



**GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS  
BIBLIOTECARIOS**

**Código**

FO-SB-  
12/v0

**ESQUEMA HOJA DE RESUMEN**

**Página**

**1/1**

**RESUMEN TRABAJO DE GRADO**

**AUTOR(ES):**

**NOMBRE(S):** JULIO MANUEL      **APELLIDOS:** SILVA PEREZ

**NOMBRE(S):** \_\_\_\_\_      **APELLIDOS:** \_\_\_\_\_

**FACULTAD:** CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA AMBIENTAL

**DIRECTOR:**

**NOMBRE(S):** CARLOS HUMBERTO      **APELLIDOS:** CASTELLANOS BAUTISTA

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** APOYO EN LA FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE FITORREMEDIACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN EL BARRIO SAN JERÓNIMO DEL MUNICIPIO DE CÚCUTA

**RESUMEN**

El barrio San Jerónimo de Cúcuta no cuenta con sistema de colección de aguas servidas, razón por la cual sus aguas residuales fluyen a cielo abierto por un drenaje natural, las cuales son vertidas directamente sin ningún tratamiento previo sobre quebrada La Seca y posteriormente sobre el Río El Zulia. El objetivo fue apoyar la formulación de una propuesta de fitorremediación para el tratamiento de sus ARD. Para tal fin se estableció un sistema natural que consiste en la colonización de macrófitas en el drenaje natural y posteriormente se realizó la evaluación de la eficiencia del sistema.

**PALABRAS CLAVE:** Fitorremediación, macrófitas, aguas residuales, tratamiento.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PÁGINAS:** 114      **PLANOS:**           **ILUSTRACIONES:**           **CD ROOM:** 1

<b>Elaboró</b>		<b>Revisó</b>		<b>Aprobó</b>	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
<b>Fecha</b>	24/10/2014	<b>Fecha</b>	05/12/2014	<b>Fecha</b>	05/12/2014

COPIA NO CONTROLADA

APOYO EN LA FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE FITORREMEDIACIÓN PARA  
EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN EL BARRIO SAN  
JERÓNIMO DEL MUNICIPIO DE CÚCUTA

JULIO MANUEL SILVA PEREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

APOYO EN LA FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE FITORREMEDIACIÓN PARA  
EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN EL BARRIO SAN  
JERÓNIMO DEL MUNICIPIO DE CÚCUTA

JULIO MANUEL SILVA PEREZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Ambiental

Director

CARLOS HUMBERTO CASTELLANOS BAUTISTA

Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

**ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** 10 DE AGOSTO DE 2017

**HORA:** 16:00

**LUGAR:** SALA CREAD

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA AMBIENTAL

**TÍTULO:** APOYO EN LA FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE FITORREMEDIACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN EL BARRIO SAN JERÓNIMO DEL MUNICIPIO DE CÚCUTA

**MODALIDAD:** PASANTÍA

**JURADOS:** MARJORIE SANCHEZ DE AVENDAÑO  
DARKIS DEVIA  
JUDITH YAMILE ORTEGA CONTRERAS

**DIRECTOR:** CARLOS HUMBERTO CASTELLANOS BAUTISTA

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE**  
JULIO MANUEL SILVA PEREZ

**CODIGO**  
1650015

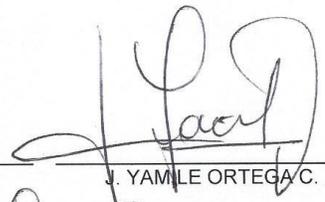
**CALIFICACIÓN**  
4.0

**OBSERVACIONES:**  
APROBADO

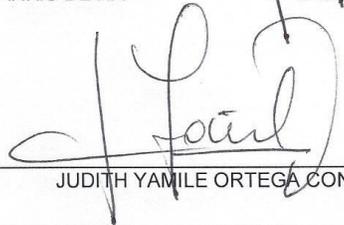
**FIRMA DE LOS JURADOS:**

  
MARJORIE SANCHEZ

  
DARKIS DEVIA

  
J. YAMILE ORTEGA C.

Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular

  
JUDITH YAMILE ORTEGA CONTRERAS

## **Dedicatoria**

“Este trabajo es dedicado a Dios por permitirme vivir esta experiencia tan enriquecedora, para convertirme en un profesional capaz de afrontar los retos y obstáculos que se presentan en la vida.

A mis padres quienes siempre me apoyaron, aconsejaron y me motivaron a estudiar y prepararme como un pilar fundamental en mi formación personal permitiendo que mi vida tome un camino bienaventurado.”

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	15
1. Problema	17
1.1 Título	17
1.2 Planteamiento del Problema	17
1.3 Formulación del Problema	17
1.4 Justificación	17
1.5 Objetivos	19
1.5.1 General	19
1.5.2 Específicos	19
1.6 Alcances y Limitaciones	19
1.6.1 Alcances	19
1.6.2 Limitaciones	20
1.7 Delimitaciones	20
1.7.1 Espacial.	20
1.7.2 Temporal	21
1.7.3 Conceptual	21
2. Marco Referencial	22
2.1 Antecedentes	22
2.2 Marco Teórico	25
2.2.1 Tratamiento de aguas residuales	25
2.2.2 La fitorremediación como alternativa para descontaminación de aguas residuales	27
2.2.3 Clasificación de las plantas macrófitas según su morfología y fisiología	29

2.2.4 Macrófitas usadas en el sistema	30
2.3 Marco Conceptual	33
2.3.1 Aguas residuales	33
2.3.2 Aguas residuales domésticas, (ARD)	33
2.3.3 Caracterización de las aguas residuales	34
2.3.4 Fitorremediación	34
2.3.5 Macrófitas	34
2.4 Marco Contextual	34
2.4.1 Información general de la empresa	34
2.4.2 Ubicación y descripción del barrio	37
2.5 Marco Legal	37
3. Diseño Metodológico	39
3.1 Descripción de la Metodología	40
3.1.1 Caracterización del agua residual domestica	40
3.1.2 Establecimiento del sistema	42
3.1.3 Evaluación de la eficiencia del sistema	42
3.1.4 Elaboración del programa de manejo del sistema	43
3.2 Tipo de Investigación	43
3.2.1 Investigación Aplicada	43
3.3 Universo y Muestra	43
3.3.1 Universo	43
3.3.2 Muestra	43
3.4 Marco Operativo	44
3.5 Instrumentos para la Recolección de la Información	47

3.6 Técnicas de Procesamiento de Datos	48
3.7 Técnicas de Análisis de Datos	48
4. Resultados y Discusiones	49
4.1 Caracterización del Agua residual del Barrio San Jerónimo	49
4.1.1 Resultados y análisis de los parámetros evaluados	50
4.1.1.1 Análisis de los parámetros físicos evaluados en la caracterización	50
4.1.1.2 Análisis de los parámetros químicos evaluados en la caracterización	51
4.1.1.3 Análisis de los parámetros microbiológicos evaluados en la caracterización	57
4.1.1.4 Aforo del caudal	58
4.2 Establecimiento del Sistema	58
4.2.1 Determinación del área donde funcionara el sistema	59
4.2.2 Adecuación del drenaje natural	61
4.3 Evaluación del Sistema	62
4.3.1 Aforo del caudal	62
4.3.2 Resultados de los análisis para la evaluación del sistema.	62
4.3.2.1 Resultados y análisis de los parámetros físicos para la evaluación del sistema	64
4.3.2.2 Resultados y análisis de los parámetros químicos para la evaluación del sistema	68
4.3.2.3 Resultados y análisis de los parámetros microbiológicos para la evaluación del sistema	78
4.4 Programa de Manejo del Sistema	80
4.4.1 Fase 1, limpieza del sistema	80
4.4.2 Fase 2, mantenimiento de las macrófitas del sistema	82

5. Conclusiones	86
6. Recomendaciones	87
Referencias Bibliográficas	88
Anexos	97