



**“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 GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES PROVENIENTE DE LAVADORA Y LUBRICADORA “RIDA”  
UBICADA EN LA CIUDAD DE PATATE – PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

**AUTOR:**

**EDISON FABIÁN RODRÍGUEZ MARTÍNEZ**

**TUTOR:**

**ING. EDUARDO PAREDES MSC.**

**AMBATO – ECUADOR**

**2017**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Eduardo Paredes Msc., certifico que el presente proyecto de investigación realizado por Edison Fabián Rodríguez Martínez, egresado de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi dirección, el cual es un trabajo experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil, personal e inédito y ha sido concluido bajo el título, **“ANÁLISIS DE GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTE DE LAVADORA Y LUBRICADORA “RIDA” UBICADA EN LA CIUDAD DE PATATE – PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

.....  
**Ing. Eduardo Paredes Msc.**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo, Edison Fabián Rodríguez Martínez, con CI: 180441687-1 egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, indico que los criterios emitidos en el presente trabajo experimental como el contenido previo a la obtención del título de ingeniero civil, bajo el tema, **“ANÁLISIS DE GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTE DE LAVADORA Y LUBRICADORA “RIDA” UBICADA EN LA CIUDAD DE PATATE – PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, son de mi completa autoría.

Ambato, Octubre 2017

.....  
Edison Fabián Rodríguez Martínez

AUTOR

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de Titulación bajo la modalidad 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 de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Trabajo de Titulación 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, Octubre 2017

.....  
Edison Fabián Rodríguez Martínez

AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental, bajo el título, **“ANÁLISIS DE GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTE DE LAVADORA Y LUBRICADORA “RIDA” UBICADA EN LA CIUDAD DE PATATE – PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, realizado por Edison Fabián Rodríguez Martínez, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para la constancia firman:

.....  
Ing. Mg. Geovanny Paredes  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....  
Ing. Mg. Dilon Moya  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## **DEDICATORIA**

Desde el fondo de mi corazón y con mucha gratitud dedico este trabajo:

A Dios, por el regalo más grande que me puede brindar haberme dado vida para con esfuerzo y perseverancia haber logrado un objetivo más.

A mis queridos padres, quienes con su ejemplo de esfuerzo y dedicación durante todo el trascurso de mi carrera me han sabido brindar su apoyo incondicional; sin dejar de lado sus consejos los cuales han convertido de mí una persona de bien capaz de alcanzar la meta propuesta.

A mis hermanos, a mi familia, los cuales de una manera u otra me estuvieron dándome palabras de aliento muy necesarias para lograr cumplir mi objetivo.

A la persona que desde que la conocí, evidencio un cambio en mi vida, aquella niña convertida en mujer, quien con el solo hecho de escucharme cuando más necesitaba me daba las fuerzas necesarias para llegar a cumplir mi meta; a ti mi amor gracias.

A mis amigos, los cuales fueron ese apoyo incondicional dentro de las aulas, quienes que a pesar de las bromas, teniendo en cuenta nuestro objetivo y el sacrificio que deberíamos hacer para lograrlo.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil y en ella a aquellos docentes que con su nivel de ética y profesionalismo nos brindaron el conocimiento y su experiencia durante el tiempo compartido en las aulas y fuera de ellas, los cuales nos serán muy útiles en la vida personal y profesional.

A mi tutor Ing. Eduardo Paredes Mg. quien con su experiencia como docente ha sido la guía, durante el proceso de realización de esta tesis, dándome las pautas necesarias para finalmente culminarla.

A todas aquellas personas que de una u otra manera ayudaron para hacer realidad este mi sueño.

## ÍNDICE GENERAL

### PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO .....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XII
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIV

### CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. TEMA .....	1
1.2. ANTECEDENTES .....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4. OBJETIVOS .....	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6

### CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
2.1.1. Agua Residuales .....	7
2.1.2. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado .....	7
2.1.3. Parámetros de Control para el Tratamiento de Aguas Residuales .....	8

2.1.4. Biofiltración .....	10
2.1.4.1. Biofiltros .....	10
2.1.5. Filtración .....	11
2.1.5.1. Tipos de Filtración .....	11
2.1.6. Material Filtrante .....	11
2.1.6.1. Grava .....	12
2.1.6.2. Propiedades y Características de la Grava .....	12
2.1.6.3. Obtención de la Grava .....	13
2.2. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS .....	13
2.2.1. Variable Independiente .....	13
2.2.2. Variable Dependiente .....	13
2.3. HIPÓTESIS .....	13

### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	14
3.1.1. Investigación Experimental .....	14
3.1.2. Investigación de Laboratorio .....	14
3.1.3. Investigación Explorativa .....	14
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	14
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	16
3.3.1. Variable Independiente .....	16
3.3.2. Variable Dependiente .....	17
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	18
3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS .....	19
3.5.1. Plan de Procesamiento de la Información .....	19
3.5.2. Plan de Análisis de la Información .....	20
3.5.3. Diseño del Filtro .....	21
3.5.3.1. Costo del Filtro.....	25
3.5.4. Características de la Lavadora y Lubricadora “RIDA” .....	26

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS .....	29
4.1.1. Determinación de los Caudales de la Lavadora de Autos .....	29
4.1.1.1. Caudal de Entrada .....	29
4.1.1.2. Caudal de Salida .....	30
4.1.3. Resultados de los Análisis Físico – Químico .....	34
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	37
4.2.1. Comparación Grafica de los Resultados, con el Limite Máximo Permisible según el Tulsma.Tabla 11,Anexo 1,Libro VI .....	37
4.2.2. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL FILTRO .....	40
4.2.2.1. Análisis de la Eficiencia de Remoción del DBO <sub>5</sub> .....	40
4.2.2.2. Análisis de la Eficiencia de Remoción del DQO .....	41
4.2.2.3. Análisis de la Eficiencia de Remoción de Aceites y Grasas .....	42
4.2.3. ANÁLISIS CRÍTICO Y PERSONAL .....	43
4.2.3.1. Análisis Crítico.....	43
4.2.3.2. Análisis Personal.....	43
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....	44

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. CONCLUSIONES .....	45
5.2. RECOMENDACIONES .....	46

## **MATERIALES DE REFERENCIA**

1. BIBLIOGRAFÍA .....	47
2. ANEXOS .....	51
2.1. ANEXO FOTOGRÁFICO .....	51
2.2. FORMATO DE FICHA DE REGISTROS .....	52
2.3. ESQUEMA DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA “RIDA” .....	53
2.2. INFORMES DE LOS ANÁLISIS .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.....	8
Tabla 2. Operacionalización de la Variable Independiente .....	16
Tabla 3. Operacionalización de la Variable Dependiente .....	17
Tabla 4. Plan de Recolección de Información .....	18
Tabla 5. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios .....	21
Tabla 6. Costo del Filtro .....	25
Tabla 7. Conteo de vehículos promedio al día .....	28
Tabla 8. Lectura y Determinación del Caudal de Entrada .....	29
Tabla 9. Lectura y Determinación del Caudal de Salida .....	33
Tabla 10. Resultados Obtenidos en los Análisis de Laboratorio DBO <sub>5</sub> .....	34
Tabla 11. Resultados Obtenidos en los Análisis de Laboratorio DQO .....	35
Tabla 12. Resultados Obtenidos en los Análisis de Laboratorio Aceites y Grasas.....	36
Tabla 13. Resumen de los Resultados Obtenidos en los Análisis de Laboratorio .....	36

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Estructura del Filtro .....	19
Gráfico 2. Dimensiones del filtro .....	23
Gráfico 3. Especificaciones del Filtro .....	25
Gráfico 4. Esquema, Instalaciones de la Lavadora “ RIDA” .....	26
Gráfico 5. Calculo de la Pendiente – Perfil Terreno vs Perfil Proyecto .....	30
Gráfico 6. Tubería de Salida Agua Residual .....	31
Gráfico 7. Curva Tirante “h” vs Caudal “Q” .....	33
Gráfico 8. Comparación del DBO <sub>5</sub> , con el límite máximo según TULSMA .....	37
Gráfico 9. Comparación del DQO, con el límite máximo según TULSMA .....	38
Gráfico 10. Comparación de Aceites y Grasas, con el límite máximo según TULSMA.....	39
Gráfico 11. Eficiencia de remoción de DBO <sub>5</sub> durante el funcionamiento del filtro .....	40
Gráfico 12. Eficiencia de remoción de DQO durante el funcionamiento del filtro .....	41
Gráfico 13. Eficiencia de remoción de Aceites y Grasas durante el funcionamiento del filtro .....	42
Gráfico 13. Resumen de la Eficiencia de remoción de los parámetros analizados filtro.....	43

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Tanque de 55 galones.....	22
Imagen 2. Recipiente Plástico.....	24
Imagen 3. Disposición de las rampas de Lavado.....	27

**TEMA: “ANÁLISIS DE GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES PROVENIENTE DE LAVADORA Y LUBRICADORA  
“RIDA” UBICADA EN LA CIUDAD DE PATATE – PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA.”**

**Autor:** Edison Fabián Rodríguez Martínez

**Tutor:** Ing. Eduardo Paredes Mg.

**RESUMEN EJECUTIVO**

Este proyecto experimental realizó análisis físicos químicos del agua residual antes y después del proceso de filtración. Los parámetros en estudio son: DBO<sub>5</sub>, DQO, Aceites y grasas. Para el desarrollo del experimento, el filtro estuvo en funcionamiento durante 90 días, la toma de muestras se las realizó tres veces al mes, las cuales fueron analizadas en un laboratorio especializado. Se realizó el análisis de una muestra de agua residual no filtrada para conocer el nivel de contaminación generada por la lavadora, las siguientes muestras se realizó un análisis luego del proceso de filtración.

Los resultados obtenidos se compararon con los valores de la tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

La eficiencia del filtro se reflejó en los resultados de los análisis realizados antes del proceso de filtración, comparado con los realizados después del proceso de filtración durante los noventa días de funcionamiento del filtro.

Una vez analizados los resultados se determinó que el material (grava) utilizado en el filtro ha contribuido a la disminución de los parámetros en estudio, DBO<sub>5</sub>, DQO, Aceites y grasas, obteniendo así valores porcentajes de remoción de hasta 98.8%, 95.86%, 100% respectivamente. Lo cual nos da conocer que material (grava) consiguió disminuir los valores de los parámetros mencionados.

THEME: GRAVEL ANALYSIS AS A FILTER IN THE WASTEWATER TREATMENT  
FROM THE CAR WASH AND LUBRICATOR “RIDA” LOCATED IN PATATE -  
PROVINCE OF TUNGURAHUA.

Author: Edison Fabián Rodríguez Martínez

Tutor: Ing. Eduardo Paredes Mg.

ABSTRACT

This experimental project carried out physical chemical analysis of wastewater before and after the filtration process. The parameters under study are: BOD, COD, Oils and fats. For the development of the experiment, the filter was in operation for 90 days, the samples were taken three times a month, which were analyzed in a specialized laboratory. An unfiltered residual water sample was analyzed to determine the level of contamination generated by the cars wash. The following samples were analyzed after the filtration process.

The results obtained were compared with the values in Table 9. Limits of discharge to the public sewer system, from Book VI Annex 1: Environmental Quality Standard and discharge of effluents resource: Water from the Unified Text of Secondary Legislation, Environment.

The efficiency of the filter was reflected in the results of the analyzes carried out before the filtering process, compared with those performed after the filtering process during the ninety days of filter operation.

Once the results were analyzed, it was determined that the material (gravel) used in the filter has contributed to the reduction of the parameters under study, BOD<sub>5</sub>, COD, oils and grease, thus obtaining removal percentages of up to 98.8%, 95.86%, 100% respectively. Which gives us know that material (gravel) managed to decrease the values of the parameters mentioned.

# **CAPÍTULO I.**

## **ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.**

### **1.1. TEMA**

ANÁLISIS DE GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTE DE LAVADORA Y LUBRICADORA “RIDA” UBICADA EN LA CIUDAD DE PATATE – PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

### **1.2. ANTECEDENTES**

Estudios previos se han basado en la capacidad que tienen ciertos medios orgánicos de actuar como resinas naturales, capaces remover contaminantes mediante mecanismos de adsorción/absorción y el uso de microorganismos capaces de biodegradar los contaminantes; resultados obtenidos revelan que la eficiencia del tratamiento en el proceso de biofiltración sobre lecho orgánico entre 90 y 99%. Estos resultados permiten deducir que la biofiltración sobre este material constituye a la problemática ambiental. Sus bajos costos, facilidad de operación y de mantenimiento, hacen de esta tecnología una alternativa para el tratamiento de las aguas residuales. [1]

Un trabajo realizado con el fin de comparar sistemas de biofiltración construido para purificar las aguas residuales urbanas mezcladas con agua agrícola, y las aguas en una Planta de Tratamiento de Agua. La eficiencia del sistema alcanza el 95% para materia orgánica, 86% para contenido fósforo y materia orgánica y 81% para contenido de nitrógeno, demostrando la mayor reducción de los compuestos analizados. La mayor reducción en todos los compuestos analizados, 93% para contenido de fosforo, 73% para contenido de nitrógeno, 67% para materia inorgánica y 36% para materia orgánica. [2]

También se han realizado investigaciones para la eliminación de carga orgánica y nitrógeno del efluente tratado en lagunas anaeróbicas de una extractora de aceite crudo de palma africana. El efluente se purificó en un sistema que consiste en un biofiltro de arena, el sistema

consiste en un flujo continuo que descarga a un recipiente de donde se recircula el agua al biofiltro. La remoción de materia orgánica y nitrificación se realizó en intervalos de aireación, mientras que la desnitrificación ocurrió en el intervalo de no aireación. El sistema operó durante 294 días y se logró una remoción de 41 a 85% de la DQO y 44 a 87% de amonio. Se obtuvo un 12% de reducción en la concentración de nitrógeno inorgánico. [3]

Un estudio, con el objetivo de remover los huevos de parásitos en el agua, empleando filtros como lecho, arena industrial con los cuales se evaluó un sistema de filtración rápida y un sistema de filtración lenta. Donde determinaron la variación del caudal y la turbiedad del efluente durante la filtración y la eficiencia de remoción de los huevos de parásitos. Los filtros fueron 100% eficientes para remoción de los huevos de parásitos. La remoción de turbiedad fue del 85,5 y 79,4%, respectivamente. Los análisis realizados para diferentes alturas del lecho filtrante, mostraron una remoción promedio de turbiedad del 80,4 y 76,6%, respectivamente. [4]

