



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

ANÁLISIS DE LA CAMA DE TURBA COMO FILTRO EN EL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA
LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS “LVAUTO” UBICADA EN
LA CIUDAD DE LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI

AUTOR: SÁNCHEZ RUALES JOSÉ ANDRÉS

TUTOR: ING. MSC. PAREDES BELTRÁN BOLIVAR EDUARDO

AMBATO – ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. MSc. Bolívar Eduardo Paredes Beltrán, certifico que el presente Trabajo experimental **“ANÁLISIS DE LA CAMA DE TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS “LVAUTO” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, realizado por el Sr. José Andrés Sánchez Ruales, egresado de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, fue desarrollado bajo mi tutoría y supervisión, siendo un trabajo elaborado de forma personal e inédita.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad

Ambato, Noviembre del 2017

Ing. MSc. Eduardo Paredes Beltrán

TUTOR

AUTORÍA

Yo, José Andrés Sánchez Ruales, con C.I. 050279198-1 egresado de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, por medio del presente, certifico que el siguiente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DE LA CAMA DE TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS “LVAUTO” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, es de mi completa autoría, y que los comentarios y críticas son de mi completa responsabilidad.

Ambato, Noviembre del 2017

José Andrés Sánchez Ruales

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi trabajo experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Noviembre del 2017

José Andrés Sánchez Ruales

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de calificación de grado aprueban el Trabajo Experimental: **“ANÁLISIS DE LA CAMA DE TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS “LAVAUTO” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, del Sr. José Andrés Sánchez Ruales, egresado de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil.

Para constancia firman,

Ing. Mg. Geovanny Paredes
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Fabián Morales
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico primero a mi Dios, por guiarme siempre en el camino de la sabiduría, perseverancia, y, sobre todo, de la humildad.

A mi querida madre Jackeline, por darme la vida, por todo el amor y apoyo incondicional brindado hacia mí, en todos y cada uno de mis días, enseñándome a ser una persona correcta, humilde y de bien.

A mis abuelitos Gloria y Carlos por haberme criado con mucho amor y haberme dado siempre su cariño y comprensión. Por todo el apoyo brindado durante mi vida y en especial en mi etapa universitaria.

A mi padre Jhonny, que siempre supo enseñarme a ser una persona valiente y decidida. Por aconsejarme a nunca dejarme vencer por los problemas de la vida y a pesar de la distancia, darme su apoyo en todo momento.

A mi familia y amigos, por estar conmigo en las buenas, y, sobre todo, en las malas, dándome consejos y apoyándome en todo aquello que necesité para poder culminar mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y abuelitos, por sus enseñanzas y confianza depositada en mí para poder culminar con todas mis metas, en especial mi carrera universitaria.

A mi familia y amigos por brindarme su valioso apoyo en todo momento.

Agradezco a todos los docentes de mi querida Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por todas sus enseñanzas y lecciones compartidas, no solo en el ámbito profesional, sino también en la ética y la moral.

Al Ing. MSc. Eduardo Paredes, por guiarme e instruirme para un correcto desarrollo del presente proyecto.

A la prestigiosa Universidad Técnica de Ambato, por haberme permitido formar parte de esa gran familia que la conforma.

ÍNDICE

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS	XI
RESUMEN EJECUTIVO	XIII

B. TRABAJO EXPERIMENTAL

CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	1
1.1 TEMA	1
1.2 ANTECEDENTES	1
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II	5
FUNDAMENTACIÓN	5
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1.1 Filtración	5
2.1.2 Biofiltración.....	5
2.1.3 La turba.....	7
2.1.3.1 Origen de los depósitos de turba	8

2.1.3.2	La turba en el tratamiento de aguas residuales	8
2.1.3.3	Principios de la purificación de agua residual usando turba	9
2.1.4	Agua residual.....	9
2.1.4.1	Características del agua residual	10
2.2	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	11
2.1.1	Variable independiente.....	11
2.1.2	Variable dependiente	11
2.3	HIPÓTESIS.....	11
	CAPÍTULO III	12
	METODOLOGÍA	12
3.1	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	12
3.1.1	Nivel de investigación	12
3.1.2	Tipo de investigación	12
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	13
3.2.1	Población.....	13
3.2.2	Muestra.....	13
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	14
3.4	PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	16
3.5	PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	17
3.5.1	Filtro de turba	17
3.5.1.1	Diseño del filtro.....	17
3.5.1.2	Tanque de abastecimiento – homogenización.....	20
3.5.1.3	Funcionamiento del filtro	21
3.5.1.4	Costo del filtro.....	22
3.5.2	Funcionamiento de la industria	23
3.5.2.1	Ubicación del Lugar de Estudio	23
3.5.2.2	Descripción del lugar.....	23
3.5.2.3	Croquis del establecimiento	25

3.5.3 Obtención del material	25
3.5.4 Procesamiento de la información	26
3.5.5 Plan de análisis	27
CAPÍTULO IV	28
ANÁLISIS E INTEPRETACIÓN DE RESULTADOS	28
4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS	28
4.1.1 Estimación de caudal usado en la industria.....	28
4.1.2 Tabulación de datos de los análisis de agua realizados.....	33
4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	34
4.2.1 Gráficas	34
4.2.2 Análisis y cálculo de la eficiencia probable de remoción de los parámetros de contaminación	36
4.2.3 Discusión de los resultados	39
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	40
CAPÍTULO V.....	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
5.1 CONCLUSIONES	41
5.2 RECOMENDACIONES.....	42
C. MATERIALES DE REFERENCIA	
BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS	
1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL UTILIZADO	46
2. CROQUIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA INDUSTRIA.....	47
3. ANEXO FOTOGRÁFICO.....	48
4. INFORME DE LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS	50

ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

A. TABLAS

Tabla 1. Propiedades de la turba negra y rubia.....	7
Tabla 2. Variable independiente.....	14
Tabla 3. Variable dependiente.....	15
Tabla 4. Plan de recolección de la información.....	16
Tabla 5. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios.....	17
Tabla 6. Costo del filtro.....	22
Tabla 7. Conteo de vehículos en 1 semana.....	24
Tabla 8. Lecturas de consumo diario de agua y caudales.....	28
Tabla 9. Mediciones del tirante hidráulico y caudales de salida.....	32
Tabla 10. Resumen de los parámetros físicos - químicos muestra cruda vs filtrada.....	33
Tabla 11. Eficiencia de Remoción del Parámetro DQO.....	36
Tabla 12. Eficiencia de Remoción del Parámetro DBO ₅	37
Tabla 13. Eficiencia de Remoción del Parámetro Grasas y Aceites.....	38

B. FIGURAS

Figura 1. Esquema de los biofiltros.....	6
Figura 2. Dimensiones del filtro.....	18
Figura 3. Recipiente plástico comercial.....	19
Figura 4. Tanque 55 galones.....	20
Figura 5. Esquema general del filtro.....	21
Figura 6. Ubicación de lavadora de autos LAVAUTO.....	23
Figura 7. Lavadora de autos LAVAUTO.....	24
Figura 8. Croquis Lavadora de autos LAVAUTO.....	25
Figura 9. Turba rubia esfagnácea canadiense.....	25
Figura 10. Perfil del terreno.....	30
Figura 11. Detalle de tubería.....	31

C. GRÁFICOS

Gráfico 1. Caudal de entrada.....	29
Gráfico 2. Caudal de salida.....	32
Gráfico 3. Demanda Química de Oxígeno vs Días de filtración.....	34
Gráfico 4. Demanda Bioquímica de Oxígeno vs Días de filtración.....	35
Gráfico 5. Aceites y Grasas vs Días de filtración.....	35
Gráfico 6. Gráfico de Eficiencia Probable de Remoción (DQO).....	36
Gráfico 7. Gráfico de Eficiencia Probable de Remoción (DBO ₅).....	37
Gráfico 8. Gráfico de Eficiencia Probable de Remoción (Aceites y Grasas).....	38

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ANÁLISIS DE LA CAMA DE TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS “LAVAUTO” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Autor: Sánchez Ruales José Andrés

Tutor: Ing. Msc. Eduardo Paredes

El presente trabajo experimental tiene como finalidad evaluar la eficiencia de la turba como material filtrante de los efluentes producidos en la lavadora de autos “LAVAUTO” ubicada en el cantón Latacunga. Para el diseño del modelo del filtro se ha tomado como parámetro fundamental el concepto de Tiempo de Retención Hidráulica (TRH). El tiempo de análisis del filtro fue de 90 días, con un caudal de ingreso de 0.105 lts/seg. El material utilizado fue turba rubia esfagnácea canadiense al 100% de pureza.

El caudal de agua promedio diario de consumo en la industria LAVAUTO es de 1320 lts/día, utilizando 120 litros por cada lavado de auto. Se tomó una muestra sin filtrar y 9 muestras procesadas, una cada 10 días aproximadamente para su análisis en base a los parámetros de DBO₅, DQO y Aceites y Grasas.

Desde los primeros días, la turba tiene una eficiencia instantánea, la cual se mantiene casi constante durante los 90 días de análisis. Alrededor de los 80 días de funcionamiento, el filtro de turba tiene su máxima eficiencia de remoción, llegando casi al 100%.

La eficiencia de la turba rubia esfagnácea canadiense para la remoción del DBO₅, DQO y aceites y grasas en el efluente de esta industria fue notoria, alcanzando niveles de contaminación por debajo de lo establecido en la normativa TULSMA, incluso llegando a eliminar los contaminantes casi por completo. Para determinar la vida útil del material con exactitud, es necesario un estudio más amplio con un periodo de funcionamiento mayor.

SUMMARY

THEME: ANALYSIS OF THE PEAT BED AS A FILTER IN THE TREATMENT OF THE WASTEWATER FROM CAR WASH AND LUBRICATOR “LAVAUTO”, LOCATED IN LATACUNGA, COTOPAXI PROVINCE

Author: Sánchez Ruales José Andrés

Tutor: Ing. Msc. Eduardo Paredes

This research was done to evaluate the efficiency of the peat as a filtering material of the effluent produced in the carwash “LAVAUTO” located in Latacunga. For the designing of the pattern the concept of hydraulic residence time was taken HRT. The time of the test was 90 days with a flow rate of 0.105 liters/sec. The material used was the Canadian sphagnum peat.

The average of flow rate in LAVAUTO industry is 1320 liters/day, using 120 liters to wash each car. An unfiltered sample and 9 filtered sample was taken, one each 10 days approximately to analyze them based on BOD5, COD, Oil and Grease parameters.

Since the first days, the peat has an instant efficiency, that result was almost the same during the 90 days of analysis. About 80 days of operation, the peat filter has the maximum efficiency of removal, reaching about the 100%.

The efficiency of Canadian sphagnum peat for the removal of BOD5, COD and oils and grease in the effluent in this industry was notorious, reaching levels of contamination below the established in the TULSMA regulation, even getting the removal of almost all of the contaminants. To determine the useful life of the material with accuracy, a larger study with a longer period of operation is necessary.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1 TEMA

ANÁLISIS DE LA CAMA DE TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS “LAVAUTO” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI

1.2 ANTECEDENTES

La actividad industrial ha ido en aumento, y con ella, la cantidad de residuos generados. Por ello, se ha visto necesario la implantación de una legislación estricta ambiental, cuyo fin sea regular los efluentes y la contaminación producida. La contaminación química es una de las mayores amenazas para la calidad del agua, debido a la presencia de metales pesados, disolventes, pesticidas, etc. Estos compuestos, al entrar en contacto con el agua, causan toxicidad en organismos acuáticos, pérdida de hábitats y biodiversidad, así como efectos nocivos sobre los seres humanos. [1]

Centrándonos en la industria automotriz, ésta ha crecido de forma exponencial durante los últimos años, y con ella, la industria de lavado de vehículos. Dichas industrias generan grandes volúmenes de agua residual que contienen diversos tipos de contaminantes, tales como sustancias orgánicas, partículas de arena, aceites, grasas, detergentes, diésel y sus derivados. En muchas ocasiones, estos establecimientos no cuentan con un sistema de pretratamiento o tratamiento para los efluentes producidos diariamente en el proceso de lavado, lo cual representa un grave problema para el medio ambiente y la salubridad pública. [2]

En consecuencia de la gran contaminación del recurso hídrico, se ha visto la necesidad de desarrollar métodos de tratamiento de agua residual para los efluentes

producidos por ciertas industrias. Los métodos más eficientes de tratamiento requieren un gasto económico elevado y ocasionalmente producen compuestos más tóxicos que los iniciales. Sin embargo, los métodos biológicos conllevan un menor costo que los anteriores y a su vez son inocuos, es decir, no contribuyen un peligro contra la salubridad, pero el tiempo de eliminación de los contaminantes puede llevar de meses a años. [3]

