



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS Y PARTES PARA EL  
ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO SANTA ANA**

**David Renato Pérez Agustín**

Asesorado por el Ing. Edgar Orlando Pinzón Trangay

Guatemala, mayo de 2017



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS Y PARTES PARA EL  
ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO SANTA ANA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**DAVID RENATO PÉREZ AGUSTÍN**

ASESORADO POR EL ING. EDGAR ORLANDO PINZÓN TRANGAY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, MAYO DE 2017



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DE UN SISTEMA DE EQUIPOS Y PARTES PARA EL ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO SANTA ANA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica con fecha 25 de octubre de 2013.

**David Renato Pérez Agustín**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 04 de octubre de 2016  
Ref.EPS.DOC.707.10.16.

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

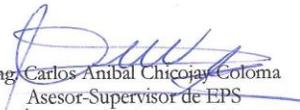
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **David Renato Pérez Agustín** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200516166, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS Y PARTES PARA EL ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO SANTA ANA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Carlos Anibal Chicojaj Coloma  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo  
CACC/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 04 de octubre de 2016  
REF.EPS.D.414.10.16

Ing. Roberto Guzmán  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

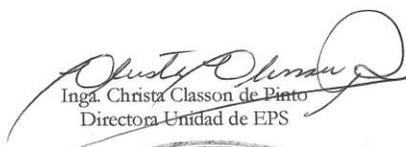
Estimado Ingeniero Guzmán:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS Y PARTES PARA EL ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO SANTA ANA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **David Renato Pérez Agustín** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra



---

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.  
Teléfono directo: 2442-3509

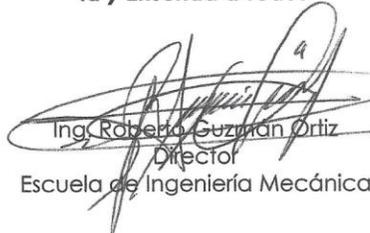
---



Ref.E.I.M.019.2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS Y PARTES PARA EL ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO SANTA ANA** del estudiante **David Renato Pérez Agustín, CUI 2349-87391-0101** carné estudiantil No. **2005-16166**, procede a la autorización del mismo para su revisión.

**"Id y Enseñad a Todos"**

  
Ing. Roberto Guzmán Ortiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, enero de 2017  
/aej



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

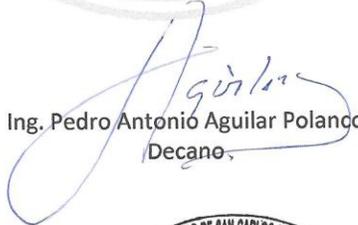


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 201.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS Y PARTES PARA EL ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO SANTA ANA**, presentado por el estudiante universitario: **David Renato Pérez Agustín**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, mayo de 2017

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
<b>Mis padres</b>	Élfego Pérez y Elvira Agustín de Pérez.
<b>Mi esposa</b>	Kreslyn Viviana Pérez Corado.
<b>Mis hijos</b>	Fátima Gabriela y Mario David Pérez.
<b>Mis tíos</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera y permitir enriquecer mi acervo cultural.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera.
<b>Ing. Orlando Pinzón</b>	Por su riqueza en las enseñanzas y colaboración en la elaboración de este trabajo.
<b>Ingenio Santa Ana</b>	Por permitirme realizar el EPS en sus instalaciones.
<b>Familia Santaneca</b>	Por su amistad y tiempo compartido.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Santa Ana en la actualidad.....	2
1.3. Misión.....	3
1.4. Visión.....	4
1.5. Filosofía empresarial.....	4
1.6. Política de calidad e inocuidad.....	5
1.7. Objetivos de la calidad e inocuidad.....	6
1.8. Certificaciones de la empresa.....	6
1.9. Filosofía de calidad.....	7
1.10. Estructura organizacional de la empresa.....	7
1.11. Tipos de productos de la empresa.....	8
1.12. Proceso de producción del azúcar en la empresa.....	9
1.13. Proceso de fabricación del azúcar.....	11
1.14. Ambiente laboral del recurso humano.....	13
1.15. Beneficios que brinda la empresa a los colaboradores.....	14
2. ASPECTOS GENERALES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	17
2.1. Control.....	17
2.2. Control de documentos.....	17

2.3.	Cambios y modificaciones a los documentos.....	18
2.4.	Documentos y evidencia .....	18
2.5.	Mejora .....	19
2.6.	Mejora en los registros .....	19
2.7.	Toma de decisiones .....	20
2.8.	Registros de calidad.....	20
2.9.	Sistemas de control de equipos y repuestos.....	21
2.10.	Caña de azúcar.....	21
2.11.	Vapor.....	22
2.12.	Calderas.....	23
	2.12.1. Máquina de vapor.....	23
	2.12.2. Caldera acuotubilar .....	24
2.13.	Válvulas y accesorios básicos.....	28
2.14.	Producción más limpia .....	29
2.15.	Empresa.....	29
	2.15.1. Elementos de una empresa.....	30
	2.15.2. Departamento de calderas .....	30
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO SANTA ANA.....	31
3.1.	Situación actual del área de calderas.....	31
3.2.	Justificación económica .....	32
3.3.	Justificación social.....	33
3.4.	Estructura organizacional.....	33
3.5.	Control de equipos y repuestos.....	34
3.6.	Presentación y análisis de resultados .....	36

4.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS Y REPUESTOS PARA EL ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO, SANTA ANA .....	43
4.1.	Justificación .....	44
4.2.	Registros para el Departamento de Calderas de la empresa, Santa Ana.....	45
4.3.	Implementación, actualización y seguimiento del sistema de los registros de control de equipo y repuestos en el área de calderas de la empresa, Sana Ana.....	59
5.	FASE DE DOCENCIA.....	61
5.1.	Capacitar al personal del Área de Calderas sobre mantenimiento Predictivo .....	61
5.2.	Evaluación al personal.....	61
5.3.	Resultados de las evaluaciones .....	61
5.4.	Guía de capacitaciones semestrales .....	62
	CONCLUSIONES .....	65
	RECOMENDACIONES .....	67
	BIBLIOGRAFÍA.....	69
	APÉNDICE.....	71



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Historia Ingenio, Santa Ana.....	2
2.	Ingenio Santa Ana en la actualidad.....	3
3.	Certificaciones de la empresa .....	6
4.	Estructura organizacional de la empresa Santa Ana .....	8
5.	Tipos de productos.....	9
6.	Diagrama del proceso de fabricación del azúcar en la empresa .....	13
7.	Estructura organizacional de la Gerencia de División Industrial, Santa Ana.....	34

### TABLAS

I.	Análisis de registros actuales de todas las secciones del Área de Calderas.....	35
II.	Tiempo de pertenecer a la organización .....	38
III.	Existencia de un Sistema de Control para Equipos y Repuestos.....	39
IV.	Aplicación de un Sistema de Control incide en Rendimiento y Efectividad.....	39
V.	Interés por recibir capacitación .....	40
VI.	Transmisión de potencia .....	46
VII.	Rodos motrices de los conductores de bagazo.....	48
VIII.	Datos generales de conductor de tablillas .....	50
IX.	Conductor de bagazo/bandas .....	51

X.	Datos de reductoresp .....	52
XI.	Alimentador de bagazo de calderas .....	55
XII.	Datos de reductores de alimentadores de bagazo .....	56
XIII.	Ventilador overfire .....	57
XIV.	Programa de capacitación .....	60
XV.	Control de capacitación .....	61

## GLOSARIO

<b>Azúcar</b>	Sacárido, polisacárido, hidrato de carbono, sacarosa, glucosa, etc.
<b>Azúcar blanco</b>	Es al que, en una parte del proceso, se ha adicionado azufre o algún otro químico blanqueador y, al final del proceso de centrifugado tiene que pasar por enfriadores y secadores para reducir la humedad y evitar la formación de terrones.
<b>Azúcar crudo</b>	Es el que se obtiene cuando no ha sufrido la adición de blanqueador, en alguna parte del proceso.
<b>Bagazo</b>	Residuo que sale de cada molino. Se utiliza como combustible en la caldera.
<b>Cachaza</b>	Sedimento extraído, generalmente por bombas por gravedad, de las bandejas de los clarificadores, para ser procesados en los filtros.
<b>Caña</b>	Planta gramínea, cuyo tallo está lleno de un tejido esponjoso del que se extrae el azúcar.

<b>Ingenio</b>	Fábrica industrial, en donde se procesa la materia prima, caña cortada del campo para transformarla en azúcar.
<b>Mantenimiento</b>	Actividad humana que conserva la calidad deservicio, que prestan las máquinas, instalaciones y edificios, en condiciones seguras, eficientes y económicas.
<b>Mantenimiento Preventivo</b>	Método sistemático de reparación y sustitución de averías, mediante una planeación previa de actividades, con el fin de evitar en lo posible, la mayor cantidad de daños imprevistos, así como disminuir los períodos muertos de producción.
<b>Zafra</b>	Se le llama así al período de producción de azúcar de los ingenios que, por lo general, es de noviembre a abril de cada año.

## RESUMEN

En toda empresa que se dedica a la elaboración del azúcar, se inicia con el corte de la caña, donde se le da un manejo adecuado para la extracción eficiente del jugo y transformación en azúcar. El proceso requiere de una serie de pasos ordenados, los cuales son: pesaje, descarga, preparación y extracción, clarificación o purificación, evaporación, cristalización y centrifugación o purga. Todos y cada uno son de vital importancia y cuidado para poder obtener un azúcar de calidad.

Con el pasar del tiempo, toda la división industrial del ingenio Santa Ana, durante la temporada de reparación (abril-noviembre), se enfoca en desarrollar sistemas que mantengan sus recursos en buen estado, es decir, ha procurado que la calidad del servicio sea de la más alta fiabilidad, creando para ello, varios procedimientos o sistemas que tengan por objeto mejorar el mantenimiento preventivo.

Por lo mencionado en el párrafo anterior, el Departamento del Área de Calderas busca diseñar e implementar un sistema de control digital de equipos y repuestos con el objetivo de mejorar sustancialmente la forma de operación en zafra (noviembre- abril) y mejorar la forma de operación del mantenimiento.

Las ventajas intrínsecas que tiene la implementación de este diseño son: la reducción del costo de inventarios, (puesto que se determina en forma más precisa los materiales de mayor consumo y se puede prever su uso en el tiempo), la carga de trabajo para el personal puede ser más uniforme; se reducen los costos de reparaciones; brinda a los equipos e instalaciones una vida útil mucho mayor y las obras e instalaciones operan en mejores

condiciones de seguridad, puesto que se conoce mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento y operación.

Se estima que el diseño e implementación de un sistema de control de equipos y repuestos en el Área de Calderas del ingenio, Santa Ana mejorará significativamente la forma en que opera el Departamento de Calderas en el ingenio durante el año y, de esta forma, se puede establecer una base para implementarlo en otros departamentos.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar e implementar un sistema de control de equipos y repuestos en el Área de Calderas del ingenio, Santa Ana.

## Específicos

1. Recopilar información relevante y veraz, para evaluar los diferentes registros que necesitan los equipos y repuestos en el Área de Calderas y bodega de la empresa.
2. Determinar la situación actual de la empresa en el Área de caldera con respecto a registros, estableciendo en qué condiciones se encuentran y cómo se puede mejorar.
3. Proporcionar un diseño de sistema de control de equipos y repuestos viable y funcional, para el mejor desarrollo y desempeño de las actividades diarias del área calderas.
4. Diseñar esquemas de los equipos y sus diferentes partes, para generar una base de datos digital con la información obtenida y lograr la toma eficaz de decisiones.
5. Incrementar la productividad de la empresa, a través del seguimiento y actualización digital de los formatos de control para la organización.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los empresarios de Guatemala enfrentan cambios tecnológicos y económicos influenciados por la globalización, los cuales deben enfrentar día a día, para mantenerse a la vanguardia en las operaciones de fabricación e instalación de productos y/o servicios, para producir productos de alta calidad.

La problemática encontrada en el Ingenio, Santa Ana, es la falta de un sistema de registros de control para el Área de Calderas que se ocupe de la supervisión de los equipos y repuestos; siendo esta la razón principal de la investigación, que permitió detectar fallas que tiene el Área de Calderas de la empresa, al momento de realizar las diversas actividades, para proporcionar respuestas objetivas y formatos que apoyen a llevar el registro y control de todas las acciones.

El objetivo principal de la presente investigación es el diseño e implementación de un Sistema de Control de Equipos y Repuestos en el Área de Calderas del Ingenio, Santa Ana.

El trabajo incluye cuatro capítulos, los cuales se desarrollan de la siguiente manera: en el Capítulo I, se especifican las generalidades del ingenio, que incluye aspectos como: antecedentes, misión, visión, filosofía empresarial, política de calidad e inocuidad, certificaciones de la empresa, estructura, organizaciones, tipos de productos, proceso de producción del azúcar, ambiente laboral del recurso humano y beneficios que ofrece a los colaboradores.

El Capítulo II, establece los fundamentos teóricos como: caña de azúcar, vapor, calderas, válvulas y accesorios básicos, producción más limpia y el concepto de empresa y sus características.

En el Capítulo III, se presenta un análisis de la situación actual de la empresa, se detallan los resultados de la entrevista realizada al Jefe del Área de Calderas y los cuestionarios que se les trasladó a los colaboradores que integran el área de calderas de la organización.

Seguidamente se desarrolla el capítulo IV que es el aporte valioso para el Área de calderas de la organización, en el que se establece la propuesta de solución, acorde a las necesidades observadas, así como el establecimiento de cada uno de los formatos adecuados para el control de equipos y repuestos; todo lo anterior con un solo fin, realizar las mejoras a los procesos e implantar la mejora continua en los registros, ya que ayudan a mejorar la comunicación entre empresa, empleado, cliente y proveedor, así como la garantía y respaldo del proceso realizado.

