

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA

**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANITARIAS EN
LA PLANTA DE GLP (EL PORTILLO-TARIJA), MEDIANTE EL
DISEÑO DE UN BIOFILTRO A ESCALA**



Por:

YEISON FREDDY GOMEZ VALDEZ

Modalidad de graduación Investigación Aplicada, presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

2017

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

Nombre del Decano (a)

DECANO (a)

Nombre del Vicedeano(a)

VIDECANO (a)

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Maybeth Orozco

Ing. Mirtha Segovia

Ing. Jorge Tejerina O.

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

Dedicatoria:

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y poder iniciar una vida profesional.

A mi Padre Freddy, por los ejemplos de perseverancia y constancia que me ha infundado siempre.

A mi Madre y Hermana, por los consejos, sus valores y la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

Agradecimiento:

A mi familia y amigos, por su apoyo me fue posible este objetivo.

A Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, por permitirme realizar el proyecto para mi titulación.

A mis docentes por su colaboración y el apoyo brindado en la elaboración de este proyecto.

Espacio para pensamiento (opcional)

RESUMEN

Debido a la gran problemática de contaminación que generan las aguas residuales sanitarias de la Planta de Engarrafado El Portillo – Tarija y la necesidad de un tratamiento de las mismas para así evitar las descargas contaminantes a la descarga pluvial lo cual genera contaminación al medio ambiente y cumplir normativa con respecto a descargas de efluentes, la Planta de Engarrafado no cuenta con un sistema de tratamiento de estas aguas residuales sanitarias, por lo que se propuso el diseño de un Biofiltro como una alternativa para la reducción de los niveles de contaminación y aporte social de agua a las comunidades adyacentes a la empresa.

Para la realización del presente trabajo previamente se realiza la sistematización de información generada por cuatro estudios anteriores; como son “Tratamiento de Aguas Residuales con Plantas Acuáticas” Jimena Duran, 2000; “Estudio Hidráulico a Nivel Laboratorio de Humedales de Flujo Sub-Superficial” Rodrigo Uzqueda, 2002; “Tratamiento de aguas residuales domiciliarias con Titora (*Thypa domingensis*) en humedales Artificiales de Flujo Continuo” Estela Sullca, 2004 y “Tratamiento de las Aguas Residuales de la Bodega del Centro Nacional Vitivinícola Tarija – CENAVIT, en un Biofiltro a Escala de Laboratorio” Maribel Cari 2012.

El trabajo consiste en la aplicación de un sistema experimental de tratamiento de aguas residuales sanitarias que comprende de dos tanques de sedimentación destinados a la separación de sólidos, seguido de un tanque de aireación para garantizar un proceso aerobio en el biofiltro, finalmente el agua residual sanitaria pasa a un biofiltro donde se forma una biopelícula que favorece la degradación de la materia orgánica de forma aerobia, con el fin de dar un posterior uso para aguas de riego sin que estas puedan tener olores desagradables que se generan en sistemas anaerobios que desprenden metano y sulfuros.

El efluente tiene variaciones en caudal y concentración de contaminantes, este se caracteriza para conocer los parámetros físico-químicos y bacteriológicos, se toman muestras a la salida del sistema experimental (biofiltro), donde se determina sólidos disueltos totales, la demanda biológica de oxígeno, coliformes totales y fecales.

Por los resultados alcanzados en la investigación, el proceso planteado muestra una alternativa viable y económica que permitirá reducir la carga contaminante de los efluentes sanitarios de la Planta de GLP El Portillo – Tarija, de manera que las aguas residuales sanitarias se reutilicen en riego o diversos usos.

SIMBOLOGIA

V_v	Volumen de espacios vacios (m^3).
Q	Caudal (m^3/h).
t	Tiempo de retención (h).
a_1	Espaciado entre deflectores (m).
a_t	Ancho del Biofiltro (m).
l_t	Largo del biofiltro (m).
a_2	Largo de los deflectores (m).
V	Velocidad de Flujo (m/h).
g	Constante Gravitacional (cm/s^2).
ρ	Densidad del Agua (gr/cm^3).
D_r	Diámetro del Reactor (cm).

ACRONIMOS

OMS = Organización mundial de la salud

MMAA = ministerio de medio ambiente y agua

ODM = Objetivos de desarrollo mundial

NTU = Unidades nefelometricas de turbidez

DBO₅ = Demanda bioquímica de oxígeno

DQO = Demanda química de oxígeno

OD = Oxígeno disuelto

CT = Coliformes totales

CF = Coliformes fecales

SS = Sólidos suspendidos

THR = Tiempo de retención hidráulica

BFH = Biofiltro de flujo Horizontal

BFV = Biofiltro de flujo vertical

INDICE

Agradecimientos

Dedicatorias

Pensamiento

Resumen

INTRODUCCIÓN

	Pagina
i. Antecedentes.....	1
ii. Objetivos.....	7
iii. Objetivo General.....	7
iv. Objetivos específicos.....	7
v. Justificación.....	8

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

	Pagina
1 Aspectos legales y normativas ambientales.....	13
1.1 Constitución Política del Estado.....	13