Generalmente, la importancia de tratar el agua residual proveniente de lavadoras de autos pasa desapercibida o no se le toma la importancia necesaria en comparación con efluentes producidas por otras industrias. Este fenómeno se da a la limitada cantidad de artículos científicos o a la falta de conocimiento del gran impacto que estas aguas tienen en el medio ambiente y la errónea percepción del público que los efluentes de estas industrias no se encuentran tan contaminadas como el resto.[4]

Sin embargo, a lo largo de los años se han ido desarrollando diversos métodos de tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria del lavado automotriz como por ejemplo la filtración con arena, ozonación, la oxidación electroquímica y tratamientos biológicos. [5]

También tenemos tratamientos biológicos, como por ejemplo la biofiltración sobre cama de turba, cuyo comportamiento ha sido analizado y estudiado para el tratamiento de algunos tipos de aguas residuales industriales (lavadoras de jeans, industria petroquímica, granjas de cerdos, etc.) siendo un tema de investigación recurrente por varios autores. En base a los resultados obtenidos en estas investigaciones se puede afirmar que el material a analizar es eficiente para la remoción de DBO_5 , DQO, materia orgánica, altas cargas de nitrógeno, sólidos suspendidos biodegradables, compuestos tóxicos y orgánicos volátiles, etc. [6]

En varios estudios e investigaciones realizadas, se obtuvieron porcentajes de eficiencia de remoción considerables, utilizando la turba con astillas de madera, cortezas de coníferas, grava, etc. Dichos valores fueron entre un 77% y 90% en DQO, 75% y 99% en DBO_5 , 60% y 95% en sólidos totales y 99% coliformes fecales. [7], [8] y [9]

1.3 JUSTIFICACIÓN

A día de hoy, los países en vías de desarrollo carecen de condiciones sanitarias adecuadas, incluyendo la disponibilidad de agua potable para satisfacer las necesidades básicas de la población. De la falta de disponibilidad de agua para el consumo humano, nace la necesidad de plantear nuevos proyectos innovadores en el campo del tratamiento de agua residual, proponiendo alternativas viables y económicas.[8]

La legislación ambiental y la aplicación de leyes ambientales de forma estricta, son herramientas usadas para el desarrollo de nuevos materiales para tecnologías de control y protección ambiental, un ejemplo de ellas, el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA). [10]

Según datos de la OMS, América Latina y el Caribe contribuyen la zona con mayor disponibilidad de agua del mundo con el 31% de los recursos hídricos renovables. Esta región cuenta con 24400 m³ de agua por habitante por año, duplicando el promedio global. A pesar de un aumento considerable en la cobertura de agua potable desde el 2000 al 2011, 35 millones de personas aproximadamente aún carecen de acceso al agua. Además, la calidad de vida de dicha población se ha visto afectada por la contaminación del agua con microorganismos o compuestos orgánicos tóxicos. Según datos de la Organización Mundial de la Salud, 80.000 niños mueren cada año en América Latina por enfermedades relacionadas con la ingesta de agua en condiciones insalubres. [11] y [12]

Una gran mayoría de los ríos del Ecuador se encuentran con un alto grado de contaminación, debido a las continuas descargas de efluentes tanto de aguas residuales municipales como industriales. Todos estos desechos son vertidos directamente al río sin ningún tipo de tratamiento o pretratamiento. En Ecuador, existen pocas industrias que poseen planta de tratamiento de aguas residuales, dando cabida la necesidad de investigar sobre alternativas innovadoras y económicas de tratamiento de efluentes contaminados [6] y [13]

Es por ello que se ve la necesidad de investigar sobre el pretratamiento de aguas residuales con materiales económicos, viables y a su vez, eficaces.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la cama de turba como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora y lubricadora de autos “Lavauto” ubicada en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la lavadora de autos “LAVAUTO”.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la lavadora de autos “Lavauto”
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO₅ y DQO) y grasas y aceites de las aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “LAVAUTO” en su origen luego del proceso de filtración.
- Determinar si la cama de turba puede ser utilizado como material filtrante en el pretratamiento en la industria de lavadora de autos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Filtración

La filtración es una operación unitaria, parte del proceso de tratamiento de aguas residuales, cuyo empleo se basa en conseguir una mayor eliminación de sólidos en suspensión de efluentes de procesos biológicos y químicos. Esta puede efectuarse de varias formas: con baja carga superficial (filtros lentos) o con carga alta superficial (filtros rápidos), en medios porosos (pastas arcillosas, papel de filtro) o en medios granulares (arena, antracita, granate), con flujo ascendente, descendente y mixto. El filtro puede funcionar a presión o gravedad, dependiendo de la carga hidráulica existente sobre el lecho filtrante. [14]

2.1.2 Biofiltración

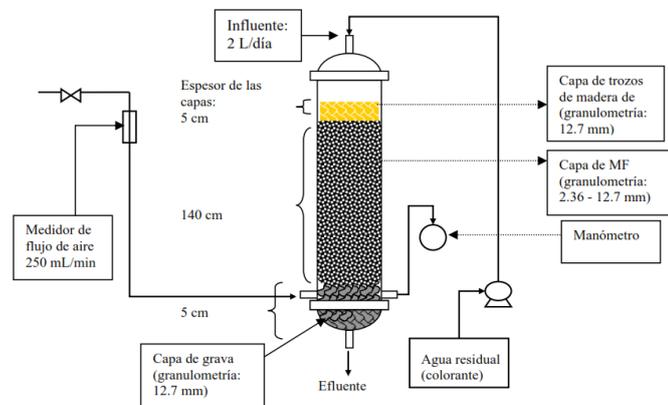
La biofiltración es una técnica utilizada en muchos de los sectores industriales, tales como la industria alimentaria, pintura e industria litográfica, tratamiento de aguas residuales, etc. Un biofiltro está constituido por un lecho filtrante biológicamente activo de un material orgánico (por ejemplo, cortezas de madera, compost, astillas de madera, turba, fibras orgánicas y demás). La finalidad de dicho biofiltro, es reducir o eliminar por completo la toxicidad que contiene el efluente, ya sea en estado líquido o gaseoso y actúa por un lado como elemento de retención de sólidos en suspensión (efecto mecánico), y por otro, como soporte de la actividad microbiana (efecto bioquímico o microbiológico). [15] y [16]

El diseño de los biofiltros es variable ya que pueden ser sistemas cerrados o abiertos, de uno o múltiples lechos teniendo cada uno de ellos una altura que va entre los 0,5 y 1.5 metros. La biofiltración se considera como una de las tecnologías

más económicas y su campo de aplicación se centra en la eliminación de olores y tratamiento de efluentes con bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles. [17]

Como se puede observar en la **Figura 1** [18], un biofiltro generalmente se compone de tres capas: en el fondo, una capa de grava gruesa seguida de un material de soporte (MF) y al final, una capa de trozos de madera. La finalidad de la capa de grava es soportar el material orgánico filtrante permitiendo una buena distribución de aire. La capa de trozos de madera ayuda a una buena distribución homogénea del agua residual influente sobre la superficie de la cama orgánica.

Figura 1. Esquema de los biofiltros



El fluido que pasa por la cama orgánica, es retenido por un cierto periodo de tiempo, llamándose este tiempo de retención hidráulica.

La eficiencia de tratamiento de efluentes líquidos está en función de:

- La superficie del material filtrante
- La profundidad del material filtrante
- La velocidad de carga hidráulica.

La velocidad de remoción del DBO_5 está en función de:

- El agua residual a ser tratada
- La superficie del material filtrante
- La velocidad de carga hidráulica.

En lo que corresponde a biofiltros sobre cama de turba, varios autores han realizado diferentes estudios sobre la eficacia de este material en industrias como granjas de

cerdos, aguas municipales y demás aguas industriales, concluyendo que el porcentaje de remoción del DBO₅ es del 99%, del DQO oscila entre el 50% y el 97%, de amonio entre 93% y 99%, sólidos suspendidos entre el 91 y el 99.99%, cobre 99% y el zinc del 96%.

Otros estudios han demostrado que los biofiltros de turba son eficientes en el tratamiento de aguas residuales industriales y domésticas. [18]

2.1.3 La turba [19]

La turba es un material formado por la descomposición vegetal en condiciones de excesiva humedad y deficiencia de aire, de propiedades físicas y químicas variables dependiendo de su origen. Dentro de una clasificación simple, existen dos tipos de turbas, rubias y negras. Las turbas rubias se encuentran menos descompuestas y contienen un mayor porcentaje de materia orgánica. Las turbas negras tienen un menor contenido de materia orgánica y se encuentran mineralizadas.

La turba rubia se caracteriza por tener un buen nivel de retención de agua y aireación, pero es muy variable con respecto a su composición ya que depende de su origen.

En la **Tabla 1 [19]**, se muestra las propiedades de la turba negra y rubia:

Tabla 1. Propiedades de la turba negra y rubia

Propiedades	Turbas Rubias	Turbas negras
Densidad aparente (g/cm ³)	0,06 - 0,1	0,3 – 0,5
Densidad real (g/cm ³)	1,35	1,65 – 1,85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 – 84
Capacidad de absorción de agua (g/100 g m.s.)	1049	287
Aire (% volumen)	29	7,6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	33,5	24
Agua de reserva Aire (% volumen)	6,5	4,7
Agua difícilmente disponible Aire (% volumen)	25,3	47,7
C.I.C. (meq/100 g)	110 - 130	250 o más

2.1.3.1 Origen de los depósitos de turba [20]

La turba se forma en suelos donde se almacenan grandes cantidades de agua debido a las altas precipitaciones, baja evapotranspiración y condiciones de drenaje malas. Esto impide o retarda el proceso de oxidación de la sustancia orgánica, donde con el paso del tiempo la sustancia orgánica se transforma en turba. En primeras fases se puede reconocer la estructura de las plantas, mientras que, en fases más avanzadas, la estructura orgánica no es perceptible a simple vista.

2.1.3.2 La turba en el tratamiento de aguas residuales [21] y [22]

La biofiltración sobre cama de turba es una tecnología para tratamiento de aguas residuales. Se combinan biofiltros para el tratamiento de olores y filtros precoladores y rociadores. Esta tecnología es utilizada en países industrializados. Los parámetros que se utilizan en este tipo de filtro es la carga hidráulica, tasa de aireación y tiempo hidráulico de retención. La tecnología mencionada es eficiente para el tratamiento de muy diversos tipos de agua residual industrial, eliminando DQO, DBO5, SST, etc.

La turba, antes de ser utilizada en el tratamiento de aguas residuales, usualmente suele ser lavada y tamizada. Puede emplearse turba natural, obteniendo buenos resultados. No obstante, debido a las características de dicha turba como la baja resistencia, mala estabilidad química, tendencia a encogerse y/o hincharse y alta afinidad por el agua hacen que la eficacia del material pueda ser afectada de forma negativa. Para enfrentar este problema se ha desarrollado un pretratamiento químico o térmico.

Dissanayake y Weerasooriya realizaron un tratamiento de la turba con ácidos sulfúricos y fosfóricos, e introduciendo grupos sulfónicos y ácidos carboxílicos mejorando tanto la capacidad mecánica como la de sorción. Sobre dicha turba, tratada con ácido sulfúrico, se acopló grupos amina y etilendiamina para convertirla en un intercambiador de aniones. Dicha turba podría eliminar el 90% del aceite presente en muestras de agua residual y eliminar especies catiónicas del agua. En resumen, los tratamientos con ácido y vapor de agua parecen fragmentar la turba y aumentar la capacidad de adsorción, aumentando 5 veces la eficiencia de remoción en relación con la turba natural.

2.1.3.3 Principios de la purificación de agua residual usando turba

La turba es utilizada para eliminar diferentes impurezas, como son los sólidos en suspensión, materia orgánica y metales pesados de efluentes provenientes de aguas residuales. Los sólidos más grandes que los poros intersticiales, se quedan filtrados superficialmente. El resto de impurezas se eliminan principalmente por medio de dos mecanismos de intercambio iónico. Esencialmente existen 4 etapas en el proceso de adsorción usando turba:

1. Transporte de impurezas desde el interior del material al exterior del mismo.
2. El movimiento del contaminante a través de la interfase y la adsorción en sitios de superficie externa.
3. Migración de moléculas contaminantes dentro de los poros de la turba.
4. Interacción de las moléculas contaminantes con los sitios disponibles en las superficies interiores, delimitando los poros y los espacios capilares de la turba.

