



## RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES	SANDRA LILIANA PABÓN NESTOR ANDRES URBINA SUAREZ
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA
DIRECTOR	JHON HERMÓGENES SUÁREZ GELVEZ
TITULO DE LA TESIS	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PARA EL FRIGORÍFICO LA FRONTERA LTDA., EN VILLA DEL ROSARIO – NORTE DE SANTANDER

### RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la cuantificación y caracterización físicoquímica y microbiológica del agua residual generada en el Frigorífico La Frontera Ltda.

Se diseñó una planta piloto de lodos activos con la infraestructura que poseía la empresa, al cual se le hizo su respectivo seguimiento, incluso aislando microorganismos de lodos activos e identificando indicadores biológicos presentes en el reactor.

Por último, se llegó al diseño definitivo de la PTAR producto de todos los estudios anteriormente enunciados.

### CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS 233 PLANOS 6 ILUSTRACIONES \_\_\_\_\_ CD-ROM 1

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE  
AGUA RESIDUAL PARA EL FRIGORÍFICO LA FRONTERA LTDA., EN VILLA  
DEL ROSARIO – NORTE DE SANTANDER**

**SANDRA LILIANA PABÓN  
NESTOR ANDRES URBINA SUAREZ**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA DE PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2005**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE  
AGUA RESIDUAL PARA EL FRIGORÍFICO LA FRONTERA LTDA., EN VILLA  
DEL ROSARIO – NORTE DE SANTANDER**

**SANDRA LILIANA PABÓN  
NESTOR ANDRES URBINA SUAREZ**

**Director  
JHON HERMÓGENES SUAREZ GELVEZ  
Ingeniero Químico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA DE PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2005**



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
INGENIERIA DE PRODUCCION BIOTECNOLOGICA**

**ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** 28 de Junio de 2005

**HORA:** 10:00

**LUGAR:** 3 PISO EDIFICIO CREAD

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA DE PRODUCCION BIOTECNOLOGICA

**TITULO DE LA TESIS:** "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL FRIGORIFICO LA FRONTERA LTDA., VILLA DEL ROSARIO, NORTE DE SANTANDER".

**JURADOS:** MARCELA CHAVEZ R.  
MARJORIE SANCHEZ  
DAVID SILVA RODRIGUEZ

**DIRECTOR:** JOHN H. SUAREZ GELVEZ

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>CALIFICACION</b>
SANDRA LILIANA PABON	610209	4.6
NESTOR ANDRES URBINA	610253	4.6

**OBSERVACIONES:**  
TESIS MERITORIA

**FIRMA DE LOS JURADOS:**

Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular

*Este es el reflejo del esfuerzo, no solo mío, sino de muchas personas que aportaron desinteresadamente en la realización de este sueño.*

*Mi madre que con su presencia, su dedicación y sus esfuerzos me llenó de fuerza.*

*Mi abuela quien día a día con sus oraciones y sus voces de aliento para no rendirme ante las adversidades siempre me transmitido seguridad.*

*Mi tío Freddy con su confianza y su inmensa disponibilidad nunca dejó e creer en mí, brindándome todo aquello que estuviera en sus manos para mi bienestar.*

*Mis tías Lina, Mireya y Milena, quienes a traves de su incondicionalidad dieron respaldo en cada momento.*

*Y mis hermanos Rubén, José Manuel y Esteban que significaron el motor para seguir adelante.*

*A todos ellos mi eterno agradecimiento y el amor más sincero que tengo en mi corazón.*

***Sandra Liliana***

*Este trabajo se lo dedico a Dios, que me dio la fortaleza y el discernimiento para superar los momentos difíciles que se presentaron durante la realización de este trabajo.*

*A mis padres y hermanos que estuvieron conmigo ayudándome y brindándome toda la ayuda posible para lograr este importante triunfo en mi vida. Gracias padres porque supieron tolerarme y entenderme en todos los momentos tanto buenos y malos, y sobre todo por los consejos que me regalaron a través de la ejecución de este trabajo.*

*A Elena y sus padres que me brindaron un apoyo grande, estuvieron presentes ayudándome incondicionalmente en cada momento que la necesité. Sobre todo Elena que me alentó en los momentos de descreimiento y me dio la fuerza y la fé para seguir adelante.*

*A Liliana que siempre me tolero y creyó en mí desde que comenzamos este trabajo, superando juntos los momentos de dificultad que se nos presentaron.*

*A todas las personas que me ayudaron y me hicieron posible este logro importante en mi vida.*

***Nestor Andrés***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todopoderoso que fue guía y mostró el camino, permitiendo que cada momento e instante fuesen más manejables, y nos dió la sabiduría para actuar todos los días de nuestras vidas.

Al Dr. Jacinto Ruiz quien forjó en mí, la certeza y seguridad de ser capaz de cumplir con la labor asignada y nunca dejó de creer en cada una de mis capacidades.

Al Dr. Miguel Ángel Oliveros un gran amigo y consejero que con su cariño me animó y me dio siempre una gran aliento.

A Juan Ramírez que a pesar de sus ocupaciones siempre estuvo dispuesto a colaborar en cualquier inconveniente que se presentará.

Al Ing. Jhon Suárez gran maestro y docente que me entregó sus conocimientos y su total amistad.

A Martica, Mayela y Jorge que nos ofrecieron su amistad y su apoyo y dieron soluciones prácticas en momentos difíciles.

A los profesores Claudia Díaz y Marjorie Sánchez que siempre estuvieron un tiempo para guiarnos y brindarnos ayuda cuando más lo necesitábamos.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	24
1. TITULO	26
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	27
3. OBJETIVOS	28
3.1 OBJETIVOS GENERALES	28
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4. JUSTIFICACIÓN	29
4.1 TÉCNICA	29
4.2 SOCIAL	29
4.3 ECONÓMICA	30
5. MARCO TEÓRICO	31
5.1 ANTECEDENTES	31
5.2 BASES TEÓRICAS	33
5.2.1 Proceso productivo de los mataderos	33

5.2.2 Descripción del proceso productivo de los mataderos	35
5.2.3 Factores determinantes en la calidad del proceso	38
5.2.4 Identificación de impactos y medidas de manejo en el proceso productivo en los Mataderos en Colombia	39
5.2.5 Características de las aguas residuales originadas en las plantas de sacrificio del ganado	43
5.2.6 Tratamiento de las aguas residuales para mataderos	46
5.3 BASES LEGALES	63
6. METODOLOGÍA	66
6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	66
6.2 POBLACIÓN	66
6.3 MUESTRA	66
6.4 SISTEMAS DE HIPÓTESIS	66
6.5 SISTEMA DE VARIABLES	67
6.6 INSTRUMENTOS	67
6.7 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	68
6.7.1 Recolección de la información primaria	68
6.7.2 Recolección de la información secundaria	68

6.8 FASES DEL PROYECTO	68
6.8.1 Diagnóstico general de la empresa	68
6.8.2 Caracterización y cuantificación de las aguas residuales del Frigorífico La Frontera	68
6.8.3 Adecuación de la infraestructura disponible en la empresa para el arranque del sistema piloto de lodos activos	75
6.8.4 Arranque del sistema piloto de lodos activos	76
6.8.5 Seguimiento y evaluación del sistema de lodos activos	76
6.8.6. Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales	86
6.8.7 Entrega del informe final	87
7. DIAGNOSTICO DE GENERAL DE LA EMPRESA	88
7.1 DESCRIPCIÓN ADMINISTRATIVA	88
7.1.1 Misión	88
7.1.2 Visión	88
7.1.3 Objetivos de la empresa	88
7.1.4 Información básica	89
7.1.5 Instalaciones e infraestructura	89
7.1.6 Organigrama del Frigorífico La Frontera Ltda.	91

7.1.7 Diagnostico del proceso productivo del Frigorífico La Frontera Ltda.	92
8. CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS EN EL FRIGORÍFICO LA FRONTERA LTDA.	95
8.1 CUANTIFICACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DEL FRIGORÍFICO LA FRONTERA LTDA.	95
8.2 CUANTIFICACIÓN DEL AGUA RESIDUAL POR ETAPA DE PROCESO	99
8.3 CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DEL FRIGORÍFICO LA FRONTERA LTDA.	100
8.3.1 Caracterización fisicoquímica	100
8.3.2 Caracterización microbiológica	112
9. ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE EN LA EMPRESA	114
9.1 DESCRIPCIÓN INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE	114
9.2 ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	117
10. ARRANQUE, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE LODOS ACTIVOS	118
10.1 ARRANQUE DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA	118
10.2 EFICIENCIA GLOBAL DEL SISTEMA DE LODOS ACTIVOS	120
10.3 EFICIENCIA POR FASE DE TRATAMIENTO DEL SISTEMA	129
10.3.1 Cribas	129

10.3.2 Sedimentador	133
10.4 REACTORES DE LODOS ACTIVADOS	138
10.4.1 Seguimiento de los reactores.	138
10.4.2 Evaluación comparativa de los resultados de los experimentos.	144
10.5 BIOLOGIA DEL REACTOR DE LODOS ACTIVOS	164
10.5.1 Aislamiento e identificación de microorganismos del proceso de lodos activos	164
10.5.2 Identificación de indicadores biológicos	179
10.5.3 Caracterización de lodos	192
10.6 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES CINETICOS EN EL REACTOR	194
10.7 OBTENCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE LODO AEROBIO	198
11. DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES FRIGORIFICO LA FRONTERA LTDA	201
11.1 DISEÑO TÉCNICO	203
11.2 PRESUPUESTO	210
11.3 CRONOGRAMA DE OBRA	216
12. CONCLUSIONES	217
13. RECOMENDACIONES	220

BIBLIOGRAFÍA

222

ANEXOS

224