1.1.1	Ley de Medio Ambiente.....	14
1.1.2	Reglamento de Contaminación Hídrica.....	16
1.1.3	Gestión Ambiental.....	18
1.2	Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos.....	18
1.2.1	Ubicación Geográfica de la Planta de Engarrafado EL PORTILLO-TARIJA Distrito Comercial Tarija.....	18
1.2.2	Descripción de la Planta.....	20
1.3	Aguas Residuales Sanitarias.....	20
1.4	Tipos de contaminación de agua residual sanitaria.....	21
1.4.1	Contaminación física.....	21
1.4.1.1	Medida de la temperatura.....	21
1.4.1.2	Color.....	21
1.4.1.3	Olor.....	22
1.4.1.4	Materia Solida.....	22
1.4.1.5	Conductividad eléctrica.....	23
1.4.1.6	Dureza Total.....	24
1.4.1.7	Turbiedad.....	25
1.4.2	Contaminación Química.....	26

1.4.2.1	Nitrógeno Total.....	26
1.4.2.2	Fosforo Total.....	27
1.4.2.3	TPH (HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO).....	27
1.4.2.4	Alcalinidad.....	28
1.4.2.5	Calcio Disuelto.....	29
1.4.2.6	Cloruros.....	31
1.4.2.7	pH.....	32
1.4.2.8	conductividad.....	33
1.4.2.9	Hierro Disuelto.....	34
1.4.2.10	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	34
1.4.2.11	Demanda Química de Oxígeno DQO.....	35
1.4.3	Componentes Biológicos en las Aguas Residuales Sanitarias.....	36
1.4.3.1	Coliformes Totales CT y Coliformes Fecales CF.....	37
1.5	Clasificación de los Contaminantes.....	38
1.5.1	Contaminantes Orgánicos.....	38
1.5.2	Contaminantes Inorgánicos.....	39
1.6	Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales.....	42
1.6.1	Tecnologías Apropriadas para el Tratamiento de Aguas Residuales	

Sanitarias.....	42
1.7 Algunas Opciones Tecnológicas.....	43
1.7.1 Tipos de Tratamiento.....	43
1.7.1.1 Tipos de Tratamiento en Aguas Residuales Sanitarias.....	45
1.7.1.1.1 La Cámara Séptica.....	45
1.7.1.1.2 Lagunas de Estabilizacion.....	46
1.7.1.1.3 Estanques de Lodos Activos.....	49
1.7.2 Sistemas De Tratamiento Natural y Biológico.....	51
1.7.2.1 Humedales o Sistemas de Plantas Acuáticas.....	51
1.7.2.2 Sistemas para el Tratamiento de las Aguas Residuales Sanitarias con Plantas Acuáticas.....	52
1.8 Tratamiento de Aguas Residuales en un Biofiltro.....	53
1.8.1 Biofiltros: tipos y componentes principales.....	57
1.8.1.1 Descripción de un Biofiltro Horizontal.....	57
1.8.1.2 Descripción de un Biofiltro de Flujo Vertical.....	60
1.8.2 Ventajas de un Biofiltro.....	63
1.8.3 Formación de la Película Microbiana.....	64
1.8.4 Contaminantes de importancia para el Diseño de un Biofiltro.....	64

1.9 Trabajos Experimentales previos realizados por otros autores.....65

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL

	Pagina
Introducción.....	67
2.1 Descripción y análisis de materias primas.....	68
2.1.1 modelo de funcionamiento del Biofiltro planteado para el ensayo.....	68
2.1.2 Modelo Planteado para el Diseño del Biofiltro Horizontal.....	70
2.1.3 Tanque de Oxigenación.....	76
2.2 Diseño del Biofiltro.....	79
2.2.1 Dimensionamiento y especificaciones del Biofiltro.....	79
2.2.1.1 Consideraciones a tener en cuenta en el diseño.....	79
2.2.1.2 Generalidades de Diseño.....	81
2.3 Diseño del Biofiltro Experimental.....	81
2.3.1 plantas acuáticas (Totorá).....	88
2.4 Metodología de Investigación.....	92
2.4.1 Parte Experimental: monitoreo y toma de muestras.....	93

2.5 Balance de materia.....	97
2.6 Diseño factorial.....	99
2.6.1 Elección del diseño Experimental.....	99
2.6.2 Pasos a realizar el diseño factorial.....	100
2.6.2.1 Elección de las variables a medir: respuestas.....	100
2.6.2.2 Elección de los intervalos de operación para cada una de las variables de operación: niveles.....	100
2.6.3 Construcción de un diseño factorial completo 2^k	101
2.6.3.1 Dominio experimental o matriz de diseño.....	101

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pagina

3. Presentación ordenada y sistemática de todos los resultados obtenidos.....	105
3.1 Comportamiento De Los Sólidos Disueltos Totales	
3.2 Comportamiento De La Demanda Bioquímica De Oxigeno (Dbo5)	
3.3 Comportamiento De Los Coliformes Totales Y Fecales	

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

	Pagina
5.1 Conclusiones.....	113
5.2 Recomendaciones.....	115

BIBLIOGRAFÍA.

ANEXOS.