2.1.4 Agua residual

El 59% del consumo de agua total en países desarrollados, es destinado a usos industriales, 30% a consumo agrícola y un 11% a uso doméstico según el primer informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de recursos hídricos del mundo. El sector industrial no sólo es que más gasta sino también el que más contamina. Entre un 80% y un 70% de los desechos totales producidos en industrias, se vierten en cuerpos receptores sin ningún tipo de tratamiento. [23]

Se pueden clasificar las aguas residuales según su origen:

- Aguas negras: procedentes del inodoro, contienen material fecal, orina y papel.
- Aguas grises: se originan a partir del aseo personal, lavadora.
- Aguas residuales comerciales: proceden de las actividades comerciales como restaurantes, tiendas y limpieza de estas.
- Aguas residuales industriales: la composición del agua varía en función de la industria involucrada, y éstas son controladas por regulaciones de pretratamiento.
- Agua de escorrentía: procedente de las lluvias y pueden contener desperdicios de las calles, fugas de vehículos y otras fuentes contaminantes. [24]

2.1.4.1 Características del agua residual

Las características del agua residual se pueden dividir en físicas, químicas y biológicas

Características físicas

- **Olor:** Esto se debe a la producción de gases liberados en el proceso de descomposición de la materia orgánica.
- **Temperatura:** La temperatura del agua residual suele ser más elevada que la de suministro, por motivo del agua caliente que se añade debido a procesos industriales. La temperatura influye en el desarrollo de la vida acuática, en las reacciones químicas producidas en el agua, la velocidad de reacción y en la solubilidad del oxígeno en el agua.
- **Color:** Este parámetro se refiere a la edad del agua residual, que puede ser determinada de forma cualitativa en función del olor y el color. Mientras el agua tenga una apariencia más desagradable, se dice que está más contaminada.
- **Turbidez:** Parámetro utilizado para indicar la calidad de las aguas vertidas o naturales en relación con la medida coloidal y residual en suspensión.

Características químicas

- **pH:** Es la medida de concentración de ion hidrógeno en el agua. Mide la acidez o alcalinidad de una disolución.
- **Demanda química de oxígeno (DQO):** Es el parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles a ser oxidadas por algunos elementos químicos disueltos o en suspensión en una muestra líquida. Se usa para la medición del grado de contaminación expresado en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO_2/l).
- **Demanda bioquímica de oxígeno:** Es la medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de materia orgánica biodegradable presente en una muestra líquida y como resultado de la acción de oxidación química aerobia. En resumen, el DBO es la medida de oxígeno que usan los microorganismos para descomponer el agua. [23]

- **Aceites y grasas:** Son sustancias orgánicas lipofílicas e hidrofóbicas, es decir son insolubles en agua y por ello, solubles en disolventes orgánicos. Su descomposición por acción bacteriana resulta difícil, ya que es un compuesto orgánico con gran estabilidad. La presencia de aceites y grasas en el agua residual tiende a provocar problemas tanto en la red de alcantarillado como en la planta de tratamiento, ya que estas sustancias tienden a solidificarse y adherirse a las líneas de desagüe. [25]

2.2 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.1.1 Variable independiente

La biofiltración sobre cama de turba.

2.1.2 Variable dependiente

La disminución del DBO₅, DQO, grasas y aceites que se encuentran en el agua residual proveniente de la lavadora de autos “LAVAUTO”, ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

2.3 HIPÓTESIS

Hipótesis Nula: La biofiltración sobre la cama de turba no disminuirá los niveles de DBO₅, DQO, grasas y aceites que se encuentran en el agua residual proveniente de la lavadora de autos “LAVAUTO”, ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Hipótesis Alternativa: La biofiltración sobre la cama de turba contribuirá a la disminución de los niveles de DBO₅, DQO, grasas y aceites que se encuentran en el agua residual proveniente de la lavadora de autos “LAVAUTO”, ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Nivel de investigación

- **Nivel exploratorio:** La presente investigación tiene como objetivo principal enfocarse en el estudio de la turba como biofiltro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “LAVAUTO”, estableciendo una base para futuras investigaciones sobre la eficacia de remoción de ciertos elementos contaminantes como son el DBO₅, DQO, grasas y aceites por parte del material en cuestión en este tipo de industria.
- **Nivel descriptivo:** Se aplica para observar e identificar los efectos y el comportamiento que el biofiltro de turba tiene en el tratamiento de efluentes residuales provenientes de la lavadora y lubricadora de autos “LAVAUTO”.
- **Nivel explicativo:** Se podrá identificar la relación causa-efecto o fenómeno que se genera en el proceso de biofiltración, refutando o verificando la hipótesis planteada.
- **De laboratorio:** La investigación se desarrolla en un lugar establecido, para realizar un correcto seguimiento y control sobre la funcionalidad del biofiltro de turba.

3.1.2 Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación es un trabajo experimental, ya que, mediante los resultados obtenidos en el laboratorio de diferentes muestras tomadas en diferentes días, determinaremos la eficacia del biofiltro de turba y su funcionamiento al utilizarlo para el tratamiento de aguas residuales provenientes de lavadoras de autos, cuyos parámetros analizar son el DBO₅, DQO, aceites y grasas.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

El trabajo experimental presente, evaluará la eficiencia del biofiltro de turba a lo largo de 90 días, 78 sin contar los días no laborables. Se pretende conocer la vida útil del material (turba), su comportamiento y su periodo de óptima eficiencia. El filtro estará en funcionamiento constante durante los 90 días mencionados, excepto domingos, en la lavadora de autos “LAVAUTO”, ubicada en ciudad de Latacunga. Siendo el agua residual de la lavadora de autos “LAVAUTO” la población de estudio, la cantidad de dicho efluente está en función del tiempo, teniendo:

$$VAR = x/t$$

VAR = Volumen de agua residual

x = Cantidad de agua residual = 1.32 m³/día

t = tiempo = 3 meses = 78 días

$$VAR = \frac{1.32 \text{ m}^3/\text{día} * 78 \text{ días}}{3 \text{ meses}}$$

$$VAR = 34.32 \text{ m}^3/\text{mes}$$

3.2.2 Muestra

Cálculo de la muestra:

La muestra representa un subconjunto de la población anteriormente calculada, la cual en nuestro trabajo será el agua recogida para su posterior filtración.

$$Muestra = 55 \text{ galones} * 6 \text{ días} = 330 \text{ galones/semana}$$

$$Muestra = 330 \frac{\text{galones}}{\text{semana}} * 13 \frac{\text{semanas}}{3 \text{ meses}}$$

$$Muestra = 1430 \text{ galones/mes}$$

$$Muestra = 5.42 \text{ m}^3/\text{mes}$$

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2. Variable independiente: Biofiltración sobre cama de turba

CONTEXTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La biofiltración utilizando cama de turba es una tecnología propuesta para tratar y depurar efluentes de agua residual industrial.	Biofiltración sobre cama de Turba	Lecho orgánico filtrante	¿Cuál es el tipo de turba más eficaz para el tratamiento de agua residual?	-Investigación bibliográfica
		Vida útil del material	¿Cuál es el tiempo de vida útil del material filtrante?	-Análisis de resultados y cálculos -Inspección visual
	Agua Residual	Características del agua residual	¿Cuáles son los límites de contaminación para descargas de efluentes en el alcantarillado público?	-Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Anexo 1, libro VI, Tabla 8

Realizado por: Sánchez José

Tabla 3. Variable dependiente: La disminución del DBO₅, DQO, grasas y aceites que se encuentran en el agua residual proveniente de la lavadora de autos “LAVAUTO”, ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

CONTEXTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>La disminución de ciertos parámetros (DBO₅, DQO, grasas y aceites) se logran mediante la retención de los contaminantes en el medio filtrante a través de procesos físicos, químicos y biológicos. Estos niveles deben estar dentro de los límites permisibles de acuerdo con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Anexo 1, libro VI, Tabla 8</p>	Disminución de contaminantes	DBO ₅	¿Cuál es el porcentaje de remoción del DBO ₅ ?	-STANDARD METHODS 5210-B
		DQO	¿Cuál es el porcentaje de remoción del DQO?	-STANDARD METHODS 5220-D mod
		Aceites y Grasas	¿Cuál es el porcentaje de remoción de Aceites y Grasas?	-EPA 418.1
	Procesos físicos, químicos y biológicos	Adsorción	¿De qué manera la adsorción ayuda a disminuir los contaminantes del agua residual provenientes de la lavadora de autos “LAVAUTO”?	-Inspección visual -Bibliografía -Apuntes
		Absorción	¿De qué manera la absorción ayuda a disminuir los contaminantes del agua residual provenientes de la lavadora de autos “LAVAUTO”?	-Inspección visual -Bibliografía -Apuntes

Realizado por: Sánchez José

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Tabla 4. Plan de recolección de la información

PREGUNTAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> • La eficiencia del biofiltro o lecho orgánico de cama de turba en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de lavadora de autos. • Determinar la vida útil del biofiltro y en qué periodos tiene la mayor eficiencia y viceversa.
2. ¿De qué objetos?	<ul style="list-style-type: none"> • Turba utilizada como material de filtración
3. ¿Sobre qué aspectos?	<ul style="list-style-type: none"> • DQO, DBO₅, aceites y grasas.
4. ¿Quién?	<ul style="list-style-type: none"> • Edo. José Andrés Sánchez Ruales • Ing. Mg. Eduardo Paredes
5. ¿Dónde?	<ul style="list-style-type: none"> • Lavadora de Autos “LAVAUTO”, Latacunga, Cotopaxi. • Laboratorio de química de la Facultad De Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato • Laboratorio de la Facultad de Medio Ambiente, Universidad Nacional De Chimborazo.
6. ¿Cómo y por qué?	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante un pequeño filtro casero construido con materiales sencillos. • Procesos de análisis en laboratorio correspondientes a DQO, DBO₅, aceites y grasas. • Investigaciones previas y artículos científicos.

Realizado por: Sánchez José

3.5 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5.1 FILTRO DE TURBA

3.5.1.1 Diseño del filtro

Para un diseño óptimo del modelo del filtro de turba, se ha tomado como parámetro fundamental el concepto de Tiempo de Retención hidráulica (TRH) utilizado en el diseño de Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA) y Anaerobios Convencionales, el cual permitirá representar los fenómenos de remoción de contaminantes en el modelo experimental de forma parecida a la que se estaría presentando en la vida real y/o prototipo.

Los valores de THR recomendado por el TULSMA en la **Tabla 5** para el diseño de filtros considera dos casos:

1. THR = 0.5 días = 12 horas, cuando se toma en cuenta características del material filtrante como porosidad, volumen de vacíos, granulometría, etc.
2. THR = 5.25 horas, cuando el material está empacado en su totalidad, omitiendo alguna característica.

Ecuación 1

$$THR = \frac{V}{Q} = \frac{35 \text{ lt}}{0.105 \text{ lt/min}} = 333.33 \text{ min} \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5.55 \text{ horas} = 0,23 \text{ días}$$

Tabla 5. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios

Parámetro de diseño	Rango de valores como una función del gasto		
	Q promedio	Q máximo diario	Q máximo horario
Medio empaque	Piedra	Piedra	Piedra
Altura del medio filtrante (m)	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0
Tiempo de resiliencia hidráulica (h)	5 a 10	4 a 8	3 a 6
Carga hidráulica superficial (m ³ /m ² d)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga orgánica volumétrica (kgBDO/m ³ d)	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50
Carga orgánica en el medio filtrante (kgBDO/m ³ d)	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75

Se ha elegido un THR de entre 5 y 10 horas correspondiente al gasto promedio.

Por facilidad constructiva se ha asumido un volumen de medio filtrante igual a 35 litros, reduciendo una mayor cantidad de vacíos para poder tomar como referencia el valor de THR de un medio filtrante empacado.

