

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/121

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): CHRISTIAN WEYMAR APELLIDOS: ORTIZ MORA

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GLORIA ESMERALDA APELLIDOS: SANDOVAL TOBÓN.

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): MANUAL DE OPERACIONES PARA LA CALDERA ACUOPIROTUBULAR DE LA EMPRESA PALMICULTORES DEL NORTE S.A.S

### RESUMEN

La comunidad de pequeños palmicultores del norte de santander radicados en el municipio de tibu bajo la razón social asogpados quienes pese al sometimiento del conflicto armado se organizaron junto a unos medianos palmicultores dando origen a PALNORTE S.A.S. empresa donde tendrá lugar el presente trabajo de investigación el cual se consolida en un instructivo fiable a la caldera acuopiro tubular de la empresa palmicultores del norte s.a.s. apoyado en pruebas de campo que conllevaron a un proceso de reingeniería necesario para la optimización del proceso de generación de vapor siendo la limitante ante la ampliación planteada como meta al año 2016 pasando de procesar 15trff/h a 30trffimplementada hoy en día con excelentes resultados siendo uno de los principales resultados obtenidos con una trascendencia de desarrollo que conllevo ser un proyecto de ponencia en el xxi comité técnico nacional de extracción de aceite de palma celebrado en Medellín.

PALABRAS CLAVE: Caldera, Generación, Vapor, Biomasa, Acuopiro tubular.

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 121 PLANOS: \_\_\_ ILUSTRACIONES: 58 CD ROOM: 1

MANUAL DE OPERACIONES PARA LA CALDERA ACUOPIROTUBULAR DE LA  
EMPRESA PALMICULTORES DEL NORTE S.A.S.

CHRISTIAN WEYMAR ORTIZ MORA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2016

MANUAL DE OPERACIONES PARA LA CALDERA ACUOPIROTUBULAR DE LA  
EMPRESA PALMICULTORES DEL NORTE S.A.S.

Presentado por:

CHRISTIAN WEYMAR ORTIZ MORA

Proyecto presentado modalidad trabajo dirigido como requisito para optar el título de Ingeniero

Electromecánico

Directora de pasantía

GLORIA ESMERALDA SANDOVAL MARTÍNEZ

Ingeniera Electromecánica

Codirector de pasantía

JOSE MAURICIO BONILLA TOBON

Ingeniero Electromecánico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2016

**FACULTAD DE INGENIERIAS  
ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO  
MODALIDAD TRABAJO DIRIGIDO**

**FECHA:** 13 DE OCTUBRE DE 2016

**HORA:** 3:00 PM

**LUGAR:** SALA DE FOTOGRAFIA DEL CREAD

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**TITULO DEL TRABAJO DE GRADO:** "MANUAL DE OPERACIONES PARA LA CALDERA ACUROTUBULAR DE LA EMPRESA PALMICULTORES DEL NORTE S.A.S"

**JURADOS:** Msc. JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS  
Esp. NORBEY CHINCHILLA HERRERA  
Esp. JUAN CARLOS RAMIREZ B.

**DIRECTOR:** Esp. GLORIA ESMERALDA SANDOVAL MARTINEZ  
Codirector: Ing. JOSE MAURICIO BONILLA TOBON

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CÓDIGO	CALIFICACION
CHRISTIAN WEYMAR ORTIZ MORA	1090456	5.0

**OBSERVACIONES:**

**LAUREADA**

**FIRMA DE LOS JURADOS:**

VoBo. COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

Mery L

## **Dedicatoria**

Dedico este logro al esfuerzo de mis padres con su orientación y enseñanza de todos estos años complementada por los conocimientos adquiridos del alma mater siendo muchas las experiencias vividas a todas y cada una de las personas que directa o indirectamente me ayudaron a conseguir este gran logro.

A mi esposa y mi hijo que viene en camino por ser una fuente incondicional de apoyo en el desarrollo de este largo camino en el cual compartimos buenos y malos momentos y hoy vemos como una realidad.

## **Agradecimiento**

A la familia PALNORTE S.A.S. por darme la oportunidad de ejercer mi profesión y hacer posible la ejecución de este proyecto con el apoyo de todos los ingenieros y el personal.

Al ingeniero Nereo Avila por su gran apoyo en la ejecución de este proyecto a él mis más gratos agradecimientos.

Al ingeniero Juan Ernesto Ramírez por darme la oportunidad de desarrollar un proyecto que solo fue una formulación simple pero que con sus ideas se solidifico en un gran proyecto de reingeniería llegando hasta el comité nacional de plantas extractoras de aceite.

Al ingeniero Ledwig Neira quien ha sido mi mentor en el gran camino profesional que comienzo en la empresa PALNORTE S.A.S.

A la ingeniera gloria esmeralda Sandoval directora de este proyecto por todo su apoyo ya que fue mi bocera ante la universidad en toda la ejecución de este proyecto.

Al ingeniero Mauricio Bonilla quien fue mi codirector y primer apoyo en este camino hoy finalizado como un proyecto aplicado a la industria.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. TITULO	19
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
3. JUSTIFICACIÓN	21
3.1 Beneficios Tecnológicos:	21
3.2 Beneficios Institucionales	22
3.3 Beneficios Empresariales	22
4. ALCANCES, LIMITACIONES Y DELIMITACIONES	24
4.1 ALCANCES	24
4.2 LIMITACIONES	24
4.3 DELIMITACIONES	25
4.4 TIPO DE PROYECTO	25
5. OBJETIVOS	26
5.1 OBJETIVO GENERAL	26
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	26
6. MARCO REFERENCIAL	27
6.1 ANTECEDENTES	27
6.2 MARCO TEÓRICO	31
6.2.1 palma aceitera.	31

6.2.2 aceite de palma.	33
6.2.3 Proceso extracción de aceite.	36
6.2.4 Generador de vapor.	44
6.2.5 caldera pirotubular	45
6.2.6 caldera acuotubular.	47
6.2.7 calderas compuestas.	49
6.2.8 elementos primarios y auxiliares de generación de vapor.	50
6.2.9 las causas de la contaminación de la extracción del aceite de palma	59
6.3 MARCO LEGAL	63
6.3.1 RESOLUCION DEL MINISTERIO DE AMBIENTE	63
7. DISEÑO METODOLÓGICO	64
8. DESARROLLO	66
8.1. Caracterización caldera PALMICULTORES DEL NORTE S.A.S.	66
8.1.1 Caldera acuotubular (hogar)	66
8.1.2. Caldera pirotubular (pirotubo)	67
8.1.3. Condiciones actuales de operación nominal	68
8.1.4. Caracterización de ventiladores	69
8.1.4.1. Ventilador inducido:	69
8.1.4.2. Ventilador forzado:	70
8.1.4.3. Ventilador sobre fuego:	71



8.1.4.4. Ventilador alimentador de fibra:	72
8.1.5 Velocidades establecidas control PID:	73
8.1.6 Caracterización de suministro de combustible	77
8.1.6.1 Gestión interna de residuos	77
8.1.6.2 Residuos de extracción de aceite	79
8.1.7 Residuos de generación de vapor	81
8.1.7.1 Recolección de escoria:	82
8.1.7.2 Recuperación Material Particulado	82
8.1.7.3 Exceso de biomasa	83
8.1.7.4 Condensado del proceso de generación de vapor:	83
8.2 Análisis y falencias encontradas	84
8.2.1 Temperatura de hogar no censada	84
8.2.2 Deterioro de la tapa delantera y trasera de la caldera pirotubular	84
8.2.3. Ducto de fuego con fugas	85
8.2.4. Deterioro del aditamento refractario de las compuertas del hogar	86
8.2.4. Suministro no adecuado de oxígeno	87
8.2.5 Inexistencia de una dosificación adecuada de combustible	87
8.2.6 limitante por temperatura de gases calientes	88
8.2.7 Configuración de nivel McDonnell	88
8.2.8 Temperatura de suministro de agua inadecuada	88

8.2.9. Desconocimiento de la tasa de generación de vapor	88
8.3 Mejoras realizadas para un funcionamiento óptimo	88
8.3.1 montaje de termocupla en el hogar y visualización de temperatura	89
8.3.2 cambio de recubrimiento refractario en tapa de caldera	90
8.3.3 reparación de ducto de fuego	94
8.3.4 modificación de material refractario en las compuertas del hogar	95
8.3.5 mejoras en suministro de oxígeno	96
8.3.6 Cambio de válvula de seguridad y adecuación de ducto	97
8.3.7 Reprogramación PLC de control caldera	97
8.3.7.1 Dosificación en suministro de combustible	98
8.3.7.2 Velocidad mínima de ventiladores y apagado por presión	99
8.3.7.3 Cambio de límite temperatura de gases	99
8.3.8 Configuración de Nivel McDonnell	100
8.3.9 Corrección de temperatura en tanque de agua	101
8.3.10 Adecuación de medidor de caudal en tanque de agua	101
8.3.11 Adecuación de espacio para mejorar la seguridad del operario	102
8.3.12 Asesoría y aprobación de mejoras realizadas	105
8.4 Creación y desarrollo de un manual de operaciones para la empresa	
PALNORTE S.A.S.	106
8.4.1 Introducción	107

8.4.2 caracterización caldera PALMICULTORES DEL NORTE S.A.S	107
8.4.3 Elementos de generación de vapor	107
8.4.4 Inspecciones iniciales	108
8.4.5 Proceso de generación de vapor	108
8.4.6 Parámetros óptimos de operación	108
RESULTADOS	110
CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES	114
BIBLIOGRAFÍA	115
WEBGRAFÍA	118
ANEXOS	118