Así mismo como alternativas ecológicas para el tratamiento de aguas residuales domésticas son los llamados Biofiltros, que se construye de material vivo (lombrices) e inerte (viruta y grava). Los cuales, para obtener mejores condiciones se hizo variantes en la estructura del material inerte. Realizando uno con empaque de aserrín y otro con empaque de fibra de coco, el análisis e interpretación de resultados arrojaron que la eficiencia en la remoción de contaminantes con aserrín es del 53.53 %, y con fibra de coco es del 82.37 %. [5]

Con objetivo evaluar la arena, carbón activado y zeolita como medios de filtración en la reutilización de aguas residuales tratadas para la agricultura. Tratando boro, cloruro, sulfato, calcio, conductividad eléctrica, pH y temperatura, junto a un grupo de metales pesados. Indicaron que la arena no aporta en este proceso de filtración, el carbón activado ha sido capaz de disminuir el boro de manera muy eficaz, en una etapa inicial los efluentes a este medio filtrante. El medio que tiene capacidades de ser aplicado en la reducción de los contaminantes es la zeolita, capaz de reducir hasta un 20 % el valor de la conductividad eléctrica sin tener ningún efecto en los otros parámetros y además, no mostro un estado de saturación durante el tiempo de operación evaluado. [6]

La factibilidad del uso de biofiltros, con lombrices de tierra, comparándolo con respecto a otro sin lombrices, contando con grava, gravilla y piedra como materiales de relleno, tratando agua residual de una industria láctea. Los parámetros fisicoquímicos estudiados, pH, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, grasas y aceites. Según los resultados de la experimentación, el DQO con un 79.56% de reducción y de 55.18% respectivamente, el DBO no tuvo reducción respecto a la muestra sin tratar, el pH un valor de 4.56. [7]

Según resultados de un sistema de filtros con tres diversos materiales (grava-arena- lirio) para tratar las aguas jabonosas provenientes de una vivienda; Según los resultados y comparación en términos de pH, el biofiltro de: grava-arena-lirio, no tuvo un buen rendimiento, el con lirio y arena obtuvo resultados aceptables, con mejor eficiencia en términos de pH, esto por las características del agua jabonosa, totalmente alcalinas por los componentes del jabón, con un pH de 10.2, que al ser filtrada su pH alcanzo niveles de 7.5. Otra conclusión es que los filtros constituidos con grava no parecen tener influencia sobre el pH o la coloración del agua filtrada a través de él. [8]

Existe un proyecto el cual evaluó dos sistemas de filtración caseros, un filtro biológico de arena y un filtro cerámico de arcilla, con capacidad de remover el 99.99% de bacterias y virus. Dichos filtros son de fácil elaboración, mantenimiento y operación, y en relación a lo económico su costo es muy bajo a fin de aplicarlos en comunidades de escasos recursos y como posible plan de contingencia ante inundaciones. Durante esta experimentación se han logrado remociones de hasta 99.8% de coliformes fecales y 99.7% de virus. [9]

Y es por esto que en la actualidad el proceso de biofiltración se ha transformado en una alternativa que garantiza un estado de saneamiento básico adecuado disminuyendo el impacto ambiental para las poblaciones afectadas, mejorando así su calidad de vida. Es conocido que la biofiltración utiliza una sola operación para la purificación del agua, presentando procesos físicos y bioquímicos como consecuencia de bajas tasas de filtración, que generan la formación de una biocapa sobre la superficie, capa ésta responsable de remover y/o retener los agentes patógenos.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

El agua es necesaria e incomparable. Cada día empleamos cientos de litros de agua para el consumo, el aseo personal, la preparación y cocción de alimentos, la limpieza del hogar, entre otros, sin embargo gran parte de los recursos hídricos de agua dulce se emplean en la agricultura, la producción de energía y en la industria, y además, diariamente se presenta un mayor número de fuentes con contaminación, principalmente biológica, que las convierte en no utilizables. [10]

A nivel mundial el aumento excesivo del parque automotor es uno de los motivos por el cual el número de lavadoras y lubricadoras han ido creciendo cada vez más, esto ha dado lugar a los problemas ambientales, los cuales van creciendo debido a la resistencia de los países más desarrollados e industrializados a cambiar el estilo de desarrollo y asumir conductas productivas más sustentables. [11]

La presión sobre los recursos naturales, en especial el agua, es cada vez más intensa y evidencia impactos preocupantes en el ecosistema. Los planteamientos de grandes infraestructuras hidráulicas, dominantes durante el siglo XX, se muestran ineficaces para resolver el problema latente de la escasez de agua.

Es imprescindible buscar nuevas formas para satisfacer la demanda de los consumidores de forma racional. La “Gestión de la Demanda” es un paso necesario pero no único. Otros principios, como una eficiente gestión de las aguas residuales urbanas, contribuirían a paliar el problema de la sequía. En lugares como Israel, el 70% de las aguas residuales son tratadas y utilizadas como agua de riego (los contaminantes se convierten así en valiosos fertilizantes), convirtiendo regiones áridas en fértiles plantaciones. [12]

El tratamiento de las aguas residuales provenientes de industrias a nivel del mundo entero, implementa nuevos métodos de tratamiento para la descontaminación de aguas, que han resultado ser eficientes para el fin que se los ha propuesto con ventajas favorables en los resultados finales, el diseñar trampas donde se pueda separar residuos sólidos de grasas y aceites, empleando técnicas manuales y mecánicas.

El tratamiento de las aguas residuales se la realiza por medio de diferentes procesos de depuración: físicos, químicos y microbiológicos, por medio de tratamientos convencionales o naturales, permitiendo de esta manera que el agua a tratar pueda eliminar la mayor cantidad de contaminantes con la finalidad de que sus parámetros estén dentro de los límites establecidos por las normas ambientales. [13]

En nuestro país en la actualidad el crecimiento en el parque automotor aumentando considerablemente, lo cual da lugar a la presencia de nuevas empresas de lavado y pulverizado de autos, generando aguas residuales producto de su trabajo diario, que luego son evacuadas al sistema de alcantarillado dando lugar a problemas ambientales. [14]

Los desechos líquidos y sólidos contaminantes como aceites quemados y grasas son muy comunes dentro de lavadoras y lubricadoras de autos [15], por lo que se han adoptado mecanismos para el tratamiento de estas aguas residuales como fosas con cimentadores conectados a una trampa de grasas y aceites los cuales han dado un gran resultado.[16]

En el tratamiento de aguas residuales se evalúan los efectos de fuerzas físicas, reacciones químicas, control biológico o acción microbiológica, con el propósito de producir cambios en la calidad del agua. [17]

Es por esto que el agua residual necesita un proceso de filtración que permita cumplir las normas establecidas para la evacuación del mismo hacia el alcantarillado, el presente proyecto se va a encargar de evaluar la eficiencia de un biofiltro elaborado con grava como principal material filtrante.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar la grava como material filtrante para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora y lubricadora “RIDA” del cantón Patate provincia de Tungurahua.

## **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1.4.2.1. Conocer la infraestructura y funcionamiento de la lavadora y lubricadora de autos “RIDA” del cantón Patate Provincia de Tungurahua.

1.4.2.2. Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la lavadora y lubricadora “RIDA” del cantón Patate provincia de Tungurahua.

1.4.2.3. Monitorear las características de biodegradabilidad ( $DBO_5$  y  $DQO$ ) y aceites y grasas de las aguas residuales provenientes de la lavadora y lubricadora “RIDA” del cantón Patate provincia de Tungurahua.

1.4.2.4. Determinar si la grava puede ser utilizado como material filtrante en el pre-tratamiento de las lavadoras y lubricadoras.

## **CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN**

### **2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1.1 AGUAS RESIDUALES**

Toda industria que consume agua y la calidad de esta al descargarla dependerá del directamente del proceso industrial. [18], Las aguas residuales, son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido contaminadas por diversos usos. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, casas habitación, edificios comerciales e instituciones, junto con los desechos industriales.[19]

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos. [20]

Dentro de este concepto se incluyen aguas con diversos orígenes:

- Aguas residuales domésticas o aguas negras
  
- Aguas blancas
  
- Aguas residuales industriales
  
- Aguas residuales agrícolas

#### **2.1.2. LIMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

De acuerdo con el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua la cual nos indica los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado, los criterios

de calidad de las aguas para sus distintos usos; los métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua. [21]

*Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>EXPRESADO COMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Aceite y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	70
Demanda bioquímica de oxígeno(5días)	DBO5	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500
Sólidos Suspendidos Totales	-	mg/l	220
Sólidos Totales	-	mg/l	1600
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Potencial de Hidrógeno	pH	-	6 a 9

*Fuente.- Tabla N°9, Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, 2010.*

*Realizado por: Egdo. Edison Rodríguez*

### **2.1.3. PARÁMETROS DE CONTROL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

#### **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**

La DBO, la cual es un estimativo de la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar los materiales orgánicos biodegradables por una población heterogénea de microorganismos, es

un parámetro no bien definido que ha sido utilizado por muchos años al asignar una demanda de oxígeno a las aguas residuales. [22]. Mientras mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesita sus microorganismos para degradarla. [23]. La DBO es el parámetro es usado para medir la calidad de aguas residuales y superficiales, para determinar la cantidad de oxígeno necesario para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, y para diseñar unidades de tratamiento biológico, con esto poder evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento y fijar las cargas orgánicas permisible en fuentes receptoras.[24]

### **Demanda química de oxígeno (DQO)**

La DQO mide el oxígeno equivalente de sustancias orgánicas e inorgánicas en una muestra acuosa que es susceptible a la oxidación por dicromato de potasio en una solución de ácido sulfúrico. Este parámetro ha sido usado para conocer en contenido de materia orgánica en aguas residuales. La correcta interpretación de los valores de DQO puede presentar alteraciones por lo cual se debe entonces, entender las variables que afectan los resultados de este parámetro.[23]

### **Aceites y Grasas**

El contenido de grasas y aceites en los residuos domésticos, residuos industriales y en los lodos se debe considerar para su manipulación y tratamiento hasta la disposición final. Al aceite y la grasa se les concede especial atención por su escasa solubilidad en el agua y su tendencia a separarse. A pesar de que estas características son una ventaja para facilitar la separación del aceite y la grasa mediante el uso de sistemas de flotación, su presencia complica el transporte de los residuos por las tuberías, su eliminación en unidades de tratamiento biológico y su disposición en las aguas receptoras. [25]

### **Sólidos**

Se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación a entre 103° y 105°C.

El contenido de sólidos del agua es uno de los parámetros más significativos. La cantidad, el tamaño y el tipo dependen del agua a tratarse. Un agua residual fecal no tratada puede tener materia orgánica, incluyendo trozos de comida en el rango de milímetros, mientras que un agua tratada puede tener partículas en el rango de  $10^{-6}$  mm. Los sólidos se clasifican como: sólidos totales, sólidos en suspensión, sólidos totales disueltos, sólidos totales volátiles y sólidos volátiles en suspensión. [25]

## **PH**

Una medida convencional de la acidez o basicidad de soluciones acuosas es el llamado PH este se mide en el rango de 1 a 14 siendo 7 el valor neutro. El pH de la mayoría de las aguas naturales esta entre 6 - 9 unidades. El pH permanece razonablemente constante a menos que la calidad de agua cambie debido a las influencias de tipo natural o antropogénicas, aumentando la acidez o la basicidad. [25]

Dado que la mayoría de los microorganismos prefieren un rango de pH específico, un cambio en el pH del material del filtro afectaría su actividad. [26]

### **2.1.4. Biofiltración.**

La tecnología de la biofiltración proporciona un método versátil, económico, simple y eficaz, de un tratamiento de diferentes tipos de aguas residuales. Su principio consiste en la utilización de un material orgánico o inorgánico, que sirve de soporte físico. La biofiltración se utiliza ampliamente para reducir los compuestos volátiles liberados por los procesos industriales y, por tanto, contribuyen la reducción de la contaminación atmosférica. La eficacia general de un biofiltro se rige en gran parte por las propiedades y características del medio de soporte, incluida la porosidad, un grado de compactación, capacidad de retención de agua. [27]

#### **2.1.4.1. Biofiltros.**

Los filtros que utilizan materiales orgánicos como empaque (madera, turba, etc.) Son a los que se los llama “biofiltros”. El efluente, aguas servidas, es dispuesto sobre la superficie del

Biofiltro cual pasa por el medio filtrante quedando retenida la materia orgánica, la cual es consumida por la actividad microbiana, oxidándola y degradándola.

La Biofiltración, que es un proceso de filtración de medio biológicamente activo, fue desarrollada inicialmente para reducir materia orgánica biodegradable y eliminar partículas a través de medios de filtración. [28]. La eficiencia de un biofiltro se encuentra estrechamente relacionada con la estabilización del sistema desde su inicio, lo cual consiste en hacer pasar agua residual y mantener las condiciones idóneas. Normalmente la estabilización es lenta y mucho más si la carga de materia orgánica es elevada lo cual puede llegar a desestabilizar nuestro biofiltro teniendo así la necesidad de un tratamiento previo de digestión antes de ingresar al filtro. [29]

### **2.1.5. Filtración.**

Es un proceso de limpieza del agua, consiste en separar sedimentos, mediante un determinado elemento que sirve de filtro. Este elemento suele ser poroso y hace que el líquido pase por el mismo mientras que las partículas contaminadas se impregnan en el material filtrante reduciendo el índice de contaminación en el agua. [30]

#### **2.1.5.1. Tipos de filtración.**

##### **Por Gravedad o presión:**

La filtración por gravedad es el proceso en el cual se hace pasar el agua por un filtro, se realiza por efectos de la gravedad. Los filtros de presión están contenidos en recipientes y el agua fluye forzada por efectos de presión a través del medio filtrante. [31]

### **2.1.6. Material Filtrante.**

El material filtrante ocupa generalmente entre el 50 y 70% de la altura total del biofiltro y sus principales características tenemos:

- Facilitar el contacto entre el agua y los sólidos biológicos contenidos en el biofiltro.
- Facilitar un flujo uniforme en el biofiltro.
- Permitir la acumulación de una gran cantidad de biomasa.

- Actuar como una barrera física, evitando que los sólidos sean sacados del sistema de tratamiento.
- Actuar como separador de sólidos y gases.