Ecuación 2

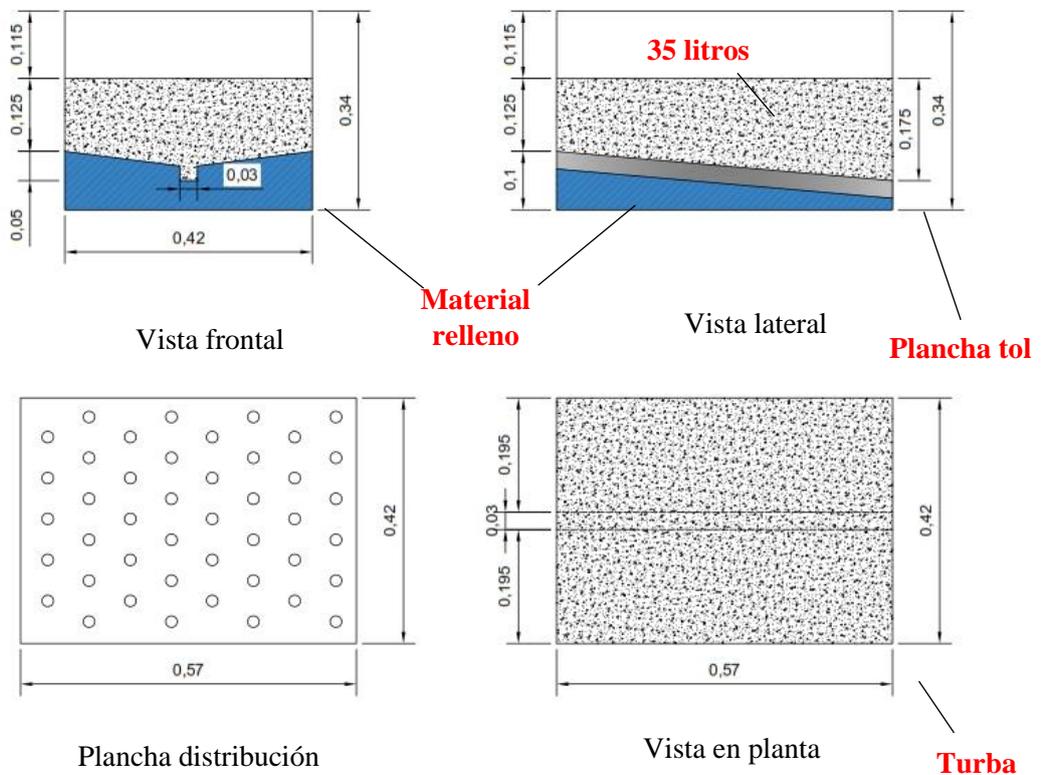
$$THR = \frac{V}{Q} = \frac{35}{Q}$$

$$Q = \frac{35}{THR}$$

$$THR = 5.55 \text{ horas (Ec. 1)}$$

$$Q = \frac{35}{55.5 \text{ horas}} = 6.30 \frac{lt}{h} = 0.105 \text{ lt/min}$$

Figura 2. Dimensiones del filtro



Realizado por: Sánchez José

Se asume el trapecio lateral donde:

AT = Área Trapecio

VT= Volumen Trapecio

Base = 57 cm

Lado menor = 12.5 cm

Lado mayor = 17.5 cm

Ecuación 3

$$AT = 57 * \frac{12.5 + 17.5}{2}$$

$$AT = 855 \text{ cm}^2$$

Ecuación 4

$$VT = 855 \text{ cm}^2 * 42 \text{ cm}$$

$$VT = 35910 \text{ cm}^3 \cong 35.91 \text{ lt}$$

Por facilidad constructiva y a la vez porque esta etapa de proyecto consiste en el “análisis del material filtrante”, mas no del diseño del filtro, se tomó las medidas comerciales de un recipiente plástico comercial, (**Figura 3**), con dimensiones (57x42x34) cm.

Figura 3. Recipiente plástico comercial



3.5.1.2 Tanque de abastecimiento – homogenización

El volumen del tanque de abastecimiento del filtro ha sido dimensionado de tal forma que pueda almacenar el volumen y proveer al filtro el caudal necesario calculado en la sección anterior durante 24 horas. De manera adicional, se prevé un volumen adicional que sirva como factor de seguridad para que el filtro esté trabajando en todo momento.

$$Q = 0,105 \frac{lt}{min} = \frac{60min}{1 h} = \frac{24 h}{1 día}$$

Caudal en 24 horas:

$$Q = 151.2 \frac{lt}{día} = \frac{1 gal}{3.78 lt} = 40 \frac{gal}{día}$$

A ese valor se suman 15 galones para garantizar que alrededor de 1/3 del tanque esté lleno y el filtro siempre esté en funcionamiento.

Ecuación 5

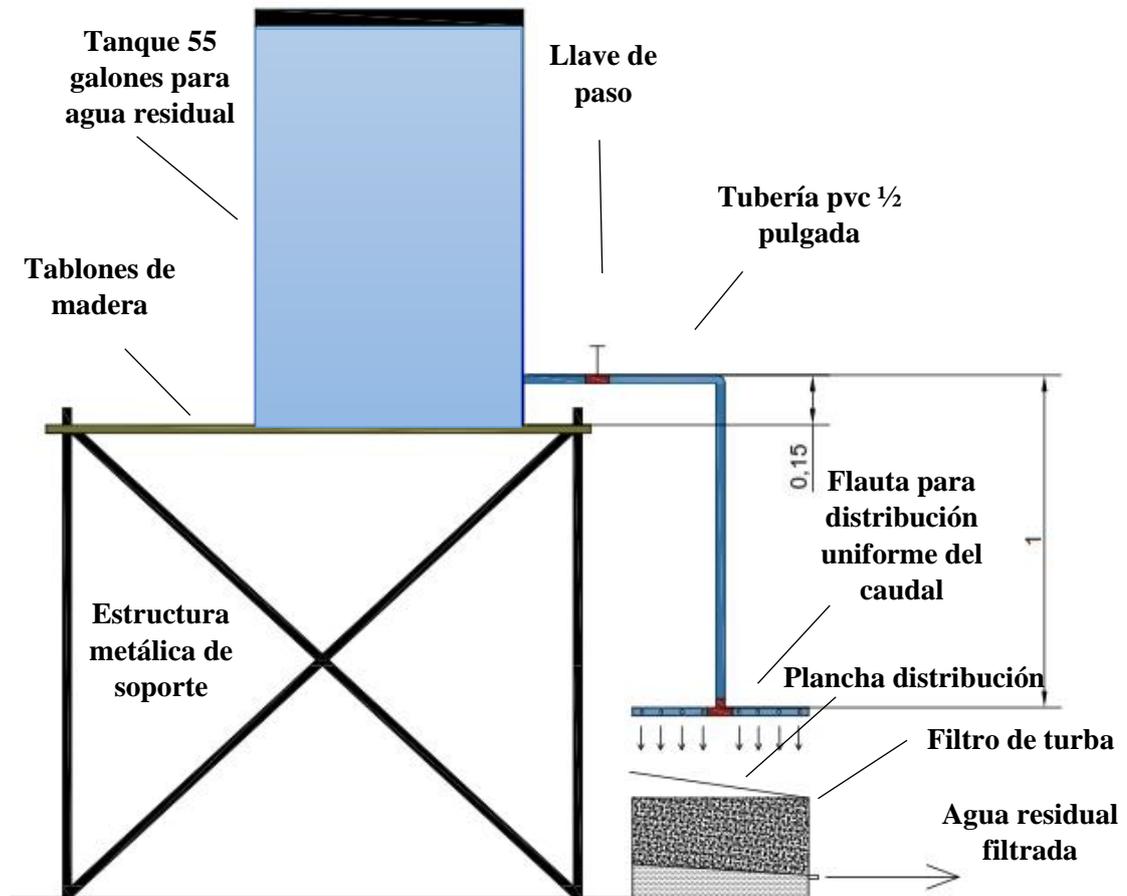
$$V_{Tanque} = 40 + 15 = 55 galones$$

Figura 4. Tanque 55 galones



3.5.1.3 Funcionamiento del filtro

Figura 5. Esquema general del filtro



Realizado por: Sánchez José

- Estructura metálica de soporte: Para el correcto funcionamiento del sistema, se necesita tener una altura de carga de 1 metro, por ello necesitamos elevar el tanque de 55 galones por medio de esta estructura metálica.
- Tableros de madera: El tanque se apoya sobre 2 tableros de madera para soportar la carga producida por este.
- Tanque de 55 galones (208 litros): Es el encargado de almacenar el agua residual para posteriormente descargar en el filtro, realizándose así la purificación de dicha agua para su posterior análisis de laboratorio.
- Llave de paso: Es necesaria para la regulación del caudal que sale del tanque, que debe ser de 0.105 litros/segundos, para un funcionamiento continuo del sistema.

- Tubería pvc ½ pulgada: Se usa para transportar el agua del tanque de 55 galones al filtro de turba.
- Flauta para distribución uniforme del caudal: Es importante que el agua residual se distribuya de manera equitativa por toda la superficie del filtro de turba, con el fin de que la turba trabaje en su totalidad y los resultados sean más precisos y confiables.
- Plancha distribución: Junto con la flauta anteriormente mencionada, se consigue una distribución más precisa por toda el área del filtro de turba.
- Filtro de turba: Es el elemento principal del sistema. Filtra el agua residual con el material a analizar (turba). El agua residual cruda cae uniformemente por toda el área de la cama de turba. Esta agua es filtrada y por medio de un pequeño canal en el fondo del recipiente, el agua filtrada sale por un pequeño orificio.
- Turba: Es el material a utilizar para comprobar su eficacia filtrante usando agua residual proveniente de lavadora de autos. En este estudio se utilizará turba rubia pura.
- Plancha de tol: A 10 cm de la base del recipiente se colocará una plancha de tol con un pequeño canal de 3x3 cm, con una pendiente suficiente tanto en horizontal como transversal, para que el agua ya filtrada pueda salir del recipiente y sea recogida para su posterior análisis en el laboratorio.
- Material de relleno: En este trabajo experimental se usará arena. Servirá de soporte a la plancha de tol y al material filtrante.

3.5.1.4 Costo del filtro

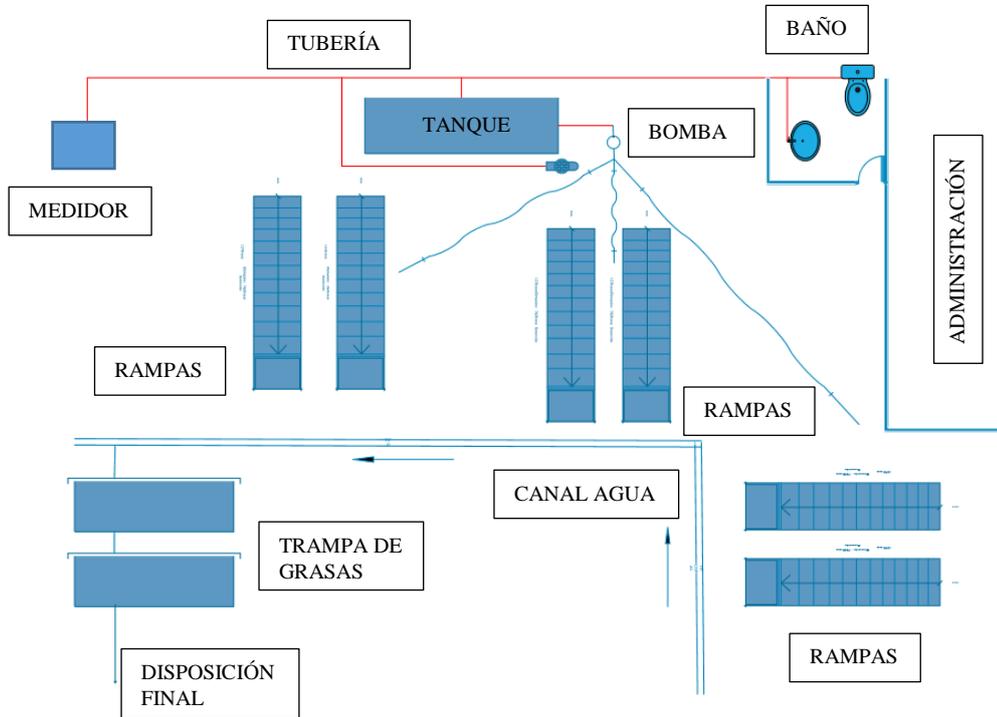
Tabla 6. Costo del filtro

DETALLE	CANTIDAD	UNIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Andamio metálico	1	U	\$ 45.00	\$ 45.00
Recipiente de plástico (57x42x34)	1	U	\$ 13.00	\$ 13.00
Tanque 55 galones	1	U	\$ 20.00	\$ 20.00
Tubería Plastigama ½ pulgada	0.5	U	\$ 5.00	\$ 2.50
Accesorios (codos, t)	5	U	\$ 0.40	\$ 2.00
Llave de paso	1	U	\$ 2.50	\$ 2.50
Plancha de tol	2	U	\$ 25.00	\$ 50.00
Turba Rubia Fina	1	U	\$ 25.50	\$ 25.50
Sika Flex	1	U	\$ 6.00	\$ 6.00
			TOTAL	\$ 166.5

Realizado por: Sánchez José

3.5.2.3 Croquis del establecimiento

Figura 8. Croquis Lavadora de autos LAVAUTO



Elaborado por: Sánchez José

3.5.3 OBTENCIÓN DEL MATERIAL

El material utilizado para el análisis fue la turba rubia y pura al 100% para obtener unos resultados más precisos y verídicos, cuya ficha técnica se encuentra en el (Anexo 1). Dicha turba se denomina BP Pro para uso agrícola, y fue obtenida en la empresa AGRONPAXI, ubicado en la Panamericana Norte, Km 12, Sector Piedra Colorada, Latacunga, a un precio de 25,50 dólares el paquete de 107 litros.

