

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

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

**AUTOR (ES):**

**NOMBRE(S):** DARKYS GERYELI      **APELLIDOS:** DEVIA TORRES

**NOMBRE(S):** SINDY LISBET      **APELLIDOS:** CÁCERES SEPÚLVEDA

**FACULTAD DE:** CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

**PLAN DE ESTUDIOS DE:** INGENIERÍA AMBIENTAL

**DIRECTOR:**

**NOMBRE(S):** NÉSTOR ANDRÉS      **APELLIDOS:** URBINA SUÁREZ

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA LA REMOCIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA COAL NORTH ENERGY SAS

**RESUMEN**

El impacto ambiental generado por las aguas residuales de la explotación de carbón es significativo por la carga contaminante que estos por lo general poseen, representada en grandes concentraciones de sólidos suspendidos, metales (principalmente hierro) y otros elementos traza, además del bajo pH que suelen tener. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de un sistema de tratamiento biológico a partir de microalgas para remover la carga contaminante de las aguas residuales de una mina de la empresa Coal North Energy S.A.S, para ello se caracterizaron los efluentes de tres minas operadas por la compañía y se escogió aquella que presentó la mayor carga contaminante como muestra para la evaluación del tratamiento a escala piloto. La mina cuyos efluentes presentaron la mayor carga contaminante, representada principalmente en una alta concentración de sólidos suspendidos, hierro y bajo pH fue Batey, ubicada en el municipio de Bochalema, Norte de Santander. Al final del tratamiento se obtuvieron porcentajes de remoción del 66,67% para hierro total, 46,67% para cloruros y 95,1% para DQO, además se calcularon las constantes cinéticas utilizando el modelo de Monod. Debido a los resultados positivos, se propuso un sistema de tratamiento para las aguas residuales de esta mina, basado en la optimización del tratamiento primario existente y la implementación de una laguna facultativa para el tratamiento biológico de los efluentes.

**PALABRAS CLAVE:** aguas residual, biológico, diseño, microalgas, mina.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PÁGINAS:** 196      **PLANOS:**           **ILUSTRACIONES:**           **CD ROOM:** 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
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

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO -BIOLÓGICO PARA LA REMOCIÓN DE  
LA CARGA CONTAMINANTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA COAL  
NORTH ENERGY S.A.S

DARKYS GERYELI DEVIA TORRES  
SINDY LISBET CÁCERES SEPÚLVEDA

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

2016

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA LA REMOCIÓN DE  
LA CARGA CONTAMINANTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA COAL  
NORTH ENERGY S.A.S

DARKYS GERYELI DEVIA TORRES  
SINDY LISBET CÁCERES SEPÚLVEDA

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

Ingeniero Ambiental

Director

NÉSTOR ANDRÉS URBINA SUÁREZ

Ingeniero Producción Biotecnológica

Mg. Biotecnología

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

2016

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

**FECHA:** 10 DE MAYO DE 2016

**HORA:** 2:00 P.M.

**LUGAR:** SALA 401 EDIFICIO POSGRADOS

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA AMBIENTAL

**TITULO:** DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA LA REMOCIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA COAL NORTH ENERGY S.A.S

**MODALIDAD:** INVESTIGACIÓN

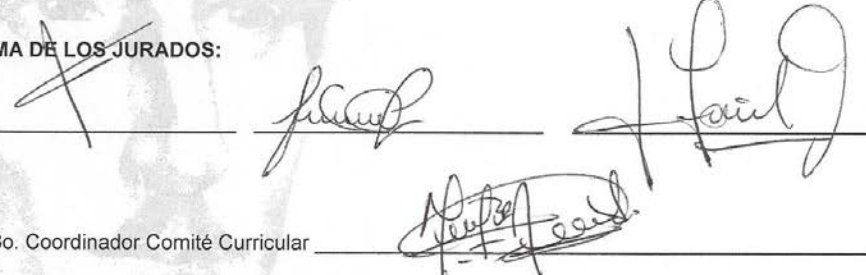
**JURADOS:** JOHN HERMOGENES SUAREZ GÉLVEZ  
JORGE CORREDOR RODRÍGUEZ  
JUDITH YAMILE ORTEGA CONTRERAS

**DIRECTOR:** NÉSTOR ANDRÉS URBINA SUÁREZ

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACION
DARKYS GERYELI DEVIA TORRES	1650065	4.5
SINDY LISBET CÁCERES SEPÚLVEDA	1650062	4.5