La selección del medio filtrante es de suma importancia debido a que de este depende la calidad final que tenga el efluente a tratar. [32]

#### **2.1.6.1. Grava**

Se denomina grava a las partículas rocosas de tamaño comprendido entre 2 y 64 mm, aunque no existe unicidad de criterio para el límite superior. Estas pueden ser producidas por el hombre, y naturales. En el desgaste natural producido por el movimiento en los lechos de ríos se denominan canto rodado. Existen también casos de gravas naturales que no son cantos rodados. Estos áridos son partículas granulares de material pétreo de tamaño variable. Este material se origina por fragmentación de las distintas rocas de la corteza terrestre, ya sea en forma natural o artificial. El material que es procesado, corresponde principalmente a minerales de caliza, granito, dolomita, basalto, arenisca, cuarzo y cuarcita.

#### **2.1.6.2. Propiedades y Características de la grava**

Por lo general la grava es de diámetro entre 6,4 y 9,5 mm (1/4 y 1/3 de pulgada) que ha sido cribada en condiciones determinadas. La arena y la gravilla se extraen y se tratan de diferentes maneras en todo el mundo.

En lo que respecta a sus propiedades tenemos las siguientes:

##### **Geométricas:**

Forma, tamaño.

##### **Mecánicas y físicas:**

La resistencia a la fragmentación, la resistencia al pulimento, la resistencia al desgaste, la porosidad, densidad y contenido de agua.

##### **De alteración y térmicas:**

La resistencia a los ciclos de deshielo y a las heladas.

##### **Químicas:**

Contenido de azufre, de cloruro, de materia orgánica, etc.

### **2.1.6.3. Obtención de la grava**

Las piedras que se utilizan principalmente son minerales de caliza, granito, dolomita, basalto, arenisca, cuarzo y cuarcita, que al ser trituradas (pulverizadas) toman los nombres de piedra partida o chancada. [33]

- Bancos de sedimentación
- Cauce de río
- Pozos secos
- Canteras

## **2.2. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.2.1. Variable independiente:**

La utilización de grava como material filtrante.

### **2.2.2. Variable dependiente:**

Disminuirá los contaminantes DQO, DBO<sub>5</sub>, Aceites y Grasas de las aguas residuales provenientes de la lavadora de autos.

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **Hipótesis Nuda:**

La utilización de grava como material filtrante no aportará a la disminución los niveles de contaminación de DQO, DBO<sub>5</sub>, Aceites y Grasas provenientes de la lavadora de autos “RIDA”, ubicada en el Cantón Patate, provincia de Tungurahua.

### **Hipótesis Alternativa:**

La utilización de grava como material filtrante disminuirá los niveles de contaminación de DQO, DBO<sub>5</sub>, Aceites y Grasas provenientes de la lavadora de autos “RIDA”, ubicada en el Cantón Patate, provincia de Tungurahua.

## **CAPÍTULO III.**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo experimental estará sujeto a las siguientes clases de investigación:

Experimental, de laboratorio y Explorativa.

##### **3.1.1. Investigación Experimental**

Para esta investigación se tomara muestras de agua residual proveniente de una lavadora de autos para analizarla y determinar el contenido de contaminantes los cuales nos indican si se encuentran en los rangos permisibles para la descarga al sistema de alcantarillado.

##### **3.1.2. Investigación de Laboratorio**

Los parámetros que se tomaran en cuenta para el presente trabajo se deberán realizar en un laboratorio especializado y acreditado, con la finalidad de obtener resultados fiables.

##### **3.1.3. Investigación Explorativa**

Se da esta investigación ya que el presente proyecto a elaborarse tiene poca información sobre el empleo de materiales amigables con el medio ambiente lo cual favorece al control de la contaminación debido al agua residual en este caso.

#### **3.2. Población y Muestra**

##### **Población**

Para este trabajo experimental la población a considerarse será el volumen de agua residual generada por la lavadora y lubricadora “RIDA”, la cual esta expresado en función de los 90

días tiempo en el cual nuestro biofiltro de grava estará en funcionamiento, por lo que la cantidad del efluente utilizado directamente relacionado al tiempo, obteniendo así la siguiente expresión:

$$\text{Var} = \frac{X}{T}$$

Donde:

Var = Volumen de agua residual= 4.05 m<sup>3</sup>/día

X= Cantidad de agua residual

T= Tiempo= 3 meses = 78 días

$$\text{Var} = \frac{4.05 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 78 \text{ días}}{3 \text{ meses}}$$

$$\text{Var} = 105.3 \text{ m}^3/\text{mes}$$

## Muestra

Al ser la muestra un subconjunto representativo de la población, esta será el agua residual que se tomó para filtrar, los 55 galones al día.

Para la toma de muestra de agua residual se lo realizo a diario durante los 90 días para su filtración por medio grava realizando esto seis días a la semana cuales son los laborables por la lavadora, teniendo así:

$$\text{MUESTRA} = \frac{55 \text{ gal}}{\text{día}} \times \frac{6 \text{ días}}{1 \text{ semana}}$$

$$\text{MUESTRA} = 330 \text{ gal/semana}$$

Tomando en cuenta el tiempo de funcionamiento de nuestro filtro fue de 14 semanas por lo que tenemos:

$$\text{MUESTRA} = \frac{330 \text{ gal}}{1 \text{ semana}} \times \frac{13 \text{ semanas}}{3 \text{ meses}}$$

$$\text{MUESTRA} = 1430 \frac{\text{gal}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{264.17 \text{ gal}}$$

$$\text{MUESTRA} = 5.413 \text{ m}^3/\text{mes}$$

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1 Variable Independiente.

La utilización de grava como material filtrante.

*Tabla 2. Operacionalización de la variable Independiente.*

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La biofiltración utilizando grava como material filtrante es una tecnología no convencional, la cual se basa en hacer pasar el agua residual por la capa de grava, es en esta capa donde se produce el proceso de filtrado o depuración del agua residual teniendo así nuestro proceso de filtrado.	Calidad del agua	Descarga al sistema de alcantarillado	¿El agua a descargar cumple los parámetros permisibles?	Análisis de laboratorio
	Acción de grava como material filtrante	Nivel de filtrado	¿Cuál es su nivel de filtración?	Análisis de laboratorio

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

### 3.3.2. Variable Dependiente.

Disminuirá los contaminantes DQO, DBO<sub>5</sub>, Aceites y Grasas de las aguas residuales provenientes de la lavadora de autos.

*Tabla 3. Operacionalización de la variable Dependiente.*

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Las descargas al sistema de alcantarillado deberán cumplir, al menos, con los valores establecidos en la TABLA 9 del Libro VI, Anexo 1 de acuerdo al TULSMA en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios.	Tabla 9 del Libro VI, Anexo 1 del TULSMA.	Agua residual Lavadora de Autos	¿Cuál es el parámetro que provoca mayor contaminación?	Análisis de laboratorio
		DBO <sub>5</sub>	¿Cuál es el nivel de DBO <sub>5</sub> ?	Análisis de laboratorio
		DQO	¿Cuál es el nivel de DQO?	Análisis de laboratorio
		Aceites y Grasas	¿Cuál es el nivel de Aceites y Grasas?	Análisis de laboratorio

*Realizado por: Egdo. Edison Rodríguez*

### 3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

*Tabla 4. Plan de recolección de Información.*

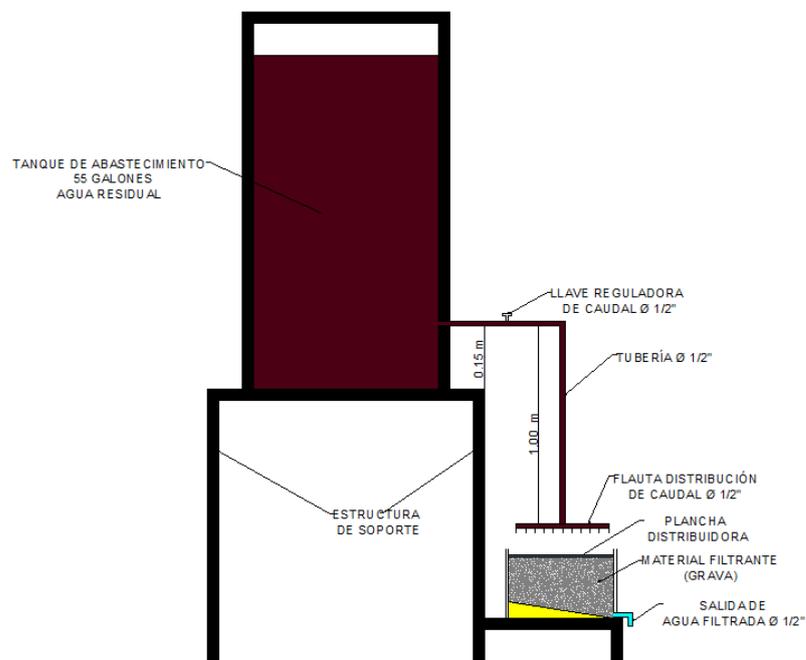
<b>PREGUNTAS BÁSICAS</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
<b>¿Qué evaluar?</b>	Un biofiltro compuesto de: grava como único material filtrante
<b>¿Sobre qué evaluar?</b>	El nivel de eficiencia del filtro elaborado
<b>¿Sobre qué aspectos?</b>	La aproximación de los valores resultantes después de la filtración, a los límites permisibles de desfogue al alcantarillado público, en los siguientes ítems: DBO5, DQO, aceites y grasas.
<b>¿Quién evalúa?</b>	Edison Fabián Rodríguez Martínez
<b>¿A quiénes evalúa?</b>	A las muestras de agua residual de una lavadora de autos, que serán recolectadas durante los 90 días de funcionamiento.
<b>¿Dónde evalúa?</b>	Lavadora de autos ubicada en el Cantón Patate, Provincia de Tungurahua.
<b>¿Cómo y con qué?</b>	Mediante un análisis físico y químico del agua, realizado en un laboratorio especializado.(UNACH)

*Realizado por: Egdo. Edison Rodríguez*

### 3.5. PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

#### 3.5.1. Plan de Procesamiento de la Información

- Se iniciará por analizar la infraestructura y el funcionamiento de la lavadora de autos “RIDA” la cual está ubicada en la ciudad de Patate, provincia de Tungurahua.
- Se realizará un levantamiento planimétrico con el fin de obtener una información detallada de sus instalaciones.
- La estructura del biofiltro será de metálica está sirviéndonos como soporte, se procederá al montaje del tanque de 55 galones sobre una estructura de metal el cual será llenado con el agua residual generada por la lavadora de autos ,de la cual se procederá a realizar las conexiones necesarias las cuales nos permitan tener la altura necesaria para su funcionamiento correcto, se usará un recipiente plástico el cual estará lleno de grava material en estudio como medio filtrante, por medio de las conexiones antes mencionadas el agua residual colocada en el tanque llegara al recipiente plástico donde por donde entrara al proceso de filtración dentro de nuestro material (grava) .



*Gráfico 1. Estructura del filtro.*

*Fuente: Autor*

- Nuestro filtro estará funcionando durante el tiempo de 90 días, en los que se observará la eficiencia de nuestra grava como material filtrante, tomando muestras en un periodo aproximado de 10 días durante el tiempo de funcionamiento hasta finalizar nuestro proceso.
- La toma de muestras se lo realizará en el tiempo establecido y con las medidas indicadas del laboratorio seleccionado para realizar los análisis.
- También como parte de nuestra investigación se realizará la toma de datos del medidor de entrada de agua potable durante un período considerable para conocer el volumen de agua utilizada por la lavadora de autos.
- Con respecto al agua residual generada por medio de un método simple se podrá conocer de manera aproximada el caudal de salida descargada al alcantarillado después de los procesos realizados en la lavadora de autos.

### **3.5.2. Plan de Análisis de la Información**

- Con el fin de tener una correcta información se procederá a la revisión de los resultados obtenidos mediante los análisis de laboratorio de un total de 10 muestras analizadas incluida en estas la de agua sin filtrar (agua cruda).
- Realizando la tabulación de todos los datos podemos tener facilidad de interpretación al momento de analizarlos.
- Realización de graficas comparativas entre los valores obtenidos de DBO<sub>5</sub>, DQO, Aceites y grasas, con los valores máximos permisibles establecidos por la norma “Ministerio del Ambiente, acuerdo Ministerial N028”.
- Con el fin de conocer la eficiencia de nuestro material como medio para disminuir los contaminantes DBO<sub>5</sub>, DQO, Aceites y grasas, se realizará una comparación entre los resultados del análisis del agua residual antes del proceso de filtrado con los valores obtenidos después del proceso de filtración esto para conocer el aporte que nos brinda en material (grava).
- Comprobación de la hipótesis mediante los resultados determinados durante el proceso de investigación.
- Formulación de conclusiones y recomendaciones.

### 3.5.3. Diseño del filtro

Para el diseño del biofiltro 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 filtros anaerobios convencionales. Este TRH el cual nos permitirá observar los fenómenos de remoción de contaminantes de manera similar a la que se estaría presentando en la vida real y/o prototipo.

Según TULSMA los valores de TRH recomendados para el diseño de filtros toman en consideración dos casos:

- Cuando se cuenta con características físicas y mecánicas del medio filtrante el TRH=0.5 días = 12 horas.
- Cuando se considera que el material se encuentra empacado el THR=5.25 horas.

Para el valor de TRH hemos acudido al manual de Agua Potable y Alcantarillado y Saneamiento (FAFA).

**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 de gasto		
	Q promedio	Q máximo diario	Q máximo horario
<b>Medio de empaque</b>	<b>Piedra</b>	<b>Piedra</b>	<b>Piedra</b>
Altura del medio filtrante(m)	0.8 a 3	0.8 a 3	0.8 a 3
Tiempo de residencia hidráulica (horas)	5 a 10	4 a 8	3 a 6
Carga Hidráulica superficial(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga orgánica volumétrica (kg DBO/ m <sup>3</sup> d )	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50
Carga orgánica en el medio filtrante(kg DBO/m <sup>3</sup> d)	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75

**Fuente:** Chernicharo de Lemos, 2007

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

De la tabla pronunciada anteriormente se tomó un valor de TRH = 5 a 10 horas correspondiente a un gasto promedio.

Se ha asumido un valor de 35 lt como volumen del medio filtrante y con la tabla anteriormente presentada se asumió un valor de TRH = 5.55 horas con estos datos procesemos a calcular el valor del caudal necesario de entrada hacia nuestro filtro.

$$Q = \frac{V}{TRH}$$

$$Q = \frac{35 \text{ lt}}{5.55 \text{ horas}} = 6.30 \frac{\text{lt}}{\text{h}} = 0.105 \text{ lt/min}$$

Para tener este caudal de salida hemos tenido que tener la necesidad de colocar un tanque de abastecimiento para nuestro prototipo de filtro.



