

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

**ANALIZAR Y DETERMINAR LA CONTAMINACIÓN FÍSICO -
QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA DEL NUEVE
QUE PROVOCA EL EFLUENTE DE LAS INDUSTRIAS
AGRÍCOLAS DE BERMEJO S.A. (IABSA)**

Por:

RICHARD ELDERS CONDORI MOLLOJA

Modalidad de graduación: **TESIS DE GRADO** presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

Diciembre - 2018

TARIJA - BOLIVIA

VºBº

.....
M.Sc. Ing. Pedro Bernardo Cruz Gareca
DOCENTE GUIA

.....
M.Sc. Ing. Freddy Castro Salinas

**DECANO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....
M.Sc. Ing. Luis Arandia M.

**VICEDECANO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
M.Sc. Ing. Herlan Baldiviezo Baldiviezo

.....
M.Sc. Ing. Tito Carrazana Baldiviezo

.....
Ing. Marco Vladimir Elias Hoyos

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del (la) autor (a).

DEDICATORIA

A mis padres Saturnino Condori y Nilfa Molloja, por haberme inculcado en todo momento el concepto de superación con humildad, respeto, honradez y responsabilidad.

A mis hermanos, Carlos y Arturo, que siempre han estado brindándome su apoyo.

A mi familia en general, tíos, primos etc. por apoyarme y llenarme de fortaleza y así lograr un objetivo más en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi faro y guía en este camino.

Agradezco a mis padres **Saturnino Condori y Nilfa Molloja**, por sus palabras de apoyo en todo momento y a su vez depositado toda su confianza en mí desde un inicio.

A mi profesor guía, por su asesoramiento en la realización de mi tesis.

A todos mis docentes, por el conocimiento y sabiduría brindados para mi formación como profesional.

A mis compañeros y amigos, con los cuales compartí buenos y malos momentos durante mi vida universitaria.

PENSAMIENTO

“Los libros son el más constante y estable de los amigos; el más sabio y accesible de los concejeros y el más paciente de los maestros”

(Charlers W. Elliot)

ÍNDICE

<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>JUSTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA</u>	2
<u>Justificación</u>	2
<u>Planteamiento del problema</u>	3
<u>Formulación del problema</u>	3
<u>HIPÓTESIS</u>	4
<u>OBJETIVOS (GENERALES Y ESPECÍFICOS)</u>	4
<u>Objetivo general</u>	4
<u>Objetivos específicos</u>	4
CAPÍTULO I	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
<u>1.1. MARCO LEGAL</u>	5
1.1.1. <u>Constitución Política del Estado</u>	5
1.1.2. <u>La ley del Medio Ambiente N° 1333:</u>	6
1.1.3. <u>Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) (D.S. N° 24176,</u> <u>1995) :</u>	6
1.1.4. <u>Norma Boliviana 64002: Calidad del agua – Muestreo de Efluentes industriales.</u>	9
1.1.5. <u>Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (RASIM):</u>	9
<u>1.2. MARCO TEÓRICO</u>	10
1.2.1. <u>Potencial de Hidrogeno – pH</u>	10
1.2.2. <u>Sólidos Totales</u>	10
1.2.3. <u>Sólidos suspendidos totales- SST</u>	11
1.2.4. <u>Demanda Bioquímica de Oxígeno- DBO₅ (mg/l)</u>	11
1.2.5. <u>Demanda Química de Oxígeno –DQO (mg O₂/l)</u>	11

1.2.6.	<u>Aceites y grasas</u>	12
1.3.	<u>GENERACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS</u>	13
1.3.1.	<u>Efectos de las aguas y sólidos residuales de la industria azucarera</u>	13
1.3.2.	<u>Tratamiento de residuos sólidos según Ingenio Azucarero Guabirá</u>	15
1.3.3.	<u>Tratamiento de residuos líquidos según Ingenio Azucarero Guabirá</u>	16
1.4.	<u>DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE CUERPOS RECEPTORES POR PARTE DE INDUSTRIAS AZUCARERAS</u>	17
CAPÍTULO II		
MATERIALES Y MÉTODOS		
2.1.	<u>LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN</u>	19
2.2.	<u>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</u>	21
2.2.1.	<u>HISTORIA DE IABSA</u>	21
2.3.	<u>DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE BIOFÍSICO</u>	21
2.3.1.	<u>Clima</u>	21
2.3.2.	<u>Temperatura</u>	21
2.3.3.	<u>Humedad relativa</u>	21
2.3.4.	<u>Vientos</u>	22
2.3.5.	<u>Precipitaciones pluviales</u>	22
2.3.6.	<u>Suelos</u>	23
2.3.7.	<u>Recursos Hídricos</u>	23
2.3.8.	<u>Cuencas y sub-cuencas</u>	23
2.4.	<u>MATERIALES</u>	25
2.5.	<u>METODOLOGÍA.</u>	25
2.5.1.	<u>Método para la comparación de los resultados</u>	26