Finalmente, se proporcionan las conclusiones de la investigación, así como las recomendaciones necesarias para que la empresa tome en consideración y pueda implementarla, asimismo, se expone la bibliografía consultada para la elaboración del marco teórico, así como los anexos para ampliar la información descrita en el contenido del informe

# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Antecedentes

En 1968, un grupo de empresarios adquirió parte del equipo de los ingenios Santa Juana y Canóvanas de Puerto Rico; con este equipo inició el montaje del ingenio, Santa Ana, el cual se ubicó en la finca “Cerritos”, a 64,5 Km al sur de la Ciudad de Guatemala, en el departamento de Escuintla.

En el año 1969, se realizó la primera zafra, que realmente fue una prueba, moliéndose 154 973,75 toneladas de caña produciendo 239 525 quintales de azúcar en 136 días; la capacidad en esa época era de 3 500 ton/día. En el año de 1,983, ya se molía a razón de 7 500 ton/día. En 1993, queda instalada la refinería para elaborar refina de alta calidad, partiendo de azúcar blanca sulfatada, (procesada con químicos azufrosos) con capacidad de 500 toneladas de endulzante por día. Por otro lado, se cuenta con una bodega de azúcar refina, con capacidad de 40 000 toneladas.

Así pues, durante la zafra de 1983 a 1984 se inició la cogeneración, entregando a la Empresa Eléctrica de Guatemala una potencia de 800 kw.

Considerando el bienestar del personal de campo, se inicia la construcción de módulos habitacionales con todas las comodidades, para albergar a los cortadores de cuadrilla, procedentes del altiplano guatemalteco, a los cuales se les proporciona alimentación abundante en proteínas, complementada con sales de rehidratación oral.

Además se invierte en factores elementales para los cortadores, desarrollando actividades, tanto educacionales como médicas, tendientes a la desparasitación y el tratamiento de enfermedades comunes y profesionales.

Figura 1. **Historia Ingenio, Santa Ana**



Fuente: Ingenio Santa Ana.

## **1.2. Santa Ana en la actualidad**

Santa Ana, constituye un complejo agroindustrial con una diversidad de productos que son reconocidos a nivel mundial por sus estándares de calidad. Santa Ana se dedica a la producción de caña de azúcar, elaboración de azúcar y generación de energía eléctrica. También comercializa subproductos como la melaza, bagazo, cachaza y diversos conexos. Santa Ana contribuye con el desarrollo de Guatemala, produciendo en promedio 6 802 308 millones de quintales de azúcar con capacidad de generar energía eléctrica de 128 MW; cuanta con 3 200 colaboradores en época de reparación y 5 700 en época de zafra. Tiene más de 24 000 hectáreas de terrenos propios y arrendados.

El 70 % de la producción de azúcar es para exportación y el 30 % es de consumo local. 14,1 % del azúcar producido en Guatemala es de Santa Ana. Las marcas bajo las cuales se comercializa en azúcar en todos los ingenios son: Caña Real, Don Justo cabal, de Oriente y Nevada (refino).

Ingenio Santa Ana, líder en la agroindustria de Guatemala, cumpliendo con los requerimientos de calidad e inocuidad que nuestros clientes exigen.

**Figura 2. Ingenio Santa Ana en la Actualidad**



Fuente: Ingenio, Santa Ana.

### **1.3. Misión**

Constituye un complejo agroindustrial con una diversidad de productos que son reconocidos a nivel mundial por sus altos estándares de calidad y se dedica a la producción de caña de azúcar, elaboración de azúcar y generación de energía eléctrica. También comercializa subproductos como la melaza, bagazo y cachaza y diversos servicios conexos.

#### **1.4. Visión**

Es una corporación con sobresaliente desempeño que contribuye con el desarrollo de Guatemala. En sus 28 años se ha convertido en uno de los líderes de la agroindustria azucarera.

#### **1.5. Filosofía empresarial**

Santa Ana se encuentra en un proceso de mejoramiento continuo, cuya filosofía se puede resumir de la siguiente manera:

Todos los que forman Santa Ana están comprometidos con un proceso de mejoramiento continuo cuyo objetivo es la excelencia en cada puesto de trabajo.

Cada uno de los colaboradores forma parte de esta empresa, por lo que es indispensable que todos desempeñen su papel de la mejor manera. De su trabajo y de su esfuerzo, depende no solo la marcha y la continuidad de la empresa, sino también y sobre todo, su desarrollo profesional poner en práctica sus cualidades por las cuales fue seleccionado.

- Hacer uso de su iniciativa y creatividad: contamos con usted para realizar nuestra filosofía de mejoramiento continuo, por lo que estamos seguros que nuestros manuales les servirán de guía, pero indudablemente usted los mejorará.
- Si tiene ideas nuevas sugiéralas: toda organización dinámica se nutre con las ideas y el esfuerzo de sus miembros. Si tiene ideas nuevas e inquietudes, discútalas, analice las y négocíelas con su jefe inmediato.

- Conozca sus responsabilidades y cúmplalas: hable con su jefe inmediato, para que le haga saber claramente cuáles son las tareas asignadas a su cargo de acuerdo a su función básica y que le haga saber qué es lo que él espera de usted. La mejor forma para progresar, es conocer las propias responsabilidades y cumplirlas lo mejor posible, de acuerdo con las expectativas de sus jefes.
- Haga su trabajo cada día mejor: nada es perfecto, sino que todo puede hacerse cada día mejor. Evite caer en la rutina. Recuerde que la “calidad” se basa en el concepto del “mejoramiento continuo”. Hoy tenemos la oportunidad de hacer un trabajo mejor que el de ayer.
- Amplíe sus conocimientos: busque por todos los medios la manera de ampliar sus conocimientos, primero acerca de las actividades de la empresa. Cuanto más se prepare, mayores oportunidades tendrá de escalar posiciones y mejorar dentro de la empresa.
- Piense y actúe en forma positiva: estamos seguros que usted es un agente de cambio y que aprovechará las áreas de oportunidad que tiene la empresa; de esa manera, integraremos el mejor equipo humano de la agroindustria guatemalteca.

#### **1.6. Política de calidad e inocuidad**

En Santa Ana se caracteriza por ser una organización líder en la Agroindustria azucarera de Guatemala, comprometidos con la mejora continua y comunicación efectiva, para la producción de azúcar, melaza y energía eléctrica. Los procesos cumplen los requisitos legales, reglamentarios y los requisitos de calidad e inocuidad de nuestros clientes.

## 1.7. Objetivos de la calidad e inocuidad

- Cumplir con el 100 % de las especificaciones de los clientes de azúcar, melaza y energía eléctrica, sin poner en riesgo la calidad e inocuidad del producto.
- Alcanzar el 98 % en la medición de los indicadores al Sistema de Gestión.
- Lograr la confiabilidad de los proveedores de bienes y servicios críticos, (mínimo obtener 85 % en su evaluación).
- Atender el 100 % de las quejas y reclamos procedentes sobre azúcar, melaza y energía eléctrica.

## 1.8. Certificaciones de la empresa

Figura 3. Certificaciones de la empresa



Certificación:	Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001-2008	KOSHER	FSSC 22000 ( Food Safety System Certification 22000)
Fecha de Certificación	30 de Abril de 2008	20 de Noviembre 2013	22 de Abril 2013
Alcance de la Certificación	Producción de azúcar y sus derivados. Producción y venta de energía eléctrica	Supervisión de los insumos utilizados para la producción de azúcar Refino, Estándar y crudo.	Fabricación, almacenamiento y despacho de azúcar refino y Blanco Estándar.

*Fuente: Departamento de Capacitación y Desarrollo: Manual de Inducción, División de Recursos Humanos, Grupo Corporativo Santa Ana, 2014.*

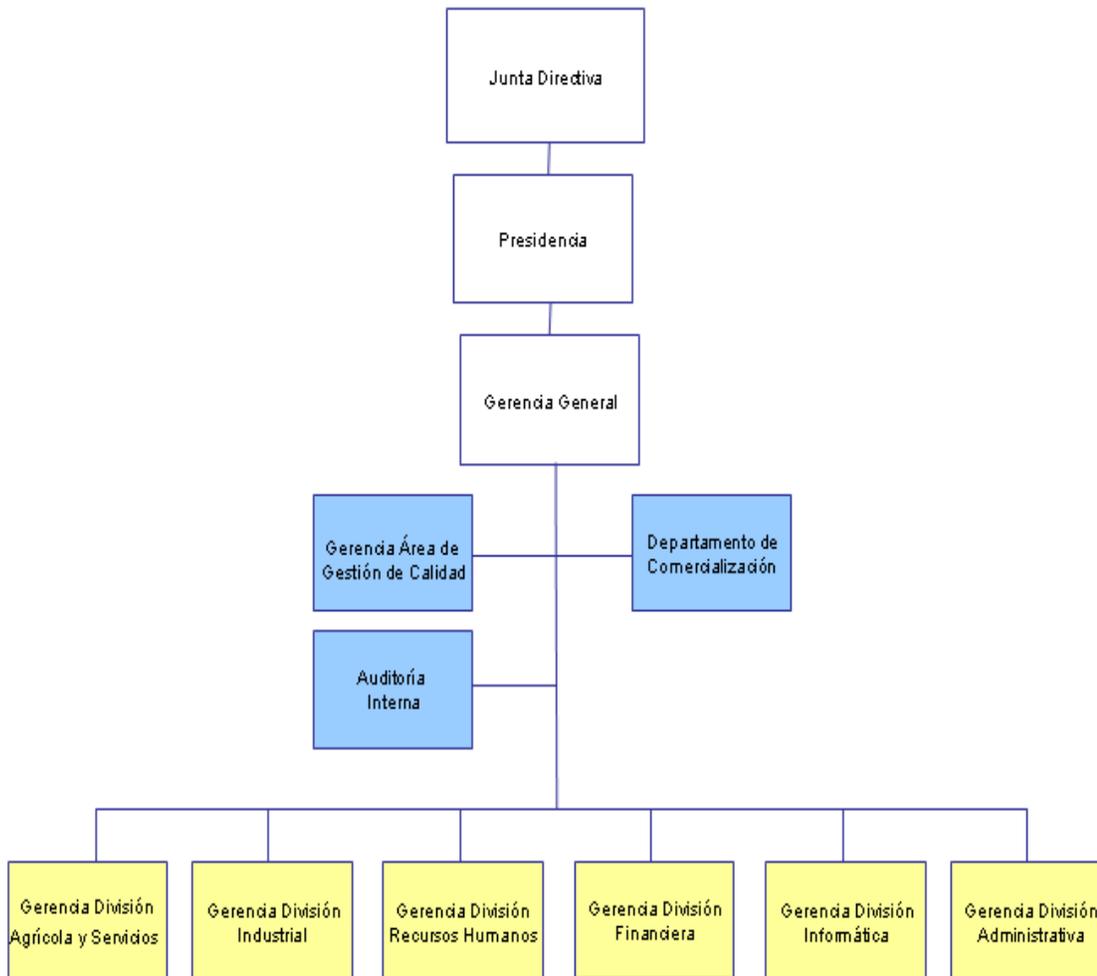
### **1.9. Filosofía de calidad**

- Clientes: se considera que la satisfacción de nuestros clientes externos redundará en el crecimiento de la empresa y en un mejor nivel de vida de nuestros colaboradores.
- Proveedores: se espera y confía que las entidades y personas que nos suministran los bienes y servicios se consideren parte integrante de la empresa, garantizando nuestra productividad y competitividad.
- Colaboradores: brindamos un ambiente de trabajo agradable, dando seguridad en el empleo, fomentando la iniciativa y la creatividad, impulsando la capacitación y el progreso laboral.
- Medio ambiente: nuestro propósito es ser líderes en la preservación del medio en que vivimos, desarrollando programas que logren el equilibrio ecológico de nuestros recursos naturales renovables.
- El país y la comunidad: respetamos el principio de la libre empresa, ejercido en un ambiente de colaboración y convivencia. Mantenemos un clima de amistad y apoyo con las demás empresas azucareras.

### **1.10. Estructura organizacional de la empresa**

Santa Ana está dirigida por una junta directiva y se estructura en seis Divisiones y el *staff* de la Gerencia General tal y como se detalla en el siguiente organigrama.

Figura 4. Estructura organizacional de la empresa Santa Ana



Fuente: Departamento de Capacitación y Desarrollo. Manual de Inducción, División de Recursos Humanos, Grupo Corporativo Santa Ana, 2014.

### 1.11. Tipos de productos de la empresa

- Caña de azúcar: es la materia prima que se utiliza.
- Azúcar: blanca estándar, refinada local, azúcar superior, azúcar morena.

- Melaza: constituye la materia prima para hacer alcohol y ron. También se usa para alimento de ganado.
- Torta de cachaza: sirve como fuente primaria para abonos orgánicos en la producción agrícola.
- Bagazo: sirve como combustible de calderas.
- Energía eléctrica: cogeneración con el Sistema Nacional de Generación de Energía Eléctrica.