Figura 9. Turba Rubia Esfagnácea Canadiense



3.5.4 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- Se procederá a analizar la infraestructura y el funcionamiento de la industria de lavadora de autos “LVAUTO” ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.
- Se tomarán datos planimétricos de la infraestructura de la industria, así como de las instalaciones hidráulicas como tuberías, bombas de agua, tanques etc.
- Se tomarán lecturas del medidor de agua diariamente durante 8 días en una hora exacta para calcular el caudal promedio utilizado en la industria.
- Se procederá a armar el sistema de filtración casero con un tanque de 55 galones, con una carga hidráulica de 1m, un recipiente de plástico para colocar el material a analizar, y materiales de PVC sencillos como tuberías, codos, llaves de paso, etc.
- Se tomará una muestra cruda de agua residual proveniente de la industria mencionada en un recipiente de vidrio color ámbar, para un posterior análisis inmediato en un laboratorio certificado para determinar los parámetros de DBO₅, DQO, grasas y aceites.
- Se procederá a determinar la eficiencia de la turba como material de biofiltración durante 90 días, tomando una muestra para su posterior análisis cada 10 días aproximadamente con un total de 9 análisis.
- Por último, se realizarán ciertos cálculos y gráficas para determinar la eficiencia y vida útil de la turba como medio filtrante, en base a los 3 parámetros mencionados anteriormente.

3.5.5 PLAN DE ANÁLISIS

- Una vez obtenidos todos los resultados de los análisis, incluida la muestra de agua residual cruda (sin tratar), tabular los mismos para así tener una mayor facilidad de análisis e interpretación de los valores.
- Comparar los resultados con los valores máximos de emisión al sistema de alcantarillado público presentes en la norma “Ministerio del Ambiente, Acuerdo Ministerial N028”.
- Realizar gráficas con los valores obtenidos de DBO₅, DQO, grasas y aceites en los análisis, y los valores máximos de emisión.
- Determinar si los valores obtenidos se encuentran por debajo o son iguales a los valores permitidos en el “Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Anexo 1, libro VI, Tabla 8”, y con ello verificar o refutar la hipótesis planteada en el Capítulo 2.
- Determinar la vida útil del material, etapa en la cual el material trabaja de manera óptima, etapa en la que deja de ser eficiente, etc.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTEPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

El diseño del filtro se basó en el concepto de Tiempo de retención hidráulica (THR) utilizado en el diseño de Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA) y filtros anaerobios convencionales. El filtro funciona a base de turba rubia mismo que fue puesto en funcionamiento en la lavadora y lubricadora de autos “LAVAUTO” ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

4.1.1 Estimación de caudal usado en la industria

- Caudal de entrada

Tabla 8. Lecturas de consumo diario de agua y caudales

DÍAS	LECTURAS MEDIDOR	CONSUMO DIARIO		CAUDAL (lt/min)
		m3	Litros	
LUNES 10/07/2017	3612.569			
		1.1	1100	2.612
MARTES 11/07/2017	3613.669			
		1.12	1120	2.67
MIÉRCOLES 12/07/2017	3614.789			
		1.34	1340	3.19
JUEVES 13/07/2017	3616.129			
		1.42	1420	3.38
VIERNES 14/07/2017	3617.549			
		1.74	1740	4.14
SÁBADO 15/07/2017	3619.289			
		1.2	1200	2.86
DOMINGO 16/07/2017	3620.489			
		0.2	200	0.48
LUNES 17/07/2017	3620.689			
TOTAL SEMANA		8.12	8120	

Elaborado por: Sánchez José

Volumen promedio

$$Vol = \frac{\Sigma Li}{\#Días - 1}$$

$$Vol = \frac{(1.1 + 1.12 + 1.34 + 1.42 + 1.74 + 1.2)m^3}{6 \text{ días}}$$

$$Vol = \frac{7.92 \text{ m}^3}{6 \text{ días}}$$

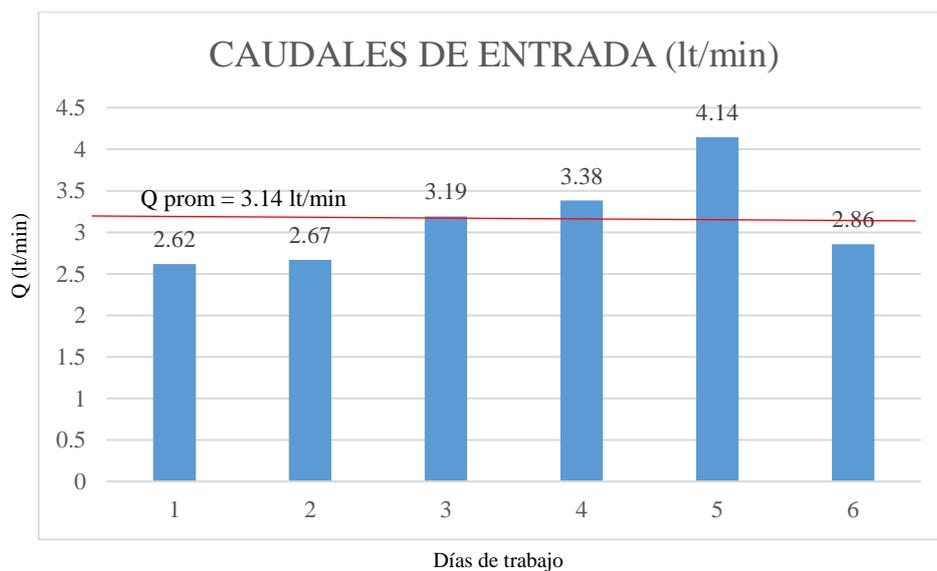
$$Vol = 1.32 \text{ m}^3/\text{día} = 1320 \text{ lt}/\text{día}$$

Caudal diario promedio

$$Q_{promdiario} = \frac{1320 \text{ lt}/\text{día}}{7 \text{ h}} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$Q_{promdiario} = 3.14 \text{ lt}/\text{min}$$

Gráfico 1. Caudal de entrada



Fuente: Lavadora y lubricadora de autos "LAVAUTO"

Elaborado por: Sánchez José

Se excluye el día domingo ya que es un día no laborable.

Con los datos tabulados de caudales, se puede deducir que normalmente, los días de mayor consumo de agua o trabajo de la industria son los días viernes y la cantidad de caudal consumidos en la semana es de 8120 litros.

Cantidad de agua por vehículo

$$V_{por\ auto} = \frac{Promedio\ consumo}{Promedio\ autos}$$

$$V_{por\ auto} = \frac{1320\ lt}{11\ autos/día} = \mathbf{120\ litros\ por\ auto}$$

- **Caudal de salida**

Datos de campo:

Diámetro interno de tubería: 250 mm

Rugosidad: Tubería concreto: 0.013

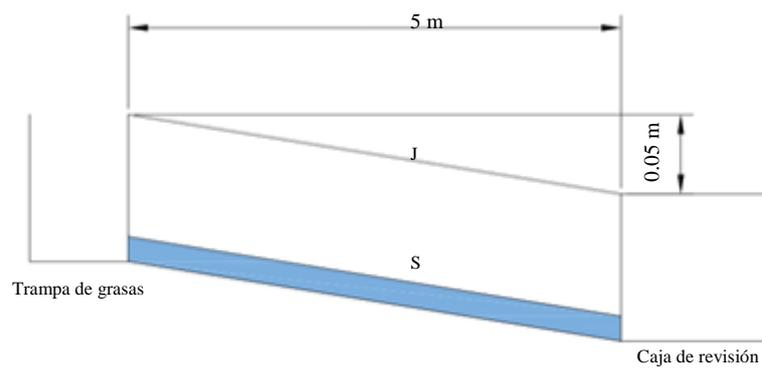


Figura 10. Perfil del terreno

Elaborado por: Sánchez José

Pendiente:

$$J = S$$

$$J = \frac{Dv}{long} * 100$$

$$J = \frac{0.05 m}{5 m} * 100$$

$$J = 1 \%$$

Ángulo θ :

Tirante $h = 0.625$ cm

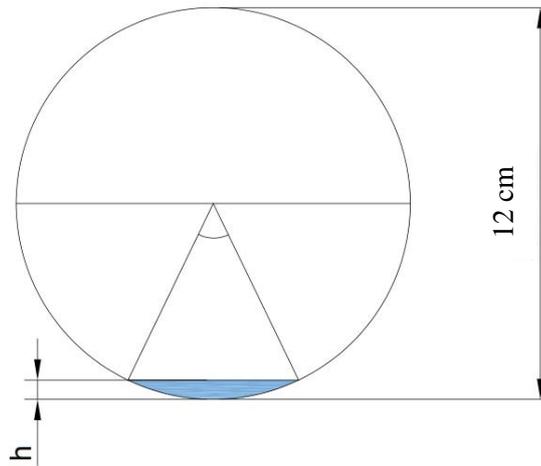


Figura 11. Detalle de tubería

Elaborado por: Sánchez José

$$\theta = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right)$$

$$\theta = 2 \arccos \left(1 - \frac{2 * 0.625}{12} \right)$$

$$\theta = 52.77^\circ$$

Caudal:

$$Q = \frac{D^{8/3}}{7257.15 * n * (2\pi\theta)^{2/3}} * (2\pi\theta - 360^\circ \sin\theta)^{5/3} * S^{1/2}$$

$$Q = \frac{0.12^{8/3}}{7257.15 * 0.01 * (2\pi * 52.77)^{2/3}} * (2\pi * 52.77 - 360^\circ \sin 52.77)^{5/3} * 0.01^{1/2}$$

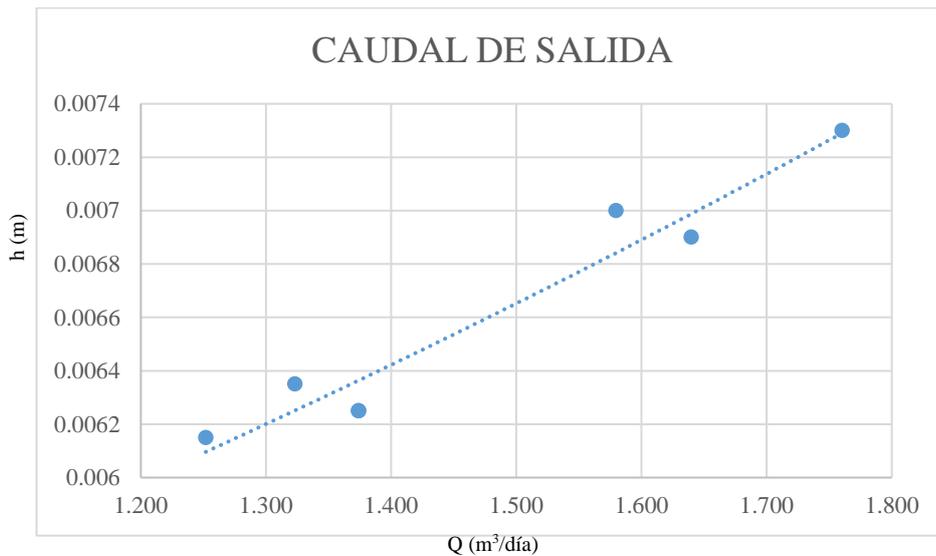
$$Q = 0.000047712 \text{ m}^3/\text{s} = 1.37 \text{ m}^3/\text{día}$$

Tabla 9. Mediciones del tirante hidráulico y caudales de salida

DÍA	HORA DE MEDICIÓN	TIRANTE HIDRÁULICO (m)	TIRANTE HIDRÁULICO PROMEDIO (m)	CAUDAL DE SALIDA (m ³ /día)
MARTES 03/10/2017	11:00	0.006	0.00625	1.374
	14:00	0.007		
MIÉRCOLES 04/10/2017	11:00	0.007	0.0069	1.640
	14:00	0.007		
JUEVES 05/10/2017	11:00	0.0062	0.00615	1.252
	14:00	0.0061		
VIERNES 06/10/2017	11:00	0.0075	0.0073	1.760
	14:00	0.0071		
SÁBADO 07/10/2017	11:00	0.007	0.007	1.580
LUNES 09/10/2017	11:00	0.0065	0.00635	1.323
	14:00	0.0062		
MARTES 10/10/2017	11:00	0.0065	0.00625	1.374
	14:00	0.006		
CAUDAL DE SALIDA PROMEDIO =				1.472

Elaborado por: Sánchez José

Gráfico 2. Caudal de salida



Elaborado por: Sánchez José

4.1.2 Tabulación de datos de los análisis de agua realizados

A continuación, se presenta una tabla resumen de todos los datos recolectados de los análisis realizados del agua residual filtrada durante el periodo de funcionamiento de la cama de turba, para conocer de manera general la eficiencia del material basándose en los parámetros DBO₅, DQO, aceites y grasas. Estos resultados se comparan con los **Límites de descarga al sistema de alcantarillado público** del Anexo 1, Libro VI del TULSMA (2015).