2.5.2.	<u>Identificación del Área de estudio</u>	27
2.6.	<u>MÉTODOS DE MUESTREO Y SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO</u>	27
2.7.	<u>TÉCNICAS PARA EL MUESTREO Y SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO</u>	30
2.7.2.	<u>INSTRUMENTOS PARA EL MUESTREO Y SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO</u>	33
2.8.	<u>PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS</u>	33
2.9.	<u>ANÁLISIS DE LABORATORIO</u>	34
2.10.	<u>MÉTODO PARA MEDICIÓN DE CAUDAL DE LA QUEBRADA DEL NUEVE</u>	35
2.10.2.	<u>Aforo con Flotadores</u>	35
2.11.	<u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	36

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.	<u>RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO DEL CEANID, PARA SU COMPARACIÓN Y CORRESPONDIENTE CLASIFICACIÓN, DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA DEL NUEVE.</u>	37
3.1.1.	<u>RESULTADO DE MEDICIÓN DE CAUDAL EN LA QUEBRADA DEL NUEVE.</u>	38
3.2.	<u>COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO CON LOS LÍMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LIQUIDAS.</u>	39
3.3.	<u>CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA DEL NUEVE, SEGÚN EL REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA.</u>	51

3.3.1.	<u>ÉPOCA DE NO PRODUCCIÓN-MES DE JULIO</u>	52
3.3.2.	<u>ÉPOCA DE PRODUCCIÓN O ZAFRA-MES DE SEPTIEMBRE</u>	55
3.4.	<u>DISCUSIÓN</u>	58
3.5.	<u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	60
3.5.1.	<u>ANÁLISIS ANOVA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (mg/l)</u>	60
3.5.2.	<u>ANÁLISIS ANOVA DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (mg/l)</u> ...	61
3.5.3.	<u>ANÁLISIS ANOVA DE GRASAS Y ACEITES (mg/l)</u>	62
3.5.4.	<u>ANÁLISIS ANOVA DEL pH</u>	63
3.5.5.	<u>ANÁLISIS ANOVA DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/l)</u>	64
3.6.	<u>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</u>	66
3.6.1.	<u>LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN</u>	66
3.6.2.	<u>PRE-TRATAMIENTO</u>	67
3.6.3.	<u>TRATAMIENTO PRIMARIO</u>	68
3.6.4.	<u>TRATAMIENTO SECUNDARIO</u>	69
 CAPÍTULO IV		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
4.1.	<u>CONCLUSIONES</u>	72
4.2	<u>RECOMENDACIONES</u>	73
	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	74
	<u>REFERENCIAS</u>	77

ÍNDICE DE CUADROS

<u>CUADRO N° 1</u>	8
<u>CUADRO N° 2</u>	17
<u>CUADRO N° 3</u>	22
<u>CUADRO N° 4</u>	24
<u>CUADRO N° 5</u>	24
<u>CUADRO N° 6</u>	28
<u>CUADRO N° 7</u>	34
<u>CUADRO N° 8</u>	37
<u>CUADRO N° 9</u>	38
<u>CUADRO N° 10</u>	39
<u>CUADRO N° 11</u>	39
<u>CUADRO N° 12</u>	45
<u>CUADRO N° 13</u>	52
<u>CUADRO N° 14</u>	53
<u>CUADRO N° 15</u>	54
<u>CUADRO N° 16</u>	55
<u>CUADRO N° 17</u>	56
<u>CUADRO N° 18</u>	57
<u>CUADRO N° 19</u>	58
<u>CUADRO N° 20</u>	71

ÍNDICE DE GRÁFICAS

<u>GRAFICA N° 1</u>	40
<u>GRAFICA N° 2</u>	41
<u>GRAFICA N° 3</u>	42
<u>GRAFICA N° 4</u>	43
<u>GRAFICA N° 5</u>	44
<u>GRAFICA N° 6</u>	46
<u>GRAFICA N° 7</u>	47
<u>GRAFICA N° 8</u>	48
<u>GRAFICA N° 9</u>	49
<u>GRAFICA N° 10</u>	50

ÍNDICE DE MAPAS

<u>MAPA N° 1</u>	20
<u>MAPA N° 2</u>	31