Figura 5. **Tipos de productos**



*Fuente: Ingenio Santa Ana*

### 1.12. **Proceso de producción del azúcar en la empresa**

- Cultivos de la caña de azúcar: la caña de azúcar es una planta que pertenece a la familia de las gramíneas, de la cual se aprovecha todo el contenido de sus tallos. Una sola plantación produce de 4 a 7 cortes anuales (retoños), sin necesidad de plantarla cada año.
- Labores culturales de la caña de azúcar: como todo cultivo, la caña de azúcar necesita de ciertos cuidados que incluyen: control de malezas,

control de plagas y enfermedades, aplicación de fertilizantes y aplicación de riego. Las labores que se ejecutan para el desarrollo del cultivo son:

- Estudios preliminares: consisten en realizar muestreos de suelos y análisis de los mismos en los laboratorios.
- Adecuación de tierras: estas labores consisten en: el levantamiento topográfico, construcción de drenajes, canales de riegos, construcción de caminos, puentes y otros.
- Preparación de suelos: aquí se desarrollan aquellas labores que preparan al suelo para la siembra.
- Siembras: se inicia con el corte de semilla para la siembra en el suelo preparado. Se trasladan los paquetes cortados al terreno estaquillado, luego se dispersan los esquejes (pedazos de caña) en el surco de forma traslapada.
- Mantenimiento del cañal: constituye la primera labor que se realiza después del corte. Luego se escarifica, (labor que poda las raíces). El proceso continúa con las fertilizaciones aplicadas mecánicamente.
- El riego: es aplicado por aspersión y gravedad, los controles de malezas, son en forma manual o química. El control de plagas es manual, mecánico, químico, biológico y la combinación de estos (manejo integrado de plagas y enfermedades). Finalmente, se tiene la aplicación de madurante.
- Producción: la producción de azúcar, se ha incrementado en los últimos años, en la medida en que se han ido adaptando nuevas técnicas de cultivo y cosecha, pero sobre todo mejores variedades.
- Corte, alce y transporte: hay frentes de corte que suministran la caña necesaria diariamente en el período de zafra.

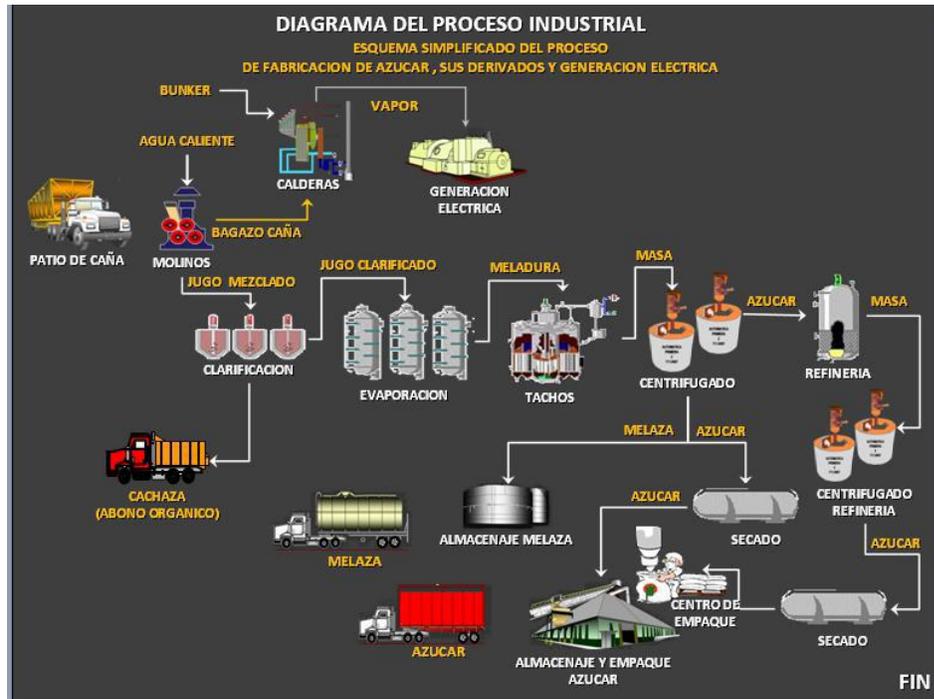
### 1.13. Proceso de fabricación del azúcar

- Patio de caña: es el lugar del Ingenio donde la caña se recibe, descarga y prepara, lo más pronto posible después de cortarse. La caña que llega al patio, se pesa en la báscula de recepción.
- Molinos: la finalidad principal de los molinos, es conseguir la mayor separación posible de los dos elementos de la caña: fibra y jugo (extracción). Santa Ana cuenta dos tandems (de 6 molinos el tandem A y 5 molinos el tandem B).
- Evaporadores: los evaporadores aumentan la concentración del jugo de caña, haciéndole perder agua por medio del calor. Ingenio Santa Ana opera actualmente con un sistema de evaporadores en quíntuple efecto.
- Tachos: en los tachos es donde se producen y se desarrollan los cristales (granos) de azúcar. Los tachos reciben la meladura y descargan las templeas.
- Clarificación: en los clarificadores, el jugo tiene un tiempo de retención de 2 horas aproximadamente, lo cual sirve para precipitar (separar) todos los lodos que venían en el jugo de la caña y con el tratamiento de cal y la temperatura se crean las condiciones necesarias para separar las del jugo fácilmente.
- Cristalizadores: las templeas que descargan los tachos de agotamiento de masa tercera caen en los cristalizadores. Es función de los cristalizadores, aumentar el agotamiento, debido al enfriamiento de las masas de tercera. Para obtener un mejor agotamiento de las mieles, se hace circular agua fría por los ejes o de los cristalizadores, para que con el enfriamiento agote mejor la miel final.
- Centrífugas y envasado: estas máquinas, son las encargadas de separar los cristales de la miel (granos de azúcar) en cada templea, por fuerza

centrífuga. Los cristales de azúcar obtenidos en las centrífugas, se pasan por una secadora para quitarles la humedad.

- Refinería: es la parte de la fábrica donde se realiza la refinación del azúcar, ya que directamente de la caña no es posible llegar a los parámetros de color de la azúcar refinada por el proceso normal de fabricación.
- Generación / Cogeneración Eléctrica: para el proceso de cogeneración, Santa Ana cuenta con 4 calderas que trabajan utilizando solo bagazo. La energía eléctrica que sale de los turbogeneradores, entra a un transformador de potencia el que regula el voltaje del generador con el voltaje de la red nacional y luego esa energía es trasladada a la EEGSA para su distribución. En la actualidad, Ingenio Santa Ana vende 35 Mw al Sistema Nacional. Esta energía es producida a partir de biomasa (bagazo) evitando así la generación con petróleo.

Figura 6. Diagrama del proceso de fabricación del azúcar en la empresa



Fuente: Departamento de Capacitación y Desarrollo. *Manual de Inducción, División de Recursos Humanos*. Grupo Corporativo Santa Ana, 2014.

#### 1.14. Ambiente laboral del recurso humano

A todas las personas que se unen a Santa Ana se les brinda lo siguiente:

- El respaldo de un grupo corporativo sólido y en rápido crecimiento. Prueba de ello son los proyectos de la refinería de azúcar, de la generación de energía eléctrica y la expansión del ingenio mismo.
- Una organización moderna y eficiente. A través de los avances tecnológicos (automatización, informática, telecomunicaciones) y del desarrollo de sus Recursos Humanos nuestro grupo corporativo está a la vanguardia del progreso, pero la organización no la constituyen las

máquinas o la tecnología. Si queremos una empresa moderna y eficiente, lo principal es que nuestro recurso humano sea líder con alta flexibilidad al cambio.

#### **1.15. Beneficios que brinda la empresa a los colaboradores**

- Capacitación, desarrollo y aprendizaje: debido a la importancia de la capacitación como una parte del proceso de desarrollo de las personas la empresa cuenta con un sistema de capacitación que responde a las necesidades de la misma.
- Servicios médicos: la empresa cuenta con una Clínica Médica, donde se brinda atención médica a nuestros colaboradores, a través de programas preventivos y curativos, con personal especializado.
- Deportes: en Santa Ana fomentamos el deporte a través de campeonatos de fútbol y papi-fútbol, en los cuales se da participación al personal operativo, técnico y administrativo. Así como también se promueve actividades de atletismo como EIRON Santa Ana, la carrera de Independencia Santa Ana y la carrera del Azúcar.
- Transporte: los trabajadores de la empresa cuentan con transporte totalmente gratuito.
- Actividades recreativas: la División de Recursos Humanos fomenta la integración de la familia de nuestros colaboradores con la empresa, para el efecto realiza, coordina y apoya una serie de actividades culturales como el día de la secretaria, día de la madre, fiesta de Fin de Zafra, misa por el día de Santa Ana y otros.
- Seguridad industrial: en Santa Ana estamos comprometidos a velar porque todas nuestras operaciones se realicen en condiciones seguras de trabajo. Se toman todas las medidas razonables necesarias para la seguridad de nuestros colaboradores, los procesos de producción y las

instalaciones de la empresa. Por lo que esperamos que usted contribuya poner en práctica todas aquellas normas y procedimientos de seguridad y utilice los equipos necesarios para su protección personal.

- Beneficios del asociado: todo colaborador activo del grupo Santa Ana, puede afiliarse y gozar de los beneficios de nuestra Asociación Solidarista "ASTISA". Dichos beneficios son: seguro de vida y ayuda auxilio póstumo.



## **2. ASPECTOS GENERALES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.1. Control**

Asegurarse de que el comportamiento real está de acuerdo con el plan. El control consiste en asegurarse de que se obtendrán los resultados deseados. <sup>1</sup>

Se utiliza el control en operaciones, para llevar a cabo la vigilancia, inspección y registro de los resultados que se desean tener en un lapso de tiempo determinado; para obtener un producto final de calidad, así como la supervisión constante de la fabricación de los mismos, para alcanzar o superar las expectativas del cliente. Así también, es una función administrativa que consiste en medir y dirigir el desempeño del personal o de la organización para asegurar que los acontecimientos se encuentren dentro de lo establecido.

### **2.2. Control de documentos**

Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse. Los registros son un tipo especial de documento y deben ser controlados de acuerdo a los requisitos establecidos en la norma ISO 9001-2008. <sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Koontz, Harold and Cyril, O Donnell. *Principles of Management*. P. 566

<sup>2</sup>UNE-EN ISO 9001. *Norma española*. P. 13.

Al llevar un control de los registros existentes en la empresa y actualización de los mismos, es factible realizar la recolección, análisis y archivo de los documentos; porque mediante ellos se puede determinar las variaciones que ha tenido y tiene la empresa, o producción del bien y/o servicio; en el que se establece si éste se encuentra dentro de los requisitos de calidad, para tomar decisiones respecto a las variaciones negativas; por lo tanto, es de vital importancia su elaboración y análisis.

### **2.3. Cambios y modificaciones a los documentos**

Cualquier cambio o modificación a un documento deben ser revisado y aprobado por la misma organización o persona que lo revisó y aprobó inicialmente, a menos que se haya especificado otra cosa.<sup>3</sup>

Toda empresa lleva un registro de las diferentes formas que se utilizan dentro de la misma, si se desea realizar un cambio en los documentos se debe analizar si el cambio será para mejorar el funcionamiento de la organización. Cada modificación que se realice debe ser premeditada, revisada y aprobada por las personas involucradas en su realización, y tomar en cuenta que los cambios deben beneficiar a toda la empresa y no sólo a una parte de ella.

### **2.4. Documentación y evidencia**

Los elementos del sistema de calidad, deben ser documentados y comprobarse de manera consistente con los requisitos del modelo seleccionado. La comprobación o presentación de evidencias de los elementos del sistema de calidad se refiere a:

---

<sup>3</sup>GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad Total y Productividad*. P. 298.

- La adecuación del sistema de calidad (por ejemplo:, diseño, la fabricación, la instalación y el servicio).
- La capacidad para alcanzar la conformidad del producto o servicio con los requisitos establecidos.<sup>4</sup>

Al tener control de los documentos que se manejan en una organización, se puede evidenciar en cualquier momento el estado de cada uno de los productos dentro de la misma, en el que se demuestra sí se encuentra dentro de los requisitos establecidos de calidad y reflejar la veracidad de la información, para que el producto llene todas las expectativas del comprador, al momento de no presentar quejas o reclamos.

## **2.5. Mejora**

Es el proceso mediante el cual se realizan modificaciones para perfeccionar un proceso, artículo o servicio.<sup>5</sup>

La mejora es una de las fortalezas con las que debe contar una empresa, puesto que mediante el perfeccionamiento de los procesos, productos y/o servicios se logra la satisfacción del cliente. En síntesis la mejora es el incremento en la certeza de la información que se obtiene.

## **2.6. Mejora en los registros**

Son los progresos que se tienen en relación a un registro y el resultado que se obtiene de la modificación de estos.<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup>Ibid. P. 285.

<sup>5</sup>JAMES, Paul, *Gestión de la Calidad Total un texto introductorio*.

<sup>6</sup>UNE-EN ISO 9001. *Norma española*, página 13.

Al realizar mejoras a los registros, la empresa visualiza qué es lo que desea percibir de ellos, porque la información que se obtiene debe ser la necesaria y no tener duplicidad de registros, ni mucho menos reflejar datos incorrectos; puesto que afectarían en la toma de decisiones.

## **2.7. Toma de decisiones**

Consiste en identificar y elegir entre soluciones alternas que llevan a un estado de cosas deseado. El proceso se inició con un problema y termina cuando se ha elegido un solución.<sup>7</sup>

En cualquier empresa la toma de decisiones es un papel decisivo para la alta dirección y para el personal que se encuentra involucrado en la acción, por lo que es indispensable llevar un registro de cada una de las actividades, para que la decisión que se tome sea la mejor, en base a los análisis y resultado que se observan en los mismo.

## **2.8. Registros de calidad**

Los registros de calidad son los documentos donde se asientan los resultados de la operación del sistema de calidad. Por ejemplo: reportes de inspección, resultados de pruebas, reporte de calificaciones, resultados de calibración, etc.<sup>8</sup>

Es un documento que presenta los resultados obtenidos y evidencia del proceso realizado, donde se demuestra la trazabilidad de la actividad y coherencia con el sistema de calidad; en el que expresa únicamente los datos

---

<sup>7</sup>Kinicki, Angelo y kreitner, Roberto. *Comportamiento organizacional, conceptos, problemas y prácticas*.

<sup>8</sup>GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto, *Calidad Total y Productividad*.P. 306-307.

que realmente interesan para el análisis y toma de decisiones, para obtener información de calidad; que a su vez representan una herramienta para el buen funcionamiento de la empresa.