***Imagen 1. Tanque de 55 galones***

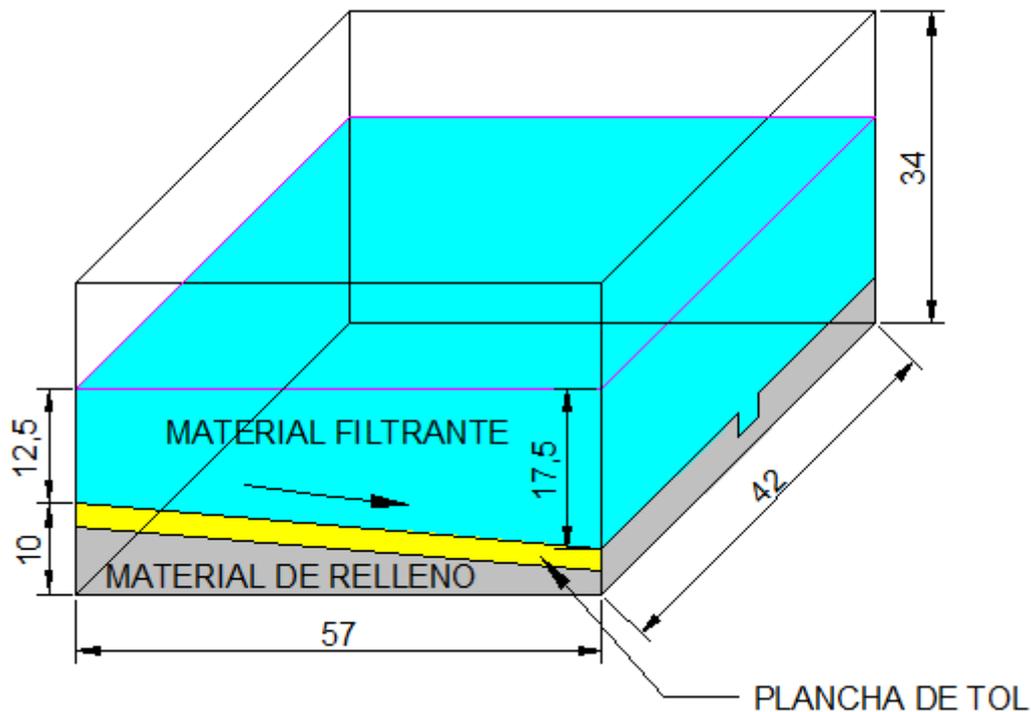
***Fuente: Autor***

Caudal para las 24 horas:

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

Para garantizar que el 1/3 de tanque este lleno se aumentó + 15 galones esto para que el filtro siempre esté en funcionamiento dado que el volumen del tanque total será de 55 galones.

Dimensiones del filtro:



**Gráfico 2. Dimensiones del filtro**

**Fuente: Autor**

Tomando el trapecio donde se colocó el medio filtrante:

At= Área del trapecio; Vt=volumen del trapecio; base=57cm; Lado menor = 12.5cm; Lado mayor = 17.5cm

$$At = 57 \times \frac{(17.5 + 12.5)}{2}$$

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

$$Vt = At \times 42 \text{ cm}$$

$$Vt = 855 \text{ cm}^2 \times 42 \text{ cm}$$

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

### **Constitución del filtro:**

Para nuestro filtro debemos mantener 35 lt de volumen del material a utilizar como mínimo para lo cual se lo ha podido conseguir un recipiente plástico GUADAMOVIL GRANDE de dimensiones (57 x 42 x 34 ) el cual nos proporciona la facilidad constructiva de nuestro filtro.



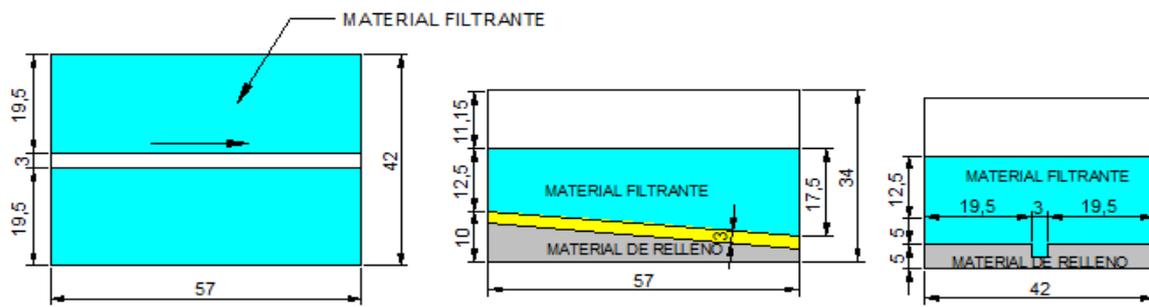
***Imagen 2. Recipiente plástico***

***Fuente: Autor***

Este recipiente el cual se lo dividirá en dos partes:

- El material filtrante (grava)
- El material de soporte

Ambas capas estarán divididas por una bandeja de tol el cual impedirá cualquier contacto de dichas capas antes mencionadas.



*Gráfico 3. Especificaciones del filtro*

*Fuente: Autor*

### 3.5.3.1. Costo del filtro

*Tabla 6. Costo del filtro*

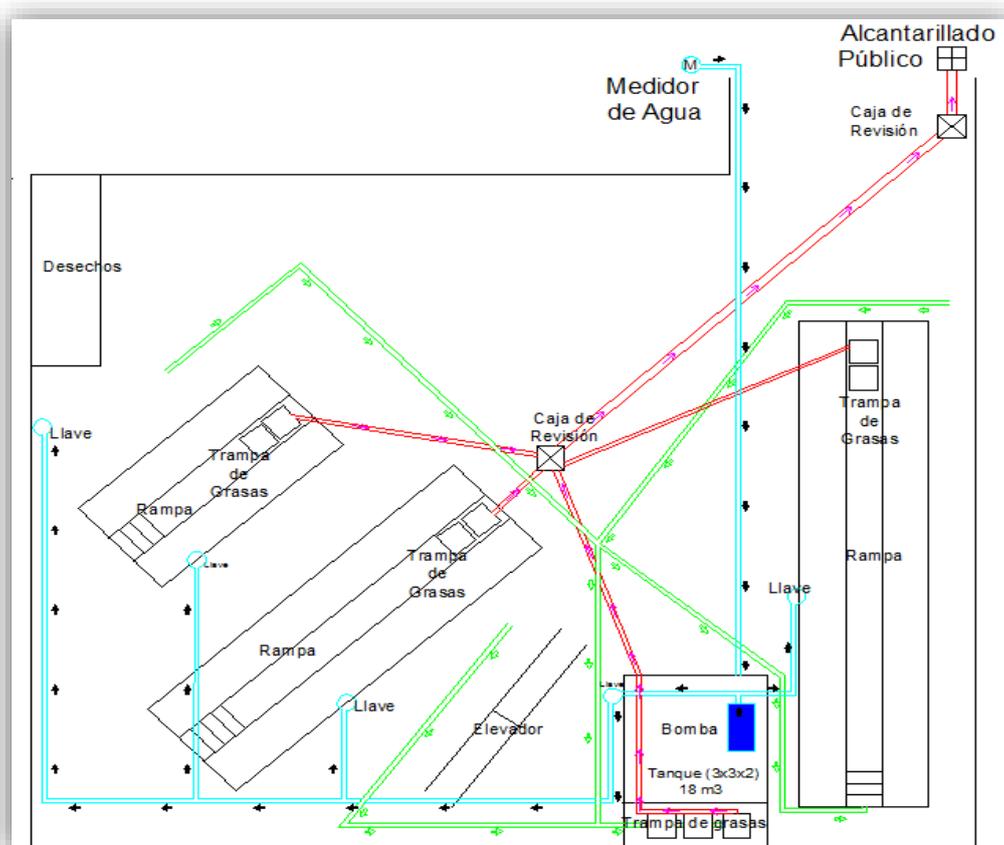
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
Soporte Metálico	1	U	30	30
Recipiente Plástico dimensiones (57 x 42 x 34 )	1	U	18	18
Tanque capacidad 55 galones	1	U	15	15
Tubería PVC ½ “	0.5	U	6	3
Plancha de Tol	0.5	U	40	20
Accesorios para Conexión	5	U	0.45	2.25
Grava	1	U	0	0
SikaFlex	1	U	6.5	6.5
<b>COSTO TOTAL = \$</b>				<b>94.75</b>

*Realizado por: Egdo. Edison Rodríguez*

### 3.5.4. Características de la Lavadora y Lubricadora “RIDA”.

#### Localización.

La Lavadora y Lubricadora “RIDA”, está ubicada en la calle Ambato, parroquia La Matriz del Cantón Patate, provincia de Tungurahua – Ecuador, en las coordenadas (777065.709 E; 9854840.852 N).



**Gráfico 4.** Esquema, Instalaciones Lavadora “RIDA”.

**Fuente.-** Lavadora y Lubricadora “RIDA”

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

#### Funcionamiento de la Lavadora.

La Lavadora y Lubricadora “RIDA”, dispone de cuatro raptas destinadas para el proceso de lavado de autos, las mismas que constan de una pistola de agua a presión independiente para

cada una de las rampas, presión que es obtenida mediante una bomba localizada sobre la cisterna de donde se obtiene el agua, la cual es llenada directamente desde la red pública de agua potable pasando por un medidor el cual nos sirve para controlar en volumen de agua consumido, para completar con el proceso de lavado y lubricado del auto se realiza los siguientes pasos:

**Paso 1.** Se dispone al auto sobre una de las rampas antes mencionadas lugar donde permanecerá el auto durante todo el proceso.



*Imagen 3. Disposición de las rampas de Lavado*

*Fuente: Autor*

**Paso 2.** Al ser la necesidad del propietario de su Auto, es el que elige en tipo de proceso que requiere que le brinde la Lavadora y Lubricadora “RIDA”, entre los procesos a brindar tiene los siguientes: Lavado Express, Lavado Completo, Cambio de aceite más Lavado.

- Lavado Express es el proceso en el cual solo se realiza un lavado de la parte externa del automóvil esta con el uso de agua y jabón.
- Lavado Completo el cual consta de la limpieza interior en la cual se realiza el aspirado de todo lo que es cabina, asientos, tablero, etc., así también de la parte exterior lavado pasado de agua y jabón, terminado con un pulverizado de toda la carrocería y el motor.

- Cambio de Aceite realizado con los lubricantes de elección del cliente, pudiéndolos encontrar en ese mismo momento ya que los posee la misma Lavadora brindando así un mejor servicio, aceite obtenido de este proceso es ubicado en tanques los cuales son dispuestos para entregarlos a empresas las cuales hacen uso de ello realizando el menor impacto posible al medio ambiente, después de esto el cliente es el que elige si desea realizar el lavado y pulverizado de su auto después de su lubricado.

Toda el agua residual generada por cualquier proceso anteriormente mencionado es recolectada por medio de canaletas, las cuales dirigen esta agua hacia las respectivas trampas de grasas, localizadas en cada una de las rampas, posterior a ellas se dirigen a la primera caja de revisión donde se recolecta toda el agua residual de las demás rampas para dirigirse por medio de una tubería de 4” pasando por otra caja de revisión hacia el alcantarillado público.

**Paso 3.** Secado proceso final que se realiza a mano mediante toallas o franelas.

**Vehículos promedio lavados por Día.**

*Tabla 7. Conteo de vehículos promedio al día.*

<b>Días</b>	<b>Martes 06/06/17</b>	<b>Miércoles 07/06/17</b>	<b>Jueves 08/06/17</b>	<b>Viernes 09/06/2017</b>	<b>Sábado 10/06/2017</b>	<b>Lunes 10/06/2017</b>	<b>Martes 12/06/2017</b>
<b>Nº Vehículos</b>	11	6	7	8	5	12	8

*Fuente.- Lavadora y lubricadora “RIDA”*

*Realizado por: Egdo. Edison Rodríguez*

**CAPÍTULO IV.**  
**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

**4.1. Recolección De Datos.**

**4.1.1. Determinación de los caudales de la Lavadora de Autos.**

En lo que respecta a los la lavadora de autos “RIDA”, es necesario determinar tanto el caudal de entrada como el de salida después de su utilización dentro del funcionamiento de lavado.

**4.1.1.1. Caudal de entrada.**

En base a las lecturas realizadas en el medidor podemos saber el volumen de agua consumida durante el día por la lavadora de autos, este consumo viene dado en m<sup>3</sup>.

*Tabla 8. Lectura y determinación del caudal de entrada.*

<b>DÍA</b>	<b>LECTURA MEDIDOR (m3)</b>	<b>VOLUMEN POR DÍA</b>	<b>CAUDAL (lt/min)</b>
MARTES	2681.216	-	-
MIÉRCOLES	2686.542	5.326	11.096
JUEVES	2689.531	2.989	6.227
VIERNES	2693.19	3.659	7.623
SÁBADO	2697.786	4.596	9.575
LUNES	2699.543	1.757	3.660
MARTES	2705.188	5.645	11.760
MIÉRCOLES	2710.543	5.355	11.156
<b>CAUDAL PROMEDIO =</b>			<b>8.728</b>

*Fuente.- Lavadora y lubricadora “RIDA”*

*Realizado por: Egdo. Edison Rodríguez*

#### 4.1.1.2. Caudal de salida.

Durante en proceso de lavado el agua utilizada es dirigida a cada una de las trampas de grasas ubicadas en la parte baja de cada rampa respectivamente, de allí se dirigen mediante una tubería de PVC 4" hacia una caja de revisión posterior a ella al alcantarillado público.

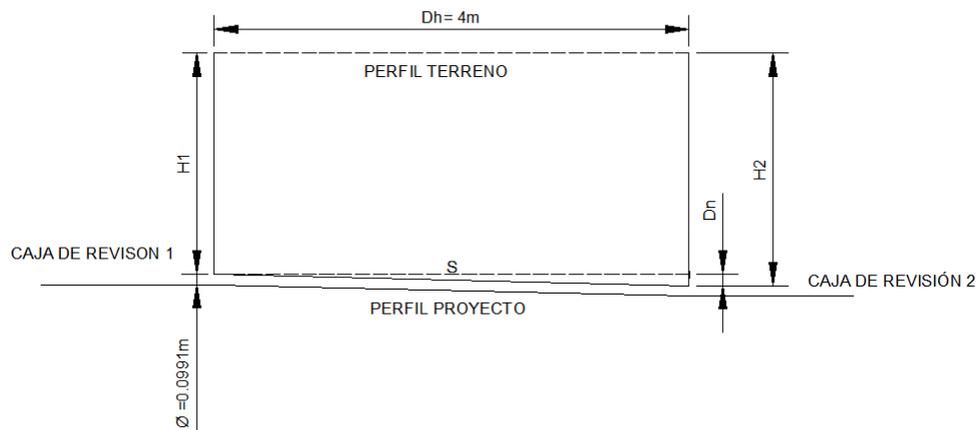
Las lecturas que se han tomado para saber el caudal aproximado de salida se lo realizo midiendo el tirante  $h$  alcanzado durante el proceso de descarga del agua residual en una de las cajas de revisión.

#### Cálculos realizados:

##### Datos:

Diámetro de la tubería = 4"=101.6mm

Diámetro nominal = 99.1mm = 0.0991 m



**Gráfico 5.** *Calculo de la pendiente - Perfil Terreno vs Perfil Proyecto*

**Fuente.-** *Lavadora y lubricadora "RIDA"*

**Realizado por:** *Egdo. Edison Rodríguez*

#### Diferencia de Nivel (Dn).

$$Dn = (H2 - H1)$$

$$Dn = (2m - 1.9m)$$

$$Dn = 0.10m$$

**Cálculo de la Pendiente (S).**

$$s = \frac{Dn}{Dh} \times 100$$

$$s = \frac{0.10m}{6 m} \times 100$$

$$s = 1.6\%$$

**Cálculo del Caudal de Salida (Qsalida).**

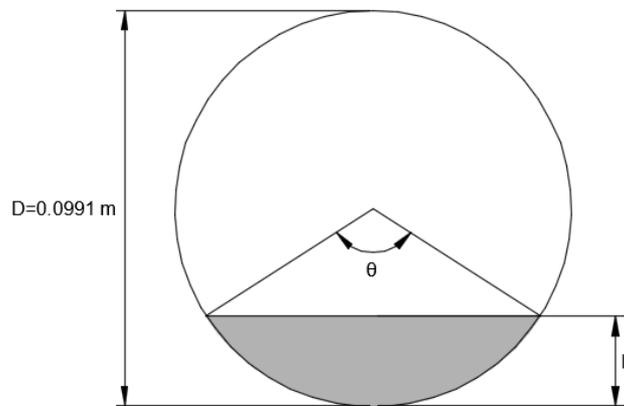
**Datos:**

Tirante =  $h = 0.0095m$

Diámetro =  $D = 0.0991m$

Rugosidad =  $n = 0.010$

Pendiente =  $s = 0.016$



**Gráfico 6.** Tubería de salida agua residual de 4”

**Fuente.-** Lavadora y lubricadora “RIDA”

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

**Cálculo del Radio Hidráulico.**

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

$$\theta = 2 \arccos \left( 1 - \frac{2(0.0095m)}{0.0991m} \right)$$

$$\theta = 72.14^\circ$$

**Cálculo del Caudal de Salida.**

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

$$Q = \frac{0.0991^{8/3}}{7257.15 * 0.01 * (2 * \pi * 72.14)^{2/3}} * (2 * \pi * 72.14 - 360^\circ * \sin 72.14)^{5/3} * 0.016^{1/2}$$

$$Q = 0.00015833 \frac{m^3}{seg}$$

$$Q \text{ salida} = 0.00015833 \frac{m^3}{seg} \times \frac{3600seg}{1 \text{ hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}}$$

$$Q \text{ salida} = 4.56 \frac{m^3}{día}$$

$$Q \text{ salida} = 4.56 \frac{m^3}{día} \times \frac{1000lt}{1 m^3} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Q \text{ salida} = 9.51 \frac{lt}{min}$$

**Volumen aproximado utilizado por cada auto en el proceso de Lavado.**

$$\text{Autos promedio aproximado lavados al día} = \frac{11 + 6 + 7 + 8 + 5 + 12 + 8}{7}$$

$$\text{Autos promedio aproximado lavados al día} = \frac{57}{7} = 8.14 \sim 8 \frac{\text{auto}}{\text{día}}$$

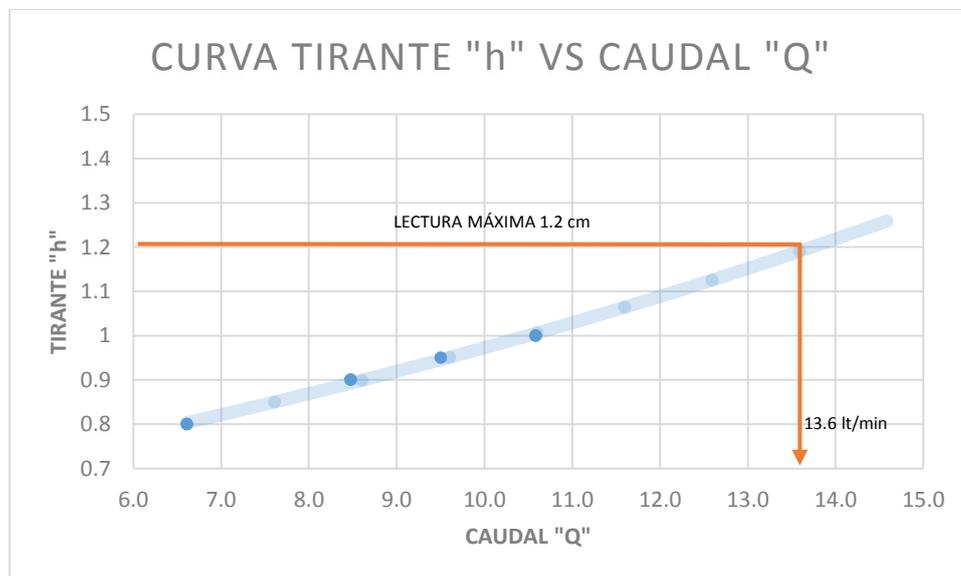
$$\text{Volumen aproximado para cada auto} = \frac{4.56 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{8 \frac{\text{auto}}{\text{día}}} = 0.57 \frac{\text{m}^3}{\text{auto}}$$

**Tabla 9.** Lectura y determinación del caudal de salida.

DÍA DE LA SEMANA	TIRANTE "h" (cm)	CAUDAL (lt/min)
MARTES	0.95	9.51
MIÉRCOLES	0.9	8.48
JUEVES	1	10.58
VIERNES	1	10.58
SÁBADO	0.9	8.48
LUNES	0.8	6.61
MARTES	0.8	6.61
<b>CAUDAL PROMEDIO=</b>		<b>8.69</b>

**Fuente.-** Lavadora y lubricadora "RIDA"

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez



**Gráfico 7.** Curva Tirante "h" vs Caudal "Q"

**Fuente.-** Lavadora y lubricadora "RIDA"

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

#### 4.1.3. Resultados de los Análisis Físico - Químico.

La recolección de datos se ha realizado durante 90 días de tal manera que se va ir obteniendo una muestra en distintos días, obteniendo así los resultados de los análisis como se indica en las siguientes tablas:

##### **Análisis de laboratorio DBO<sub>5</sub>.**

Luego de los análisis se ha obtenido un valor de la muestra sin filtrar de 1680 mg/lit, como valor inicial del análisis de la primera muestra filtrada tenemos un valor de 244.3 mg/lit y de la última muestra realizada de 433 mg/lit.

*Tabla 10. Resultados obtenidos en los Análisis de laboratorio DBO<sub>5</sub>.*

<b>Nº MUESTRA</b>	<b>DÍAS DE FILTRACIÓN</b>	<b>DBO<sub>5</sub> (mg/l)</b>
1	0	1680
2	10	244.3
3	20	121
4	30	249
5	40	209
6	50	71
7	60	81.75
8	70	90
9	80	209
10	90	433

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

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

### **Análisis de laboratorio DQO.**

Luego de los análisis de DQO se ha obtenido un valor de la muestra sin filtrar de 3390 mg/l, como valor inicial del análisis de la primera muestra filtrada tenemos un valor de 311 mg/l y de la última muestra filtrada realizada de 900 mg/l.

*Tabla 11. Resultados obtenidos en los Análisis de laboratorio de DQO.*

<b>Nº MUESTRA</b>	<b>DÍAS DE FILTRACIÓN</b>	<b>DQO (mg/l)</b>
1	0	3390
2	10	311
3	20	264
4	30	506
5	40	411
6	50	165
7	60	218
8	70	200
9	80	552
10	90	900

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

*Realizado por: Egdo. Edison Rodríguez*

### **Análisis de laboratorio Aceites y Grasas.**

Luego de los análisis de Aceites y Grasas se ha obtenido un valor de la muestra sin filtrar de 3390 mg/l, como valor inicial del análisis de la primera muestra filtrada tenemos un valor de 311 mg/l y de la última muestra filtrada realizada de 900 mg/l.

**Tabla 12. Resultados obtenidos en los Análisis de laboratorio**

Nº MUESTRA	DÍAS DE FILTRACIÓN	ACEITES Y GRASAS (mg/l)
1	0	369
2	10	282
3	20	232
4	30	198
5	40	174
6	50	88
7	60	0.000098
8	70	0.02
9	80	0.16
10	90	0.23

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

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

**Tabla 13. Resumen de los resultados obtenidos en los Análisis de laboratorio**

Nº MUESTRA	DÍAS DE FILTRACIÓN	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Lim.Máx. DBO <sub>5</sub>	DQO (mg/l)	Lim.Máx. DQO	Aceites y grasas (mg/l)	Lim.Máx. Aceites y Grasas
1	0	1680	250	3390	500	369	70
2	10	244.3	250	311	500	282	70
3	20	121	250	264	500	232	70
4	30	249	250	506	500	198	70
5	40	209	250	411	500	174	70
6	50	71	250	165	500	88	70
7	60	81.75	250	218	500	0.000098	70
8	70	90	250	200	500	0.02	70
9	80	209	250	552	500	0.16	70
10	90	433	250	900	500	0.23	70

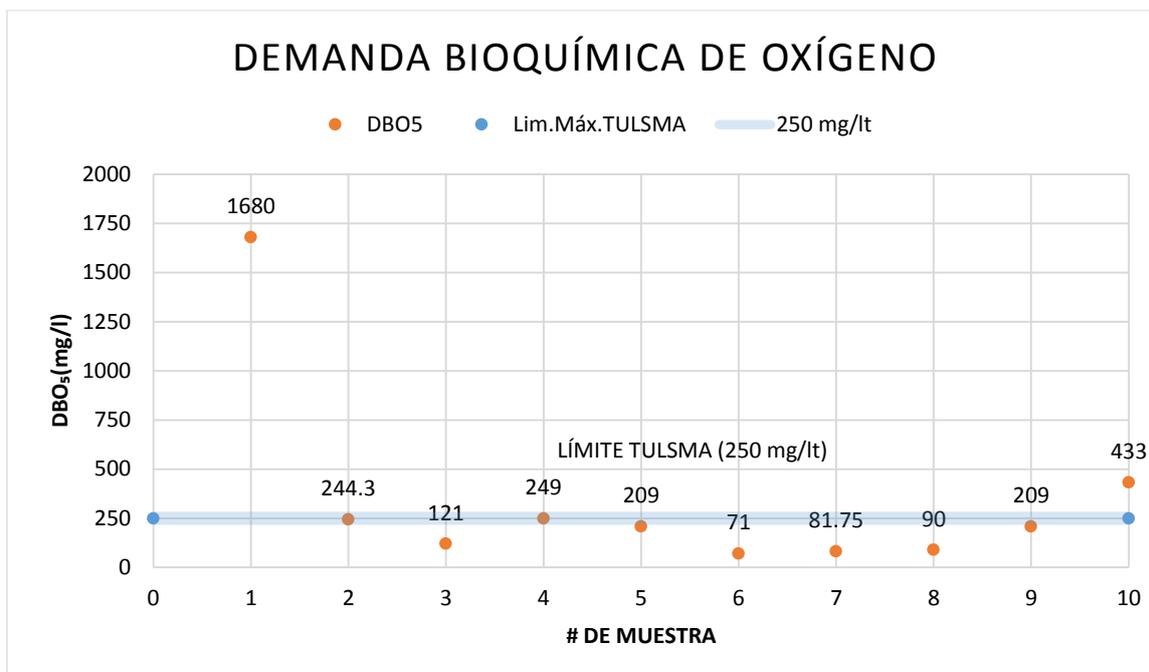
**Fuente.-** Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH) y

Normativa TULSMA

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

## 4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

### 4.2.1. COMPARACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS, CON EL LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE SEGÚN EL TULSMA. TABLA 11, ANEXO 1, LIBRO VI.

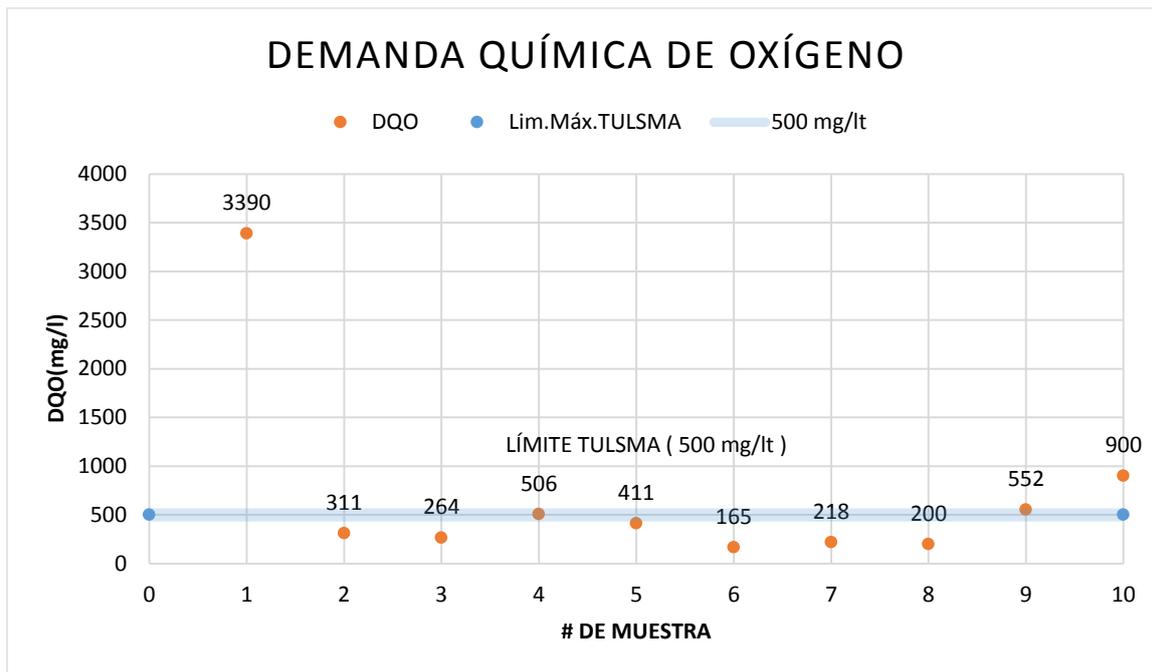


*Gráfico 8. Comparación del DBO<sub>5</sub>, con el límite máximo según TULSMA*

*Fuente.- Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH) y Normativa TULSMA*

*Realizado por: Egdo. Edison Rodríguez*

**Interpretación:** Los resultados obtenidos permiten realizar un análisis comparativo con el límite máximo permisible por el TUSLMA que es de 250 mg/l; se puede observar que el agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración tuvo un valor de DBO<sub>5</sub> de 1680 mg/l, el cual está sobre el límite permisible. El resultado de la primera muestra filtrada arrojó un valor de 244.3 mg/l continuando con valores que están por debajo del límite permisible lo cual nos indica que la grava como material filtrante es eficiente, ya para el último análisis realizado un valor de 433 mg/l, aunque existe una disminución considerable con respecto a la muestra de agua residual sin filtrar, este valor no está cumpliendo al estar por encima del límite establecido por el TULSMA.

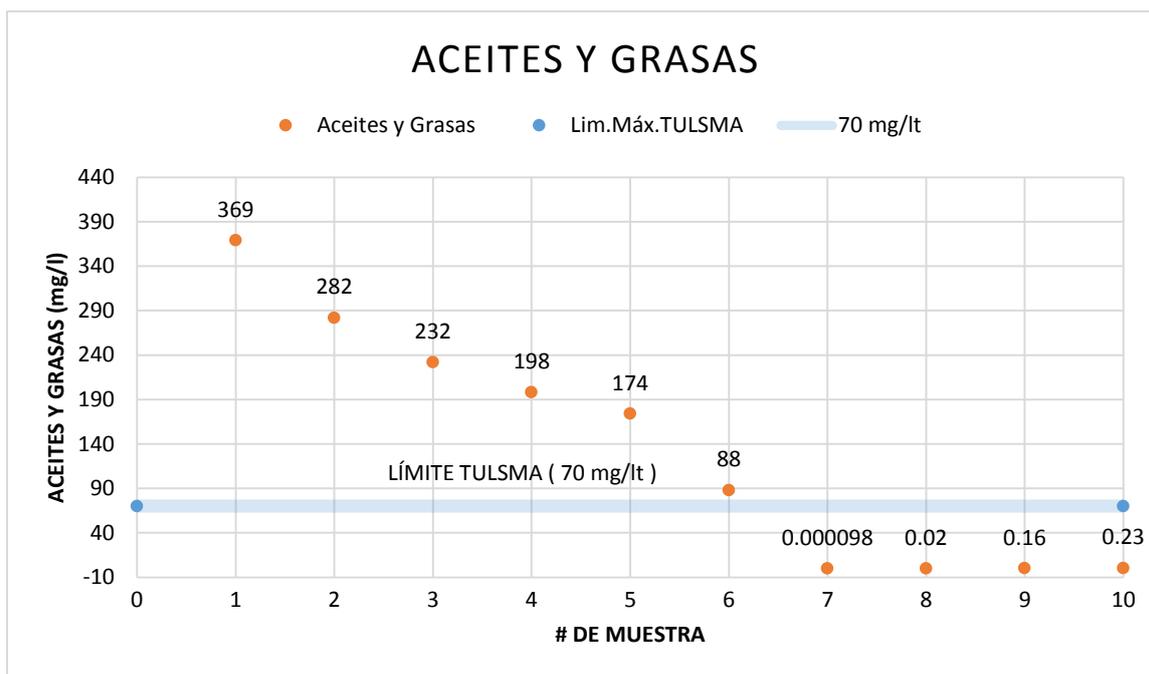


**Gráfico 9.** Comparación del DQO, con el límite máximo según TULSMA

**Fuente.-** Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH) y Normativa TULSMA

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

**Interpretación:** Al observar los resultados obtenidos de los análisis podemos hacer una comparación con el límite máximo permisible de DQO de 500 mg/l establecido por el TUSLMA para su descarga al sistema de alcantarillado público; se puede observar que el agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración tuvo un valor de DQO de 3390 mg/l, el cual no cumple con la normativa, sin embargo en los días que el filtro entro en funcionamiento los resultados de los análisis del agua residual ya filtrada, arrojando un primer valor de 311 mg/l, se observa en la gráfica que los valores de los análisis se mantienen por debajo de los limites, no así al día 30 , 80 y 90 donde su valor es de 506 mg/l , 552 mg/l y 900 mg/l respectivamente, los cuales están sobre el límite, aun así son inferior al valor del agua antes de ser filtrada, lo que nos dice que el material filtrante en este caso la grava es de gran ayuda en la disminución de la Demanda bioquímica de Oxígeno.



**Gráfico 10.** Comparación de Aceites y Grasas, con el límite máximo según TULSMA

*Fuente.- Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH) y Normativa TULSMA*

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

**Interpretación:** Según la normativa TUSLMA el valor máximo permisible de Aceites y Grasas para la descarga de agua residual al alcantarillado público es de 70 mg/l; por lo que se puede observar que el agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración esta sobre el limite permisible con un valor de Aceites y Grasas de 369 mg/l. Mediante que durante el funcionamiento del filtro los resultados de agua residual ya filtrada, arrojaron valores como el primer análisis de 282 mg/l de Aceites y Grasas, se pueden observar que los valores de los análisis van descendiendo en función del tiempo y con relación al valor del agua antes del proceso de filtración, lo que nos indica que nuestro material está disminuyendo el nivel de Aceites y Grasas aunque están por encima del límite, no así desde la séptima muestra donde su valor es de 0.000098 mg/l continuando así con valores semejantes hasta el final del funcionamiento del filtro, valores muy pequeños en relación con la del agua antes de ser filtrada y cumpliendo con estar por debajo del límite permisible de 70 mg/l de Aceites y Grasas establecido por el TUSLMA e indicando que nuestro material está siendo muy eficiente en la disminución de este parámetro.

## 4.2.2. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL FILTRO

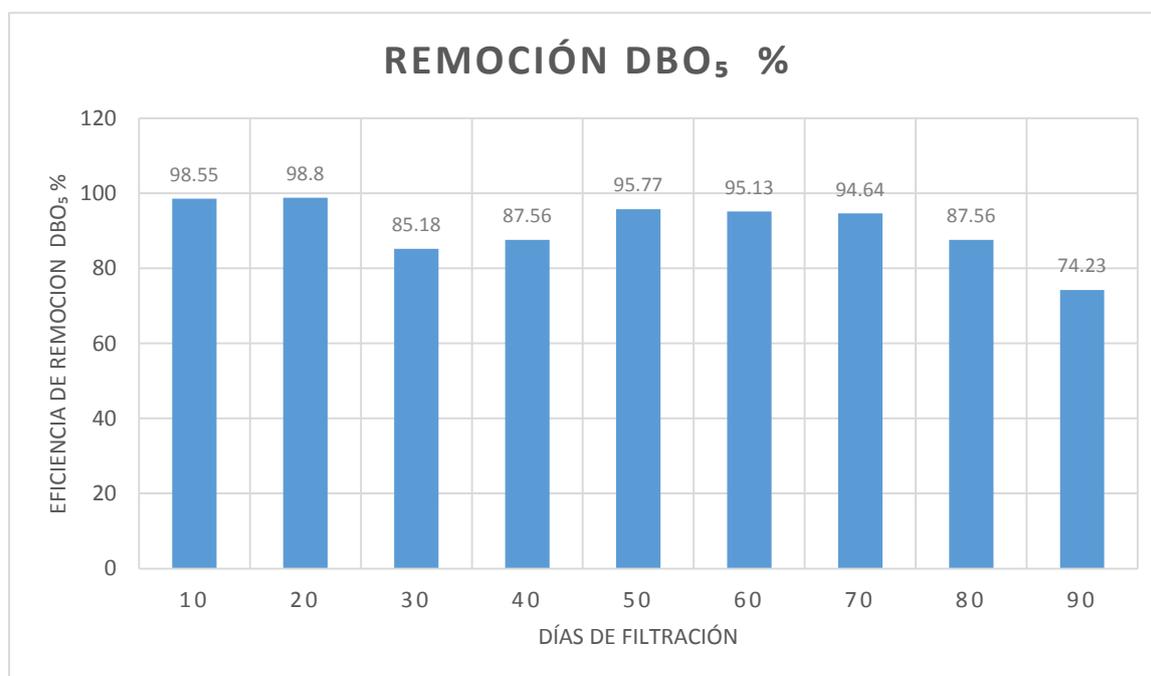
La eficiencia del filtro se reflejará en los resultados de los análisis realizados antes del proceso de filtración, comparado con los análisis realizados después del proceso de filtración durante el tiempo que el filtro estuvo en funcionamiento.

### 4.2.2.1 ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DEL $DBO_5$ .

Usando la fórmula:

$$EF = \frac{DBO_{5i} - DBO_{5m}}{DBO_{5i}} * 100 \quad [34]$$

Se han obtenido los porcentajes de remoción a lo largo de los 90 días de análisis, donde se observa la eficiencia de remoción de  $DBO_5$ .



*Gráfico 11. Eficiencia de remoción de  $DBO_5$  durante el funcionamiento del filtro.*

*Realizado por: Egdo. Edison Rodríguez*

**Interpretación:** Los porcentajes obtenidos desde el arranque del funcionamiento del filtro indican una eficiencia de remoción de  $DBO_5$  alta, llegando a valores de hasta el 98.8 % remoción alcanzada con nuestro material filtrante (grava), llegando así a cumplir con lo establecido por la tabla 9. Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria

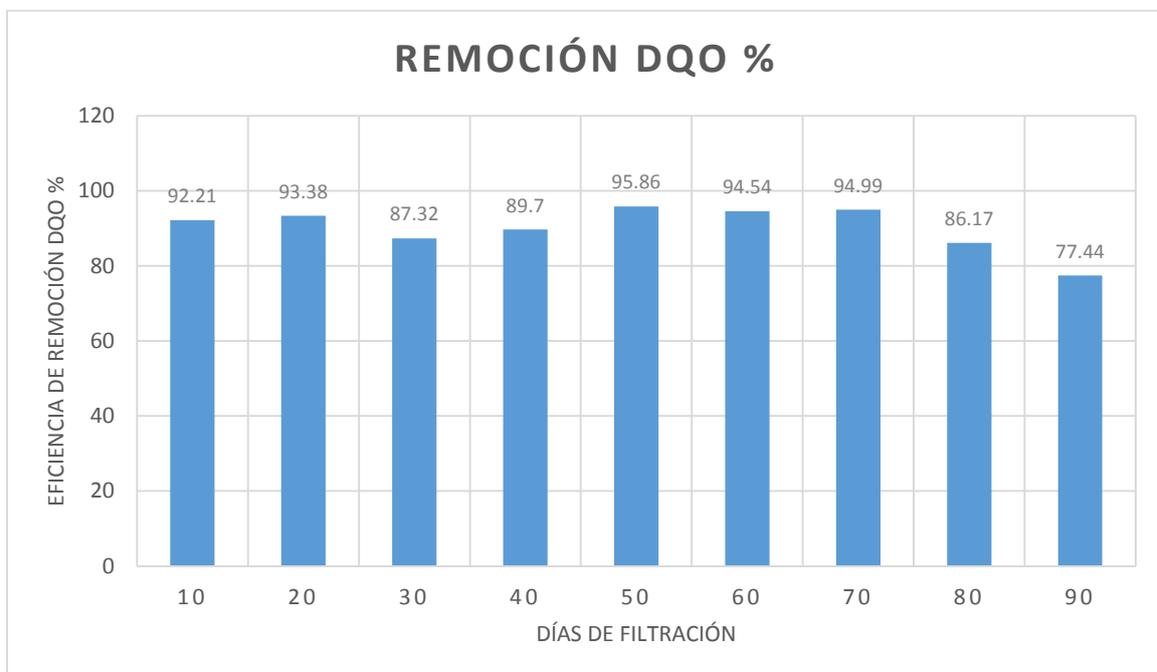
Del Ministerio Del Ambiente, el mismo que es de 250 mg/l como límite máximo que una muestra puede contener.

#### 4.2.2.2 ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DEL DQO.

Usando la fórmula:

$$EF = \frac{DQO_i - DQO_m}{DQO_i} * 100 \quad [34]$$

Se han obtenido los porcentajes de remoción a lo largo de los 90 días de análisis, donde se observa la eficiencia de remoción de DQO.



**Gráfica 12.** Eficiencia de remoción de DQO durante el funcionamiento del filtro.

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

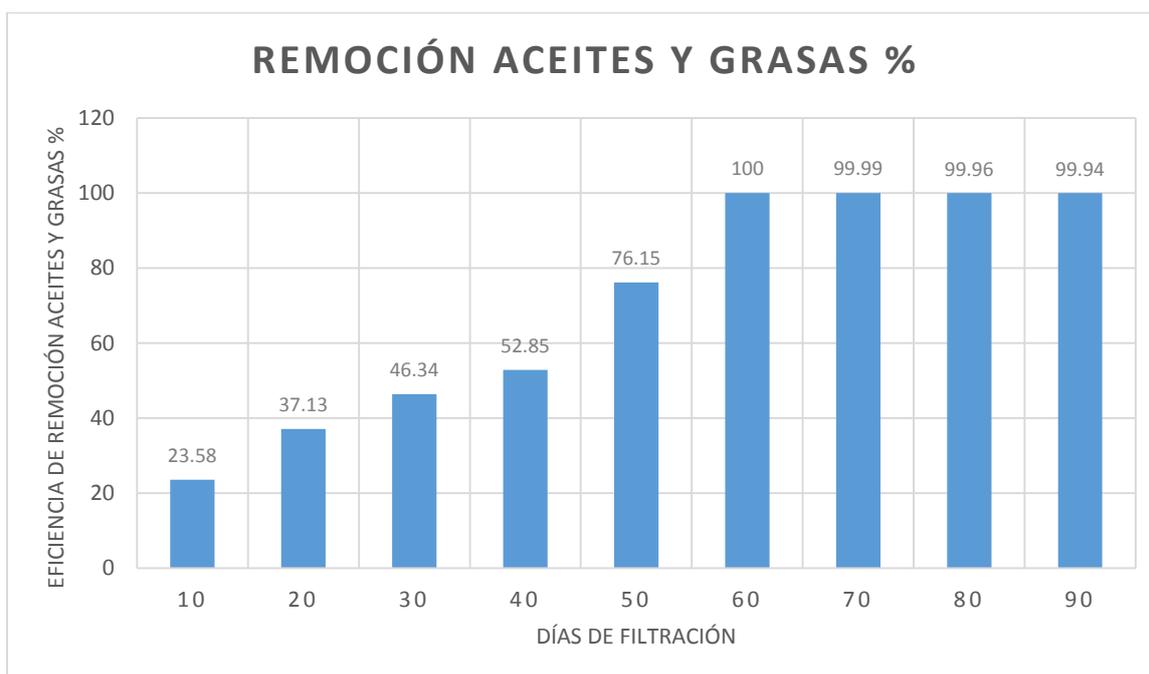
**Interpretación:** Los resultados obtenidos durante el funcionamiento del filtro indican una eficiencia de remoción de DQO aceptable, tomando valores de hasta el 95.86 % remoción obtenidos con nuestro material filtrante (grava), cumpliendo así con lo establecido por la tabla 9. Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, el mismo que es de 500 mg/l como límite máximo que una muestra puede contener, al ser descargada al sistema de alcantarillado público.

### 4.2.2.3. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS.

Usando la fórmula:

$$EF = \frac{AGi - AGm}{AGi} * 100 \quad [34]$$

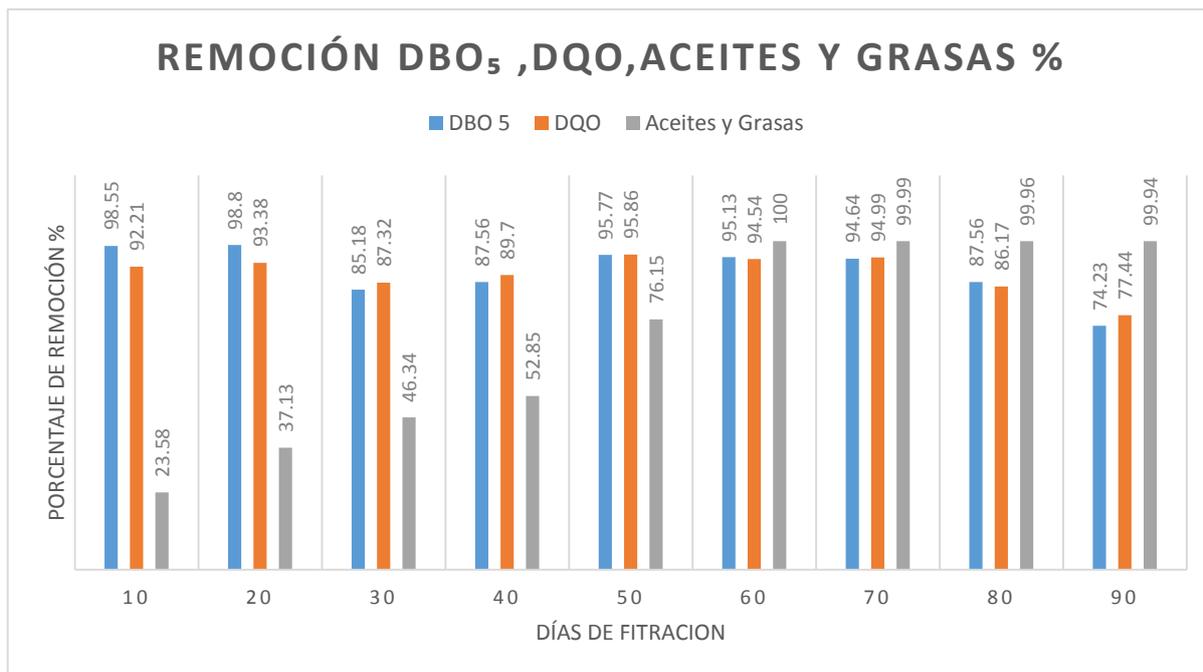
Se han obtenido los porcentajes de remoción a lo largo de los 90 días de análisis, donde se observa la eficiencia de remoción de Aceites y Grasas.



**Gráfica 13.** Eficiencia de remoción de Aceites y Grasas durante el funcionamiento del filtro.

**Realizado por:** Egdo. Edison Rodríguez

**Interpretación:** Lo establecido por la tabla 9. Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, el mismo que es de 70 mg/lit para Aceites y Grasas como límite máximo que una muestra puede contener, con lo que podemos afirmar que nuestro material filtrante (grava) es de eficiente en la remoción de este parámetro ya que sus porcentajes al llegado hasta el 100% de eficacia, cumpliendo así con lo establecido por la normativa TULSMA en lo que respecta a la descarga de agua residual a la red de alcantarillado público.



**Grafica 14.** Resumen de la eficiencia de remoción de los parámetros analizados.

*Realizado por: Egdo. Edison Rodríguez*

#### 4.2.3. Análisis Crítico y Personal.

##### 4.2.3.1. Análisis Crítico.

La realización de proyectos de investigación, la implementación de filtros en el tratamiento del agua residual con material inerte, en inicio nos ayuda a conocer el nivel de contaminación que se genera en una industria, y al implementar un filtro de esta constitución conocer si este es de ayuda en la disminución de contaminantes presentes en el agua descargada al sistema de alcantarillado público, disminuyendo así el impacto ambiental.

Mediante los resultados obtenidos para los parámetros DBO<sub>5</sub>, DQO, Aceites y Grasas, nos da a conocer claramente la eficiencia de este material durante su proceso de filtrado, disminuyendo los contaminantes anteriormente mencionados, y así estando por debajo de los límites permisibles por la normativa TUSLMA.

##### 4.2.3.1. Análisis Personal.

El filtro de grava como material filtrante en el tratamiento de agua residual producida por la Lavadora y Lubricadora “RIDA”, mediante los análisis físico-químicos realizados durante el

proceso de funcionamiento, nos dio a conocer el nivel de remoción el cual posee nuestro material en el tratamiento de las aguas generadas por la industria.

En mi opinión la grava tiene una buena eficiencia en lo que respecta a la disminución de los parámetros DBO<sub>5</sub> y DQO, más aun en lo que respecta al parámetro de Aceites y Grasas el cual llego a ser disminuido en su totalidad.

#### **4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.**

Los análisis realizados del agua residual de la lavadora de autos nos dan a conocer que con la aplicación de nuestro biofiltro a base de grava como material filtrante nos fue favorable en la disminución de nuestros parámetros en estudio DBO<sub>5</sub>, DQO, Aceites y Grasas.

Por lo que se procede aceptar la Hipótesis Alternativa en la cual menciona que la utilización de grava como material filtrante disminuye los niveles de contaminación de DQO, DBO<sub>5</sub>, Aceites y Grasas provenientes de la lavadora de autos “RIDA”, ubicada en el Cantón Patate, provincia de Tungurahua.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- Este estudio nos confirma que el grado de contaminación que producen el lavado y lubricado de autos es alto sin un apropiado tratamiento, así también podemos afirmar que con la implementación de un filtro en la disminución de contaminación es muy útil en este tipo de industria.
- Dentro de los datos obtenidos podemos decir que el volumen aproximado ocupado por un auto durante el proceso de lavado es de 0.57 m<sup>3</sup>.
- La grava utilizada como material filtrante logro disminuir los parámetros en estudio DBO<sub>5</sub>, DQO, Aceites y Grasas siendo estos los principales contaminantes en el agua residual de la lavadora de Autos.
- Al realizar los análisis físico químicos de cada uno de los parámetros en estudio se pudo observar una eficiencia de remoción favorable dentro de lo que respecta a consumo de oxígeno y la carga orgánica, como son DBO<sub>5</sub> y DQO se obtuvo porcentajes de remoción del 98.8% y 95.86% respectivamente, así también con lo que corresponde al parámetro de Aceites y Grasas este tubo una eficiencia de remoción tardía, sin embargo llego a porcentajes muy satisfactorios llegando así a una eficiencia de remoción del 100%, lo cual nos indica que nuestro material trabajo bien dándonos valores menores a los límites permisibles en lo que respecta a la descarga de agua residual al sistema de alcantarillado público.
- El biofiltro de grava como único y principal material filtrante nos ayudó a disminuir los principales contaminantes, pudiendo afirmar que con los estudios necesarios y sin necesidad de grandes inversiones de dinero, solo con la implementación de materiales de nuestro medio podemos disminuir el impacto que le hacemos a nuestro medio ambiente.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

- Se sugiere realizar un estudio previo de las características que nos puede ofrecer dicho material el cual va a ser utilizado como medio filtrante.
- Se recomienda tener un proceso previo a la utilización de nuestro biofiltro, el cual nos permita evacuar o separar agentes los cuales puedan llegar a alterar el funcionamiento correcto del filtro.
- En lo que respecta a las muestras, estas deben ser tomadas con responsabilidad, entregarlas en el tiempo indicado con su respectiva etiqueta la cual dé a conocer toda la información requerida por el laboratorio a utilizar.

## MATERIALES DE REFERENCIA

### 1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Garzón, G. Buelna, y G. Moeller, “La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias.” *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. III, pp. 153-161, (2012).
- [2] Z. Yohannes, “Efficiency Analysis of Two Sequential Biofiltration Systems in Poland and Ethiopia - the Pilot Study.” *Ecohydrology & Hydrobiology* 12(4):271–85. (2012).
- [3] R. Peñafiel, C. Moreno, y V. Ochoa, “Eliminación de nitrógeno y contaminación orgánica de agua residual industrial pre tratada en lagunas anaeróbicas mediante un biofiltro de arena”. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 8(14), 86–97, (2016).
- [4] C. González, G. Sánchez, C. Castro, C. Gómez, F. Molina, L. Velásquez, “CONTROL DE Fasciola hepática EN EL AGUA DE CONSUMO ANIMAL A TRAVÉS DE FILTRACIÓN RÁPIDA Y LENTA”. *Eia, Revista*. 133–41. (2014).
- [5] J. Reyes, “Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco, utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales”. (2016).
- [6] I. Vera, M. Rojas, W. Chávez, B. Arriaza, “Evaluación de materiales filtrantes para el reúso en agricultura de aguas residuales tratadas provenientes de zonas áridas”. (2015).
- [7] E. Manrique, J. Piñeros, “Evaluación del sistema de depuración biológica a partir de lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) en aguas residuales procedentes de industrias lácteas a nivel laboratorio”. (2016). Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/578/1/1030638316-2016-2-IQ.pdf>

- [8] M. Velo, J. Hernández, D. Campos, R. González, P. Vera, C. García, “Alternativa para tratar aguas jabonosas domésticas”. (2012).
- [9] F. Jarrín, P. Ramos, D. Matamoros C.PhD. “Proyecto Semilla : “Evaluación De Sistemas De Filtración Agua De Bajo De Costo Para Consumo Humano.” (2009).
- [10] M. Gonzáles, “Un futuro a favor de la protección del agua. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología”.126-128. (2013).
- [11] A. y. G. Sánchez, Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable, México: S. y G. Editores, (2011).
- [12] N. Calviño, “Filtración *de aguas residuales para reutilización*.-2 Doctorales, S. T. (2006). Disponible en: <http://tesis.bbt.ull.es/ccppytec/cp273.pdf>
- [13] A. Valencia, “Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales de la cabecera de San Luis – provincia de Chimborazo” Tesis, ESPOSH Riobamba, (2013). Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/236T0084.pdf>
- [14] F. Márquez, F. Pucuna, “Análisis de los desechos sólidos y líquidos que generan las lavadoras de automóviles y su incidencia en el medio ambiente en el cantón de Milagro”. Proyecto de Grado, Universidad Estatal de Milagro, (2015).
- [15] R. Duran, “Manual de educación ambiental para el manejo adecuado de los aceites usados en la ciudad de Riobamba “Tesis, ESPOCH Riobamba, (2013).
- [16] Guía de prácticas ambientales MECÁNICAS, LUBRICADORAS Y LAVADORAS disponible en: <https://es.scribd.com/document/115206603/GUIA-DE-PRACTICAS-AMBIENTALES-MECANICAS-LUBRICADORAS-Y-LAVADORAS>.
- [17] G. Gutiérrez, V. Granada, A. Calderón, y A. Renso, “LECHO FILTRANTE PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIO DE CAFÉ (Coffea Arabica).” (2014).

- [18] J. Castillo, A. Lopez, E. Bandala, “Desinfección de agua mediante el uso de tecnologías emergentes basadas en procesos avanzados de oxidación”,*Temas selectos de Ingeniería en Alimentos* 4-1,(2010): 74 – 83 .
- [19] M. Guevara, “Análisis del manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Coatepec, Veracruz”, (2013). Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/46739/2/GuevaraMoralesManuel.pdf>
- [20]M. ESPIGARES, J. PÉREZ, “AGUAS RESIDUALES” Composición. (2017).Disponible en:  
[http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)
- [21] «NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, Libro VI, Anexo 1,» de *TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE TULSMA*, (2010).
- [22] L. BARBA, “CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y PARÁMETROS DE MEDICIÓN”. Universidad del Valle. Chile,( 2002). Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>
- [23] M. I. Toapanta, *Calidad del Agua, Grasas y Aceites*, Guayaquil: ESPOL
- [24] J. Romero, *Calidad del agua*. Bogotá. Editorial Escuela Colombiana de ingeniería. Primera Edición. (2002). 410 p.
- [25] G. Leson, A. Winer, “Biofiltration: An Innovative Air Pollution Control Technology For VOC Emissions”, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 41:8, 1045-1054, (1991).
- [26] Eia, R. Diseño de un sistema de biofiltración para la remoción de estireno, 9–20. (2006). <http://eia-dspace.metabiblioteca.com/bitstream/11190/537/1/REI00017.pdf>

- [27] E. Baltreinaite. “A Multicomponent Approach to Using Waste-Derived Biochar in Biofiltration: A Case Study Based on Dissimilar Types of Waste.” *International Biodeterioration and Biodegradation* 119:565–76. (2017).
- [28] Chen, Fei 2016. “Kinetics of Natural Organic Matter ( NOM ) Removal during Drinking Water Bio Filtration Using Different NOM Characterization Approaches.” *Water Research* 104:361–70.(2016).
- [29] J. Álvarez, E. Rodríguez. “Eficiencia de remoción de los parámetros de control para un Biofiltro Anaerobio utilizado en el tratamiento de agua residual doméstica”. *Revista de divulgación División Académica de Ciencias Biológicas*, volumen XV, (2009).
- [30] N. Jiménez, “ EVALUACIÓN DE UN FILTRO ARTESANAL DEL EFLUENTE DE UNA LAVADORA DE AUTOS A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE MAÍZ, ASERRÍN, CENIZA DE CARBON VEGETAL Y GRAVA.” Tesis, UTA (2016).
- [31] D. Paredes, “BIOFILTRACIÓN SOBRE CAMA DE TURBA, PARA EL TRATAMIENTO SOBRE AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL LAVADO DE JEANS”.Tesis, UTA (2016).
- [32] D. Sosa, J. Viguera, E. Holguín, “LA BIOFILTRACIÓN: UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES”, *Vidsupra* 6(2):56-60, (2014).
- [33] ARQHYS. Características de las gravas. *Revista ARQHYS.com*,(2012). Disponible en: <http://www.arqhys.com/construcciones/caracteristicas-gravas.html>
- [34] F. Morales, W. Medina, B. Paredes. “Biofiltración Sobre Cama de Turba, Para El Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes Del Lavado de Jeans.”, *Revista Publicando*, (10):1–12. (2017).