**OBSERVACIONES:**  
MERITORIO

**FIRMA DE LOS JURADOS:**

  
Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular \_\_\_\_\_

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	18
1. Problema	21
1.1 Título	21
1.2 Planteamiento del Problema	21
1.3 Formulación del Problema	23
1.4 Justificación	23
1.5 Objetivos	25
1.5.1 Objetivo general	25
1.5.2 Objetivos específicos	25
2. Marco referencial	26
2.1 Antecedentes	26
2.2 Marco Teórico	28
2.2.1 Generalidades	28
2.2.2 Tipos de explotación minera de carbón	29
2.2.3 Etapas de la minería de carbón	30
2.2.3.1 Operaciones unitarias de la explotación subterránea	31
2.2.4 Impactos ambientales de la minería de carbón en Norte de Santander	32
2.2.4.1 Situación de la minería en Norte de Santander	32
2.2.4.2 Impactos ambientales relacionados con la explotación subterránea	33
2.2.5 Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua	35
2.2.5.1 Sólidos y residuos	35
2.2.5.2 Temperatura	36

2.2.5.3 pH	36
2.2.5.4 Alcalinidad	36
2.2.5.5 Cinc	37
2.2.5.6 Cloruros	37
2.2.5.7 Cromo	38
2.2.5.8 Dureza	38
2.2.5.9 Fosfatos	39
2.2.5.10 Hierro	39
2.2.5.11 Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO5	40
2.2.5.12 Demanda química de oxígeno, DQO	41
2.2.5.13 Nitritos y nitratos	41
2.2.5.14 Oxígeno disuelto (OD)	41
2.2.5.15 Sulfatos	43
2.2.6 Drenaje ácido	43
2.2.7 Tipos de tratamiento	45
2.2.7.1 Físicos	45
2.2.7.2 Químicos	45
2.2.7.3 Biológicos	46
2.3 Marco contextual	50
2.3.1 Ubicación espacial	50
2.3.2 Misión Coal North Energy S.A.S	51
2.4 Marco Conceptual	52
2.4.1 Aguas residuales	52
2.4.2 Drenajes ácidos de minas (DAM)	52

2.4.3 Tratamiento biológico	53
2.4.4 Metales pesados	53
2.4.5 Lodos activos	53
2.4.6 Demanda bioquímica de oxígeno	54
2.4.7 Demanda química de oxígeno	54
2.5 Marco Legal	54
2.6 Delimitaciones	57
2.6.1 Espacial	57
2.6.2 Temporal	57
2.6.3 Conceptual	57
3. Diseño metodológico	58
3.1 Tipo de Investigación	58
3.2 Población y Muestra	58
3.2.1 Población	58
3.2.2 Muestra	58
3.3 Hipótesis	58
3.4 Variables	59
3.4.1 Variables independientes	59
3.4.2 Variables dependientes	59
3.4.3 Variables Intervinientes	59
3.5 Fases de la Investigación	59
3.5.1 Determinación de los puntos de muestreo	59
3.5.1.1 Mina Aurora 2	59
3.5.1.2 Mina nuevo horizonte 1	67

3.5.1.3 Mina Batey	75
3.5.2 Caracterización de las aguas residuales de la mina	84
3.5.2.1 Caracterización inicial	84
3.5.2.2 Caracterización de la mina escogida	86
3.5.3 Aislamiento de las microalgas	87
3.5.4 Evaluación de los tratamientos experimentales	89
3.5.4.1 Tratamiento 1: Agua residual aireada en el reactor (control)	93
3.5.4.2 Tratamiento 2: Agua residual tratada solo con microalgas de la división Chlorophyta	95
3.5.4.3 Tratamiento 3. Agua residual tratada con microorganismos del lodo activo	97
3.5.4.4 Tratamiento 4: Agua residual tratada con microalgas más microorganismos del lodo activado.	99
3.5.5 Determinación de los parámetros cinéticos	100
3.5.6 Diseño del sistema piloto de tratamiento	101
3.5.7 Procesamiento y análisis de datos	101
3.6 Instrumentos	102
3.6.1 Instrumentos para la recolección de información	102
3.6.1.1 Fuentes primarias	102
3.6.1.2 Fuentes secundarias	102
3.7 Técnicas de Recolección de Datos	103
4. Resultados y Análisis	104
4.1 Caracterización de las Aguas Residuales	104
4.1.1 Caracterización fisicoquímica del agua	104



4.1.1.1 Mina Aurora 2	104
4.1.1.2 Mina Nuevo Horizonte 1	113
4.1.1.3 Mina Batey	116
4.1.2 Comparación de los resultados de las tres minas.	119
4.1.3 Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los efluvios de la mina escogida: Batey	124
4.2 Aislamiento de las Microalgas	129
4.3 Resultados de los Tratamientos Experimentales	132
4.3.1 Seguimiento de la planta piloto	132
4.3.2 Remoción de contaminantes	136
4.3.3 Determinación de las constantes cinéticas	139
4.3.4 Propuesta de diseño para el tratamiento de las aguas residuales de la mina Batey	141
4.3.4.1 Optimización del sistema de tratamiento actual	142
4.3.4.2 Implementación de una laguna facultativa	150
5. Conclusiones	155
6. Recomendaciones	158
Referencias Bibliográficas	160
Anexos	168