## **2.9. Sistemas de control de equipos y repuestos**

En los sistemas de control se encuentran: variables de entrada que indican que es lo que debe hacer el sistema, variables de salida que son el efecto producido por el sistema, perturbaciones que son variables ajenas al sistema pero que pueden influir en su funcionamiento y no se pueden controlar y variables de control que son internas del sistema que se emplean para su funcionamiento.

Los sistemas de control se pueden clasificar básicamente en 2 tipos:

- Lazo abierto: la salida se realiza sin tener en cuenta si lo que se pide se hace bien o mal, normalmente el tiempo es la variable que controla el sistema.
- Lazo cerrado: la salida se compara con la entrada de forma que se comprueba en todo momento que la salida es la esperada y si no es así el sistema se corrige.

## **2.10. Caña de azúcar**

La caña de azúcar es una planta herbácea de gran tamaño que se cultiva en países tropicales y subtropicales. Es un híbrido complejo de varias especies, derivadas principalmente del *Saccharum officinarum* y otras especies de *Saccharum*. La caña se propaga vegetativamente sembrando trozos de sus tallos. La nueva planta o retoño crece a partir de los cogollos o yemas de los

nudos del tallo, asegurando así una descendencia uniforme. En el proceso de reproducción de la caña se desarrollan y ensayan continuamente nuevas variedades en búsqueda de nuevas y mejores plantas. Este procedimiento se ha constituido en un factor fundamental para el mejoramiento de la productividad en la industria de la caña de azúcar.

La producción de caña varía significativamente de un área a otra, dependiendo de la variedad, utilizando factores climáticos, disponibilidad del agua, prácticas de cultivo y la duración del período de crecimiento. La producción del azúcar varía de 5 a 25 t/ha.

Generalmente no se requiere volver a sembrar caña luego de cada cosecha, sino que se deja crecer de nuevo para producir una siguiente cosecha, denominada soca o rebrote. La producción de caña se reduce después de varias socas, llegando a un punto en que se debe arar y sembrar caña nuevamente, lo que se conoce como renovación. Generalmente la caña se cosecha durante el invierno y la duración de la temporada de molienda o zafra es determinada por condiciones meteorológicas, principalmente la lluvia.<sup>9</sup>

## **2.11. Vapor**

El estado de vapor es la fase gaseosa de una sustancia cuando esta se encuentra por debajo de su temperatura crítica.

El vapor sobrecalentado es el gas que se encuentra por encima de su temperatura crítica pero por debajo de su presión crítica, es decir en otras palabras el vapor sobrecalentado es vapor en una temperatura más arriba que

---

<sup>9</sup>REIN, Peter, *Ingeniería de la caña de azúcar*. P. 37.

su temperatura de la saturación. Si el vapor saturado se calienta en la presión constante, su temperatura se levantara, produciendo el vapor sobrecalentado. Esto puede ocurrir en una caldera.

El vapor entonces es descrito como sobrecalentado por el número de los grados de la temperatura con los cuales se ha calentado sobre temperatura de la saturación. El vapor sobrecalentado no puede existir mientras que el vapor todavía está en presencia de agua líquida, pues cualquier calor adicional evapora simplemente más agua.

La fibra de la caña, es suficiente para la cantidad de bagazo producida por el molino para que se utilice, a su vez, como combustible en los hornos de las calderas y produzca todo el vapor necesario para el movimiento de los motores y para la fabricación.

La caña que produce azúcar, también produce el combustible necesario para la fábrica.

## **2.12. Calderas**

Son máquinas que generan vapor.

### **2.12.1. Máquina de vapor**

Es un motor de combustión externa que transforma energía térmica de una cierta cantidad de agua en energía mecánica, el trabajo básicamente esta hecho en dos etapas, en la primer etapa se genera vapor de agua en una caldera cerrada por calentamiento, lo cual produce la expansión del volumen de un cilindro empujando un pistón, mediante un mecanismo biela-manivela el

movimiento de rotación hace accionar ( por ejemplo) el rotor de un generador eléctrico.

La segunda etapa es cuando el vapor a presión se controla mediante una serie de válvulas de entrada y salida que regulan los flujos de entrada y salida del cilindro.

La caldera es una máquina de ingeniería para generar vapor, este vapor se genera por una transferencia de calor a presión constante en el cual el fluido en estado líquido se calienta y cambia de fase.

En resumen la caldera es un dispositivo cuya función principal es calentar el agua.

### **2.12.2. Caldera acuotubular**

Son aquellas calderas en las que el fluido de trabajo se desplaza por tubos durante su calentamiento. Permiten altas presiones a su salida y tienen gran capacidad de generación. Una caldera acuotubular consta básicamente de tambores y tubos. Los tubos a través de los cuales circula el agua y en los que circula el vapor generado, están fuera de los tambores; estos son utilizados solo para almacenar agua y vapor, por lo que pueden ser mucho más pequeños en diámetro que el tambor de una caldera piro-tubular y pueden soportar mayores presiones.

Las calderas acuotubulares son de dos tipos: de tubos horizontales rectos y de tubos doblados. En el ingenio Santa Ana se utiliza las calderas de tubos doblados, este diseño ofrece mayor flexibilidad pues donde la altura libre es limitada la caldera puede hacerse ancha y baja, o puede ser alta y estrecha en los sitios donde la limitante sea la amplitud. Los principales elementos de una

caldera de este tipo son esencialmente tambores conectados por tubos doblados. Las partes de una caldera son:

- Tambor de vapor: es el lugar donde el agua y el vapor se separan. Aquí se encuentra la entrada de agua de alimentación, la cual entra bajo control de nivel. Todos los tubos de flujo ascendente y descendente van acoplados a este tambor. Existe también una salida de vapor hacia el sistema de proceso o a un supercalentador. En el tambor de vapor se instalan válvulas de alivio o de escape para proteger al sistema. El método de separación del agua y del vapor se lleva a cabo en un separador mecánico o en un separador ciclónico. La mezcla de vapor y de agua procedente del haz ascendente se dirige al separador ciclónico por medio de una placa deflectora, la fuerza centrífuga en el ciclón separa las gotas de agua y el vapor sale del ciclón y pasa a través de más separadores hasta que se tiene por relativamente seco para uso en las unidades de proceso.
- Caja de secado: es un compartimiento interno para coleccionar el vapor seco y distribuirlo a los tubos de salida al súper calentador. El tambor de vapor debe estar diseñado para trabajar mínimo durante un minuto sin suministro de agua de alimentación con los quemadores encendidos. En realidad el tambor debe tener reserva para 20 o 30 segundos y los tubos deben proporcionar la diferencia.
- Tambor de lodos: los tambores de lodos son los cabezales de recolección en el fondo de los haces de tubos ascendentes y descendentes. De estos tambores de lodos se extrae la purga. La purga es el líquido que se extrae de la caldera para mantener baja la concentración de sólidos en el agua de la caldera. Normalmente hay dos corrientes de purga, una es una purga continua de una cantidad fija de agua, la otra es intermitente. La

purga intermitente se ajusta para mantener el agua de calderas dentro de la especificación de sólidos disueltos que se estipule.

- Ventiladores: son los encargados de suministrar el aire para la combustión en las calderas de tiro forzado y de sacar los gases desde el hogar hacia la chimenea en las calderas de tiro inducido. Deben tener una capacidad superior en un 15 % al flujo a máxima carga para suplir las pérdidas por ensuciamiento de la caldera, disminución de la calidad del combustible o desgaste de los mismos ventiladores.
- Precalentador de aire: Es un intercambiador generalmente con vapor de baja presión que se condensa y retorna al sistema como agua de alimentación. La temperatura normal del aire entrando al calentador de aire debe estar entre 140 ° F y 176 °F.
- Calentador de aire: En esta parte se termina de darle temperatura al aire que va para la combustión intercambiando temperatura con los gases que vienen de la combustión.
- Economizador: es la parte de la caldera donde por intercambio de calor entre los gases de combustión y el agua de caldera se le baja temperatura a los gases de combustión y se le incrementa al agua de caldera para economizar combustible en el proceso de producir vapor y, a su vez, minimizar el impacto ambiental porque evitamos el aumento de la temperatura del medio ambiente. El economizador puede estar situado dentro de la caldera, como parte de la zona de convección, o puede ser externo donde, por razones de espacio, no se puede aplicar el arreglo anterior.
- Caja de aire: es la parte por donde se conduce el aire que va del ventilador hacia los quemadores.
- Hogar de la caldera: está constituido por una serie de tubos que forman las llamadas paredes de agua que le dan la forma y encierran la zona

radiante de la caldera pues allí el calor es transmitido principalmente por radiación; según la colocación de los quemadores el hogar de la caldera puede ser: paralelo y turbulento. Los quemadores en paralelo están colocados al frente o al frente y atrás. Los quemadores turbulentos cuando están ubicados en las esquinas e inyectan el combustible en forma tangencial. Este tipo de hornos es ideal para la quema de carbón pues ofrece mayor turbulencia y mejor mezcla aire/combustible. El hogar de la caldera debe cumplir básicamente con los siguientes requisitos.

- Tener capacidad para admitir el volumen de aire necesario para la combustión.
  - Tener suficiente altura para asegurar circulación adecuada de agua por los tubos.
  - Tener dimensión suficiente para evitar que la llama ataque las paredes de los tubos.
  - Tener forma y dimensiones adecuadas para asegurar que los gases llene el hogar proporcionando absorción térmica óptima en todas las partes.
  - La tubería del hogar debe ser de la mayor longitud posible para minimizar las soldaduras.
- Quemadores: son los elementos de la caldera encargados de suministrar y acondicionar el combustible para mezclarlo con el aire y obtener una buena combustión. Deben producir una llama estable y uniforme de manera que se realice una cierta distribución en el hogar. Los quemadores de gas son perforados y por sus orificios el gas debe salir a una velocidad mayor que la del aire para asegurar una penetración íntegra del chorro de aire.

En los quemadores de aceite, este debe ser atomizado para aumentar la superficie de contacto con el aire. La atomización se realiza generalmente con vapor pero se puede utilizar aire también. Aunque el vapor produce

una muy buena atomización, presenta como desventaja que causa un mayor contenido de agua en los gases de combustión y disminuye el punto de rocío de los gases además representa consumo de vapor que no se recupera.

- **Deshollinador:** la mayoría de calderas están equipadas con sopladores de hollín, los cuales sirven para mantener la superficie exterior de los tubos limpia y libre de material que pudiera afectar la transferencia de calor. Se utiliza vapor para el soplado del hollín y la frecuencia de la operación depende del combustible usado.
- **Sopladores:** existen dos tipos de sopladores de hollín: los fijos o estacionarios y los retráctales.
- **Tubos descendentes:** los que bajan el agua más densa del tambor de vapor al tambor de lodos.
- **Tubos ascendentes:** son los tubos por donde sube el agua que ha perdido densidad y va al tambor de vapor.
- **Súper calentador:** es un equipo que ofrece una superficie de absorción de calor por medio de la cual se eleva la temperatura del vapor por encima de su punto de saturación. Entre las principales razones para realizar este trabajo tenemos:
  - Se aumenta la eficiencia total de la unidad
  - Se aumenta la ganancia termodinámica del vapor
  - Se obtiene un vapor más seco
- **Chimenea:** conducto por donde salen los gases de combustión.

### **2.13. Válvulas y accesorios básicos**

Las válvulas las hay de muchos tipos en la industria, en la industria azucarera se enfocan en las siguientes:

- Válvulas de seguridad
- Válvulas d aguja o de purga
- Válvulas de control
- Válvulas de corte

#### **2.14. Producción más limpia**

La Producción más Limpia se enfoca hacia los procesos productivos, productos y servicios, aplicado a diferentes niveles industriales desde su misión hasta las diferentes estrategias - sistemas, componentes, materiales y procesos, incluyendo el marco normativo de la calidad que le permite competir a nivel global.

La sensibilización y difusión de la información entre empresarios, organizaciones financieras, instituciones docentes de la enseñanza superior, centros de investigación, consultores ambientales, etc., y el entrenamiento de especialistas para que apliquen el concepto y metodología del P+L, evalúen sus ventajas económicas, ambientales y preparen proyectos de inversiones en esta temática, también son aspectos esenciales para el éxito de la estrategia.

#### **2.15. Empresa**

Es la unidad económica para obtención de beneficios, considerando al empresario como la persona que dispone de medios materiales, humanos y financieros que ha de usarlos de una manera conveniente para alcanzar determinados objetivos.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup>GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad Total y Productividad*. P. 4.

El término empresa, se deriva de la integración de diversos factores que son de importancia para su funcionamiento, tales como: recurso humano, maquinaria, instalaciones, recursos financieros, entre otros; todo ello en sinergia para la consecución de los objetivos organizacionales, para integrar cada uno de los elementos que la componen y obtener el máximo beneficio de ellos.

### **2.15.1. Elementos de una empresa**

La empresa está formada esencialmente por tres elementos bienes materiales, hombres y servicios.<sup>11</sup>

### **2.15.2. Departamento de calderas**

Es el área de la empresa, donde están ubicadas máquinas 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 su fase a vapor saturado.

---

<sup>11</sup>KOONTZ, Harold and Cyril, O Donnell. *Principles of Management*. P. 89.

### **3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO, SANTA ANA**

#### **3.1. Situación actual del área de calderas**

La función del Departamento de Calderas es producir vapor sobrecalentado, según las condiciones de calidad y demanda, para dar movimiento a turbogeneradores y turbinas de molinos en cantidades y calidades de demanda en el proceso de fabricación de azúcar y generación de energía eléctrica del ingenio. El departamento de calderas lo conforman una serie de equipos especializados para producir vapor y transportar bagazo, los equipos que los conforman son:

- Conductores de bagazo
- Válvulas de calderas
- Alimentadores de bagazo
- Ventiladores

El trabajo de la división industrial del Ingenio Santa Ana se divide en dos temporadas: una temporada de reparación (abril-noviembre) y otra temporada de producción o zafra (noviembre-abril).

Durante la temporada de reparación, en el departamento de calderas, se planifica y ejecuta el mantenimiento preventivo general de todos los equipos, esto incluye: el desmontaje, revisiones, cambio de piezas, montaje, calibración y pruebas. Al inicio de esta etapa se busca asegurar una existencia adecuada de repuestos que facilite la continuidad de los trabajos de mantenimiento, es

aquí, donde se presentan problemas como: inexistencia de repuestos, existencia de repuestos y piezas de maquinaria inadecuados, sobre-stock de repuestos con poca probabilidad de falla, poca existencia de repuestos críticos, piezas incorrectas instaladas en equipos, etc. Debido a lo expuesto anteriormente el diseño e implementación de un sistema de control de equipos y repuestos para el área de calderas aseguraría la existencia de repuestos críticos, reduciría costos de fabricación de piezas que no se encuentran en *stock*, evitaría la adaptación de piezas que no son las adecuadas, establecería una base de datos para consultas posteriores y establecería una guía para poder realizar un trabajo similar en otras áreas del ingenio. De esta manera se busca brindar una calidad económica de servicio, se reducen los costos de mantenimiento y se brinda una vida óptima al equipo.

### **3.2. Justificación económica**

El ingenio Santa Ana se compone de 6 calderas 1, 2, 4, 5, 6, 7. de las cuales 4 de ellas son las que abastecen a todo el ingenio (1, 4, 7, 6), una caldera está en *stand by* (2) y una última caldera que son para la co-generación de energía eléctrica (5) la temporada de zafra (noviembre-abril) dura alrededor de 150 días los cuales se trabaja las 24 horas, debido a esto cualquier paro por mantenimiento correctivo o paros prolongados de mantenimiento programados se traduce en altos costoso, como pueden ser: mano de obra detenida, descarrilamiento de conductores, costos de paros de producción, costo de adaptación de piezas inadecuadas, entre otros. El diseño e implementación de un sistema de control de equipos y repuestos para el área de calderas evitaría en gran medida las pérdidas económicas al asegurar piezas en *stock*, con esto se reducen los tiempos de mantenimientos correctivos y mantenimientos programados, garantiza una rápida puesta en marcha de la maquinaria; por lo

que, se garantiza la producción continua y se reducen costos en maquinado de piezas inadecuadas al existir las piezas correctas en *stock*.

### **3.3. Justificación social**

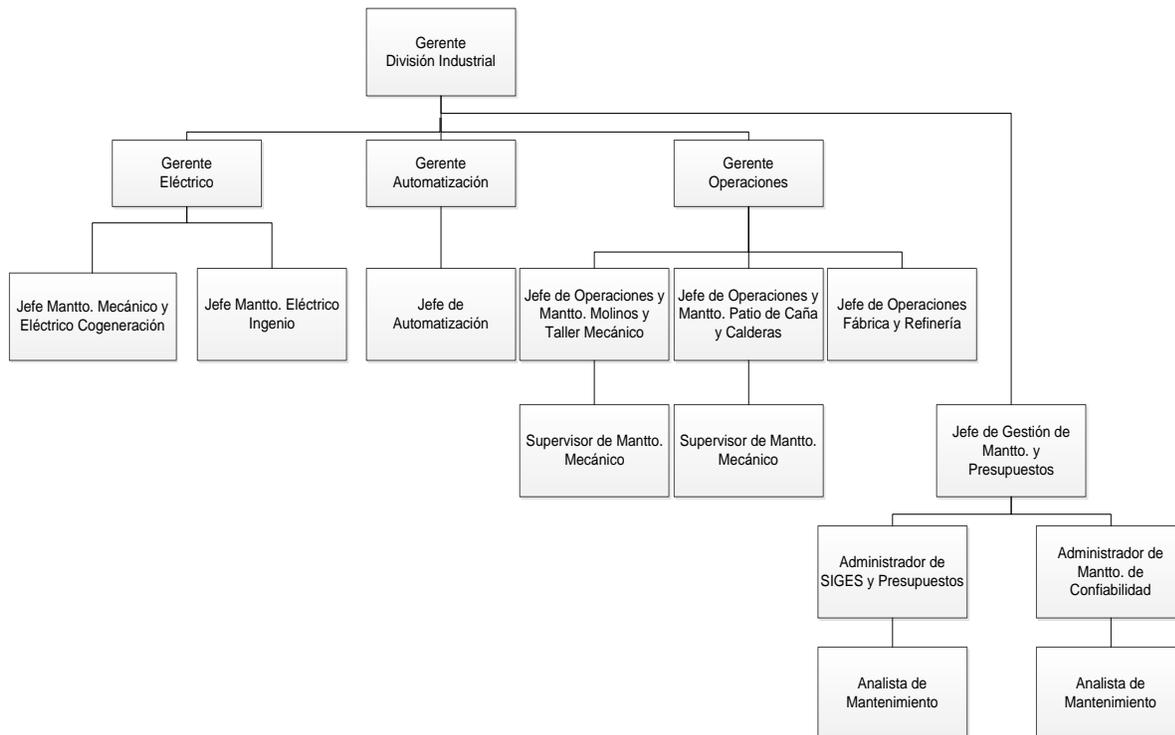
Una de las características del Ingenio Santa Ana es la preocupación constante por el bienestar del trabajador, cuenta con módulos habitacionales con todas las comodidades, para albergar a los cortadores de cuadrilla, procedentes del altiplano guatemalteco, a los cuales se les proporciona alimentación abundante en proteínas, complementada con sales de rehidratación oral.

Además, el Ingenio Santa Ana invierte en factores elementales para los colaboradores, desarrollando actividades tanto educacionales como médicas, tendientes a la desparasitación y el tratamiento de enfermedades comunes y profesionales. Todo lo anterior es afianzado con programas de alfabetización y recreación. Debido a esto cualquier proyecto que tenga como objetivo mejorar la forma de trabajo del ingenio garantiza la continuidad de todos estos beneficios, de los cuales hacen uso los trabajadores de las comunidades aledañas al ingenio Santa Ana.

### **3.4. Estructura organizacional**

La División Industrial es una Gerencia de la empresa Santa Ana y está integrado por los departamentos de: Automatización e Instrumentos, Eléctrico, calderas y molinos. Sin embargo, la realización de la investigación se realizó en el Departamento de Calderas.

Figura 7. Estructura organizacional de la Gerencia de División Industrial de la Empresa, Santa Ana



Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Control de equipos y repuestos

En el departamento de calderas del Ingenio Santa Ana no existe un control adecuado de equipos y repuestos que lo conforman. La carencia del mismo ocasiona problemas como falta de *stock* críticos y falta de información del equipo que se posee. Estas carencias provocan un mal desempeño de los trabajos de mantenimiento y, peor aún, un mal funcionamiento del equipo en temporada productiva (zafra). Por lo que se establece lo siguiente:

Tabla I. **Análisis de registros actuales de todas las áreas del área de calderas**

Departamento	Sección	Deficiencias encontradas
Calderas	<b>Conductores de bagazo</b>	
	En esta sección existe maquinaria para llevar el bagazo a las calderas; sin embargo, no existen controles de repuestos para esta área.	La carencia de estos controles afecta porque existe un descontrol en la bodega de almacén de materiales y ello afecta al momento de necesitar un repuesto.
	<b>Alimentadores de Bagazo</b>	
	En esta área existen equipos que se encargan de facilitar la entrada de bagazo al hogar de la caldera.	La falta de registros provoca no contar con información acerca de las características de cada equipo y con el tiempo se borran los datos de identificación de cada uno por el uso
	<b>Válvulas de Calderas</b>	
	Los equipos de esta área regulan la presión de salida y entrada de vapor de una caldera.	Sin los controles necesarios en esta área se podría caer en errores de no conocer cuales válvulas comprar para la caldera.
<b>Ventiladores</b>		
Es el área donde se encuentran los ventiladores que son los encargados de suministrar, meter y sacar aire por la caldera	No contar con estos controles se caería en el error de sobredimensionar las especificaciones del equipo y se incurriría en gastos innecesarios para la empresa y todo ello afecta por la falta de controles efectivos en el departamento de calderas.	

Fuente: elaboración propia.

### **3.6. Presentación y análisis de resultados**

Se analizan y se presentan los resultados que se obtuvieron en la entrevista realizada al Gerente General y las encuestas aplicadas a los colaboradores que trabajan en el área de calderas del Ingenio Santa Ana.

- Resultados de la entrevista para el gerente general del Ingenio Santa Ana

Cuando se le preguntó sobre las razones por las cuales la empresa carece de registros de control para el departamento de calderas, informó que la falta de interés y desconocimiento por parte de los mandos medios, es lo que ha provocado que el departamento de calderas de la empresa no cuente con registros de control, así como también el tiempo para elaborarlo, porque presupuesto para la implementación si hay.

Asimismo, indicó que existen actividades de control de equipos y repuestos no se utilizan registros de control, lo cual considero que si es un peligro para el área de calderas de la empresa, debido a que al momento de descomponerse un equipo o se necesite un repuesto no se saben con certeza las características y especificaciones del tamaño y medidas respectivas, por lo que eso si genera problemas porque mientras se consiguen los mismos, se pierde tiempo en la producción y ello trae como consecuencia elevar los costos de materia prima y mano de obra.

También los efectos que ha tenido el Departamento de Calderas por carecer registros de control son: se han tenido incumplimiento en los estándares de calidad afectando la producción. Ello viene a perjudicar en la efectividad de los colaboradores, porque realizan actividades en las cuales no tienen los equipos que necesitan para trabajar, lo que conlleva a disminuir la

productividad y ello genera costos altos y afecta la rentabilidad de la organización.

Pienso también que sí se puede crear e implementar un sistema de registros de control. Bueno la creación la va a realizar el señor David Pérez y la implementación la realizará el Gerente General y el Jefe del Área de Calderas, pero siempre y cuando sea revisada por el Gerente General. Los recursos con los que cuenta la organización son: estructura organizacional establecida, recursos humanos y financieros.

Así como también argumentó los beneficios que puede lograr el Área de Calderas de la empresa a corto y mediano plazo con la implementación del sistema de registros de control de equipo y repuestos es incrementar la eficiencia y eficacia en la realización de las actividades, incremento de la productividad, cumplimiento de los estándares de calidad, reducción de costos e incremento de la rentabilidad.

También manifestó que si es necesario que se le brinde capacitación a los colaboradores del Departamento de Calderas cuando se implemente el sistema de control de equipos y repuestos, debido a que como se realizarán cambios en la realización de las actividades, es fundamental explicarles las acciones que deben hacer para la utilización del mismo.

Para implementar un eficiente y eficaz sistema de control es esencial contar con registros de control, por lo que para lograrlo no se puede si no se cuentan con los mismos, porque no se puede lograr la calidad si hay paros en la producción por la carencia de algún equipo o repuesto en la empresa.

Los problemas que puede enfrentar el Departamento de Calderas de la empresa al no implementar este sistema de registros de control de equipo y repuestos, será demora por desconocimiento de las características y especificaciones de los equipos, provocando paros en la producción lo que afectará la efectividad en la productividad y para el logro de estándares de calidad y reducción de costos e incremento de la rentabilidad.

- Resultados del cuestionario aplicado a mandos operativos del Ingenio Santa Ana

Tabla II. **Tiempo de pertenecer a la organización**

<b>Años</b>	<b>Encuestados</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100 %</b>
1-3	60	67 %
3-5	20	22 %
5 o más	10	11 %

Fuente: encuesta realizada a los trabajadores de la empresa, julio 2014.

El tabla anterior, muestra que 60 de los colaboradores (67 %) respondieron que tienen de uno a tres años de laborar la empresa por lo que todavía se están acoplando a la cultura organizacional, mientras que 20 (22 %) informaron que tiene de tres a cinco años y 10 (11 %) indicaron que tienen más de cinco años. Lo que reflejan los datos anteriores es que la mayoría de trabajadores en la empresa no tienen mucho tiempo de trabajar para la organización, lo que provoca que se les esté dando capacitación para que se identifiquen y adapten a los cambios que se presentan tanto en la estructura

organizacional, compra de equipo nuevo y repuestos y como procesos de trabajo.

Tabla III. **Existencia de un sistema de control para equipos y repuestos**

<b>Respuestas</b>	<b>Encuestados</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100 %</b>
Sí	10	11 %
No	75	83 %
No sabe	5	6 %

Fuente: encuesta realizada a los trabajadores de la empresa, julio 2014.

La tabla anterior, muestra que 75 de los colaboradores (83 %) respondieron que no tienen conocimiento de la existencia de un sistema de control para el equipo y repuestos del área de calderas, mientras que 10 (11 %) informaron que sí y 5 (6 %) que sabe si existe. Lo que reflejan los datos anteriores es que la empresa no utiliza un sistema de control, lo que provoca que, al momento de darse alguna falla en algún equipo o se necesite un repuesto, no se tengan las características y especificaciones para su compra y ello trae como consecuencia atrasos en la producción, quedando mal con el cliente porque no se le entregan a tiempo sus pedidos y reducción en la rentabilidad de la organización.

Tabla IV. **Aplicación de un Sistema de Control incide en Rendimiento y Efectividad**

<b>Respuestas</b>	<b>Encuestados</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100 %</b>
Sí	75	83 %
No	15	17 %

Fuente: encuesta realizada a los trabajadores de la empresa, julio 2014.

La tabla anterior, muestra que 75 de los colaboradores (83 %) respondieron que la aplicación de un sistema de control si incide en el rendimiento y efectividad para el área de calderas de la empresa, mientras que 15 (17 %) informaron que no tiene nada que ver la utilización del sistema con la eficiencia en la producción. Lo que reflejan los datos anteriores es que la mayoría de los colaboradores si están de acuerdo y saben que la implementación de dicho sistema en el área de calderas sería de mucho beneficio porque vendría a incrementar la producción porque no se darían paros en las actividades por carencia de algún equipo o repuesto, lo que provoca que al momento de darse alguna falla en algún equipo se tengan en el momento oportuno y, por ende, no se darían atrasos con los pedidos de los clientes y eso traería como consecuencia el logro de la rentabilidad y eficiencia organizacional.

Tabla V. **Interés por recibir capacitación**

<b>Respuestas</b>	<b>Encuestados</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100 %</b>
Sí	90	100 %
No	0	0 %

Fuente: encuesta realizada a los trabajadores de la empresa, julio 2014.

La tabla anterior, muestra el total de los colaboradores 90 (100 %) respondieron que si les gustaría y tienen interés en recibir capacitación porque quieren tener conocimiento de cómo funciona esta herramienta en la realización de sus actividades, mientras que 0 (0 %) informaron que no. Lo que reflejan los datos anteriores es que todos los trabajadores, cuando se implemente el nuevo sistema de control de equipos y partes en el Área de Calderas, si se incluirán porque quieren aprender y necesitan realizar con efectividad sus actividades, ello trae como consecuencia beneficios para la organización porque logra los objetivos esperados y los empleados logran eficacia en la realización de sus actividades.



#### **4. FASE TÉCNICO PROFESIONAL: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS Y REPUESTOS PARA EL ÁREA DE CALDERAS DEL INGENIO SANTA ANA**

En el presente capítulo se desarrolla la solución a la problemática encontrada en la empresa Santa Ana, en la cual se elaboró un sistema de control de registros conforme a las necesidades internas del Departamento de Calderas; y para dicho efecto se tomaron en cuenta las características y especificaciones de los equipos y repuestos, para obtener información relevante y agregar valor al proceso, mediante la toma de decisiones correctas, a través del control de las diversas actividades que ejecuta la organización, e incrementar la eficiencia de las mismas.

Asimismo, el capítulo contiene una justificación de la realización de los registros que componen el Área o Departamento de Calderas de la empresa; por lo tanto, se estableció la cantidad de registros necesarios, implementación, actualización y seguimiento de los mismos; puesto que los procesos se mejoran día a día, por lo que también los formatos sufren cambios que deben retroalimentarse a los colaboradores para no perder la secuencia de los procesos; por último, se elaboró el programa de capacitación, para que los empleados posean los conocimientos necesarios para llevar a cabo sus actividades diarias, para simplificar el trabajo y facilitar la gestión, optando por mejores productos, procesos y control de las actividades, para alcanzar la satisfacción del cliente.

#### **4.1. Justificación**

La empresa Santa Ana está comprometida a fabricar productos de calidad. Para ello debe llevar un sistema de control y registro adecuado del equipo y repuestos en el Departamento de Calderas, para que cada una de las actividades de la misma se desarrolle con eficiencia y eficacia.

Para que la organización posea el 100 % de control en sus actividades, se hace necesario desarrollar formatos de control para simplificar el trabajo y agilizar el trámite de las diversas actividades, así como la facilidad de control que se tendrá de lo que se desea producir, cómo se quiere producir, qué se produce, qué tiene la empresa, en otras.

Con base en los registros se podrá evidenciar las variaciones que ha tenido el producto, para facilitar la organización de ideas, determinación de metas, consecución de los objetivos organizacionales, detección de los procesos donde se encuentra la falla para gestionar las medidas necesarias, y así solucionar la variación negativa; así como las personas responsables de llevar a cabo determinada actividad y, lo más importante, tomar las decisiones correctas en relación al suceso.

Al realizar las interpretaciones y análisis de formatos adecuadamente se pueden tomar las mejores decisiones, incrementar los ingresos, reducir costos, disminuir desperdicio de materias primas o producto terminado, todo ello influye en la rentabilidad de la empresa productora de alimentos para animales y la satisfacción del cliente.

Por lo tanto, cada uno de los formatos que se propone al Departamento de Calderas de la empresa, le servirá de orientación y herramienta de análisis para establecer las medidas de acción más convenientes para resolver los problemas detectados, mediante la utilización de registros adecuados para el buen funcionamiento de la misma, y mantener un sistema de control de cada una de las actividades que desarrolla, y contribuir a la estandarización de los procesos y mejora continua a los registros.

#### **4.2. Registros para el Departamento de Calderas de la empresa, Santa Ana**

Cada uno de los formatos para el área de calderas, es de vital importancia para la toma de decisiones; por lo tanto, se diseñó un sistema de control de registro de equipos y repuestos para mejorar el control de los registros que maneja el departamento en cuanto a características y especificaciones.

Para llevar acabo los registros del Departamento de Calderas del Ingenio Santa Ana, nos tuvimos que auxiliar, con bastantes herramientas, como los son micrómetro, pie de rey, angulímetro, entre otros. Así como también se utilizaron fórmulas para poder determinar ciertas velocidades o llegar a un resultado.

##### **4.2.1. Propuesta del diseño y sistema de control detallados de las diferentes piezas de conductores de bagazo**

- Transmisión de potencia: el formato propuesto servirá para identificar el tipo de conexión que tiene entre equipos como lo son: *coupling*, *sprocket*, coronas. Para determinar la velocidad lineal de los conductores se procedió de la siguiente manera:

$$V_L = \frac{\pi * D_P * V_R}{12} = 0.262 * D_P * V_R$$

Donde:

$V_L$  = Velocidad lineal (círculo de paso del engrane, círculo de trabajo de la polea de bandas  $V$ , etc.), en ft/min.

$V_R$  = Velocidad de rotación (engrane, polea, etc.), rpm.

$D_p$  = diámetro de paso del engrane, diámetro del círculo de trabajo de la polea, etc.

Se tomaron datos directamente de la placa de fábrica en donde se encuentran algunas especificaciones técnicas del motor o reductor dependiendo, de que queramos determinar.

Ratio de Reductor	31,69
No. Dientes <i>Sprocket</i> salida de reductor	20
No. Dientes <i>Sprocket</i> eje motriz	45
Diámetro de Rodo o eje motriz	26 pl
Velocidad angular del motor	1770 rpm
Velocidad angular a la salida del reductor=	55,85 rpm
Velocidad angular en el eje motriz	
$V_r$ =	24,82 rpm

Velocidad Lineal del Conductor ( $v = w \times r$ )

Velocidad Lineal del conductor = 2027,65 pl./min  
168,97 pies/min  
10138,24 pies/hora

Tipo de conexión: el tipo de conexión de las transmisiones en el área de calderas, se clasifican de dos formas, la primera de conexión con *sprocket*, es decir es un sistema que lleva en el eje un *sprocket* y en el otro eje otro *sprocket* que, a diferencia de los engranes, va conectado por medio de una cadena y el otro tipo de conexión es el llamado directo, en este tipo de sistema va conectado de una forma directa eje, con eje por medio de un *coupling* o acople.

A continuación se muestra en el siguiente formato la transmisión de potencia para el Departamento de Calderas.

Tabla VI. Transmisión de potencia

TRANSMISION DE POTENCIA									
NOMBRE	Tipo Conexión	Sprocket Salida Reductor	Sprocket rodo motriz conductor	Tipo de cadena	COUPLING REDUCTOR	COUPLING MOTOR	No. De dientes	VELOCIDAD CONDUCTOR [pie/min]	VELOCIDAD CONDUCTOR [pie/seg]
CONDUCTOR BANDA HULE T.B.	Sprocket	17	40	RC-120D	--	70T10	24	269,7	4,5
CONDUCTOR TABILLAS # 2B	Sprocket	12	60	RC-180S	--	80T10	26	136,1	2,3
CONDUCTOR BANDA HULE # 3B	Directo	--	--	--	100T10	70T10	20	356,0	5,9
CONDUCTOR BANDA HULE T.A.	Sprocket	30	40	RC120D	--	70T10	25	652,9	10,9
CONDUCTOR PRINCIPAL # 1	Sprocket	11	60	RC-200D	--	80T10	29	145,2	2,4
CONDUCTOR PRINCIPAL # 2	Sprocket	11	60	RC-200D	--	90T10	29	139,2	2,3
CONDUCTOR TABILLAS # 4A	Sprocket	13	60	RC-200D	--	90T10	29	164,5	2,7
CONDUCTOR TABILLAS # 4	Sprocket	13	60	RC-200D	--	90T10	29	164,5	2,7
CONDUCTOR BANDA HULE # 5	Sprocket	18	25	RC-120D	--	70T10	20		0,0
CONDUCTOR BANDA HULE # 7	Directo	--	--	--	100T10	70T10	20	539,3	9,0
CONDUCTOR BANDA HULE # 8	Directo	--	--	--	100T10	70T10	20	523,6	8,7
CONDUCTOR BANDA HULE # 9	Directo	--	--	--	100T10	70T10	20	356,0	5,9
CONDUCTOR BANDA HULE # 10	Directo	--	--	--	100T10	80T10	20	523,6	8,7
CONDUCTOR BANDA HULE # 11	Directo	--	--	--	100T10	50T10	24	427,3	7,1
CONDUCTOR BANDA HULE # 12	Directo	--	--	--	100T10	70T10	24	427,3	7,1
CONDUCTOR BANDA HULE # 13	Directo	--	--	--	100T10	70T10	24	427,3	7,1
CONDUCTOR TABILLAS RETORN	Sprocket	11	45	RC-200D	--	90T10	26	166,4	2,8
MESA BAGAZO # 1	Sprocket	11	45	RC-180	--	60T10	--		
NIVELADOR MESA # 1	Directo	--	--	--	100T10	50T10	--		
MESA BAGAZO # 2	Sprocket	12	48	RC-180	--	60T10	--		
NIVELADOR MESA # 2	Sprocket	16	45	RC-140D	--	70T10	--		

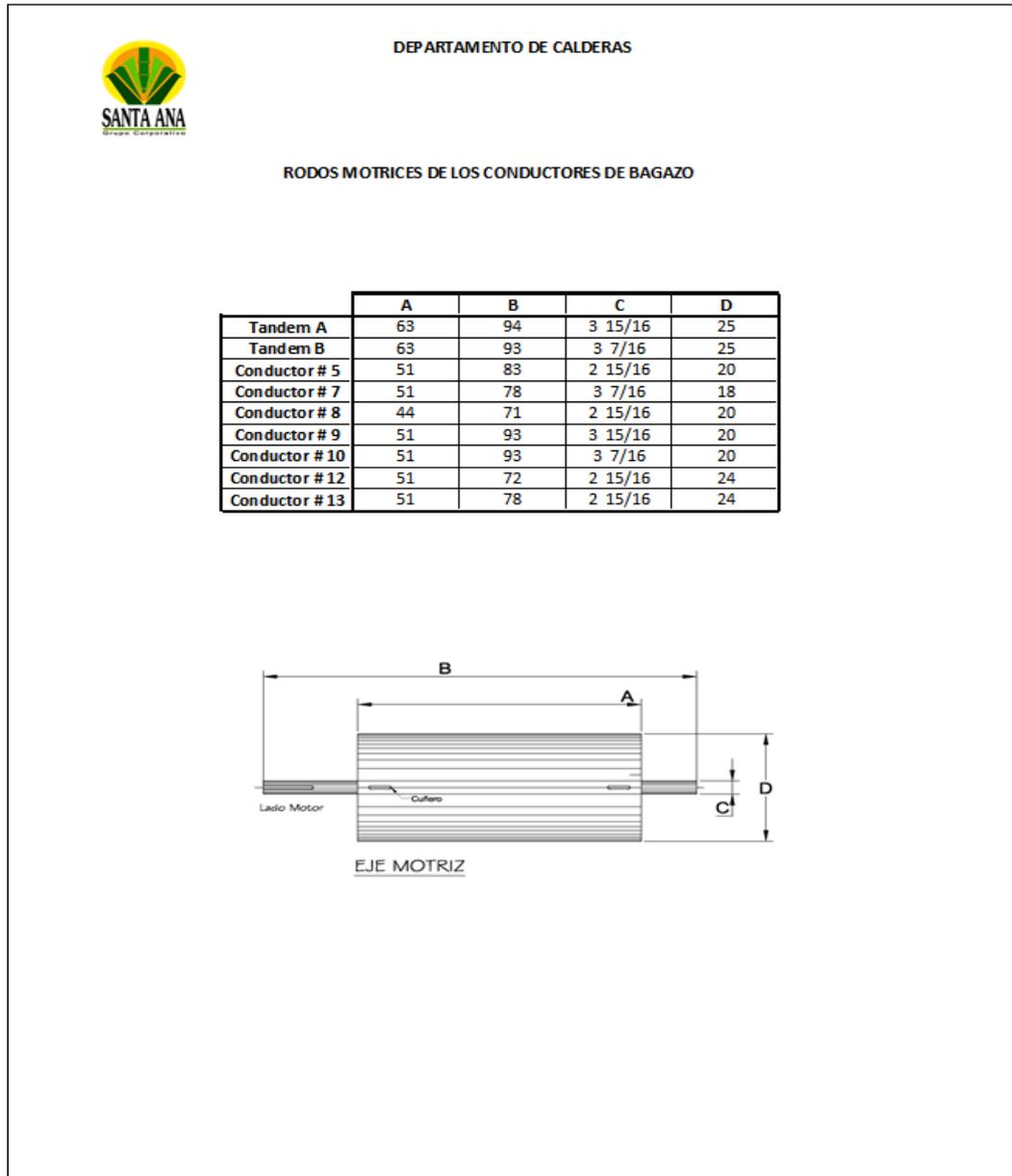
Fuente: elaboración propia.

- Rodos de los conductores de bagazo

Este formato servirá para determinar las medidas o dimensiones que tienen los rodos entre ellos.

Los rodos pueden ser: rodo colero, rodo narigón, rodo tensor y rodo del eje motriz. Se dibujó los rodos en AutoCAD, y se le realizó sus respectivas medidas; para esto se utilizó las siguientes herramientas, como los son los medidores de ángulos magnéticos, que nos sirven para tomar ángulos, Vernier para poder medir pequeñas longitudes, espesores, profundidades y diámetros de piezas mecánicas, como los son las cuñas de los ejes de los rodos.

Tabla VII. Rodos motrices de los conductores de bagazo



Fuente. elaboración propia

- Datos generales de conductores de tablillas

Este formato contiene todas las especificaciones que servirá para identificar el tipo de tablilla, cadena y *sprocket* que lleva el conductor. A diferencia de los conductores movidos por rodos, este conductor el bagazo lo mueve a través de tablillas. Las tablillas era el primer método que se utilizó en el ingenio para poder transportar bagazo; con el paso del tiempo lo fueron dejando de usar por los conductores de rodos; se tomó el dato del número de tablillas que utilizan cada conductor, esto con el fin de diagnosticar el estado en el que se encuentran. En este formato nos ayudamos de un medidor de espesores, el cual es utilizado para poder ver el grosor de las láminas y poder tomar una decisión bastante precisa del estado de la tablilla, con esto nos aseguramos que duren durante toda la zafra, y no tengan ningún tipo de contingencia.

El tipo de transmisión como lo comentamos anteriormente en el formato de “transmisión de potencia” para estos conductores de tablillas es indirecto, esto quiere decir que utilizan *sprocket*, a la salida del eje motriz y solamente utiliza un acople entre motor-reductor.

Se hizo el cálculo del largo de la cadena por medio del paso de la misma ya que el paso de la cadena era 6 pulgadas y por cada 2 pasos de cadena había una tablilla, entonces el total del largo de la cadena se calculó de la siguiente manera:

$$2 * \text{paso} * \# \text{de tablillas} = \text{largo de cadena}$$

Tabla VIII. **Datos generales de conductor de tablillas**



**Santa Ana**  
GRUPO CORPORATIVO

## DEPARTAMENTO DE CALDERAS

Fecha : agosto 2013  
Actualizacion:1.0

*Modificaciones:*

DATOS GENERALES DE CONDUCTOR DE TABLILLAS						
Identificacion conductor	# De Tablillas	sprocket		largo de cadena (ft)	tipo de cadena	Peso de tablilla (lbs)
		Motriz	Colero			
Principal 1	87	14	14	520	5185PB	34.408
Principal 2	77	14	14	464	5185PB	34.408
Retorno	94	13	13,12,13	466.5	2184	34.408
Conductor # 4	67	14	14	387	5185PB	34.408
Conductor # 2	52	13	13	314	2184	34.408

Fuente. elaboración propia.

- Datos generales de conductores de banda de hule.

Este formato sirve para identificar el tipo y marca de *Idlers* que se colocará en el conductor de faja o banda, así como el tipo de reductor y motor la transmisión de potencia que utiliza si es directa o indirecta.

Tabla IX. **Conductores bagazo/bandas**

**CONDUCTOR BAGAZO/BANDA #5 0702-0092**

**DATOS DE TRANSMISION**

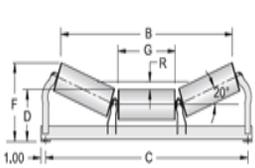
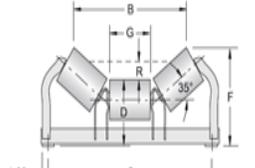
MOTOR		REDUCTOR				Transmision de potencia	
codigo	732-1140	codigo	733-0225	Output	-	cadena	RC-120D
marca:	BALDOR	ratio	-	Modelo	-	sprocket salida reductor	18
rpm:	1770	Hp	-	Serie	-	sprocket lado matriz	23
amp:	39	Pi	-	Marca	-	coupling reductor/motor	70710
frame:	336T	input	-	galones A.	-	coupling reductor/lado	-
potencia (HP)	30						

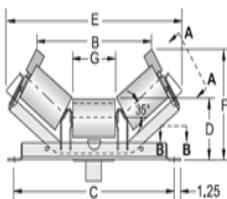
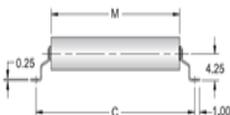
**DATOS DE RODOS**

	longitud de eje (pulg)	φ del eje (pulg)	longitud de rudo (pulg)	φ del rudo (pulg)	codigo	Cojinete descripción	Marca
RODO MOTRIZ	83	2.15/16	51	20		22217	
RODO CONTRA PESO	71	2.7/16	51	18.5		22215L BK/W33C3	LINK-BELT
RODO NARISÓN *2	73	2.7/16	51	17.5		22215L BW33C3	LINK-BELT
RODO TENSOR	71	2.7/16	51	17.5		22215L BW33C3	LINK-BELT
RODO COLERO	71	2.15/16	51	19		22217L BW33C3	LINK-BELT

**DATOS DE IDLERS**

Ancho De Banda	Codigo De Estacion	Angulo de Rodillo	Base Estandar		Cantidad de Idler	B	D	E	F	G	M
			Peso De Estacion lbs	c							
48	C39015-48	20°	97	57	11	30.62	9	-	15	17.12	-
48	C39285-48	33°	101	57	33	46.19	9	-	18.4	17.12	-
48	C3135-48	0°	60	57	21	--	--	--	--	--	30.62
48	C39325-48	33°	183	57	2	56.75	9.75	68.88	24.44	21.19	-
48	C39145-48	0°	153	57	2	53.5	-	-	-	-	30.62
48	C39135-48	0°	60	57	10	-	-	-	-	-	30.62

Fuente: elaboración propia.

- Datos de reductores

Este formato detalla las especificaciones técnicas que requiere cada conductor para poder pedirlo al proveedor de forma más estructurada y específica.

Tabla X. Datos de reductores



DEPARTAMENTO DE CALDERAS

DATOS DE REDUCTORES									
NOMBRE	Marca	No. De Serie	Modelo	Código Reductor	Ratio	service rating (hp)	Factor de servicio	RPM Input	RPM Output
CONDUCTOR BANDA HULE T.B.	Falk	08-0J0693	2070FC2A	735-0408	17,33	102	1	1750	101
CONDUCTOR TABLILLAS # 2B	Falk	98-0J2800	2090FC22A	735-0226	17,66	50	2	1750	100
CONDUCTOR BANDA HULE # 3B	Falk			735-0413	25,27	28	1	1750	68
CONDUCTOR BANDA HULE T.A.	Falk	98-0J2800	2090FC22A	735-0221	31,39	40	3,32	1750	133
CONDUCTOR PRINCIPAL # 1	Falk	08-0B1101-01	2090FZ2A	735-0416	16,78	100	2,35	1750	104,3
CONDUCTOR PRINCIPAL # 2	Falk	960J3752	1100FC2A	735-0320	16,97	130	1	1750	100
CONDUCTOR TABLILLAS # 4A	Falk			735-0485	17,34	99,6	1,5	1750	100
CONDUCTOR TABLILLAS # 4	Falk	12-097224-02	2080FC2B	735-0464	17,34	99,6	1,5	1750	100
CONDUCTOR BANDA HULE # 5	Falk			735-0225					
CONDUCTOR BANDA HULE # 7	Falk	8-4J6375-2	1080FC2A	735-0024	16,9	25	1,81	1750	103
CONDUCTOR BANDA HULE # 8	Falk	06-0P2992-26	207CFC2A	735-0333	17,33	60	1	1750	100
CONDUCTOR BANDA HULE # 9	Falk	08-091995	2050FZ2A	735-0414	25,27	28	1	1750	68
CONDUCTOR BANDA HULE # 10	Falk	97-J1869	1080FZ2A	735-0289	17,66	50	2	1750	100
CONDUCTOR BANDA HULE # 11	Falk	950J3563	1080FZ2	735-0126	25,5	20	1,47	1750	68
CONDUCTOR BANDA HULE # 12	Falk	050A755501	2060FZ2A	735-0229	25,63	30	2,26	1750	68
CONDUCTOR BANDA HULE # 13	Falk	05-A7596-01	2080FZ2A	735-0377	25,63	30	2,26	1750	68
CONDUCTOR TABLILLAS RETORNO	Falk	930J1448	1080FC2A	735-0233	17,66	96	1	1750	100
MESA BAGAZO # 1	Falk			735-0239	39,6	30	1,38	1750	44,2
NIVELADOR MESA # 1	Falk			735-0232	11,2	10	1,71	1750	155
MESA BAGAZO # 2	Falk			735-0116	39,6	30	1,37	1750	44,2
NIVELADOR MESA # 2	Falk			735-0279	17,33	60	1,7	1750	101

REDUCTORES DE REPUESTO							
ESTADO	CÓDIGO REDUCTOR	RATIO	HP	Factor Servicio	RPM INPUT	RPM OUTPUT	
REPARADO (TALLER C-7)	735-0224	17,66	99,6	1	1750	99,1	
REPARADO (TALLER C-7)	735-0223	17	82,7	1	1750	100	
REPARADO (TALLER C-7)	735-0121	31,39	40	3,325	1750	133	
SIN REPARAR (TALLER C-7)	735-0207	25,5	29,5	1	1750	68	
SIN REPARAR (TALLER C-7)	735-0022	25,12	30	1,53	1750	68	

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2. Esquemas detallados de los alimentadores de bagazo

En este tipo de formato se realizó la recolección de todos los datos sobre alimentadores de bagazo de las calderas del Ingenio Santa Ana. Los alimentadores de bagazo se movilizan a través de un motor que regularmente es de 7,5 hp que a su vez está conectado por medio de un acople INC L-110, hacia el reductor, que tiene una entrada de 1750 RPM y reduce hasta aproximadamente 60 RPM, esto para mover un sistema de transmisión de potencia, el cual está integrado por engranes y cadenas, que mueven al alimentador haciendo que, cuando pase el bagazo adentro de él, se acomode de tal forma que no se atore a la hora de entrar en el hogar de la caldera.

El cálculo que se hizo para determinar las revoluciones por minuto de salida del reductor, se logró gracias a una ecuación y datos de placa del reductor, la fórmula es la siguiente:

$$S_1 * T_1 = S_2 * T_2$$

Donde:

$S_1$ : es la velocidad de rotación (RPM) de entrada al reductor

$T_1$ : El número de dientes del primer engranaje

$S_2$ : es la velocidad de rotación (RPM) de salida del reductor

$T_2$ : El número de dientes del segundo engranaje

Hay una fórmula que relaciona el número de dientes y el ratio del reductor que es:

$$ratio = \frac{T_2}{T_1}$$

Entonces readequando la fórmula para poder determinar la velocidad de rotación de salida del reductor quedaría de la siguiente manera:

$$S_1 * T_1 = S_2 * T_2$$

$$S_1 = S_2 * \frac{T_2}{T_1}$$

$$S_1 = S_2 * ratio$$

$$S_2 = \frac{S_1}{ratio}$$

Hay una particularidad de estos reductores que utilizan los alimentadores de bagazo, que en el interior de estos reductores de velocidad tiene un eje excéntrico y por eso son llamados reductores cicloidales.

Tabla XI. Alimentador de bagazo caldera



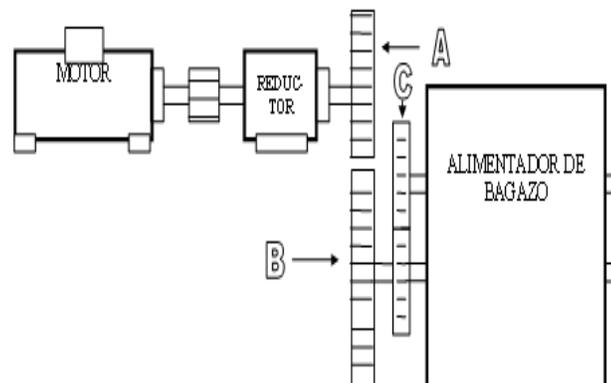
DEPARTAMENTO DE CALDERAS

<b>ALIMENTADOR DE BAGAZO CALDERA # 1</b>	<b>872-0001</b>	<b>C1-10</b>
<b>DATOS DE TRANSMISION</b>		

MOTOR	
codigo	732-1474
marca:	BALDOR
Cat. No.	EM3770
spec:	07H002X790
hp	7.5
volts	230/9.5
Amp	19/9.5
rpm	1770
frame	213T
ser. F	1.15
hz	60
rating	40C AMB-CONT
cc	010A
usable	AT208V
SN	F0612081275

REDUCTOR	
codigo	735-0393
marca	SUMITOMO
modelo	CHHS-6145Y-S8-29
ratio	29
Service Factor	1
Input RPM	1750
Input hp	10.1
output torque	9980 in-lb
serial No.	VA0258592

Transmision de potencia	
cadena	RS100
A	20 dientes
B	60 dientes
C	48 dientes
Largo De Cadena	111 plg
coupling	INCL-110



Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Datos de reductores



DEPARTAMENTO DE CALDERAS

Fecha : Diciembre 2013  
Actualización:1.0

**DATOS DE REDUCTORES**

**DATOS DE TRANSMISION**

Codigo	marca	Cat. No.	spec	hp	volts	Amp	RPM	Frame	Ser. F.	hz	rating	cc	usable	SN
732-1471	BALDOR	EM3710T	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F06102081270
732-1472	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0612081375
732-1473	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0612081195
732-1474	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0612081325
732-1474	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0612081275
732-1479	BALDOR	EM3710T	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0612081245
732-1478	BALDOR	EM3710T	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0612081500
732-1477	BALDOR	EM3710T	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0701151465
732-1476	BALDOR	EM3710T	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0612081470
732-1330	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0603166140
732-1329	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0603166265
732-1328	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0603166235
732-1327	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0603166260
732-1326	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0603166215
732-1320	BALDOR	EM3770T	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0603106340
732-1321	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0603166110
732-1322	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0603166315
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
732-1324	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0603166230
732-1325	BALDOR	EM3770	07H002X790	7.5	230/9.5	19/9.5	1770	213T	1.15	60	40C AMB-CONT	010A	AT208V	F0603166295

Fuente: elaboración propia.

### 4.2.3. Conjunto de esquema detallado de los ventiladores

Este conjunto de formatos o esquemas existen tres diferentes ventiladores en los que se encuentran: *overfire*, tiro inducido y tiro forzado. Entre ellos existen bastantes similitudes y pocas diferencias. Se indica en los formatos motor, fajas, chumaceras y cojinetes.

Tabla XIII. Ventilador *Overfire*

---

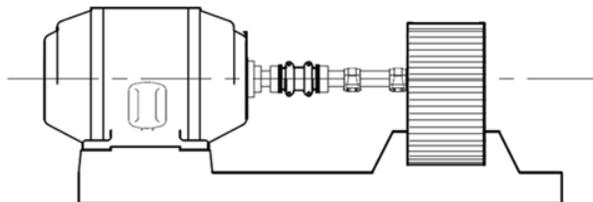


## DEPARTAMENTO DE CALDERAS

VERSION: 1.0  
FECHA: Octubre 2013  
MODIFICACIONES:

**VENTILADOR OVER FIRE # 2 (C-1) 0719-0071**

Componentes de Ventilador (V)		MOTOR (M)	
<i>Diametro Del Eje</i>	2 15/16	<i>codigo:</i>	732-0102
<i>No. Cojinete</i>	UG-347L	<i>marca:</i>	Electrical
<i>Coupling</i>	80T10	<i>rpm:</i>	1775
		<i>amp:</i>	65
		<i>frame:</i>	356T
		<i>potencia (HP)</i>	50



Fuente: elaboración propia.

#### **4.3. Implementación, actualización y seguimientos del sistema de los registros de control de equipo y repuestos en el área de calderas de la empresa, Santa Ana**

Para que el departamento de calderas de la empresa tenga éxito en la implementación de un sistema de registros de control, debe llevar a cabo diversos procesos, actividades, requisitos, etc. que son indispensables para su ejecución. Para ello se elaboraron todos los formatos necesarios para llevar el control de los equipos y repuestos que se posee el Área de Calderas.

Al llevar un control de los diversos registros que se utilizan diariamente se puede determinar la secuencia de los sucesos más relevantes, y obtener resultados en el momento que se requieran, para generar con eficiencia las actividades de la organización.

Por lo tanto, dichos registros deben estar en constante actualización para no perder la secuencia de los equipos y partes y así fomentar la mejora continua, instando a los colaboradores que se integran a la empresa a continuar con el proceso.

Es indispensable el seguimiento de los registros, para que la empresa posea un mejor análisis de las formas, obteniendo la secuencia de los diferentes eventos no deseados por la organización proporcionando una solución a los mismos, para ello debe existir una persona encargada de realizar el análisis respectivo de los hechos que ocurren a diario dentro de la organización (Jefe del área respectiva) entregando un informe al Gerente General para que centre su atención en aquellos eventos que pueden tener una variación y afectar las actividades de la empresa, realizando investigaciones

para determinar la causa del incidente o accidente, no perdiendo así la secuencia de las actividades anteriores.

## **5. FASE DE DOCENCIA**

### **5.1. Capacitar al personal de Área de Calderas sobre mantenimiento predictivo**

Para llevar a cabo la implementación del Diseño del sistema de control de los equipos y repuestos en el Área de Calderas se utilizaron los formatos desarrollados en el presente capítulo, la empresa inició por promover la cultura organizacional enfocada hacia la mejora continua.

Para ello, se elaboró un programa de capacitación a 20 personas que tuvo como finalidad establecer las acciones necesarias para que los colaboradores conocieran cómo utilizar los formatos de control y desarrollen sus actividades con eficiencia y eficacia.

### **5.2. Evaluaciones al personal**

Se realizaron evaluaciones al personal cuando se terminó la capacitación y en el futuro se recomienda evaluar al personal al finalizar cada curso, para determinar el rendimiento esperado y la asignación del posterior. (Ver cuadro No. 6).

### **5.3. Resultados de las evaluaciones**

Los resultados obtenidos de las evaluaciones sirvieron para conocer si los colaboradores obtuvieron el conocimiento para la elaboración de los formatos desarrollados en esta propuesta y para saber si la implementación del

sistema de control de los equipos y repuestos se realizó con éxito para el área de calderas, debido a que analizar los datos obtenidos fue imprescindible si se quería obtener los mejores resultados en la ejecución del mantenimiento predictivo.

#### **5.4. Guía de capacitaciones semestrales**

Se tiene programado capacitaciones semestrales con una duración de una semana para conocer como les ha ido en la realización de sus actividades con la implementación del diseño. Este tiempo deberá ser suficiente para resolver dudas acerca del contenido, caso contrario se extenderá lo necesario para dejar el contenido lo más claro posible.

A continuación, se muestra el Programa de Capacitación con los contenidos que se programaron para capacitar a los 20 colaboradores:

Tabla XIV. Programa de capacitación

No.	Evento	Duración	Hora de Inicio	Área	Días Evento	Instructor	Lugar
1	Dar a conocer la propuesta	30 minutos	8:00	De Calderas	Viernes	David Renato Pérez	Sala 1
2	Concientizar sobre la importancia de la implementación del Diseño	30 minutos					
3	Beneficios que representa la propuesta tanto para el ingenio como para los colaboradores	30 minutos					
4	Utilización de cada uno de los formatos	2 horas					
5	Realización de ejemplos para que practiquen y aclaren dudas.	2 horas					
6	Conclusiones	30 minutos					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Control de Capacitación**

<b>CURSO DE:</b> _____ <b>PROGRAMA:</b> _____		
<b>INSTRUCTOR:</b> _____		
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>TEMARIO</b>	<b>TÉCNICAS DE CAPACITACIÓN</b>

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Se estableció que el ingenio Santa Ana no cuenta con un sistema de control de equipos y partes en el Área de Calderas, por lo que los formatos con los que cuenta la organización se encuentran en un estado de desactualización y no expresan la información en forma clara y sencilla para mayor comprensión de los colaboradores y demás personas; puesto que al momento de realizar los análisis correspondientes a los procesos existentes, los registros cuentan con casillas y datos que no reflejan la información requerida para tomar las decisiones correctas en el momento oportuno, afectando grandemente la eficiencia de las operaciones de la empresa.
2. La empresa no recopila información relevante y veraz, para la evaluación de los diferentes registros que necesitan los equipos y partes en el Área de Calderas y bodega de la empresa, razón por la que no obtiene los resultados deseados en el rendimiento de las operaciones productivas, debido a la carencia de un sistema de control formatos idóneos de equipo y repuestos para garantizar el proceso del producto y respaldo para el cliente.
3. Con la información de la situación actual que se recopiló, se logró determinar la situación actual del Área de Calderas con respecto a los registros y lo que reflejan los formatos son tan importantes, como la cantidad de registros que tiene el Departamento de Calderas, por lo que se estableció en qué condiciones se encuentran y cómo se pueden mejorar.

4. Se determinó que el Área de Calderas y bodega de la organización carece de esquemas de los diferentes equipos, para generar una base de datos digital con la información eficaz en la toma de decisiones. A los colaboradores si les gustaría recibir capacitación para conocer el diseño del sistema de control de los equipos y partes del Área de Calderas, para adquirir las competencias y realizar las actividades con eficiencia y eficacia.
  
5. Se logró determinar que la empresa no logra incrementar su productividad, debido a que no cuenta con formatos de control digitalizados actualizados.

## RECOMENDACIONES

1. Con el propósito de optimizar la información que se obtiene de los registros, se elaboraron los formatos en forma clara y sencilla, por lo que se actualizaron para que los colaboradores y cualquier persona pueda interpretar fácilmente la información plasmada, así como el análisis y vaciado de datos. Por lo que se exhorta a la empresa a continuar con la actualización de registros, para mejorar el rendimiento de los procesos y/o actividades.
2. Para complementar la información existente de la empresa e incrementar la eficiencia de cada uno de los procesos productivos, se recomienda ejecutar la implementación del sistema de control de los equipos y partes elaborado para la organización, para optimizar los recursos disponibles.
3. Darle continuidad a la cantidad de formatos plasmados en el sistema de control, para el buen funcionamiento del Departamento de Calderas; puesto que los procesos y actividades se mejoran día a día, para buscar la perfección de los mismos, por lo que puede variar la cantidad necesaria de registros establecidos en este informe.
4. Utilizar los esquemas de los diferentes equipos, para generar una base de datos digital con la información eficaz en la toma de decisiones y brindar capacitación a los colaboradores para que puedan conocer y utilizar el diseño del sistema de control de los equipos y partes del Área

de Calderas, porque podrán realizar las actividades con efectividad y la empresa logrará los objetivos deseados de rentabilidad.

5. Se sugiere al gerente de la empresa que actualice y le dé seguimiento a las a los formatos de control digitalizados para lograr incrementar su productividad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BAUMEISTER, T. y otros. *Manual del Ingeniero Mecánico*. 11a. ed. México. McGraw Hill. 2007. 2304 P.
2. Departamento de Capacitación y Desarrollo. Manual de Inducción. División de Recursos Humanos. Grupo Corporativo Santa Ana, 2009. 17 P.
3. Grupo SKF. Catálogo General. Edición Suecia, 2008. 1129 P.
4. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad Total y Productividad*. 1a. ed. México. McGraw-Hill 1997. 403 P.
5. HUGOT, E. *Manual para ingenieros azucareros*. 1a. ed. México: CIA Continental S. A. de C. V. 803 P.
6. JAMES, Paul. *Gestión de la Calidad Total un texto introductorio*, 1a. ed. México. Prentice Hall 1997. 323 P.
7. KNICKI, Angelo y KREITNER, Roberto. *Comportamiento organizacional, conceptos, problemas y prácticas*, 1a. ed. México. McGraw-Hill 2003. 468 P.
8. KOONTZ, Harold and CYRIL, O Donnell. *Principies of Management*, México. McGraw Hill 1995. 589 P.
9. Martin Sprocket & Gear Inc. Catálogo 3000. P.

10. International Organization for Standardization. Norma española, UNE-EN ISO 9001. Suiza: ISO, 40 P.
11. REIN, Peter. Ingeniería de la Caña de Azúcar. 1a. ed. Verlag Dr. Albert Bartens KG, 2012. 880 P.
12. SHIGLEY, Joseph. et al. Diseño en Ingeniería Mecánica. 8a. ed. México: McGraw Hill, 2008. 1060 P.
13. SPOTTS, M. F. Proyecto de elementos de máquinas. 1a. ed. España: Reverté S. A., 1976. 684 P.

## APÉNDICE

### Apéndice 1. **Guía de entrevista para el gerente general del Ingenio Santa Ana**

1. ¿Cuáles son las razones de que la empresa carezca de registros de control para el departamento de calderas?
2. ¿Podría indicar si existen actividades que se realizan sin la utilización de registros de control para el departamento de calderas?
3. ¿Qué efectos ha tenido el Departamento de Calderas por carecer de registros de control, en relación a:
  - a. Cumplimiento de estándares de calidad
  - b. Efectividad
  - c. Productividad
  - d. Otros efectos
4. ¿Cree usted que la creación e implementación de registros de control para el Departamento de Calderas puede llevar a cabo en el corto plazo?
5. ¿Qué beneficios visualiza usted se pueden lograr en el corto y mediano plazo debido a la implementación de registros de control para la maquinaria y equipo de acuerdo a las necesidades del Departamento de Calderas?
6. En su opinión para llevar a cabo la implementación de los registros de control en el Departamento de Calderas es necesario que se le realicen capacitaciones para el personal? Exponga sus argumentos.
7. ¿Cree usted que la falta de registros de control es la causa de que no se puedan implementar un sistema de calidad en el Departamento de Calderas necesario para lograr la calidad a nivel nacional e internacional?
8. Si se visualiza el futuro de la empresa ¿Qué efectos puede causar la falta de implementar registros de control en el Departamento de Calderas?

Continuación apéndice 1.

9. Si usted desea agregar alguna información útil en relación a los registros de control para el Departamento de Calderas puede expresarlo.

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. **Cuestionario aplicado a operativos**

### **INGENIO SANTA ANA**

**Boleta No.** \_\_\_\_\_

Esta boleta constituye un instrumento diseñado para recopilar información que será utilizada para realizar el trabajo de investigación relacionado con los registros de control para el Departamento de Calderas del Ingenio Santa Ana.

**INSTRUCCIONES:** coloque con una "x" en la casilla correspondiente y/o llene los espacios en blanco, cuando así corresponda.

#### **A. ASPECTOS GENERALES**

1. Departamento al que pertenece \_\_\_\_\_

2. Puesto actual que ocupa \_\_\_\_\_

3. Tiempo que tiene de trabajar en la empresa

1-3 años \_\_\_\_\_ 3-5 años \_\_\_\_\_ 5 ó más años \_\_\_\_\_

4. ¿Existe un sistema de control para el equipo y repuestos para la realización de sus actividades en el departamento de calderas?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

Continuación apéndice 2.

5. Si su respuesta es sí ¿Cuáles son?:

6. Si su respuesta es no ¿Cómo le afecta el no contar con los registros de control necesarios para la realización de sus funciones?

7. ¿A tenido algún problema por no contar con las herramientas de control necesarias para la realización de sus actividades?

8. ¿Cuáles serían los beneficios para usted contar con registros de control?

9. ¿Cree que la aplicación de un sistema de control de equipo y repuestos para el Departamento de Calderas incide en el rendimiento y efectividad de la empresa?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

10. ¿Le gustaría recibir capacitación para la utilización del sistema de control de equipos y repuestos en el Departamento de calderas?swzqaqaz

Observaciones: \_\_\_\_\_

Gracias por su colaboración

Fuente: elaboración propia.