Tabla 10. Resumen de los parámetros físicos-químicos muestra cruda vs filtrada

N° muestra	Días de filtración	DQO (mg/L)	DBO5 (mg O2/L)	Aceites y grasas (mg/L)
0	0	2095	917	266.86
1	10	127	59	1.43
2	20	97	48	22
3	30	31	58	42
4	40	83	37	46
5	50	53	26	34
6	60	80	29.6	0.00005
7	70	40	18	0.01
8	80	7	2.2	0.24
9	90	13	4.1	0.26

Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH)

Elaborado por: Sánchez José

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

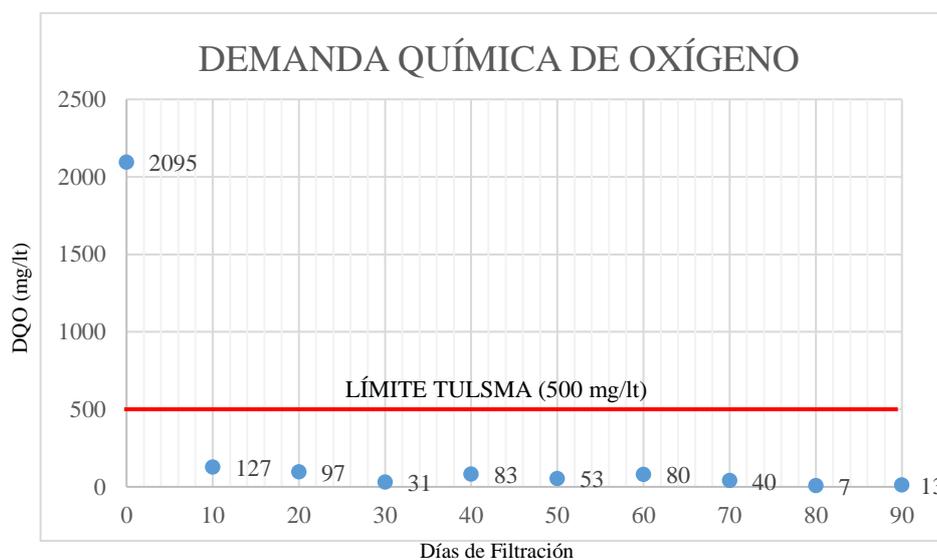
En la *Tabla 11* del numeral anterior, podemos observar una eficacia inmediata del filtro, removiendo los contaminantes casi al 95%, y manteniéndose así por los 90 días de tratamiento, e incluso teniendo mucha más eficacia en los 80 y 90 días.

A continuación, se detalla la eficiencia de remoción del filtro en base a cada parámetro establecido en este trabajo, comparando gráficamente los resultados con el límite máximo permisible según la normativa TULSMA, tabla 8, Anexo 1, libro VI.

4.2.1 Gráficas

- **Demanda Química de Oxígeno**

Gráfico 3. Demanda Química de Oxígeno vs Días de filtración

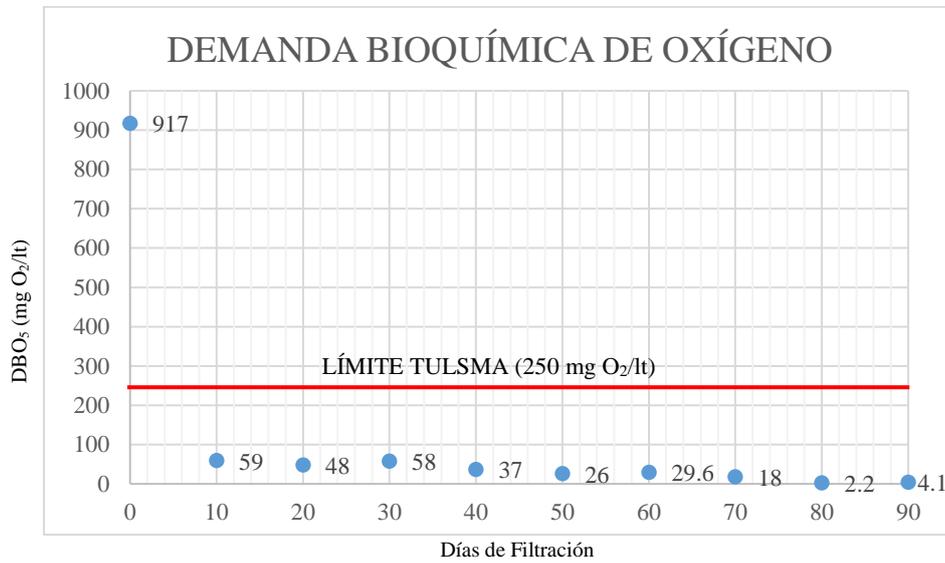


Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH) y normativa TULSMA

Elaborado por: Sánchez José

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Gráfico 4. Demanda Bioquímica de Oxígeno vs Días de filtración

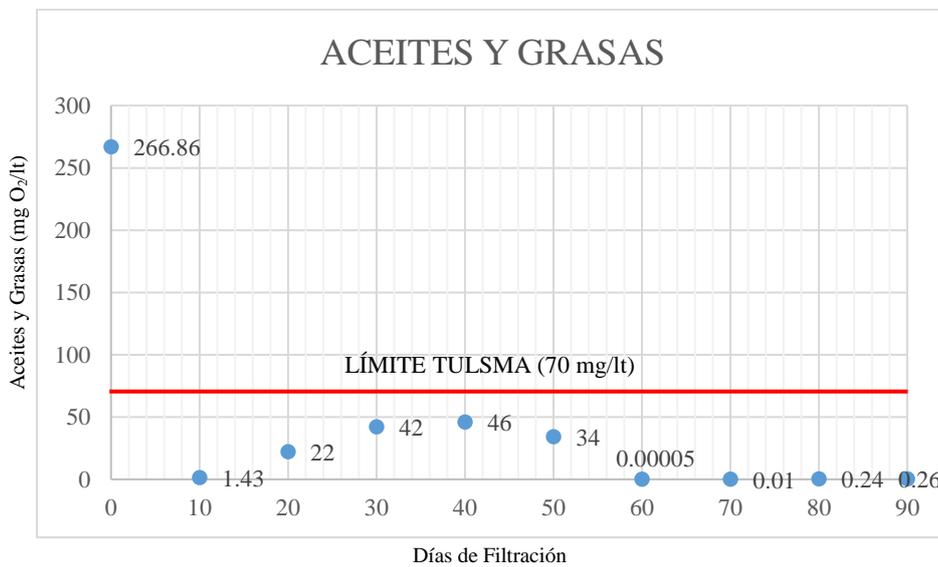


Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH) y normativa TULSMA

Elaborado por: Sánchez José

- **Aceites y Grasas**

Gráfico 5. Aceites y Grasas vs Días de filtración



Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH) y normativa TULSMA

Elaborado por: Sánchez José

4.2.2 Análisis y cálculo de la eficiencia probable de remoción de los parámetros de contaminación

- **Demanda Química de Oxígeno**

Aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{DQO I - DQO M}{DQO I} * 100$$

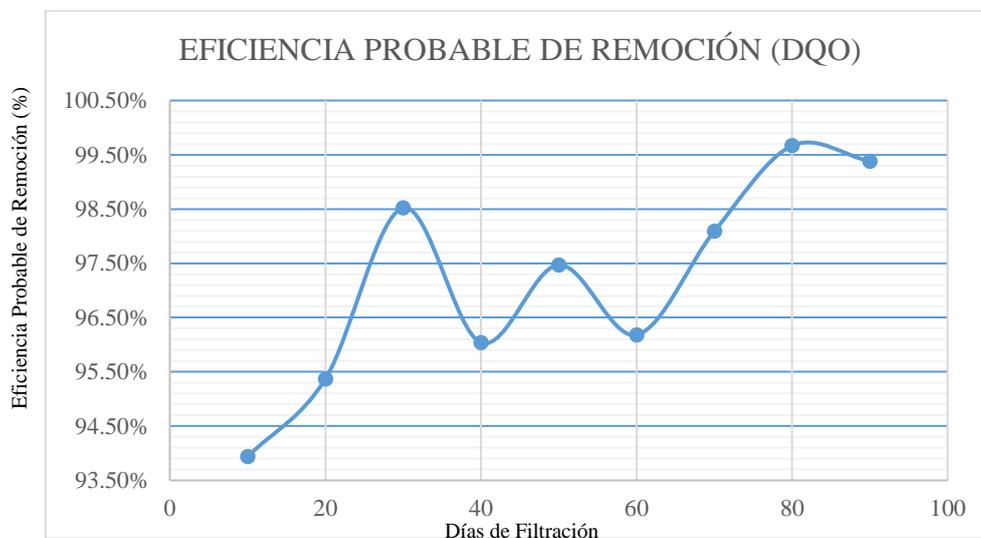
Se determinó el siguiente cuadro:

Tabla 11. Eficiencia de Remoción del Parámetro DQO

DQO		
Nº MUESTRA	DÍAS DE FILTRACIÓN	%EFICIENCIA DE REMOCIÓN
1	10	93.94%
2	20	95.37%
3	30	98.52%
4	40	96.04%
5	50	97.47%
6	60	96.18%
7	70	98.09%
8	80	99.67%
9	90	99.38%

Elaborado por: Sánchez José

Gráfico 6. Gráfico de Eficiencia Probable de Remoción (DQO)



Elaborado por: Sánchez José

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Aplicando la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{DBO_5I - DBO_5M}{DBO_5I} * 100$$

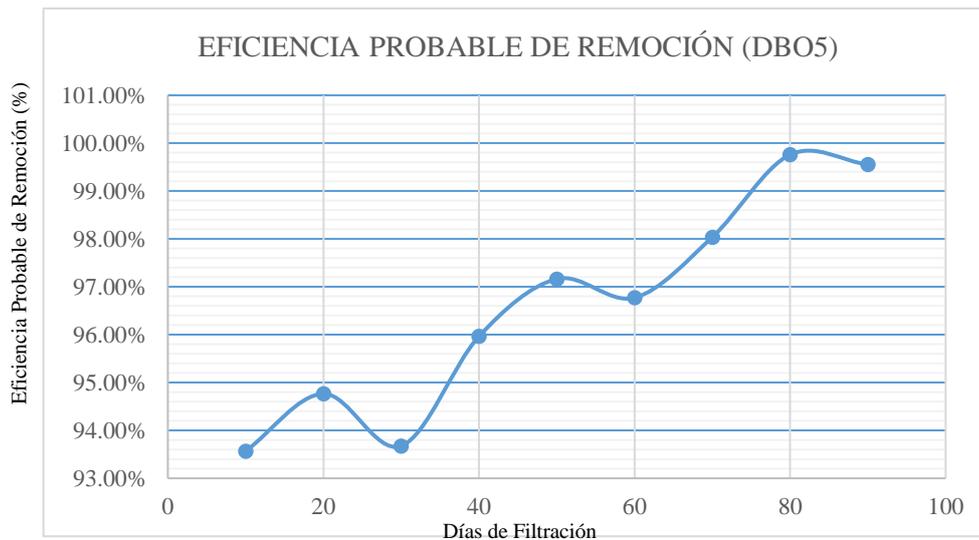
Se determinó el siguiente cuadro:

Tabla 12. Eficiencia de Remoción del Parámetro DBO₅

DBO5		
Nº MUESTRA	DÍAS DE FILTRACIÓN	%EFICIENCIA DE REMOCIÓN
1	10	93.57%
2	20	94.77%
3	30	93.68%
4	40	95.97%
5	50	97.16%
6	60	96.77%
7	70	98.04%
8	80	99.76%
9	90	99.55%

Elaborado por: Sánchez José

Gráfico 7. Gráfico de Eficiencia Probable de Remoción (DBO₅)



Elaborado por: Sánchez José

- **Aceites y Grasas**

Aplicando la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{AyG I - AyG M}{AyG I} * 100$$

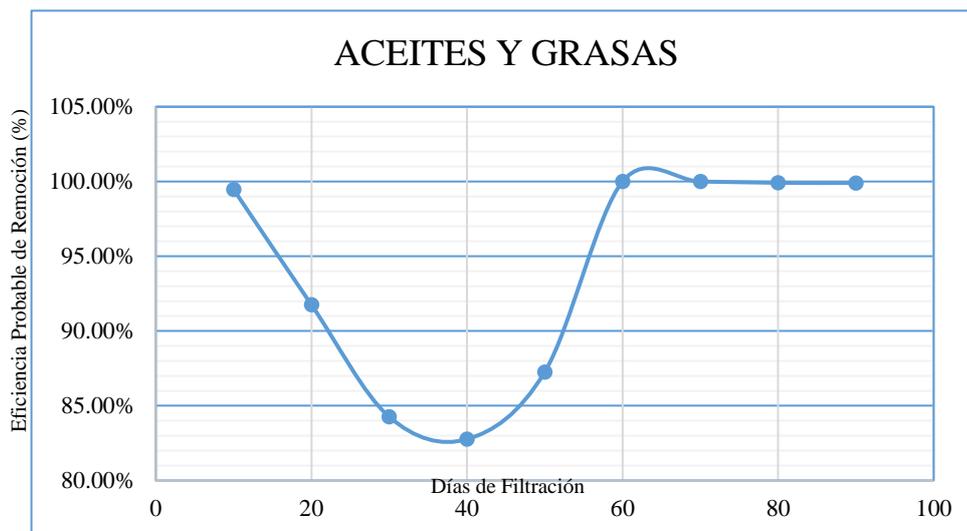
Se determinó el siguiente cuadro:

Tabla 13. Eficiencia de Remoción del Parámetro Grasas y Aceites

GRASAS Y ACEITES		
Nº MUESTRA	DÍAS DE FILTRACIÓN	%EFICIENCIA DE REMOCIÓN
1	10	99.46%
2	20	91.76%
3	30	84.26%
4	40	82.76%
5	50	87.26%
6	60	100.00%
7	70	100.00%
8	80	99.91%
9	90	99.90%

Elaborado por: Sánchez José

Gráfico 8. Gráfico de Eficiencia Probable de Remoción (Aceites y Grasas)



Elaborado por: Sánchez José

4.2.3 Discusión de los resultados

- **DQO**

En los 20 primeros días de filtración, se observa que la turba logró remover casi por completo la DQO presente en el agua cruda. A los 30 días hay una eficiencia mucho mayor y a los 40 días esa eficacia disminuye levemente. En los 80 días se observa una máxima eficacia de remoción del filtro alcanzando un valor de 7 mg/lit. A lo largo de los 90 días, el valor del DQO se encontró por debajo de lo solicitado por la norma TULSMA.