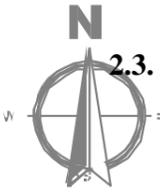
## 2. ANEXOS

### 2.1. ANEXOS FOTOGRÁFICOS.

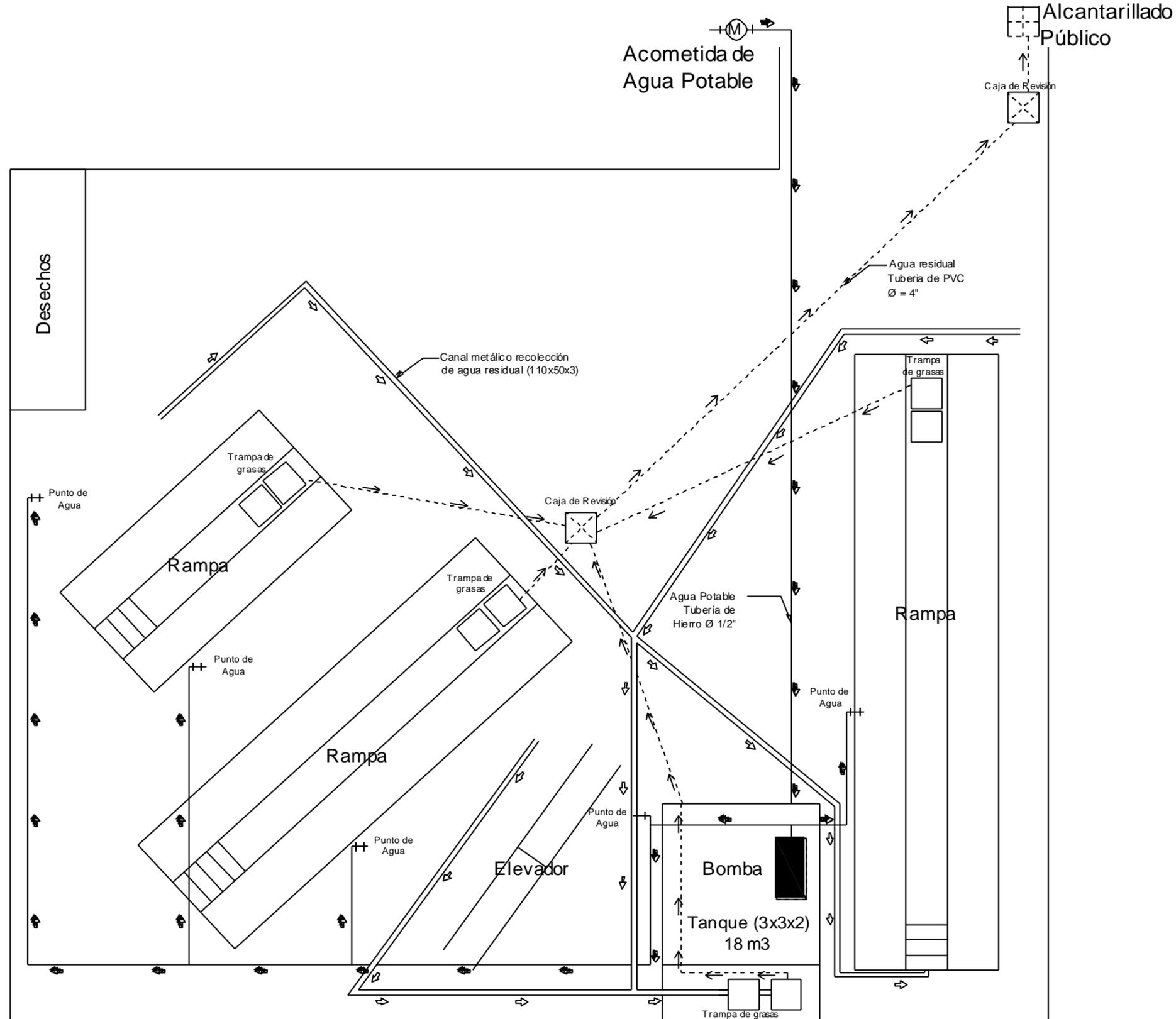
	
<p><b>A.</b> Instalaciones Lavadora y Lubricadora “RIDA”.</p>	<p><b>B.</b> Estructura del filtro.</p>
	
<p><b>C.</b> Toma de agua residual desde la trampa de Grasas.</p>	<p><b>D.</b> Llenado del tanque de 55 gal con agua residual.</p>
	
<p><b>E.</b> Salida de agua después del proceso de filtrado.</p>	<p><b>F.</b> Disposición del material filtrante (grava).</p>

## 2.2. FORMATO FICHA DE REGISTRO.

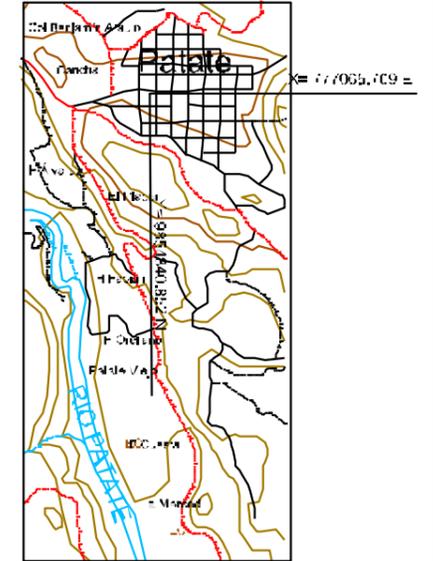
	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES		
NOMBRE DEL PROYECTO:		
INVESTIGADOR:		
TUTOR:		
UBICACIÓN DEL PROYECTO:		
FECHA:	HORA:	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO:</b>		
<b>INSPECCION VISUAL:</b> .....		
<b>VERIFICACIÓN DE CAUDAL:</b> .....		
<b>FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO:</b> .....		
<b>ESTADO DEL MATERIAL:</b> .....		
<b>Investigador.</b>  <hr/> <p style="text-align: center;">FIRMA</p>	<b>Tutor.</b>  <hr/> <p style="text-align: center;">FIRMA</p>	



### 2.3. ESQUEMA DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA RIDA.



### UBICACIÓN: PATATE



#### SIMBOLOGÍA:

- Medidor Agua Potable
- Toma de Agua para el lavado (lave)
- Trampa de Grasas
- Caja de Revisión
- Alcantarillado Público
- Tubería Agua Potable  $\varnothing \frac{1}{2}$ "
- Tubería Agua Residual  $\varnothing \frac{1}{2}$ "
- Canal metálico recolector de agua utilizada (100x50x3)



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



PROPIETARIO: SR. LUIS TAMAYO	CONTIENE:  INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA "RIDA"	ESCALA: SIN ESCALA
DEBUIJO: EDISON RODRIGUEZ		FECHA: 09/11/2017
PROYECTO: TRABAJO EXPERIMENTAL		HOJA No: 1 de 1
UBICACIÓN: PATATE - TUNGURAHUA	REALIZADO POR: EDISON RODRIGUEZ	REVISADO:

## 2.4. ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS



### LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 218-17

#### INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Edison Rodríguez

INFORME N° 218- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 218-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 05 - 06 -17

TELÉFONO: 0979037886

FECHA DE INFORME: 14 - 06- 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1

TIPO DE MUESTRA: Agua residual lavadora de autos, Patate

IDENTIFICACIÓN:

MA - 360-17

Muestra cruda

Agua

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

#### RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 360 - 17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	369	N/A	05 - 06 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	3990	N/A	05 - 06 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1680	N/A	05 - 06 -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.

Página 1 de 1

FMC2101-01

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



Nº SE: 096-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Edison Rodríguez
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME Nº 090- 17
Nº SE: 090-17

TELÉFONO: 0979037886
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Patate
IDENTIFICACIÓN: MA - 090- 17

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 - 06 -17
FECHA DE INFORME: 29 - 06 -17
TIPO DE MUESTRA: Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 236-17

Table with 6 columns: PARÁMETROS, UNIDADES, MÉTODO/PROCEDIMIENTO, RESULTADO, U(K=2), FECHA DE ANÁLISIS. Rows include Aceites y grasas, DQO, and DBO5.

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.

Handwritten signature of 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.



Nº SE: 096-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Edison Rodríguez
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME Nº 096- 17
Nº SE: 096-17

TELÉFONO: 0979037886
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Patate
IDENTIFICACIÓN: MA - 236-17

FECHA DE RECEPCIÓN: 29 - 06 -17
FECHA DE INFORME: 07 - 07- 17
TIPO DE MUESTRA: Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 236-17

Table with 6 columns: PARÁMETROS, UNIDADES, MÉTODO/PROCEDIMIENTO, RESULTADO, U(K=2), FECHA DE ANÁLISIS. Rows include Aceites y grasas, DQO, and DBO5.

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.

Handwritten signature of 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.



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 117-17

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Edison Rodríguez  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato  
**DIRECCIÓN:** Ambato  
**TELÉFONO:** 0979037886  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual lavadora de autos, Patate  
**IDENTIFICACIÓN:** MA - 261-17

**INFORME N° 117-17**  
**N° SE: 117-17**

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 11 - 07 -17

**FECHA DE INFORME:** 18 - 07- 17

**TIPO DE MUESTRA:**

Agua

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

## RESULTADO DE ANÁLISIS

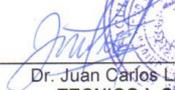
MA - 261-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	198	N/A	11 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	506	N/A	11 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	249	N/A	11 - 07 -17

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

FMC2101-01

Página 1 de 1

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



INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Edison Rodríguez **INFORME Nº** 133- 17  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **Nº SE:** 133-17  
**DIRECCIÓN:** Ambato  
**TELÉFONO:** 0979037886 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 20 - 07 -17  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual lavadora de autos, Patate **FECHA DE INFORME:** 27 - 07- 17  
**IDENTIFICACIÓN:** MA - 278-17 **TIPO DE MUESTRA:** Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 278-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	174	N/A	20 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	411	N/A	20 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	209	N/A	20 - 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.



N° SE: 145-17

**INFORME DE ANALISIS**

**NOMBRE:** Edison Rodríguez **INFORME N°** 145- 17  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 145-17  
**DIRECCIÓN:** Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 01 - 08 -17  
**TELÉFONO:** 0979037886 **FECHA DE INFORME:** 07 - 08 -17  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual lavadora de autos, Patate **TIPO DE MUESTRA:**  
**IDENTIFICACIÓN:** MA - 291-17 Agua

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

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

MA - 291-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	88	N/A	01 - 08 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	165	N/A	01 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	71	N/A	01 - 08 -17

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



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Edison Rodríguez
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME N° 173- 17
N° SE: 173-17

TELÉFONO: 0979037886
NÚMERO DE MUESTRAS: 1
TIPO DE MUESTRA: Agua residual lavadora de autos, Patate
IDENTIFICACIÓN: MA - 311-17

FECHA DE RECEPCIÓN: 10 - 08 -17
FECHA DE INFORME: 22 - 08- 17

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 311 - 17

Table with 6 columns: PARÁMETROS, UNIDADES, MÉTODO/PROCEDIMIENTO, RESULTADO, U(K=2), FECHA DE ANÁLISIS. Rows include Aceites y grasas, DQO, and DBO5.

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.

Signature and official seal of Benito Mendoza T., Ph.D., 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.



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 196-17

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Edison Rodríguez

**INFORME N°** 196- 17

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

**N° SE:** 196-17

**DIRECCIÓN:** Ambato

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 22 - 08 -17

**TELÉFONO:** 0979037886

**FECHA DE INFORME:** 29 - 08- 17

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1

**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual lavadora de autos, Patate

**IDENTIFICACIÓN:**

MA - 332-17

Agua

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

### RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 332 - 17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0.02	N/A	22 - 08 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	200	N/A	22 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	90	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.  
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.



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 206-17

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Edison Rodríguez  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato  
**DIRECCIÓN:** Ambato

**INFORME N°** 206- 17  
**N° SE:** 206-17

**TELÉFONO:** 0979037886

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 29 - 08 -17

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1

**FECHA DE INFORME:** 05 - 09- 17

**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual lavadora de autos, Patate

**IDENTIFICACIÓN:**

MA - 347-17

Agua

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

## RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 347 - 17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0.16	N/A	29 - 08 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	552	N/A	29 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	209	N/A	29 - 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.



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 225-17

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Edison Rodríguez  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato  
**DIRECCIÓN:** Ambato

**INFORME N° 225- 17**  
**N° SE: 225-17**

**TELÉFONO:** 0979037886

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 07 - 09 -17

**FECHA DE INFORME:** 14 - 09- 17

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1

**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual lavadora de autos, Patate

**IDENTIFICACIÓN:**

MA - 361-17

Filtrada

Agua

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

### RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 361 - 17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0,23	N/A	07 - 09 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	900	N/A	07 - 09 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	433	N/A	07 - 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.

FMC2101-01

Página 1 de 1

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