invirtiendo en el capital humano, en el entorno y en la sociedad en que se desenvuelve.

La responsabilidad social empresarial debe de combinar una serie de aspectos legales, éticos, morales y ambientales. Es necesario dentro del plan de gestión de responsabilidad social empresarial definir una visión, así como establecer políticas en las que deben basarse en cada una de las decisiones.

## **6.2. Visión**

La visión de un plan de gestión de responsabilidad social debe de estar fundamentada en la ética y debe de expresar el compromiso que existe con la sociedad a largo plazo, está no debe de ser una acción puntual ni de expresar un beneficio de imagen del negocio. A continuación se realiza una propuesta de una visión de responsabilidad empresarial.

“Contribuir con la sociedad y el entorno, buscando consistentemente la mejora continua que nos permita ser más eficientes en nuestros procesos productivos, aprovechando al máximo los recursos naturales, y velando siempre porque cada una de nuestras prácticas contribuya al desarrollo sostenible del país.”

## **6.3. Políticas**

Las políticas de responsabilidad social empresarial son declaraciones de principios generales que una empresa se compromete a cumplir. A continuación se realiza una propuesta de políticas de responsabilidad social de la empresa en el compromiso con la sociedad y el entorno.

- Respeto a los derechos de los trabajadores, brindando condiciones de trabajo dignas que favorezcan a la seguridad y salud laboral,

contribuyendo al desarrollo humano y profesional de cada uno de los trabajadores.

- Contribuir al desarrollo sostenible del país.
- Ser una fuente generadora de empleo en constante crecimiento.
- Cumplimiento a los requisitos ambientales legales y otros requisitos que el Ministerio de Medio Ambiente requiera.
- Implantación de procesos que sean necesarios para la mejora continua del Sistema de Gestión Ambiental.
- Promoción del uso responsable de los recursos naturales y el cuidado del medio ambiente a los colaboradores, clientes, proveedores y sociedad en general.
- Ejecución de proyectos en la comunidad, impulsando y realizando actividades que contribuyan al desarrollo de la comunidad.
- Apoyo a organizaciones con enfoque de ayuda social.
- Utilización de las mejores herramientas tecnológicas y estándares que protejan el medioambiente.
- Generación de posibilidades de desarrollo y bienestar para colaboradores, proveedores, clientes, contratistas, etc.

#### **6.4. Programas sociales**

Los programas sociales tienen como objetivo mejorar las condiciones de vida de ciertos sectores de la sociedad, cada uno de los programas sociales se enfoca a un sector de la sociedad en específico con ciertas necesidades no satisfechas.

La empresa Policintas, S. A. dentro del compromiso que tiene con la sociedad puede contribuir por medio de programas sociales, tanto dentro de la empresa como fuera de la empresa, las tres maneras como podría contribuir la

empresa con algunas organizaciones dedicadas a la ejecución de programas sociales son:

- Económicamente por medio de donaciones de dinero
- Actividades realizadas en conjunto con proveedores, colaboradores, clientes o accionistas.
- Aportaciones de insumos o materiales utilizados para la ejecución de los programas sociales.

Dentro de la empresa se pueden realizar actividades como jornadas médicas, chequeos dentales y oftalmológicos para los colaboradores, en los que la empresa podría aportar el costo parcial o total de la actividad.

Fuera de la empresa se podrían realizar donaciones, actividades o aportaciones de insumos o materiales a organizaciones dedicadas a la ejecución de programas sociales, como lo son: asilos, orfanatos, hospitales para niños desnutridos, organizaciones dedicadas a tratar enfermedades específicas, etc.

Las donaciones económicas podrían realizarse aportando una cuota de forma periódica a alguna organización dedicada a la ejecución de algún programa social, a continuación se nombran algunas organizaciones:

- Anini, dedicada a trabajar con niños con capacidades especiales.
- Hogar Campestre Adventista Los Pinos, dedica a trabajar con niños huérfanos.
- Liga Contra El Cancer, dedicada a trabajar con personas con cáncer.
- Agrel, dedicada a trabajar la rehabilitación de personas lisiados.
- Fundación Margarita Tejada, dedicada a trabajar con personas con síndrome de Down.

- Club de Leones, dedicada a atender las necesidades de la comunidad.
- Fundabiem, dedicada a trabajar la rehabilitación de personas lisiados.
- Asociación Pasmó, dedicada a trabajar con personas con VIH/Sida.

Estas son tan solo algunas de las tantas organizaciones que trabajan en pro de la sociedad guatemalteca, que la empresa podría ayudar por medio de donaciones.

Las actividades que la empresa puede realizar como parte de los programas sociales de la empresa son:

- Actividades de reforestación
- Limpieza de parques y bosques
- Pintar orfanatos, escuelas, asilos, hospitales
- Visitar orfanatos, hospitales y asilos
- Reparaciones varias en instalaciones de orfanatos y asilos
- Restaurar parques e instalaciones deportivas en algunas comunidades

Estas actividades podrían realizarse con la colaboración de empleados de la empresa, proveedores, contratistas, clientes y todas aquellas personas que desearan participar. Estas actividades debieran ser de carácter voluntario por lo que estaría a criterio de cada quien el querer participar en las diferentes actividades.

La donación de insumos o materiales utilizados para la ejecución de proyectos es otra forma de contribuir con todas las organizaciones dedicadas a trabajar en beneficio de la sociedad se podría aportar los siguientes:

- Víveres
- Ropa

- Zapatos
- Artículos de primera necesidad
- Laminas
- Equipo medico
- Útiles de oficina

Estos podrían ser donados por la empresa o bien la empresa podría ser el ente que se dedicará a la recolección y distribución de los insumos o materiales a las diferentes organizaciones.

#### **6.4.1. Donaciones**

Absolutamente todas las organizaciones dedicadas a ejecutar programas sociales en pro de la sociedad trabajan con base en donaciones, sin las donaciones no fuese posible llevar a cabo las obras de carácter social.

Se prevé que con la implementación de la caldera de biomasa la empresa obtenga un 80 % en ahorro de combustible, aproximadamente unos Q. 48 000,00 mensual, por lo que la empresa podría destinar a destinar un 10 % del ahorro obtenido de la implementación de la caldera para donaciones a organizaciones dedicadas a ejecutar programas sociales.

Considerando que se estaría utilizando como combustible de caldera leña en lugar de diésel debe de considerarse el compensar el medio ambiente y evitar una deforestación por lo que es importante también aportar a organizaciones dedicadas a preservar y proteger los recursos naturales. A continuación se presenta un listado de las organizaciones que operan en Guatemala en pro del medioambiente, a las que se les podría apoyar por medio de donaciones económicas.



- Comité del Lago de Amatitlán, dedicada a limpiar y preservar el Lago de Amatitlán.
- Asociación Amigos del Lago de Amatitlán, dedicada a limpiar y preservar el Lago de Amatitlán.
- Asociación Fundaselva de Guatemala, dedicada a la reforestación y protección de bosques.
- Inab, dedicada a la reforestación y protección de bosques.
- Asociación Salvemos a Guatemala, dedicada a la protección de bosques, lagos y ríos.

#### **6.4.2. Actividades de reforestación**

Las actividades de reforestación son una muy buena opción para que la empresa pueda combatir la tala inmoderada de los bosques y que pueda contribuir con la conservación del medioambiente. Considerando que la empresa estaría haciendo uso de leña como combustible de caldera, se tendría un mayor compromiso por reforestar los bosques, aunque la leña que utilizaría la empresa fuera de bosques controlados, por tal motivo se realiza una propuesta de actividades de reforestación, estas podrían realizarse con el apoyo del personal operativo, personal de oficina, accionistas, y de ser posible con la ayuda de clientes o proveedores.

El Instituto Nacional de Bosques (INAB) a través de la campaña de reforestación Sembrando Huella lucha por la recuperación de áreas verdes y boscosas en las áreas urbanas con el apoyo de personas particulares, entidades públicas y privadas. La campaña funciona con los aportes recibidos de terceros, estos aportes son en especie ya que no recibe aportes en moneda, entre los donativos que solicita el INAB se pueden mencionar:

- Árboles para la siembra
- Playeras con publicidad de la campaña
- Trifoliales de la campaña
- Afiches de la campaña
- Gorras con publicidad de la campaña
- Abono
- Fuerza laboral
- Transporte para las actividades
- Refacciones para las actividades

La campaña tiene como principal objetivo reforestar las áreas urbanas pero también busca fomentar la educación forestal y concientizar a las personas sobre la importancia de conservar los bosques, por lo que la campaña va dirigida a personas de cualquier edad, esta campaña ha hecho mucho énfasis en promover la participación de escuelas y colegios con el fin de ir inculcando una cultura comprometida conservar las áreas verdes y los bosques dentro del área urbana.

Figura 42. **Campaña Sembrando Huella**



Fuente: Instituto Nacional de Bosques.

Para participar en la campaña Sembrando Huella se debe coordinar una cita con la encargada de relaciones públicas del INAB, durante la cual ella hace mención del material que se necesita actualmente, la entidad manifiesta la forma en que desean participar, pudiendo ser solamente una donación de materiales o bien participar en una actividad de reforestación. Si solamente fuese donación de material la encargada de relaciones públicas proporcionará las especificaciones de los materiales que se desean donar, y si fuese actividad de reforestación la encargada de relaciones públicas consigue un bosque municipal y realiza los trámites correspondientes para poder llevar a cabo la actividad, ya fijado el lugar se coordina la fecha y la hora.

Al participar en la campaña Sembrando Huella la entidad pública o privada es recompensada con publicidad, haciendo mención que la entidad ha sido una empresa socialmente responsable y que está contribuyendo a la reforestación de las áreas urbanas de la ciudad de Guatemala, esta publicidad aparecerá en *spots* de radios, anuncios de prensa escrita, programas de televisión y en la página web del INAB. Además, el INAB permite que las playeras, gorras, afiches, trifoliales y cualquier otro material donado por la entidad puede llevar el logotipo de esta.

Se propone la participación de la empresa en la campaña Sembrando Huella la cantidad de dos veces al año, Policintas, S. A. sería la encargada de la donación del material a utilizar y la encargada de costear los gastos de realizar la actividad de reforestación, la actividad se realizaría con el personal operativo, administrativo y gerencial de la empresa, además, también podrían participar los hijos y cónyuges del personal. La participación en la campaña sería una forma contribuir con la sociedad, reforestando las áreas verdes y bosques urbanos.

A continuación se realiza un presupuesto del costo de llevar a cabo la actividad de reforestación como parte de la campaña Sembrando Huella. El precio de las plantas utilizado en el presupuesto fue proporcionado por INAB, los precios cotizados corresponden a viveros dedicados a la reforestación o viveros municipales por lo que el precio de la planta es mucho menor al precio de las plantas en viveros dedicados al lucro.

Tabla XVIII. **Presupuesto para actividad de la Campaña Sembrando Huella**

<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR X UNIDAD</b>	<b>TOTAL (Q)</b>
Playeras promocionales	200	Q. 25,00	Q. 5 000,00
Trifoliales	300	Q. 4,00	Q. 1 200,00
Plantas	1 500	Q. 2,00	Q. 3 000,00
Transporte para la actividad	2	Q. 1 500,00	Q. 3 000,00
Refacciones para la actividad	150	Q. 15,00	Q. 2 250,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q. 14 450,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Para llevar a cabo la actividad de reforestación de la campaña Sembrando Huella se realizó un presupuesto con un monto de Q. 14 450,00 por actividad se propone realizar la actividad dos veces por año por lo que en un año el presupuesto para reforestación sería de Q. 28 900,00.

Figura 43. **Propuesta de las playeras promocionales de la Campaña  
Sembrando Huella**



Fuente: Instituto Nacional de Bosques.

## CONCLUSIONES

1. El análisis de costos realizado en el Departamento de Tintorería de la empresa Policintas, S. A. indicó que el costo de generar actualmente vapor utilizando una caldera de diésel es de Q. 4,60 por kilogramo teñido, teniendo un índice de consumo de diésel por cada kilogramo teñido de 0,1522 galones.
2. Se realizó el cálculo del costo de generar vapor utilizando una caldera de biomasa, en el ejercicio se tomó en cuenta el costo del combustible sólido y el de la mano de obra que implica operar este tipo de caldera. Luego se realizó la relación con el costo de generar vapor utilizando una caldera de diésel lo que dio como resultado 79,56 %, que es el porcentaje de ahorro que se obtendría al generar vapor con biomasa.
3. Se establecieron las ventajas de utilizar una caldera de biomasa en el proceso de teñido en el Departamento de Tintorería, estas son que el costo del combustible sólido es relativamente bajo en comparación al costo del diésel, el mantenimiento preventivo puede ser realizado con el personal operativo de la caldera por lo que no es necesario contratar el servicio, y las emisiones de CO<sub>2</sub> mucho menores en comparación a las de utilizar diésel.

4. El flujo de efectivo realizado muestra que bajo el supuesto de que el porcentaje de ahorro al implementar una caldera de biomasa es del 80 % se estima que se recuperará la inversión de la caldera de biomasa en 8,17 meses, por lo que si se realiza la inversión en enero del 2014 se estaría terminando de pagar la caldera en la primera semana de septiembre del mismo año.
5. Se determinó que el mejor lugar para ubicar la caldera de biomasa a implementar es dentro del Departamento de Tintorería a 9,2 metros de las máquinas de teñido esto con el objetivo de que no existan pérdidas de vapor en tubería, además se diseñó el área donde estaría operando la caldera con sus respectivas medidas, esta incluye un área destinada para la alimentar el equipo.
6. Se seleccionaron tres tipos de sólidos para ser utilizados como combustible de caldera, estos materiales fueron elegidos debido a su poder calorífico, a que no causan ningún daño en el equipo, al impacto que causan en el medioambiente y el costo al que la empresa los podría adquirir. Los sólidos escogidos como combustible de caldera y el porcentaje en que se utilizarían serían 75 % leña de encino debido a su capacidad de hacer brasa, 20 % residuo textil y 5 % residuos de cartón estos dos últimos por su capacidad de combustión rápida.
7. Se diseñó un plan de mantenimiento preventivo en el que se establecieron tres clases de mantenimiento a realizarse, un mantenimiento semanal, un mantenimiento mensual y un mantenimiento trimestral con su respectiva calendarización. El presupuesto anual del plan de mantenimiento preventivo calculado para el 2014 fue de Q. 1 875,00.



## RECOMENDACIONES

1. La gerencia debe esforzarse por buscar desperdicios generados en otras fábricas que puedan utilizarse como combustible de caldera, estos deben poseer un muy buen poder calorífico, su combustión no debe ser nociva para el ambiente y deben conseguirse a bajo costo.
2. El Gerente de Producción en conjunto con el Jefe de Mantenimiento deben realizar pruebas de poder calorífico en un laboratorio especializado de los diferentes sólidos utilizados como combustible de caldera para tener un mejor criterio en cuanto a la toma de decisiones.
3. Contar con un programa de capacitaciones contra incendios y primeros auxilios para todo el recurso humano, además de la formación brigadas contra incendios y comités de seguridad industrial.
4. La alta gerencia deben de promover entre el recurso humano actividades de reciclaje, la utilización de productos elaborados de materiales reciclados, y también realizar actividades de concientización sobre el buen uso de los recursos naturales.




## BIBLIOGRAFIA

1. ARREAZA NAVAS, Jaenz Orlando. *Modelo de un colector de hollín para la reducción de la contaminación ambiental, producida por una caldera de combustible de bagazo de caña*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 109 p.
2. DEFFIS CASO, Armando. *La basura es la solución*. México: Árbol, 1994. 277 p.
3. GÁLVEZ BERRIOS, Manuel Antonio. *Factibilidad de utilizar la energía solar para el precalentamiento de agua para caldera*. Trabajo de graduación Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1978. 56 p.
4. MARTINEZ AGUILAR, José Mauro. *Montaje de una caldera acuotubular de combustión con bagazo de caña*. Trabajo de graduación Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 98 p.
5. MEDRANO GÁLVEZ, Luis Roberto. *Análisis para el mejoramiento de la eficiencia de operación de las calderas de vapor del Hospital General San Juan de Dios*. Guatemala. Trabajo de graduación Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1993. 59 p.

6. MIRANDA BARRERAS; Ángel Luis. *Evaporadores*. Barcelona: Ceac, 2000. 170 p.
7. MONZÓN OXON, Rodolfo Eduardo. *Optimización del uso de gases de chimenea, en un secador de flujo transversal, en el acondicionamiento de fibra de palma africana para su uso como combustible de caldera*. Trabajo de graduación Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2008. 93 p.
8. RODRÍGUEZ ARCÓN, Jorge Estuardo. *Instalación de un economizador en una caldera, como ventaja económica en una planta industrial*. Trabajo de graduación Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 17 p.


# APÉNDICE

Figura 1. Cotización de caldera PDS 60

Factura Proforma No 00106	
 CALDERAS PDS BUM CHUL PARK 16 AV. 8-58 Zona 4 El Zazzal Villa Nueva Guatemala Tel. 66364008, 66361612	
FECHA:	AÑO 2,014
CLIENTE	Kenny Villatoro
DIRECCION	
<b>1 CALDERA DE 60 HP POR INCINERACION DE DESECHOS SOLIDOS..... \$ 50,000.00</b>	
<b>FORMA DE PAGO</b>	
ANTICIPO DE 50%AL MOMENTO DE FIRMAR CONTRATO.....	\$ 25,000.00
CONTRA ENTREGA INSTALADA Y FUNCIONANDO.....	\$ 25,000.00
<b>TOTAL.....</b>	<b>\$ 50,000.00</b>
<b>ESTE PRECIO YA INCLUYE IVA INSTALACION, Y TRANSPORTE</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• TIEMPO DE ENTREGA INMEDIATA</li><li>• TIEMPO ESTIMADO PARA INSTALACION 1 SEMANA</li><li>• LA CALDERA INCLUYE</li><li>• HORNO INCINERADOR</li><li>• CUERPO DE LA CALDERA</li><li>• 1 FILTRO TIPO CICLON</li><li>• EXTRACTOR 5 HP</li><li>• BOMBA DE AGUA 3HP</li><li>• PANEL DE CONTROL</li><li>• VALVULA DE SEGURIDAD</li><li>• SENSOR DE PRESION</li><li>• MANOMETRO</li><li>• CHIMENEA</li><li>• PRODUCCION DE VAPOR 2,000 LBS DE VAPOR POR HORA</li><li>• PRESION GARANTIZADA 125 PSI</li><li>• AHORRO GARANTIZADO DE 80% EN COMBUSTIBLES</li><li>• GARANTIA DE 2 AÑOS</li><li>• EFICIENCIA 85%</li><li>• CONSUMO DE BIOMASA 60 KILOS POR HORA</li></ul>	
<b>Atentamente</b>	
César Augusto Soto G Calderas PDS Tel. (502) 66713067,66312021, 55226486	

Fuente: Calderas PDS.

Figura 2. Cotización de caldera VIX-60-150



**Especificaciones Generales**

- ✓ Capacidad de la caldera 60 Hp de fuerza
- ✓ 2,010,000 Btu's de salida
- ✓ 2,512,500 Btu's de entrada.
- ✓ Consumo Combustible 157 Lbs/hr con 16,000 Btu's/Libra
- ✓ Presión de la caldera 150 PSIG Diseño (de vapor)
- ✓ 135 PSIG de Operacion
- ✓ Modelo de la caldera VIX 60 Hp.
- ✓ Construido de acuerdo con el Código ASME

Hurst Boiler & Welding Co., Inc., presenta el sistema básico de la caldera como se indica en esta propuesta de presupuesto para el equipamiento y los servicios de:

- Una Caldera marca HURST diseño VIX de 60 HP, 150 PSIG unidad con el ajuste estándar y alimentador al hogar – Especificaciones eléctricas 120 V / 60 Hz / 3 Ph tensión 6.5 sq/ft
- Cámara de combustión dimensionada para 25,000 Btu's / pie cúbico con 2 puertas y un acceso de 4 X4
- Panel de control estándar
- Set de válvulas para la caldera
- Ventilador con controlador independiente y automático de la cantidad de aire para la medición precisa del aire del horno
- Alimentador manual/automático de Biomasa
- Eliminación de la cenizas Volátiles
- Válvula del colector de cenizas
- Sistema de alimentación Simplex con una bomba
- Suavizador de agua completo

<b>Sub-Total de Ex-Works Coolidge, Georgia</b>	<b>\$ 101,500.00</b>
<b>Fletes y seguro a Aduana de Guatemala</b>	<b>\$ 10,500.00</b>
<b>Precio CIP, su planta con Alimentador manual</b>	<b>\$ 112,000.00</b>

P.O. Drawer 530 – 100 Boilermaker Lane – Coolidge, Georgia 31738  
 Phone: 229-346-3545 Fax: 229-346-3874

Fuente: CADINSA Guatemala.