- **DBO₅**

Se puede observar que, entre los 10 y 30 días, la remoción del contaminante se mantiene casi constante. A partir de los 40 días, la eficiencia de filtración aumenta progresivamente hasta los 80 días, en los cuales el filtro tiene su máximo desempeño a la hora de purificar el efluente residual. En los 90 días existe un ligero aumento del DBO₅, pero es casi insignificante. A lo largo de los 90 días, el valor del DBO₅ se encontró por debajo de lo solicitado por la norma TULSMA.

- **Grasas y aceites**

En cuanto a grasas y aceites, a los 10 días de filtración ya hubo una remoción casi en su totalidad del contaminante. No obstante, esa remoción disminuyó a partir de los 20 días hasta los 50. El periodo de máxima eficacia del filtro en cuanto a este parámetro se encuentra en los 60 días del funcionamiento de la turba, en el cual se tiene un valor de 0 mg/lit. En los 80 y 90 días ese valor aumenta levemente, pero es insignificante. A lo largo de los 90 días, el valor de grasas y aceites se encontró por debajo de lo solicitado por la norma TULSMA.

Según investigaciones previas realizadas por varios autores, utilizando turba junto con otros elementos como astillas de madera, cortezas de coníferas, etc., se indican porcentajes de eficiencia de remoción de entre 77% y 90% en DQO, 75% y 99% en DBO₅ y entre 68% y 100% en grasas y aceites, por lo que las eficiencias máximas de remoción, obtenidas en este estudio de 99.67% en DQO, 99.76% en DBO₅ y 100% en grasas y aceites, se podría considerar valores correctos y verídicos, los cuales corroboran las investigaciones realizadas anteriormente [7], [8], [9] y [22]

En comparación con otros estudios, cuyas conclusiones afirman que, a los 20 primeros días, la eficiencia de remoción de los contaminantes, específicamente del DBO₅ y DQO, es casi nula, en el presente trabajo podemos observar que la eficiencia de la turba rubia es inmediata en los 10 primeros días de filtración y se mantiene casi constante, siendo el periodo de más eficiencia durante los 80 días en cuanto a DBO₅ y DQO se refiere, y en los 60 días en cuanto a grasas y aceites.

En la mayoría de artículos revisados, no se especifica el tipo de turba utilizada, además, este material es mezclado con otros como cortezas de madera, por lo tanto, su pureza disminuye.

La turba utilizada en el presente trabajo experimental fue turba rubia esfagnácea canadiense al 100% de pureza, sin ningún tipo de mezcla con otros materiales, por lo que se presume que la turba trabaja de mejor manera en solitario, sin ningún tipo de químicos, sin tamizarla y sin modificarla de ninguna manera.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La biofiltración sobre la cama de turba si es eficaz en la disminución del DBO₅, DQO, grasas y aceites que se encuentran en el agua residual proveniente de la lavadora de autos “LAVAUTO”, obteniendo niveles máximos de remoción del 99.67% en DQO, 99.76% en DBO₅ y del 100% en Aceites y Grasas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. El tanque de pretratamiento existente en la industria (trampa de grasas), no es suficiente para eliminar los contaminantes existentes en el efluente producido. La industria usa un sistema de bombas y pistola de pulverización con el fin de reducir la cantidad de agua usada en el lavado de autos.
2. El caudal promedio de entrada en la industria es de 3.14 lt/min, y el caudal saliente de la lavadora es de 3.07 lt/min.
3. Los resultados sugieren que la turba rubia es eficaz para disminuir la contaminación en aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “LAVAUTO”.
4. La turba rubia esfagnácea no tuvo que ser cambiada ni removida en ningún momento durante el estudio. Presumiendo de la eficacia del filtro, este material puede ser puesto a prueba en lavadoras de autos de forma general para un pretratamiento o tratamiento de los efluentes producidos por estas industrias.
5. El periodo de máxima eficiencia de la turba se encuentra entre los 80 y 90 días de funcionamiento, con un porcentaje de remoción de entre 90 y 100% en los 3 parámetros a analizados.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Para el transporte de muestras a analizar al laboratorio, de debe llevar a cabo un proceso de muestreo correcto, siguiendo los pasos al pie de la letra, para obtener resultados más verídicos y cercanos a la realidad.
2. Las industrias de lavado de autos deberían usar un sistema de bombas y pistolas de pulverización, para así reducir el consumo diario de agua utilizado.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. García and D. Ureña, “Tratamiento biológico de aguas residuales industriales mediante reactores anaerobios de alta frecuencia,” 2016.
- [2] I. A. Rodríguez Boluarte et al., “Reuse of car wash wastewater by chemical coagulation and membrane bioreactor treatment processes,” *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, vol. 113, pp. 44–48, 2016.
- [3] A. Salamanca-Torres, G. Geissler, and J. L. Sánchez-Salas, “Tratamiento de aguas provenientes de la industria papelera por medio de la combinación de un proceso fotooxidativo y un proceso microbiológico,” *Rev. Latinoam. Recur. Nat.*, vol. 5, no. 1, pp. 50–57, 2009.
- [4] W. J. Lau, A. F. Ismail, and S. Firdaus, “Car wash industry in Malaysia: Treatment of car wash effluent using ultrafiltration and nanofiltration membranes,” *Sep. Purif. Technol.*, vol. 104, pp. 26–31, 2013.
- [5] S. A. Kiran, G. Arthanareeswaran, Y. L. Thuyavan, and A. F. Ismail, “Influence of bentonite in polymer membranes for effective treatment of car wash effluent to protect the ecosystem,” *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 121, pp. 186–192, 2015.
- [6] M. Garzón-zúñiga, E. F. Bhvb, S. Joevtusjbm, and O. Z. Ncjfoubm, “Tratamiento eficiente para diferentes tipos de agua residual ...,” no. August, 2016.
- [7] M. A. Garzón-Zúñiga, G. Buelna, and G. E. Moeller-Chávez, “La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. 3, no. 3, pp. 153–161, 2012.
- [8] A. A. Ruiz, “La biofiltración , una alternativa para la potabilización del agua.” *Lasallista Investig.*, vol. 1, no. 2, p. 6, 2004.

- [9] D. Paredes, “Biofiltración sobre cama de turba, para el tratamiento sobre agua residual proveniente del lavado de jeans.”, 2016.
- [10] E. Baltr, “International Biodeterioration & Biodegradation A multicomponent approach to using waste-derived biochar in bio filtration : A case study based on dissimilar types of waste,” pp. 1–12, 2016.
- [11] J. H. Castillo, A. L.-M. Viguil, and E. R. Bandala, “Desinfección de agua mediante el uso de tecnologías basadas en procesos avanzados de oxidación,” *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. pp. 74–83, 2010.
- [12] H. Flor, “Análisis de ciclo de vida como herramienta de decisión para el tratamiento de agua residual en america latina y el caribe,” p. 1, 2016.
- [13] L. Lara, “Las aguas residuales del camal municipal del cantón baños y su incidencia en la contaminación del río pastaza en la provincia de tungurahua.” p. 1, 2011.
- [14] D. García and F. Díaz, "Filtración de aguas residuales para reutilización.", 2006.
- [15] R. W. Melse and J. M. G. Hol, “Biofiltration of exhaust air from animal houses: Evaluation of removal efficiencies and practical experiences with biobeds at three field sites,” *Biosyst. Eng.*, vol. 159, pp. 59–69, 2017.
- [16] D. E. Freedman et al., “Journal of Water Process Engineering Biologically active filtration for fracturing flowback and produced water treatment,” *J. Water Process Eng.*, vol. 18, no. May, pp. 29–40, 2017.
- [17] F. Thalasso and R. Pineda Olmedo, “Biofiltración: tratamiento biológico de aire contaminado. ,” *Av. y Perspect.*, vol. 21, no. XXX Aniversario de Biotecnología y Bioingeniería, p. 2, 2002.
- [18] L. García, “Decoloración fúngica de efluentes industriales con colorantes azo en sistemas de biofiltración con diferentes empaques orgánicos,” p. 149, 2007.

- [19] L. A. I. ILVAY, "Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*)," Universidad Técnica de Ambato, Fac. Ing. Agronómica, p. 64, 2012.
- [20] L. M. A. Rogelio, "Diseño y construcción de una máquina desmenuzadora de turba y/o tierra para vivero," p. 108, 2006.
- [21] D. Couillard, "Review the use of peat in wastewater treatment," vol. 28, no. 6, pp. 1261–1274, 1994.
- [22] M. Antonio, G. Zúñiga, I. Mexicano, D. Tecnología, and A. Imta, "Biofiltración sobre cama de turba, un tratamiento eficiente para diferentes tipos de agua residual industrial," vol. 52, no. 777.
- [23] P. A. Freire Espín, "Análisis y evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa teimsa - Ambato," 2012.
- [24] B. Sizerici, "Water and wastewater treatment: biological processes," pp. 406–428.
- [25] N. A. V. García, "Efecto de la concentración de la biomasa y la presencia de aceites vegetales, aceites vegetales quemados, sales e hidrocarburos en los lodos activados," 2010.

ANEXOS

1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL UTILIZADO



BP PRO

LOS EXPERTOS EN ENRAIZAMIENTO.

Formulación:	TURBA PURA	
Composición Química:	TURBA FINA	100%
	PH 3.9	
	E.C. 0.1	



GENERALIDADES DEL PRODUCTO

LOS PRODUCTOS BP Y ESPECIALMENTE BP-PRO SON SUSTRATOS PARA GERMINACIÓN A BASE DE TURBA ESFAGNACEA CANADIENSE.
CONSISTE EN UNA TURBA PURA DE TODO USO, QUE CONVIENE TANTO AL ACONDICIONAMIENTO DE SUELOS COMO PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATOS DE CULTIVO BIEN EQUILIBRADOS.
ES LA TURBA MÁS POPULAR EN EL MERCADO.

USO DEL PRODUCTO

DESCOMPACTAR LA FUNDA CON 20 LITROS DE AGUA,
MEZCLAR BIEN HASTA TENER UNA TURBA HÚMEDA PERO NO MOJADA.

CULTIVOS RECOMENDADOS

CUALQUIER CULTIVO QUE SE DESEE GERMINAR

RECOMENDACIÓN

PARA MAS INFORMACIÓN CONSULTE CON EL REPRESENTANTE TÉCNICO COMERCIAL DE AGRONPAXI CIA.LTDA.
info@agronpaxi.com / www.agronpaxi.com

PRESENTACIONES DISPONIBLES

3.8 PIES CÚBICOS (107 LITROS) COMPRIMIDOS 2 :1

RENDIMIENTO

7.8 PIES CÚBICOS (214 LITROS)

IMPORTADOR Y DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO PARA ECUADOR: AGRONPAXI CIA. LTDA.

REGISTRO MAGAP: 03128419

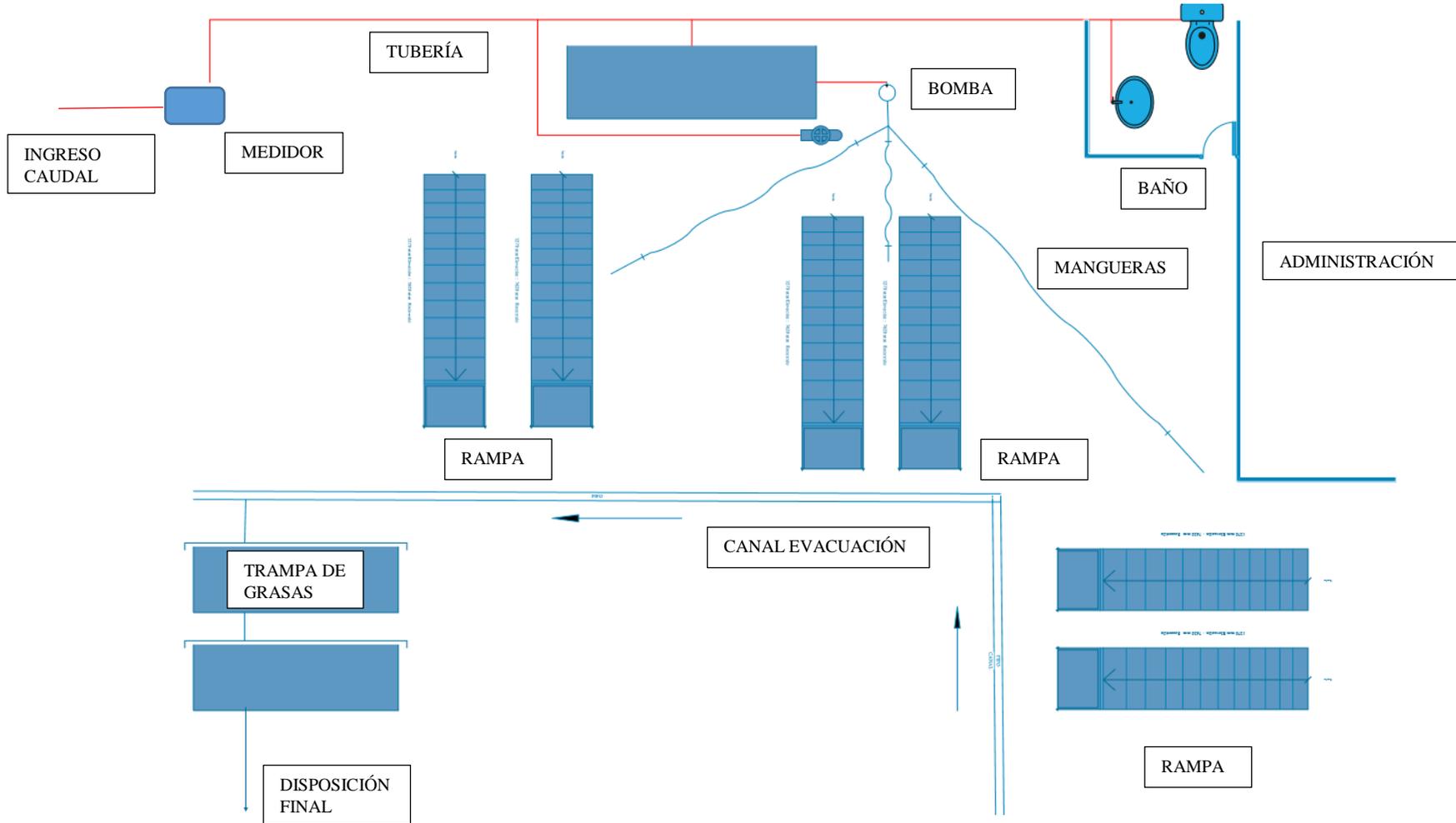
OTROS REGISTROS: L'ORGANISME DE CERTIFICATION "QUÉBEC VRAI"  **ISO 9001** 

FABRICANTE: BERGER PEAT MOSS 

Agronpaxi Cia. Ltda.

PRINCIPAL: Panamericana Norte Km 12 Sector Piedra Colorada, Latacunga Telefax (03) 2719-113 094423383
SUCURSALES: Guayaquil 094534425 Milagro 094619483 Santo Domingo 093098104
www.agronpaxi.com

2. CROQUIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA INDUSTRIA



3. ANEXO FOTOGRÁFICO



Foto 1: Colocación de material en filtro



Foto 2: Turba rubia 100% pureza



Foto 3: Estructura completa del filtro de turba



Foto 4: Flauta y plancha de distribución



Foto 5: Llenado de tanque



Foto 6: Tanque lleno



Foto 7: Agua filtrada 1



Foto 8: Recolección de muestra filtrada



Foto 9: Muestras en botellas de vidrio



Foto 10: Lectura de datos del medidor



Foto 11: Agua filtrada 2



Foto 12: Muestras en recipiente térmico

4. INFORME DE LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

- Muestra cruda y muestra filtrada 10 días



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: José Sánchez **INFORME N°** 233-17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 233-17
DIRECCIÓN: Latacunga **FECHA DE RECEPCIÓN:** 22 - 09 -17
TELÉFONO: 0995855291 **FECHA DE INFORME:** 29 - 09- 17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Latacunga **TIPO DE MUESTRA:**
IDENTIFICACIÓN:
MA - 378-17 Muestra cruda Agua
MA - 379-17 10 días de tratamiento Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 378-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	266,86	N/A	22 - 09 -17
* DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	2095	N/A	22 - 09 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	917	N/A	22 - 09 -17

MA - 379-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1,43	N/A	22 - 09 -17
* DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	127	N/A	22 - 09 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	59	N/A	22 - 09 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

- Muestra filtrada 20 días



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: José Sánchez **INFORME N°** 104- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 104-17
DIRECCIÓN: Latacunga
TELÉFONO: 0995855291 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 03 - 07 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Latacunga **FECHA DE INFORME:** 10 - 07- 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
Agua
MA - 246-17

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 246-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	22	N/A	03- 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	97	N/A	03- 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	48	N/A	03- 07 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


 Dr. Juan Carlos Lara R.
 TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

- Muestra filtrada 30 días



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: José Sánchez **INFORME N°** 131- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 131-17
DIRECCIÓN: Latacunga
TELÉFONO: 0995855291 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 13 - 07 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1. Agua residual lavadora de autos, Latacunga **FECHA DE INFORME:** 20 - 07- 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
Agua
MA - 276-17

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 276-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	42	N/A	13- 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	58	N/A	13- 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	31	N/A	13- 07 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


 Dr. Juan Carlos Lara B.
 TÉCNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

- Muestra filtrada 40 días



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: José Sánchez **INFORME N°** 151- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 151-17
DIRECCIÓN: Latacunga
TELÉFONO: 0995855291 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 24 - 07 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Latacunga **FECHA DE INFORME:** 31 - 07 - 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
MA - 309-17 40 días de tratamiento Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 309-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	46	N/A	24- 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	83	N/A	24- 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	37	N/A	24- 07 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


 Dr. Juan Carlos Lara R.
 TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizad(a)s.
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

- Muestra filtrada 50 días



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: José Sánchez **INFORME N°** 148-17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 148-17
DIRECCIÓN: Latacunga
TELÉFONO: 0995855291 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 02 - 08 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Latacunga **FECHA DE INFORME:** 09 - 08 - 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
MA - 294-17 50 días de tratamiento Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

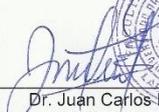
MA - 294-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	34	N/A	02 - 08 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	53	N/A	02 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	26	N/A	02 - 08 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


 Dr. Juan Carlos Lara R.
 TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

- Muestra filtrada 60 días



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: José Sánchez **INFORME N°** 175- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 175-17
DIRECCIÓN: Latacunga
TELÉFONO: 0995855291 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 10 - 08 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Latacunga **FECHA DE INFORME:** 22 - 08- 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
Agua
MA - 313-17 60 días de tratamiento

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 313-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0.00005	N/A	10 - 08 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	80	N/A	10 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	29,6	N/A	10 - 08 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



Benito Mendoza T., Ph.D.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

- Muestra filtrada 70 días



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: José Sánchez **INFORME N°** 195- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 195-17
DIRECCIÓN: Latacunga
TELÉFONO: 0995855291 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 22 - 08 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Latacunga **FECHA DE INFORME:** 29 - 08 - 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
MA - 333-17 70 días de tratamiento Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 333-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0.01	N/A	22 - 08 -17
* DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	40	N/A	22 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	18	N/A	22 - 08 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


 Dr. Juan Carlos Lara R.
 TÉCNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

- Muestra filtrada 80 días



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: José Sánchez **INFORME N°** 214- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 214-17
DIRECCIÓN: Latacunga
TELÉFONO: 0995855291 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 01 - 09 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Latacunga **FECHA DE INFORME:** 08 - 09- 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
MA - 355-17 80 días de tratamiento Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 355-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0,24	N/A	01 - 09 -17
* DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	7	N/A	01 - 09 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2,2	N/A	01 - 09 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


 Dr. Juan Carlos Lara R.
 TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

- Muestra filtrada 90 días



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: José Sánchez **INFORME N°** 223- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 223-17
DIRECCIÓN: Latacunga
TELÉFONO: 0995855291 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 11 - 09 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1. Agua residual lavadora de autos, Latacunga **FECHA DE INFORME:** 18 - 09 -17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
Agua
MA - 366-17 90 días de tratamiento

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 366-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0,26	N/A	11 - 09 -17
* DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	13	N/A	11 - 09 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	4,1	N/A	11 - 09 -17

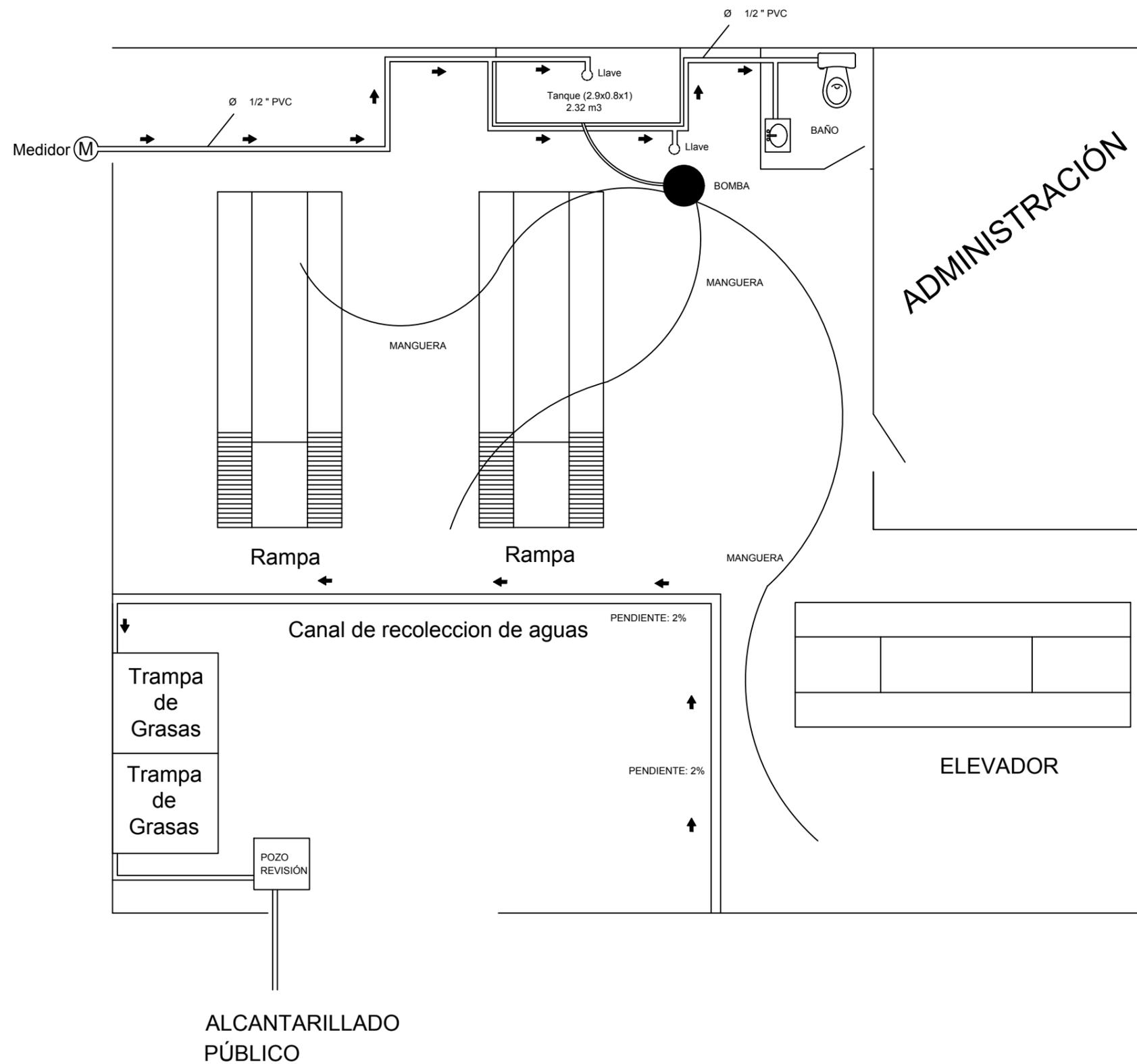
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


 Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PROPIETARIO: ING. IVÁN GALLARDO	CONTIENE: ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA "LAVAUTO"	ESCALA: SIN ESCALA
DIBUJO:		FECHA: 14/06/2017
PROYECTO: TRABAJO EXPERIMENTAL		HOJA No: 1 de 1
UBICACIÓN: LATACUNGA-COTOPAXI	REALIZADO POR: JOSÉ SÁNCHEZ	REVISADO: