



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL.

TEMA:

ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO MATERIAL FILTRANTE EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “ORLAN2” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

AUTOR:

EDWIN GEOVANNY PADILLA ORTIZ.

TUTOR:

ING. GEOVANNY PAREDES MG.

AMBATO – ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.

Yo, ING. GEOVANNY PAREDES MG. certifico que la presente tesis de grado **ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO MATERIAL FILTRANTE EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “ORLAN2” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI**, realizado por el Sr. Edwin Geovanny Padilla Ortiz, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Enero del 2018.

ING. GEOVANNY PAREDES MG.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO.

Yo, Edwin Geovanny Padilla Ortiz, con CI. 0503991804, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que los criterios y el contenido del trabajo experimental con el tema: **ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO MATERIAL FILTRANTE EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “ORLAN2” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI** es de mi completa autoría.

Ambato, Febrero del 2018.

Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

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 éste Trabajo de Titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Febrero del 2018.

Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

AUTOR.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO MATERIAL FILTRANTE EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “ORLAN2” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI**, realizado por Edwin Geovanny Padilla Ortiz, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad técnica de Ambato.

Ing. Mg. Alex López

Ing. Mg. Diego Chérrez

Ambato, Febrero del 2018.

DEDICATORIA.

Dedicado a Dios, y con mucho amor, cariño, respeto y admiración a mi familia, mi madre Rosa Cecilia Padilla Ortiz y mis hermanos Jhonatan Israel Padilla Ortiz y Anderson Sebastián Padilla Ortiz por estar siempre apoyándome en todo momento de manera incondicional.

Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por darme la hermosa familia que tengo, la misma que me ha ayudado en todo momento siempre en mis buenos y malos ratos.

Agradezco a mi madre Rosa Cecilia Padilla Ortiz por darme la vida, por ser mi inspiración en el día a día, mi fuerza de apoyo en todo sentido, económico como emocional, la que siempre me impulsa a conseguir todo lo que quiero, la que me ha brindado lo mejor siempre a cambio de nada, la que siempre ha velado porque sea una mejor persona cada día, gracias por todo mamá, eres la mejor, mi admiración, cariño, respeto y aprecio para ti en todo momento.

Agradezco a mis hermanos Jhonatan Israel Padilla Ortiz y Anderson Sebastián Padilla Ortiz que siempre me han apoyado e impulsado a ser mejor, han estado en nuestras luchas diarias como hermanos que somos siempre levantándonos si alguien de los 3 se ha caído, sea como sea siempre nos levantamos y conseguimos lo que queremos, son los mejores ñaños, gracias, los quiero mucho.

Agradezco a esa linda familia antes mencionada que Dios me ha brindado, son los mejores seres humanos que tengo a mi lado, y siempre como dan lo mejor de ustedes para mí, siempre tendrán de igual forma lo mejor de mí para ustedes, gracias familia, los amo.

Agradezco a esas amistades de verdad que aunque son contadas han sido amistades que han demostrado su lealtad hacia mí, siempre dándome sus mejores consejos, gracias.

Agradezco al Ingeniero Eduardo Paredes, que fue quien me ayudó con el tema y el perfil de aprobación desarrollado en la presente trabajo de graduación, gracias.

Agradezco al Ingeniero Geovanny Paredes, quien fue mi tutor y guía para el desarrollo del presente trabajo, ayudándome a perfeccionar en el transcurso del tiempo del cronograma a que el presente trabajo sea de calidad y hecho de manera responsable, gracias.

Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

ÍNDICE GENERAL.

| | |
|---------------------------------------|------|
| PORTADA..... | I |
| CERTIFICACIÓN..... | II |
| AUTORÍA DEL TRABAJO..... | III |
| DERECHOS DE AUTOR..... | IV |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO..... | V |
| DEDICATORIA..... | VI |
| AGRADECIMIENTO..... | VII |
| ÍNDICE..... | VIII |
| RESUMEN EJECUTIVO..... | XIV |
| SUMMARY..... | XV |

CAPÍTULO I.

ANTECEDENTES.

| | |
|--|---|
| 1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL..... | 1 |
| 1.2 ANTECEDENTES..... | 1 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN..... | 4 |
| 1.4 OBJETIVOS:..... | 6 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL..... | 6 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 6 |

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

| | |
|---|----|
| 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 7 |
| 2.1.1 La Contaminación del Agua..... | 7 |
| 2.1.2 Las Aguas Residuales..... | 7 |
| 2.1.3 Tratamiento de las Aguas Residuales..... | 8 |
| 2.1.4 Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público..... | 9 |
| 2.1.5 Definición de Efluente..... | 10 |
| 2.1.6 Los Aceites y Grasas..... | 10 |
| 2.1.7 Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O ₅)..... | 11 |
| 2.1.8 Demanda Química de Oxígeno (DQO)..... | 11 |

| | |
|---|----|
| 2.1.9 Sólidos Suspendidos (SS)..... | 12 |
| 2.1.10 Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)..... | 12 |
| 2.1.11 Potencial de Hidrógeno (pH)..... | 12 |
| 2.1.12 Filtración..... | 13 |
| 2.1.13 Cáscara de Naranja..... | 13 |
| 2.2 HIPÓTESIS..... | 14 |
| 2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS..... | 14 |
| 2.3.1 Variable Independiente..... | 14 |
| 2.3.2 Variable Dependiente..... | 14 |

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA.

| | |
|---|----|
| 3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 15 |
| 3.2 POBLACION Y MUESTRA..... | 17 |
| 3.2.1 Población..... | 17 |
| 3.2.2 Muestra..... | 17 |
| 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... | 18 |
| 3.3.1 Variable Independiente..... | 18 |
| 3.3.2 Variable Dependiente..... | 19 |
| 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN..... | 20 |
| 3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS..... | 21 |
| 3.5.1 Ubicación del Lugar de Estudio..... | 21 |
| 3.5.2 Elaboración del Filtro..... | 22 |
| 3.5.3 Diseño del Filtro..... | 23 |
| 3.5.4 Resumen del Procesamiento y Análisis..... | 30 |

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

| | |
|---|----|
| 4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 32 |
| 4.1.1 Determinación del Caudal de la Lavadora de Autos “ORLAN2”..... | 32 |
| 4.1.2 Límites de Concentración para la Descarga al Alcantarillado Público..... | 33 |
| 4.1.3 Análisis de los resultados..... | 33 |
| 4.1.4 Resultados por Parámetro Analizado y Comparación con los Límites Permisibles de Descarga..... | 43 |

| | |
|--|----|
| 4.1.4.1 Aceites y Grasas en Muestras Crudas..... | 43 |
| 4.1.4.2 Aceites y Grasas en Muestras Filtradas..... | 45 |
| 4.1.4.3 Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 en Muestras Crudas..... | 46 |
| 4.1.4.4 Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 en Muestras Filtradas..... | 47 |
| 4.1.4.5 Demanda Química de Oxígeno DQO en Muestras Crudas..... | 48 |
| 4.1.4.6 Demanda Química de Oxígeno DQO en Muestras Filtradas..... | 49 |
| 4.1.4.7 Resumen de los Parámetros Analizados y Comparación con los valores permisibles de la norma TULSMA..... | 50 |
| 4.1.4.7.1 Aceites y Grasas..... | 50 |
| 4.1.4.7.2 Demanda Biológica de Oxígeno DBO5..... | 52 |
| 4.1.4.7.3 Demanda Química de Oxígeno DQO..... | 54 |
| 4.2 Análisis de Resultados..... | 56 |
| 4.2.1 Análisis de Eficiencia del Filtro por Parámetro Analizado..... | 56 |
| 4.2.2 Eficiencia en Aceites y Grasas..... | 56 |
| 4.2.3 Eficiencia en Demanda Biológica de Oxígeno DBO5..... | 58 |
| 4.2.4 Eficiencia en Demanda Química de Oxígeno DQO..... | 59 |
| 4.3 Verificación de Hipótesis..... | 61 |

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

| | |
|--------------------------|----|
| 5.1 Conclusiones..... | 62 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 63 |

MATERIAL DE REFERENCIA.

| | |
|----------------------------------|----|
| 1. Bibliografía..... | 64 |
| 2. Anexos..... | 68 |
| 2.1 Anexos Fotográficos..... | 68 |
| 2.4 Informes de Laboratorio..... | 73 |

ÍNDICE DE TABLAS.

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público..... | 10 |
| Tabla 2. Operacionalización de la Variable Independiente..... | 18 |
| Tabla 3. Operacionalización de la variable Dependiente..... | 19 |
| Tabla 4. Recolección de Información..... | 20 |
| Tabla 5. Criterios de Diseño para Filtros Anaeróbicos..... | 25 |
| Tabla 6. Caudal Medio Diario..... | 32 |
| Tabla 7. Límites de Concentración para la Descarga al Alcantarillado Público..... | 33 |
| Tabla 8. Resultados Muestra 1..... | 33 |
| Tabla 9. Resultados Muestra 2..... | 34 |
| Tabla 10. Resultados Muestra 3..... | 35 |
| Tabla 11. Resultados Muestra 4..... | 36 |
| Tabla 12. Resultados Muestra 5..... | 37 |
| Tabla 13. Resultados Muestra 6..... | 38 |
| Tabla 14. Resultados Muestra 7..... | 39 |
| Tabla 15. Resultados Muestra 8..... | 40 |
| Tabla 16. Resultados Muestra 9..... | 41 |
| Tabla 17. Resultados Muestra 10..... | 42 |
| Tabla 18. Resultados Aceites y Grasas. Muestras Crudas..... | 43 |
| Tabla 19. Resultados Aceites y Grasas. Muestras Filtradas..... | 45 |
| Tabla 20. Resultados Demanda Biológica de Oxígeno DBO5. Muestras Crudas..... | 46 |
| Tabla 21. Resultados Demanda Biológica de Oxígeno DBO5. Muestras Filtradas..... | 47 |
| Tabla 22. Resultados Demanda Química de Oxígeno DQO. Muestras Crudas..... | 48 |
| Tabla 23. Resultados Demanda Química de Oxígeno DQO. Muestras Filtradas..... | 49 |
| Tabla 24. Comparación Parámetro Aceites y Grasas..... | 50 |
| Tabla 25. Comparación Demanda Biológica de Oxígeno DBO5..... | 52 |
| Tabla 26. Comparación Demanda Química de Oxígeno DQO..... | 54 |
| Tabla 27. Eficiencia Parámetro Aceites y Grasas..... | 56 |
| Tabla 28. Eficiencia Demanda Biológica de Oxígeno DBO5..... | 58 |
| Tabla 29. Eficiencia Demanda Química de Oxígeno DQO..... | 59 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. Ubicación..... | 21 |
| Ilustración 2. Fachada..... | 22 |
| Ilustración 3. Dimensiones Recipiente del Filtro en cm..... | 26 |
| Ilustración 4. Diseño y Detalle del Filtro..... | 27 |
| Ilustración 5. Detalle Recipiente 55 Galones..... | 28 |
| Ilustración 6. Detalle Recipiente 35 Litros..... | 28 |
| Ilustración 7. Detalle Recipiente 35 Litros..... | 29 |
| Ilustración 8. Detalle Recipiente 35 Litros..... | 29 |
| Ilustración 9. Detalle Recipiente 35 Litros..... | 30 |
| Ilustración 10. Resultados Muestra 1..... | 34 |
| Ilustración 11. Resultados Muestra 2..... | 35 |
| Ilustración 12. Resultados Muestra 3..... | 36 |
| Ilustración 13. Resultados Muestra 4..... | 37 |
| Ilustración 14. Resultados Muestra 5..... | 38 |
| Ilustración 15. Resultados Muestra 6..... | 39 |
| Ilustración 16. Resultados Muestra 7..... | 40 |
| Ilustración 17. Resultados Muestra 8..... | 41 |
| Ilustración 18. Resultados Muestra 9..... | 42 |
| Ilustración 19. Resultados Muestra 10..... | 43 |
| Ilustración 20. Resultados de Aceites y Grasas en Muestras Crudas..... | 44 |
| Ilustración 21. Resultados de Aceites y Grasas en Muestras Filtradas..... | 45 |
| Ilustración 22. Resultados de Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 en Muestras Crudas..... | 46 |
| Ilustración 23. Resultados de Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 en Muestras Filtradas..... | 47 |
| Ilustración 24. Resultados de Demanda Química de Oxígeno DQO en Muestras Crudas..... | 48 |
| Ilustración 25. Resultados de Demanda Química de Oxígeno DQO en Muestras Filtradas..... | 49 |
| Ilustración 26. Comparación Aceites y Grasas..... | 51 |
| Ilustración 27. Comparación Demanda Biológica de Oxígeno DBO5..... | 53 |
| Ilustración 28. Comparación Demanda Química de Oxígeno DQO..... | 55 |
| Ilustración 29. Eficiencia Aceites y Grasas..... | 57 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 30. Eficiencia Demanda Biológica de Oxígeno DBO5..... | 58 |
| Ilustración 31. Eficiencia Demanda Química de Oxígeno DQO..... | 60 |

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

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO MATERIAL FILTRANTE EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “ORLAN2” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

AUTOR: EDWIN GEOVANNY PADILLA ORTIZ.

TUTOR: ING. GEOVANNY PAREDES MG.

En varios artículos científicos sobre los biofiltros se nos da una nueva visión para poder encontrar una manera sustentable de reducir la contaminación de las aguas residuales o efluentes de las fábricas, todas las fábricas pueden ser más eficientes con el tratamiento de sus efluentes si buscan la mejor elección para que tengan biofiltros eficientes con niveles de alta eficiencia en la remoción de los parámetros físico-químicos de los que se encuentran contaminadas las aguas residuales, se deben explorar nuevas maneras para tratar el agua y la mejor forma es con la ayuda de biofiltros o filtros artesanales, pues los mismos son desperdicios o residuos de productos utilizados tanto orgánicos como inorgánicos. En el caso del presente trabajo se puso a prueba el funcionamiento y eficacia de la cáscara de naranja que es un producto residuo de pelar la fruta del mismo nombre, se probó al filtro durante 3 semanas, es decir 21 días, de los cuales se tomaron 10, o sea 5 crudas y 5 filtradas tomadas cada cierto tiempo para que haya una frecuencia de toma estable, las mismas fueron estudiadas y analizadas en un laboratorio especializado y mostraron resultados eficientes que demuestran el uso de la cáscara de naranja como filtro pues se reducen los porcentajes de contaminación en niveles esperados, ya que el un compuesto orgánico y su vida útil como filtro es corto, los resultados demostraron que el material puede ser usado como filtro en las empresas, pues hay remoción de contaminación, pero para una mayor eficiencia se lo debe usar en industrias que contengan un menor grado de contaminación del efluente, pues en la industria estudiada hay un alto índice de contaminación y a pesar de que se probó que funciona como material filtrante los resultados obtenidos no son suficientes como para ser descargados al alcantarillado público pues no se cumplen los valores permisibles de la norma TULSMA.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO

FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING

CAREER OF CIVIL ENGINEERING

EXECUTIVE SUMMARY

THEME: ANALYSIS OF THE ORANGE SHELL AS A FILTERING MATERIAL IN THE TREATMENT OF WASTEWATER FROM THE "ORLAN2" CAR WASHER LOCATED IN THE CITY OF LATACUNGA, PROVINCE OF COTOPAXI.

AUTHOR: EDWIN GEOVANNY PADILLA ORTIZ.

TUTOR: ING. GEOVANNY PAREDES MG.

In several scientific articles on biofilters we are given a new vision to be able to find a sustainable way to reduce pollution of wastewater or effluents from factories, all factories can be more efficient with the treatment of their effluents if they seek the best the choice to have efficient biofilters with high efficiency levels in the removal of physical-chemical parameters from which wastewater is contaminated, new ways to treat water must be explored and the best way is with the help of biofilters or artisan filters, since they are waste or waste products used both organic and inorganic. In the case of the present work, the operation and effectiveness of the orange peel, which is a waste product of peeling the fruit of the same name, was tested on the filter for 3 weeks, that is, 21 days, of which 10, that is 5 raw and 5 filtered taken every so often for a stable intake frequency, they were studied and analyzed in a specialized laboratory and showed efficient results that demonstrate the use of orange peel as a filter as they are reduced the percentages of contamination in expected levels, since the one organic compound and its useful life as a filter is short, the results showed that the material can be used as a filter in the companies, since there is removal of contamination, but for greater efficiency it it should be used in industries that contain a lower degree of contamination of the effluent, since in the industry studied there is a high contamination index and despite the fact that it was proved that it works as a filtering material, the results obtained are not enough to be discharged to the public sewer because the permissible values of the TULSMA norm.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES.

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.

ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO MATERIAL FILTRANTE EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “ORLAN2” UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

1.2 ANTECEDENTES.

Según Martín Gauss en su artículo [1]; nos dice que en América Latina, sólo el 13.7% de las aguas residuales recolectadas son tratadas en sistemas de tratamiento antes de descargarse en los ambientes acuáticos o usarse en riego agrícola. Además de perjudicar la salud de la población, este hecho impide reutilizar el recurso hídrico. La situación descrita se torna mucho más crítica en las pequeñas ciudades y comunidades rurales concentradas, donde la agricultura es una de las actividades tradicionales y las aguas residuales sin tratamiento son utilizadas para fines de riego. A ello hay que agregar que los remanentes son conducidos a los ríos más próximos, lo que ocasiona la contaminación de la cuenca.

Los altos índices de enfermedades diarreicas en estas zonas son consecuencia de este problema. Sin embargo, además de la promoción de prácticas de higiene para el uso adecuado de las aguas residuales, existen tecnologías alternativas de bajo costo para su tratamiento que pueden ser adoptadas y manejadas por los pequeños municipios u organizaciones de usuarios, como es el caso del biofiltro, que dependiendo del material usado para su construcción ya sea orgánico o inorgánico el biofiltro tiene diferentes comportamientos químicos y físicos que ayudan con la remoción parcial de contaminantes del agua. Los sistemas de biofiltro son ampliamente utilizados a nivel mundial en el tratamiento de aguas residuales domésticas de pequeñas poblaciones, principalmente por su capacidad de remoción de contaminantes; la sostenibilidad de los sistemas de tratamiento de biofiltro depende de las autoridades gubernamentales y

municipales, aunque los costos de operación y mantenimiento pueden ser parcialmente asumidos por la propia comunidad o empresa que les da uso, pues los biofiltros pueden ser fabricados y mantenidos de una manera sencilla según el material del cual esté construido.

De acuerdo a la publicación realizada por Korean Chem [2] la filtración es uno de los métodos más importantes que se utilizan en el tratamiento de aguas residuales. En cuanto al tratamiento del agua se utiliza específicamente para purificar y que éste sirva para uso potable, mientras que, en el tratamiento de aguas residuales tiene como función primordial, el producir un efluente de alta calidad el cual sea reutilizable en diversos fines, se propone diferentes tipos de Biofiltro, entre ellos tenemos: El filtro percolador en la planta de tratamiento de aguas residuales; Filtro de roca horizontal en un arroyo contaminado; Filtro de carbón activado granular (GAC); Filtro de arena. Los contaminantes que se encuentran en un sistema de biofiltración se eliminan debido a una degradación biológica, mientras el proceso de filtración avanza se desarrollan microorganismos formando una capa biológica llamada Biofilm. Cabe recalcar que el éxito de un Biofiltro depende principalmente del crecimiento, cuidado y mantenimiento correcto de microorganismos llamada también biomasa.

La investigación concluye que:

- Un Biofiltro se puede utilizar de una manera económica para producir alta calidad de efluente, debido a su consistente rendimiento de eliminación de sustancias, a la vez que proporciona una larga vida útil y la sencillez en cuanto al funcionamiento.
- El lavado diario del filtro generalmente ayuda para aliviar el lecho del mismo, el cual no tiene ningún efecto secundario sobre la tasa de crecimiento de biomasa, y por lo tanto la calidad del efluente.
- El rendimiento del Biofiltro puede ser afectado por la velocidad de filtración y el efluente orgánico, lo que sugiere que debe funcionar en las mismas condiciones en que se encuentra para su óptima y constante eficacia.

Héctor Delgado y William Pérez en su publicación [3], un biofiltro es construido para tratar las aguas grises por la biofiltración, que elimina una cantidad significativa de contaminantes de las aguas grises antes de llegar al agua subterránea, río o humedal

natural. La adición de patógenos, bacterias y toxinas no biodegradables al agua de superficie puede ser evitada con este tratamiento biológico, promoviendo un ecosistema más sano. El sistema puede ser construido para una sola casa o un grupo de casas, con un costo bajo. Las aguas grises contienen nitratos, fosfatos, jabones, sal, bacterias, espumas, partículas de alimentos, materia orgánica, sólidos suspendidos, perfumes y colorantes. Las aguas grises se originan de nuestros hogares, escuelas y todo lugar donde se use el agua con fines de limpieza, apartando las excretas, conocidas popularmente como aguas negras. Son producto de lavaderos, baños, lavamanos y otros usos domésticos. Si estas aguas no son tratadas se producen impactos negativos al ambiente por la carga orgánica, bacterias y patógenos que en ella se encuentran.

Las plantas inyectan oxígeno en el medio donde crecen, produciendo un proceso aerobio al mismo tiempo que se alimentan. El biofiltro fomenta este proceso. Los volúmenes de aguas que entran al sistema son similares a los de salida, de manera que el agua resultante tendrá una disminución de los contaminantes y, según su calidad, podrá ser usada para infiltración, riego, lavado etc.

Dentro del estudio del autor Romero Cano [4] nos dice que se han desarrollado métodos que permiten limpiar aguas contaminadas por metales pesados y compuestos gracias a un nuevo material adsorbente que se fabrica con cáscaras de cítricos como la naranja y el pomelo.

Las cáscaras de estas frutas suponen un problema para la industria alimentaria, ya que son residuos que ocupan un gran volumen y hasta ahora no tenían utilidad. De hecho, se calcula que se generan 38,2 millones de toneladas al año de estas cáscaras en la industria alimentaria de todo el mundo. El proyecto en el que participa la Universidad de Granada se basa en el diseño de un novedoso proceso en el cual, gracias a un tratamiento de descompresión instantánea controlada, es posible modificar la estructura de estos residuos, otorgándoles propiedades adsorbentes como mayor porosidad y mayor área superficial.

Uno de los impulsores del nuevo método, Romero Cano, del Grupo de Investigación en Materiales de Carbón de la Facultad de Ciencias de la UGR, señala que, mediante un tratamiento químico posterior, han conseguido añadir grupos funcionales al

material, y volverlo selectivo para remover contaminantes orgánicos y metales presentes en el agua.

Un estudio posterior llevado a cabo por los autores de este trabajo ha demostrado que es posible empacar estos nuevos materiales en columnas de lecho fijo, de forma similar a un filtro por el que se hace pasar el agua contaminada en un proceso con un flujo continuo, tal como se realizan los tratamientos de aguas residuales. Asimismo, mediante este informe de laboratorio, ha sido posible obtener parámetros de diseño para proyectar el uso de estos materiales a mayor escala.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

Actualmente en el mundo las industrias de lavadoras y lubricadoras de autos son generadores de residuos contaminantes y aguas residuales, lo que lleva a la implementación de sistemas de tratamientos para este fin en base a investigaciones y análisis. A nivel mundial la demanda de autos ha crecido en las últimas décadas, llevando consigo al mismo ritmo el incremento de los negocios de lavadoras de estos y generando más y más contaminación en conjunto. [5]

En varios países, los sectores contaminantes son lavadoras y lubricadoras de autos, las mismas que generan aguas residuales, residuos sólidos y líquidos contaminantes siendo estos: aceites usados, filtros de aceites y gasolina usados, lodos provenientes de la limpieza de drenajes, grasas entre otros, los mismos que presentan un problema para el medio ambiente. Los sectores afectados de países que han realizado un estudio dentro de esta área han propuesto posibles soluciones que han dado favorables resultados, como es la implementación de un “Filtro con cáscara de frutas cítricas” con ventajas favorables en los resultados finales y el diseñar trampas donde se pueda separar residuos sólidos de grasas y aceites, empleando técnicas manuales y mecánicas. [6]

El tratamiento de las aguas residuales provenientes de industrias a nivel de otros países, implementan nuevos métodos caseros de tratamiento de descontaminación de aguas, lo que ha llevado a integrar estos métodos en nuestro país y que han resultado ser eficientes para el fin que se los ha propuesto. [7]

En el Ecuador en la actualidad el desarrollo en el ámbito comercial y de las microindustrias ha ido en crecimiento, dentro del cual se encuentran las lavadoras y lubricadoras de autos, los mismos que son generadoras de un alto nivel de contaminación de monóxido de carbono, aceites derramados y a la vez evacuados al sistema de alcantarillado, lo cual conlleva a conocer el mal manejo de residuos y efluentes existentes en las industrias antes mencionadas. [8]

Dentro de propuestas existentes en varias ciudades de Ecuador para tratar de solucionar los problemas de contaminación por los lavados de autos, fue necesario realizar procesos de regeneración, destrucción y procesamiento de aceites como un plan de manejo. y así también usando materiales como lonas, filtros prensa, filtros orgánicos, los mismos que mostraron ventajas satisfactorias. [9]

En la ciudad de Latacunga la necesidad de tratar las aguas provenientes de lavadoras y lubricadoras de autos es indispensable, ya que la mayoría de estas son evacuadas sin dar un debido tratamiento; actualmente en la ciudad existen 30 negocios de lavadoras de autos, 40 lubricadoras de autos y 130 mecánicas, las mismas que son generadoras de sustancias contaminantes y aguas residuales, por lo que estas necesitan un sistema de tratamiento. [10]

Para el tratamiento de las aguas provenientes de estas pequeñas industrias se propone implementar un sistema de filtro de la cáscara de naranja, el mismo que es un material del resultado de los restos de la fruta misma que es de origen orgánico y natural. Este filtro nos ayudará a minimizar los problemas existentes en las aguas residuales provenientes de la Lavadora de Autos “ORLAN2” y que a la vez nos servirá para conocer el porcentaje de contaminantes existentes después del tratamiento. [11]

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo General.

Analizar a la cáscara de naranja como material filtrante en el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la Lavadora de Autos “ORLAN2” ubicada en la Ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la Lavadora de Autos “ORLAN2”.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la Lavadora de Autos “ORLAN2”.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO_5 y DQO), grasas y aceites de las aguas residuales provenientes de las Lavadoras en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si la cáscara de naranja puede ser utilizada como material filtrante en el pre tratamiento de las Lavadoras de Autos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1.1 La Contaminación del Agua.

La contaminación de agua se genera por diferentes tipos de vertidos: aguas de proceso, aguas fecales y aguas blancas. El primero es un vertido del proceso productivo, con lo que su carga contaminante va a depender de la actividad industrial. El segundo es generado en los aseos y asimilables a aguas residuales domésticas. Y el último, se les suele llamar “aguas crudas” por su carácter previo a la potabilización. Su importancia está en que son la base de la producción de agua para el consumo humano masivo. [12]

La contaminación hídrica se entiende como la acción de introducir algún material en el agua alterando su calidad y su composición química. Según la Organización Mundial de la Salud el agua está contaminada “cuando su composición se haya modificado de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso, al que se le hubiera destinado en su estado natural”. El agua que procede de ríos, lagos y quebradas es objeto de una severa contaminación, muchas veces producto de las actividades del hombre. [13]

2.1.2 Las Aguas Residuales.

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.

Dentro de este concepto se incluyen aguas con diversos orígenes:

- Aguas residuales domésticas o aguas negras: proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.

- Aguas blancas: pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración.
- Aguas residuales industriales: proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales.
- Aguas residuales agrícolas: procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo. [14]

2.1.3 Tratamiento de las Aguas Residuales.

Aquellos métodos de tratamiento en los que predominan los fenómenos físicos se conocen como operaciones unitarias, mientras que aquellos métodos en los que la eliminación de los contaminantes se realiza con base en procesos químicos o biológicos se conocen como procesos unitarios.

Al referirse a operaciones y procesos unitarios es porque se agrupan entre sí para constituir los tratamientos primario, secundario y terciario.

TRATAMIENTOS PRELIMINARES: Aunque no reflejan un proceso en sí, sirven para aumentar la efectividad de los tratamientos primarios, secundarios y terciarios. Las aguas residuales que fluyen desde los alcantarillados a las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), son muy variables en su flujo y contienen gran cantidad de objetos, en muchos casos voluminosos y abrasivos, que por ningún motivo deben llegar a las diferentes unidades donde se realizan los tratamientos y deben ser removidos. Para esto son utilizados los tamices, las rejillas, los microfiltros, entre otros.

TRATAMIENTOS PRIMARIOS: El principal objetivo es el de remover aquellos contaminantes que pueden sedimentar, como por ejemplo los sólidos sedimentables y algunos suspendidos o aquellos que pueden flotar como las grasas.

El tratamiento primario presenta diferentes alternativas según la configuración general y el tipo de tratamiento que se haya adoptado. Se puede hablar de una sedimentación primaria como último tratamiento o precediendo un tratamiento biológico, de una coagulación cuando se opta por tratamientos de tipo físico-químico.

TRATAMIENTOS SECUNDARIOS: El objetivo de este tratamiento es remover la demanda biológica de oxígeno (DBO) soluble que escapa a un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de sólidos sedimentables.

El tratamiento secundario intenta reproducir los fenómenos naturales de estabilización de la materia orgánica, que ocurre en el cuerpo receptor. La ventaja es que en ese proceso el fenómeno se realiza con más velocidad para facilitar la descomposición de los contaminantes orgánicos en períodos cortos de tiempo. Un tratamiento secundario remueve aproximadamente 85% de la D.B.O₅ y los Sólidos Suspendidos (SS), aunque no remueve cantidades significativas de nitrógeno, fósforo, metales pesados, demanda química de oxígeno (DQO) y bacterias patógenas.

TRATAMIENTOS TERCIARIOS: Tiene el objetivo de remover contaminantes específicos, usualmente tóxicos o compuestos no biodegradables o aún la remoción complementaria de contaminantes no suficientemente removidos en el tratamiento secundario y a la reducción final de la demanda bioquímica de oxígeno D.B.O₅.

Como medio de filtración se puede emplear arena, grava antracita o una combinación de ellas. El pulido de efluentes de tratamiento biológico se suele hacer con capas de granulometría creciente, duales o multimedia, filtrando en arena fina trabajando en superficie. [15]

2.1.4 Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.

La Normativa que será utilizado en la presente investigación es: Anexo I del Libro VI del TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE

(TULSMA): Norma de Calidad y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, el cual menciona los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado, y los criterios para sus diferentes usos. [16]

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|--|-------------------------------|--------|--------------------------|
| Aceites y grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 70 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | D.B.O ₅ . | mg/l | 250 |
| Demanda Química de Oxígeno | D.Q.O. | mg/l | 500 |
| Sólidos Suspendidos Totales | | mg/l | 220 |
| Sólidos totales | | mg/l | 1 600 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH | mg/l | 20 |
| Potencial de Hidrógeno | pH | | 6-9 |

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

Fuente: Tabla N°9 del Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, 2010.

2.1.5 Definición de Efluente.

Término empleado para nombrar a las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos por viviendas y/o industrias, generalmente a los cursos de agua; o que se incorporan a estas por el escurrimiento de terrenos causado por las lluvias. Los productos tóxicos presentes en los efluentes son muy variados, tanto en tipo como en cantidad, y su composición depende de la clase de efluente que los genera. Los desechos que contienen los efluentes pueden ser de naturaleza química y/o biológica. [17]

2.1.6 Los Aceites y Grasas.

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo.

Las sustancias grasas se clasifican en grasas y aceites. Teniendo en cuenta su origen, pueden ser animales o vegetales.

Algunas de sus características más representativas son baja densidad, poca solubilidad en agua, baja o nula biodegradabilidad. Por ello, si no son controladas se acumulan en el agua formando natas en la superficie del líquido. [18]

2.1.7 Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O₅).

Se define como D.B.O₅ de un líquido a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aerobias o anaerobias facultativas), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg / l. Es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes.

Cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla). Como el proceso de descomposición varía según la temperatura, este análisis se realiza en forma estándar durante cinco días a 20 °C; esto se indica como D.B.O₅. Según las reglamentaciones, se fijan valores de D.B.O₅ máximo que pueden tener las aguas residuales, para poder verterlas a los ríos y otros cursos de agua. De acuerdo a estos valores se establece, si es posible arrojarlas directamente o si deben sufrir un tratamiento previo. [19]

2.1.8 Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Es “la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en dióxido de carbono y agua”. La DQO se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/l).

Cuanto mayor es la DQO más contaminante es la muestra. El valor de la D. Q. O. siempre será superior al de la D. B. O. debido a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente. [20]

2.1.9 Sólidos Suspendidos (SS).

Pequeñas partículas de contaminantes sólidos insolubles que flotan en la superficie o están suspendidos en aguas residuales u otros líquidos. Resisten la remoción por medios convencionales. Son aquellos que son visibles y flotan en las aguas residuales entre superficie y fondo. Pueden ser removidos por medios físicos o mecánicos a través de procesos de filtración o de sedimentación. Se incluyen en esta clasificación las grandes partículas que flotan, tales como arcilla, sólidos fecales, restos de papel, madera en descomposición, partículas de comida y basura los que son en un 70% orgánico y en un 30% inorgánico. [21]

2.1.10 Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH).

Los términos hidrocarburos totales de petróleo (abreviados TPH en inglés) se usan para describir una gran familia de varios cientos de compuestos químicos originados de petróleo crudo. El petróleo crudo es usado para manufacturar productos de petróleo, los que pueden contaminar el ambiente. Debido a que hay muchos productos químicos diferentes en el petróleo crudo y en otros productos de petróleo, no es práctico medir cada uno en forma separada. Sin embargo, es útil medir la cantidad total de TPH en un sitio.

Los TPH son una mezcla de productos químicos compuestos principalmente de hidrógeno y carbono, llamados hidrocarburos. Los científicos han dividido a los TPH en grupos de hidrocarburos de petróleo que se comportan en forma similar en el suelo o el agua. Estos grupos se llaman fracciones de hidrocarburos de petróleo. Cada fracción contiene muchos productos químicos individuales. [22]

2.1.11 Potencial de Hidrógeno (pH).

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en determinadas sustancias. La escala de pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7 y alcalinas las que tienen pH mayores a 7. El $pH = 7$ indica la neutralidad de la disolución (cuando el disolvente es agua). [23]

2.1.12 Filtración.

La filtración es un método de separación física utilizado para separar sólidos a partir de fluidos (líquidos o gases) mediante la interposición de un medio permeable capaz de retener partículas sólidas que permite únicamente el paso de líquidos. [24]

2.1.13 Cáscara de Naranja.

La cáscara de la naranja posee unas elevadas propiedades bioactivas, compuestos que ejercen una importante función filtrante, antimicrobiana y antioxidante. La cáscara ha permitido comprobar además, que a unos niveles “óptimos”, posee una actividad bactericida de relevancia contra contaminantes y dos patógenos concretos: *Escherichia coli* y *Listeria*, causantes de graves infecciones alimentarias. El creciente interés de la industria por desechar conservantes sintéticos y químicos por otros extraídos directamente de las plantas y productos vegetales tales como la naranja, convierte este hallazgo en una aportación muy significativa para el sector. [25]

2.2 HIPÓTESIS.

2.2.1 Hipótesis Alternativa.

La cáscara de naranja como material filtrante reducirá los niveles de concentración de Aceites y Grasas, DBO5 y DQO del efluente proveniente de la lavadora de autos “ORLAN2” ubicada en la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi hasta los límites permisibles por la norma TULSMA para su descarga al sistema de alcantarillado público.

2.2.2 Hipótesis Nula.

La cáscara de naranja como material filtrante no reducirá los niveles de concentración de Aceites y Grasas, DBO5 y DQO del efluente proveniente de la lavadora de autos “ORLAN2” ubicada en la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi hasta los límites permisibles por la norma TULSMA para su descarga al sistema de alcantarillado público.

2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

2.3.1 Variable Independiente.

La cáscara de naranja como material filtrante.

2.3.2 Variable Dependiente.

Reducir los niveles de concentración de Aceites y Grasas, DBO5 y DQO del efluente provenientes de la lavadora de autos “ORLAN2” ubicada en la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi hasta los límites permisibles por la norma TULSMA para su descarga al sistema de alcantarillado público.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA.

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El desarrollo del proyecto experimental se basa en los siguientes tipos de investigación:

- **Investigación Exploratoria.**

Es de tipo exploratoria porque se ofrece un primer acercamiento al problema que se pretende estudiar, conocer sobre el filtro artesanal que se va a crear a base de un material orgánico como lo es la cáscara de naranja y si funcionará o no en la lavadora de autos “ORLAN2”. Exploraremos el tema de estudio para familiarizarnos con lo que se está abordando ya que es un estudio que en la práctica es desconocido porque no sabemos los resultados que se obtendrán del mismo. Los resultados de este tipo de investigación nos dan un panorama y conocimiento superficial del tema porque no sabemos cómo se va a comportar el filtro en estudio, pero es el primer paso inevitable para cualquier tipo de investigación posterior que se quiera llevar a cabo. [26]

- **Investigación Descriptiva.**

Descriptiva porque se describe la realidad de la situación, pues para el tema en estudio no hay artículos científicos que se hayan comprobado, existen estudios de biofiltros que se han hecho pero no son necesariamente filtros artesanales y peor aún utilizados o ensayados en lavadoras de autos como es el caso actual en proceso. En este tipo de investigación la cuestión no va mucho más allá del nivel descriptivo; ya que consiste en plantear lo más relevante del tema que se está estudiando. Como investigador debo definir el análisis y los procesos que involucrará lo planteado, los pasos que se utilizarán para el proceso del tratamiento del agua de la lavadora de autos “ORLAN2”, las principales etapas a seguir en una investigación descriptiva son: examinar las características del proyecto experimental a investigar, definirlo y formular la hipótesis, seleccionar la técnica o metodología para la recolección de datos es decir las muestras del efluente de la lavadora de autos y las fuentes a consultar. [26]

- **Investigación de Laboratorio o Experimental.**

Experimental debido a que el filtro elaborado artesanalmente con cáscara de naranja debe someterse a la experimentación en base a la hipótesis que se ha planteado, a la práctica que se debe realizar en el lugar donde se hará el estudio, es decir en la lavadora de autos “ORLAN2” pudiendo así analizar las muestras obtenidas llevándolas al laboratorio y finalmente la comprobación de las mismas para poder sacar conclusiones y recomendaciones del estudio, si se ha disminuido o mantenido los niveles de contaminación de las muestras de agua obtenidas pudiendo satisfacer el tema y la hipótesis planteados. [27]

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1 Población.

Es la colección de datos que corresponde a las características de la totalidad de individuos, objetos, cosas o valores en un proceso de investigación. [28] El presente trabajo experimental se lo realizó en la Ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi en la Lavadora de Autos “ORLAN2”, se toma en cuenta como población el efluente producido por la industria en función al tiempo de funcionamiento del filtro que son 21 días, entonces:

$$VTE = QMD * T$$

Donde:

VTE= Volumen Total del Efluente.

QMD= Caudal medio diario de la lavadora de autos.

T= Tiempo de Funcionamiento del Filtro.

$$VTE = 17 \text{ m}^3/\text{día} * 21 \text{ días}$$

$$VTE = 357 \text{ m}^3$$

3.2.2 Muestra.

Es una parte representativa de la población que es seleccionada para ser estudiada, ya que la población es demasiado grande para ser estudiada en su totalidad. [28] En el presente trabajo se toma como muestra la cantidad de agua en el tanque de abastecimiento que son 55 galones por día durante 21 días que funciona el filtro, así:

$$ME = CET * T$$

Donde:

ME= Muestra de Efluente.

CET= Cantidad de Efluente en el Tanque por Día.

T= Tiempo de Funcionamiento del Filtro.

$$ME = 55 \text{ glns}/\text{día} * 21 \text{ días}$$

$$ME = 1155 \text{ galones} = 4,37 \text{ m}^3$$

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.3.1 Variable Independiente.

La cáscara de naranja como material filtrante.

| Concepto | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnicas e Instrumentos |
|---|--|---|---|-------------------------|
| El filtro es un medio mecánico poroso el cual permite la separación de sólidos en una suspensión de un líquido, pues retiene los sólidos mayores del tamaño de la porosidad y permite el paso del líquido y partículas de menor tamaño de la porosidad. | La calidad del agua | Descarga al sistema de alcantarillado público | ¿El efluente tratado cumple con los valores permisibles? | Análisis de laboratorio |
| | Biofiltración mediante la cáscara de naranja | Filtración | ¿Cuál es el funcionamiento de la cáscara de naranja como medio filtrante? | Análisis de laboratorio |

Tabla 2. Operacionalización de la variable Independiente.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

3.3.2 Variable Dependiente.

Reducir los niveles de concentración de Aceites y Grasas, DBO5 y DQO del efluente provenientes de la lavadora de autos “ORLAN2” ubicada en la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi hasta los límites permisibles por la norma TULSMA para su descarga al sistema de alcantarillado público.

| Concepto | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnicas e Instrumentos |
|--|--------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Los análisis de las aguas residuales son procesos que determinan el grado de contaminación que existe en el efluente de una industria cualquiera, procesos o análisis que se deben realizar con el fin de cumplir con los valores que se establece en la TULSMA. | Agua residual o efluente | Lavadora de autos | ¿Qué análisis estudiado produce mayor contaminación? | Investigación Bibliográfica Norma TULSMA |
| | Análisis | Aceites y Grasas | ¿Qué nivel de Aceites y Grasas tiene el agua residual filtrada de la lavadora de autos estudiada? | Análisis de laboratorio Norma TULSMA |
| | | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | ¿Qué nivel de DBO5 tiene el agua residual filtrada de la lavadora de autos estudiada? | Análisis de laboratorio Norma TULSMA |
| | | Demanda Química de Oxígeno (DQO) | ¿Qué nivel de DQO tiene el agua residual filtrada de la lavadora de autos estudiada? | Análisis de laboratorio Norma TULSMA |
| Tabla 3. Operacionalización de la variable Dependiente. | | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | | |

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

| Preguntas Básicas | Explicación |
|---|--|
| ¿Que evaluar? | Un filtro con cáscara de naranja para el tratamiento del efluente de la lavadora de autos. |
| ¿Sobre qué evaluar? | Evaluar la eficiencia del filtro con cáscara de naranja utilizado en la lavadora de autos. |
| ¿Sobre qué aspectos? | Análisis físico-químicos del agua: Aceites y Grasas, DBO5, DQO. |
| ¿Quién evalúa? | Edwin Geovanny Padilla Ortiz. |
| ¿A qué se evalúa? | Al efluente de la Lavadora de Autos "ORLAN2", antes y después del filtrado. |
| ¿Dónde evalúa? | En el Laboratorio Acreditado de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo. |
| ¿Cómo y con qué? | A través de análisis físico-químico del efluente realizados en un Laboratorio Acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo. |
| Tabla 4. Recolección de Información. | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | |

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

3.5.1 Ubicación del lugar de estudio.

La lavadora de Autos “ORLAN2” está ubicada en la Avenida 5 de Junio entre la Gasolinera Sultana del Cotopaxi y el Cementerio San Felipe en la Parroquia San Felipe de la Ciudad de Latacunga en la Provincia de Cotopaxi.

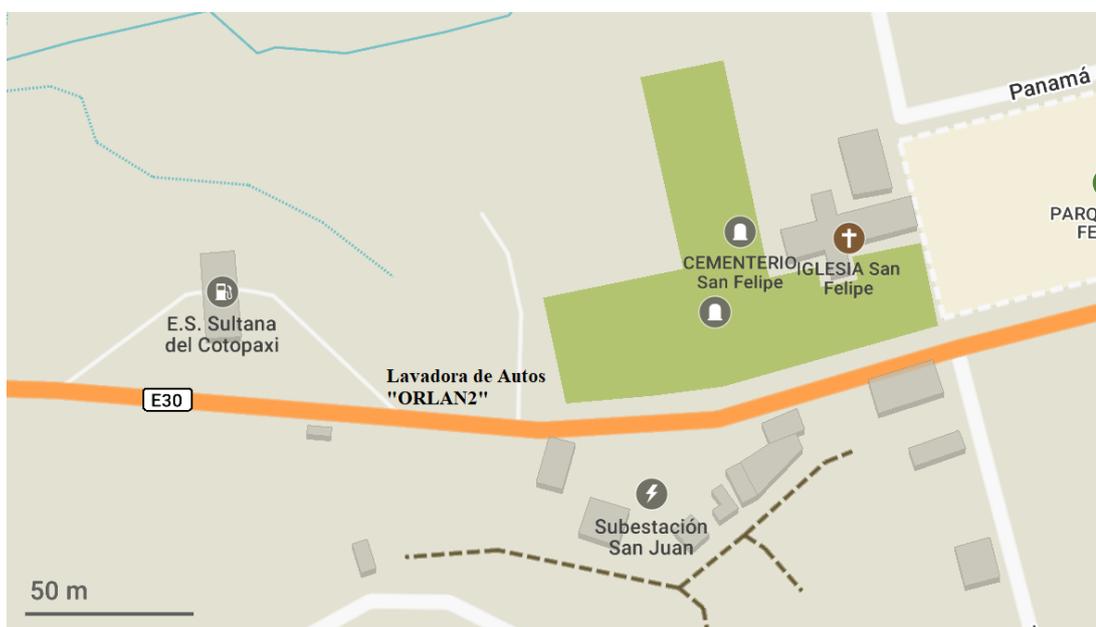


Ilustración 1. Ubicación.

Fuente: MAPS.ME

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

Coordenadas:

Latitud: 00°55'54,35" S.

Longitud: 78°37'52,17" O.



Ilustración 2. Fachada.

Fuente: Lavadora de Autos “ORLAN2”.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

3.5.2 Elaboración del Filtro.

Para la elaboración del filtro se hizo una estructura metálica con cierta altura para que contenga el tanque de 55 galones que albergará el efluente de la lavadora, el otro recipiente de 35 funcionará como el filtro, pues en él se pondrá el material a probar que será la cáscara de naranja que será el medio filtrante, se usaron tubos y otros accesorios de PVC de ½ pulgada para las instalaciones necesarias.

El tanque de mayor tamaño se colocó en la parte superior de la estructura metálica conectado con la tubería de PVC requerida permitiendo el descenso del efluente de la lavadora hasta el filtro que está ubicado en la parte inferior en el recipiente pequeño, el mismo que tendrá una pendiente diseñada especialmente para la recolección del agua tratada o filtrada.

Para el proceso de filtración del efluente de la lavadora de autos se conectó una llave para el paso del agua con un caudal de 0,105 lt/min calculado para el respectivo diseño del filtro para que en 24 horas de filtración el tanque de 55 galones descargue los 2/3 de su capacidad para no perder presión del efluente almacenado. [29]

En el proceso del proyecto, es decir la toma de muestras de la filtración durante 3 semanas en los días con mayor demanda de la lavadora de autos se captó las 10 muestras de las cuales 5 deben ser muestras crudas y las 5 restantes son las muestras filtradas las mismas que deben ser sometidas a análisis de laboratorios requeridos como son: Aceites y Grasas, DBO5 y DQO.

Las muestras fueron transportadas en recipientes plásticos esterilizados de 350 ml dentro de un contenedor que nos brinde temperaturas de entre 2 – 5 °C que nos ayudará a proteger los objetos en estudio hasta llegar al laboratorio para sus respectivos análisis; las muestras deben estar con sus debidas identificaciones. [30]

Los resultados de los parámetros obtenidos en el laboratorio de las muestras en estudio deben ser comparados con los valores límite de la norma en lo concerniente a la descarga al sistema de alcantarillado para verificar la eficiencia del filtro. [31]

3.5.3 Diseño del Filtro.

- 55 galones durante 24 horas.

Vol. Tanque = 55 galones

- Lo consumido durante las 24 horas debe ser 2/3 del volumen del tanque.

Vol. Consumo = $2/3 * 55$ galones

Vol. Consumo = 36,67 galones = 40 galones por día

Vol. Consumo = 40 galones/día * 3,78 litros/1 galón = 151,2 lt/día

Vol. Consumo = 151,2 lt/día

- En el tanque sobrar  1/3 del volumen total del efluente de la lavadora de autos por día ayudando así al funcionamiento adecuado del filtro al no perder altura de carga.
- Caudal de diseño por minuto para el filtro.

$$Q \text{ Diseño} = \text{Vol. Consumo} / \text{Tiempo}$$

$$\text{Tiempo} = 1 \text{ día} * 24 \text{ horas} / 1 \text{ día} * 60 \text{ minutos} / 1 \text{ hora} = 1440 \text{ minutos}$$

$$\text{Tiempo} = \mathbf{1440 \text{ minutos}}$$

$$Q \text{ Diseño} = (151,2 \text{ litros/día}) / 1440 \text{ minutos}$$

$$\mathbf{Q \text{ Diseño} = 0,105 \text{ litros/minuto}}$$

- El volumen del recipiente que contiene el material filtrante es de 35 litros.

$$\mathbf{\text{Vol. Material} = 35 \text{ litros}}$$

- El tiempo de retención hidráulica (TRH) es el usado para filtros anaeróbicos convencionales

$$\text{TRH} = \text{Vol. Material} / Q \text{ Diseño}$$

$$\text{TRH} = 35 \text{ lt} / (0,105 \text{ lt/min})$$

$$\text{TRH} = 333,33 \text{ minutos}$$

$$\text{TRH} = 333,33 \text{ min} * (1 \text{ h} / 60 \text{ min})$$

$$\mathbf{\text{TRH} = 5,55 \text{ horas}}$$

De acuerdo a la Tabla 3.1 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento – FAFA en lo referente a filtros anaeróbicos para el post tratamiento de efluentes verificamos según lo obtenido. [32]

| PARÁMETROS DE DISEÑO | RANGO DE VALORES COMO UNA FUNCIÓN DEL GASTO | | |
|---|---|-----------------|------------------|
| | Q promedio | Q máximo diario | Q máximo horario |
| Medio de empaque | Piedra | Piedra | Piedra |
| Altura del medio filtrante (m) | 0.8 a 3.0 | 0.8 a 3.0 | 0.8 a 3.0 |
| Tiempo de residencia hidráulica (horas) | 5 a 10 | 4 a 8 | 3 a 6 |
| Carga hidráulica superficial (m ³ /m ² d) | 6 a 10 | 8 a 12 | 10 a 15 |
| Carga orgánica volumétrica (kg BDQ/m ³ d) | 0.15 a 0.50 | 0.15 a 0.50 | 0.15 a 0.50 |
| Carga orgánica en el medio filtrante (kg BDQ/m ³ d) | 0.25 a 0.75 | 0.25 a 0.75 | 0.25 a 0.75 |

Tabla 5. Criterios de Diseño para Filtros Anaeróbicos Aplicables para el Post Tratamiento de Efluentes de Reactores Anaerobios.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento _ Chernicharo de Lemos, 2007.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

- El TRH calculado de 5,55 horas corresponde a un gasto promedio según la tabla, por lo tanto relacionamos con el volumen que se asumió del material.

$$\text{TRH} = \text{Vol. Material} / \text{Q Diseño}$$

$$\text{Q Diseño} = 35 \text{ litros} / 5,55 \text{ horas}$$

$$\text{Q Diseño} = 6,30 \text{ litros/hora} * 1 \text{ hora} / 60 \text{ minutos}$$

$$\text{Q Diseño} = \mathbf{0,105 \text{ litros/minuto}}$$

- Así verificamos que el caudal de diseño que se obtuvo es igual al que se calculó con los datos asumidos por lo tanto el diseño del filtro es correcto.

- Calculamos el volumen total del recipiente que contendrá el material filtrante.

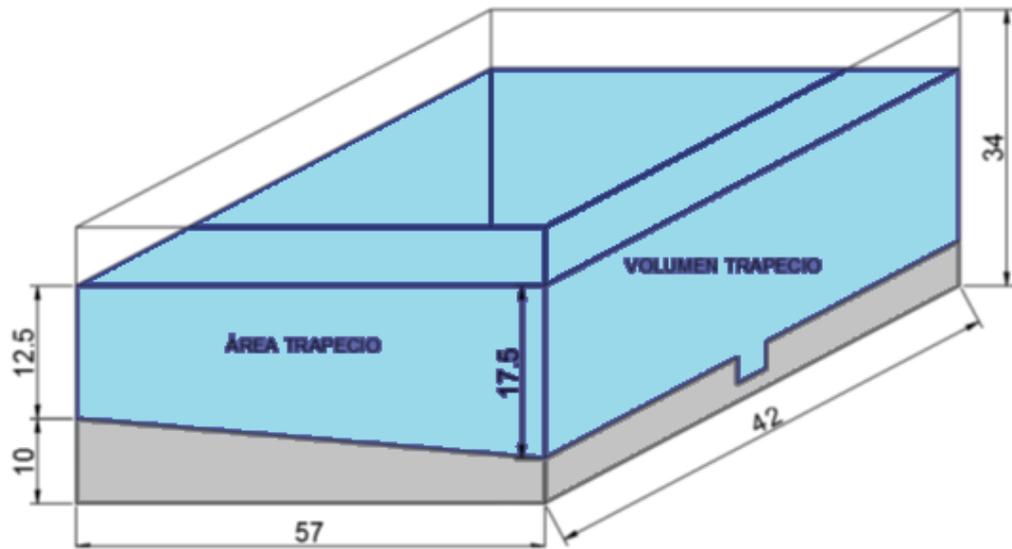


Ilustración 3. Dimensiones Recipiente del Filtro en cm.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

$$\text{Área Trapecio} = 57\text{cm} * ((12,5\text{cm}+17,5\text{cm})/2)$$

$$\text{Área Trapecio} = 855 \text{ cm}^2$$

$$\text{Vol. Trapecio} = 855 \text{ cm}^2 * 42 \text{ cm}$$

$$\text{Vol. Trapecio} = 35910 \text{ cm}^3 \cong 35.91 \text{ litros}$$

- En el filtro se debe mantener un volumen mínimo de 35 lts.
- Por cuestiones de facilidad al momento de construir el filtro se tomó las medidas comerciales de un recipiente plástico “GUARDAMOVIL GRANDE” con dimensiones (57x42x34) cm. [33]
- La naranja proviene de la Ciudad de La Maná de la Provincia de Cotopaxi, la cáscara del fruto se obtuvo con una máquina peladora de naranjas la cual fue lavada y secada durante una semana para disminuir impurezas y materia orgánica que pueda contener. [34]

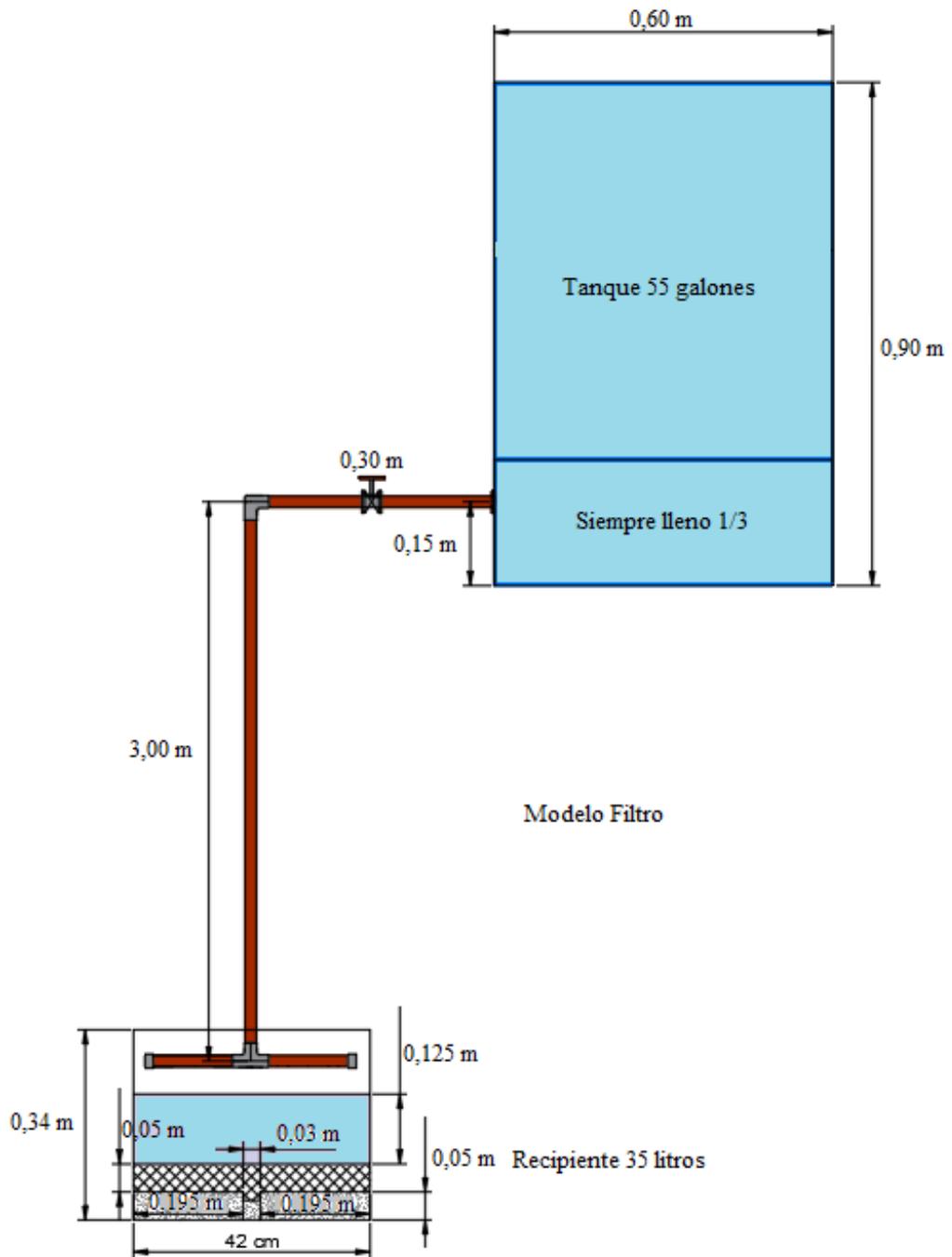


Ilustración 4. Diseño y Detalle del Filtro.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

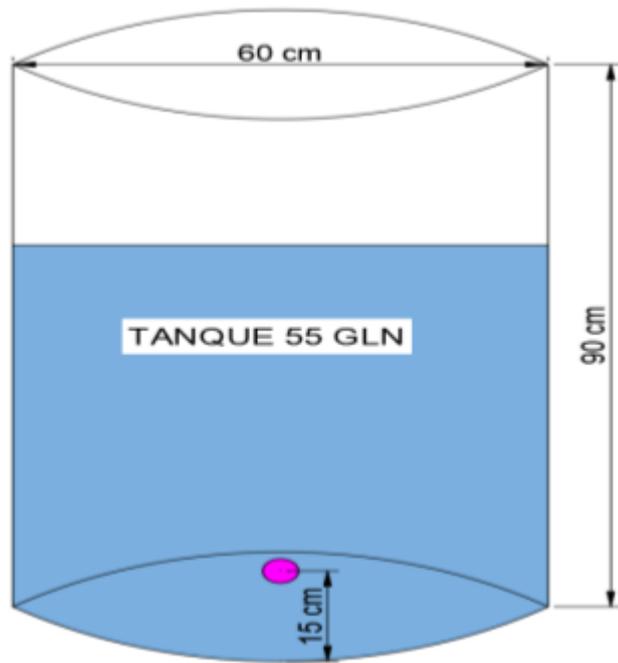


Ilustración 5. Detalle Recipiente 55 Galones.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

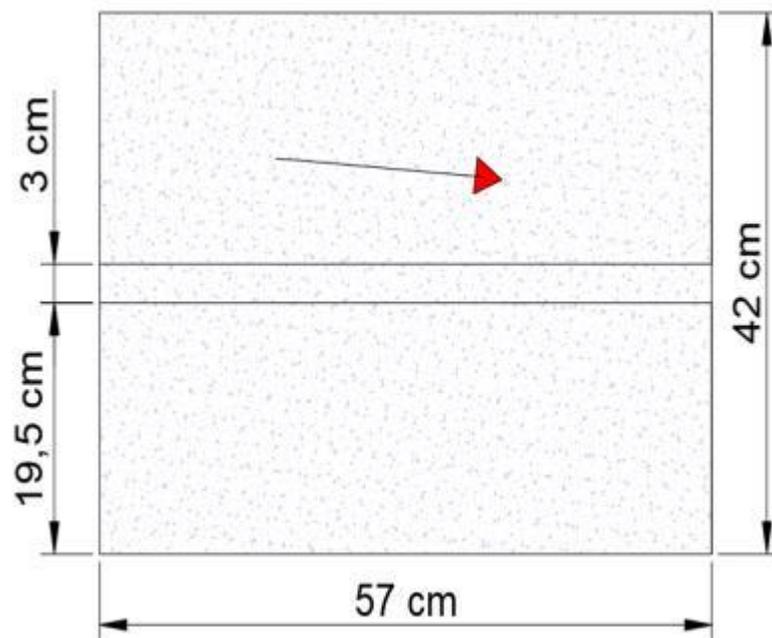


Ilustración 6. Detalle Recipiente 35 Litros.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

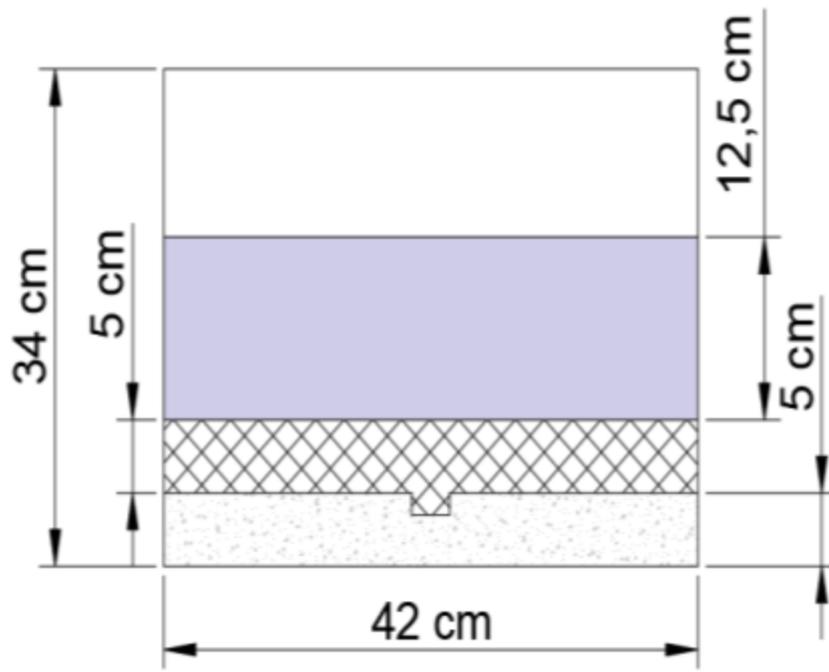


Ilustración 7. Detalle Recipiente 35 Litros.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

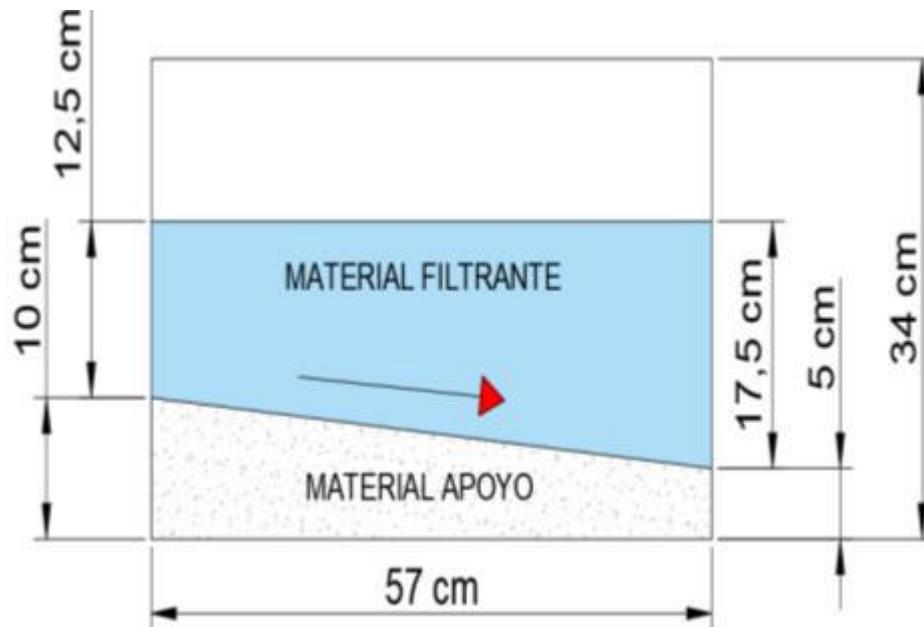


Ilustración 8. Detalle Recipiente 35 Litros.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

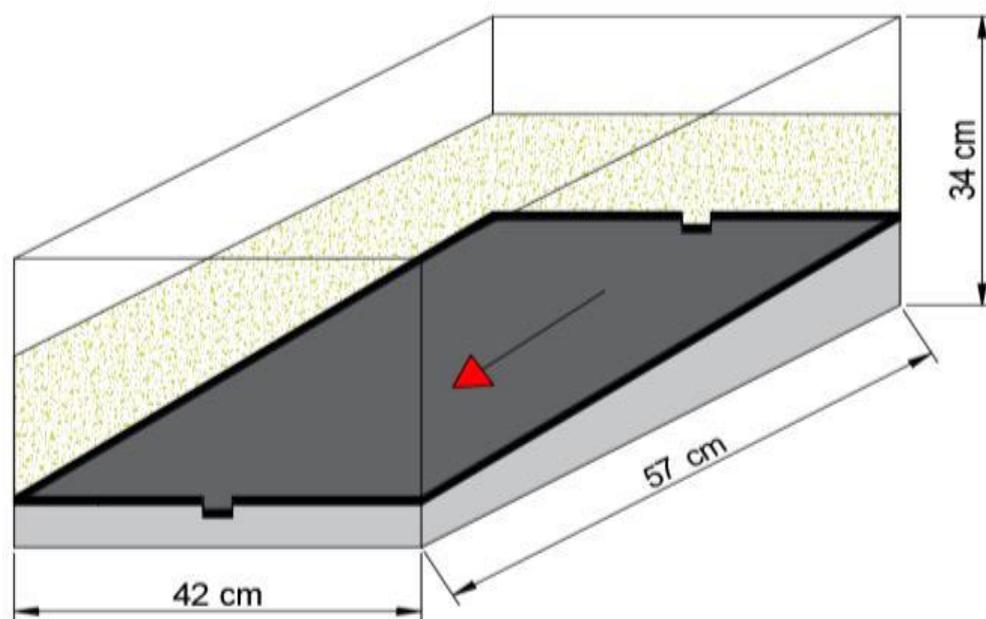


Ilustración 9. Detalle Recipiente 35 Litros.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

3.5.4 Resumen del Procesamiento y Análisis.

- Se reconoció la infraestructura y funcionamiento de la lavadora de autos “ORLAN2” haciendo énfasis en el manejo del agua.
- Se calculó el caudal del agua utilizada en la lavadora utilizando el medidor de lectura del agua en m³ diariamente.
- Se obtuvo la cáscara de la naranja mediante el uso de una máquina peladora de naranjas.
- Para obtener la cantidad adecuada de cáscara se usaron 150 naranjas.
- La cáscara de naranja fue lavada y secada durante 3 días para su posterior uso como filtro.
- Se construyó la estructura del filtro de cáscara de naranja para el tratamiento del efluente producido por la lavadora de autos “ORLAN2”.
- Se realizó la toma de las muestras en los días con más demanda de la lavadora; las mismas fueron tomadas antes y después del proceso de filtración.

- Se hizo los análisis de laboratorios correspondientes en un laboratorio con todos los certificados necesarios.
- Los resultados de los análisis obtenidos se los procedió a tabular para luego hacer las comparaciones pertinentes del caso de estudio.
- Se hizo cálculos para analizar la eficiencia del filtro.
- Finalmente se determinó si el filtro con la cáscara de naranja es o no recomendable para disminuir los contaminantes del efluente producido por la lavadora de autos “ORLAN2”.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.1 Recolección de Datos.

4.1.1 Determinación del Caudal de la Lavadora de Autos “ORLAN2”.

La lavadora de autos tiene su propio medidor de consumo de agua el cual no es compartido con otros usos que no sea el lavado de autos, se procedió a tomar las medidas de todos los días laborables de la industria de lunes a sábado para calcular el caudal medio utilizado, entonces tenemos:

| DETERMINACIÓN CAUDAL MEDIO DIARIO LAVADORA DE AUTOS "ORLAN2". | | | | | |
|--|---------------------------|-------------|-------------------|-----------------------|--------|
| PERÍODO: | 25/12/2017 al 30/12/2017. | | | | |
| MEDIDOR: | ELSTER M170-X | | | | |
| DÍA | FECHA | HORA | LECTURA m3 | CONSUMO m3/día | |
| Lunes | 25/12/2017 | 8:00 | 81228,25 | 18,48 | |
| Martes | 26/12/2017 | 8:00 | 81246,73 | | |
| Miércoles | 27/12/2017 | 8:00 | 81258,03 | 20,24 | |
| Jueves | 28/12/2017 | 8:00 | 81278,27 | | |
| Viernes | 29/12/2017 | 8:00 | 81286,55 | 12,24 | |
| Sábado | 30/12/2017 | 8:00 | 81298,79 | | |
| Q Medio Diario= | | | | 16,99 | m3/día |
| Q Medio Diario= | | | | 17,0 | m3/día |
| Tabla 6. Caudal Medio Diario. | | | | | |
| Fuente: Lavadora de Autos "ORLAN2". | | | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | | | |

4.1.2 Límites de Concentración para la Descarga al Alcantarillado Público.

| Parámetros Analizados. | Unidad. | Límite Máximo Permisible. |
|--|----------------|----------------------------------|
| Aceites y Grasas. | mg/l | 70 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días). DBO5. | mg/l | 250 |
| Demanda Química de Oxígeno. DQO. | mg/l | 500 |
| Tabla 7. Límites de Concentración para la Descarga al Alcantarillado Público. | | |
| Fuente: Tabla N°9 del Libro VI, Anexo 1 del TULSMA, 2010. | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | |

4.1.3 Análisis de los Resultados.

El filtro funcionó durante 21 días; las muestras se tomaron 2 por día (1 cruda y 1 filtrada) para su análisis en los 5 días con mayor demanda de la lavadora de autos (martes y viernes) teniendo 10 muestras en total.

- **Muestra 1.1 Cruda.**
- Fecha: Viernes 5 de enero del 2018.

| PARÁMETROS | RESULTADO | UNIDAD |
|---|------------------|---------------|
| ACEITES Y GRASAS | 2124,60 | mg/l |
| DBO5 | 3858,00 | mg O2/l |
| DQO | 8870,00 | mg/l |
| Tabla 8. Resultados Muestra 1.1 | | |
| Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. Informe Número 1. | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | |

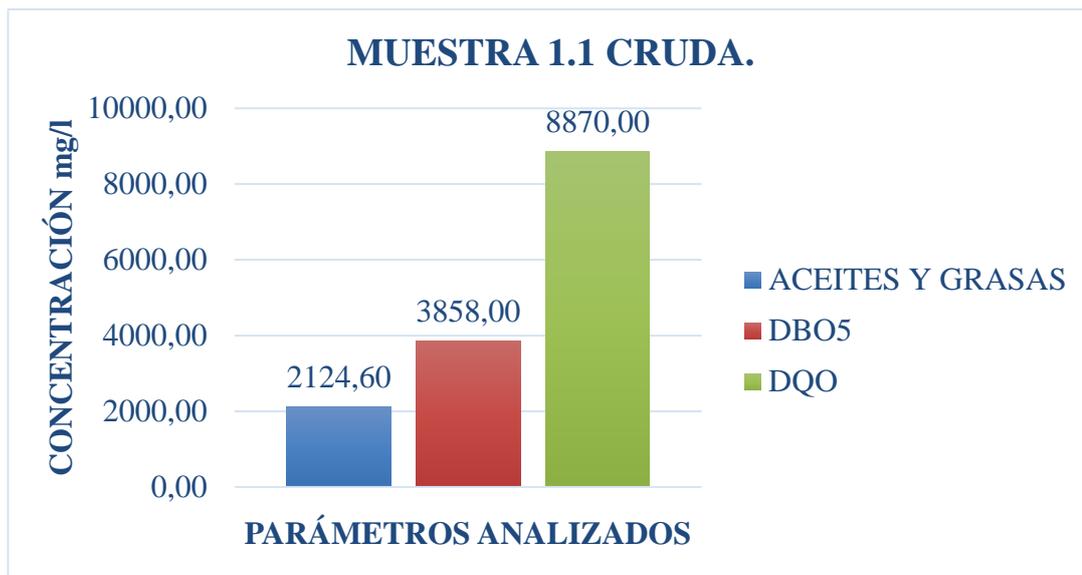


Ilustración 10. Resultados Muestra 1.1

Fuente: Tabla 8.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

- **Muestra 1.2 Filtrada.**
- Fecha: Viernes 5 de enero del 2018.

| PARÁMETROS | RESULTADO | UNIDAD |
|------------------|-----------|---------|
| ACEITES Y GRASAS | 954,00 | mg/l |
| DBO5 | 2230,00 | mg O2/l |
| DQO | 5560,00 | mg/l |

Tabla 9. Resultados Muestra 1.2

Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. Informe Número 1.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.



Ilustración 11. Resultados Muestra 1.2

Fuente: Tabla 9.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

- **Muestra 2.1 Cruda.**
- Fecha: Martes 9 de enero del 2018.

| PARÁMETROS | RESULTADO | UNIDAD |
|------------------|-----------|---------|
| ACEITES Y GRASAS | 3378,00 | mg/l |
| DBO5 | 4452,00 | mg O2/l |
| DQO | 9830,00 | mg/l |

Tabla 10. Resultados Muestra 2.1

Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. Informe Número 2.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

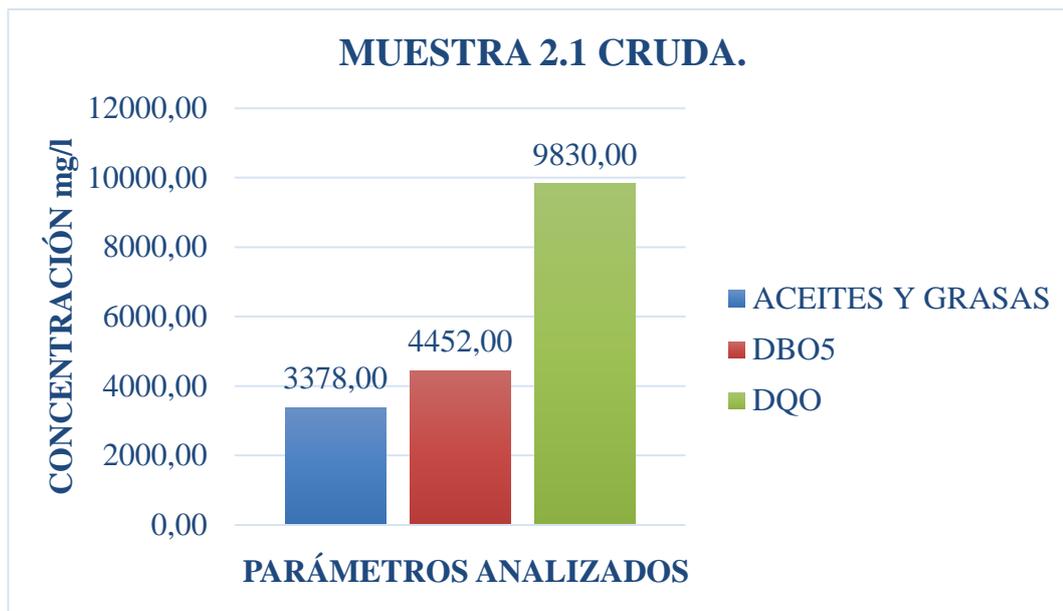


Ilustración 12. Resultados Muestra 2.1

Fuente: Tabla 10.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

- **Muestra 2.2 Filtrada.**
- Fecha: Martes 9 de enero del 2018.

| PARÁMETROS | RESULTADO | UNIDAD |
|------------------|-----------|---------|
| ACEITES Y GRASAS | 1282,00 | mg/l |
| DBO5 | 664,00 | mg O2/l |
| DQO | 1620,00 | mg/l |

Tabla 11. Resultados Muestra 2.2

Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. Informe Número 2.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

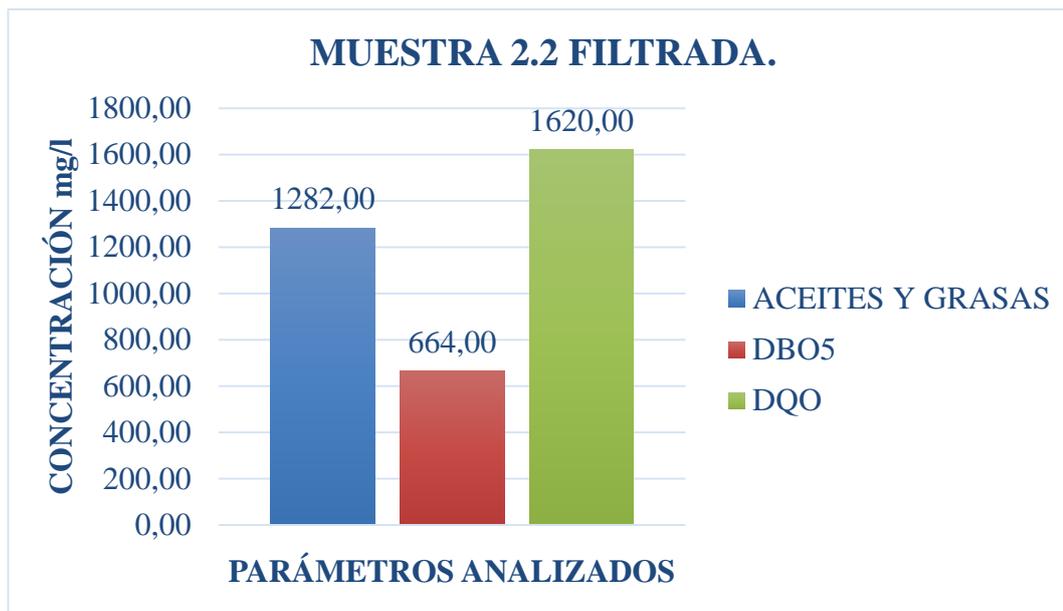


Ilustración 13. Resultados Muestra 2.2

Fuente: Tabla 11.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

- **Muestra 3.1 Cruda.**
- Fecha: Viernes 12 de enero del 2018.

| PARÁMETROS | RESULTADO | UNIDAD |
|---|-----------|---------|
| ACEITES Y GRASAS | 4176,20 | mg/l |
| DBO5 | 2392,00 | mg O2/l |
| DQO | 5200,00 | mg/l |
| Tabla 12. Resultados Muestra 3.1 | | |
| Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. Informe Número 3. | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | |

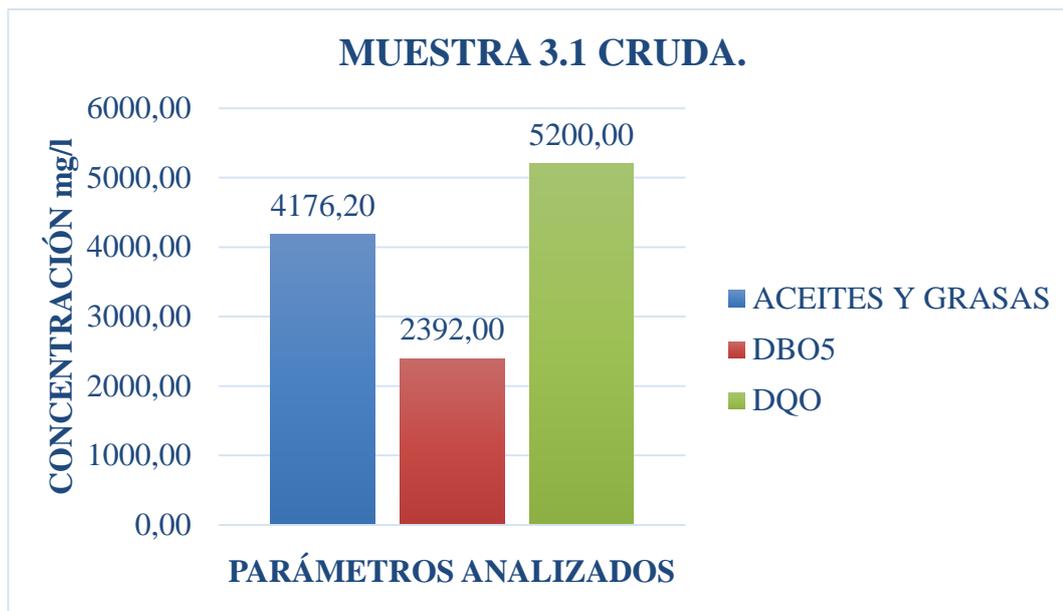


Ilustración 14. Resultados Muestra 3.1

Fuente: Tabla 12.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

- **Muestra 3.2 Filtrada.**
- Fecha: Viernes 12 de enero del 2018.

| PARÁMETROS | RESULTADO | UNIDAD |
|------------------|-----------|---------|
| ACEITES Y GRASAS | 1754,90 | mg/l |
| DBO5 | 856,00 | mg O2/l |
| DQO | 2100,00 | mg/l |

Tabla 13. Resultados Muestra 3.2

Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. Informe Número 3.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.



Ilustración 15. Resultados Muestra 3.2

Fuente: Tabla 13.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

- **Muestra 4.1 Cruda.**
- Fecha: Martes 16 de enero del 2018.

| PARÁMETROS | RESULTADO | UNIDAD |
|---|-----------|---------|
| ACEITES Y GRASAS | 2468,40 | mg/l |
| DBO5 | 2188,00 | mg O2/l |
| DQO | 5090,00 | mg/l |
| Tabla 14. Resultados Muestra 4.1 | | |
| Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. Informe Número 4. | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | |



Ilustración 16. Resultados Muestra 4.1

Fuente: Tabla 14.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

- **Muestra 4.2 Filtrada.**
- Fecha: Martes 16 de enero del 2018.

| PARÁMETROS | RESULTADO | UNIDAD |
|------------------|-----------|---------|
| ACEITES Y GRASAS | 1238,50 | mg/l |
| DBO5 | 1520,00 | mg O2/l |
| DQO | 3630,00 | mg/l |

Tabla 15. Resultados Muestra 4.2

Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. Informe Número 4.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

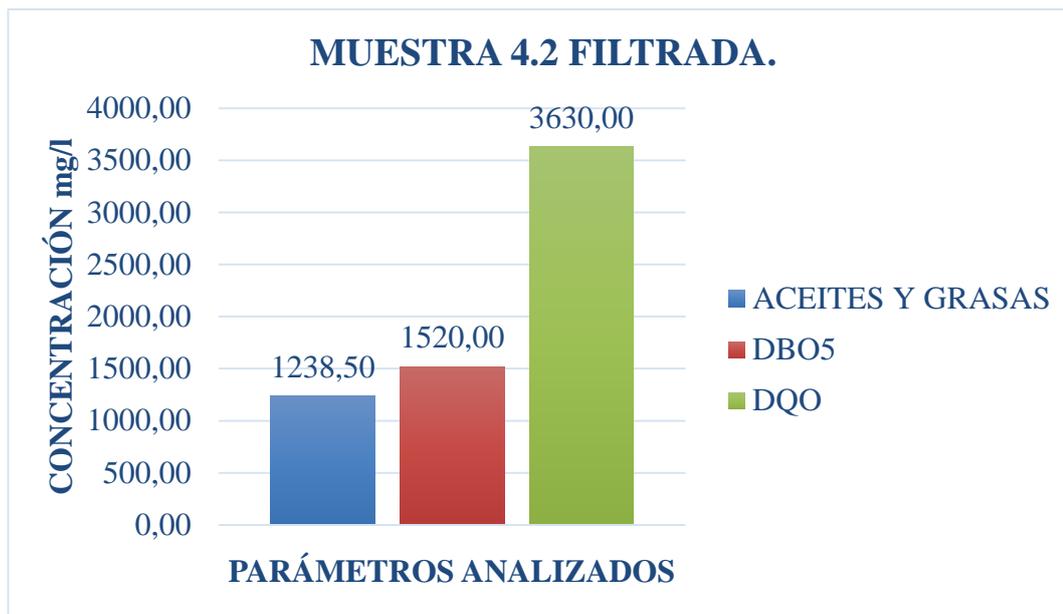


Ilustración 17. Resultados Muestra 4.2

Fuente: Tabla 15.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

- **Muestra 5.1 Cruda.**
- Fecha: Viernes 19 de enero del 2018.

| PARÁMETROS | RESULTADO | UNIDAD |
|---|-----------|---------|
| ACEITES Y GRASAS | 4372,80 | mg/l |
| DBO5 | 4330,00 | mg O2/l |
| DQO | 10880,00 | mg/l |
| Tabla 16. Resultados Muestra 5.1 | | |
| Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. Informe Número 5. | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | |

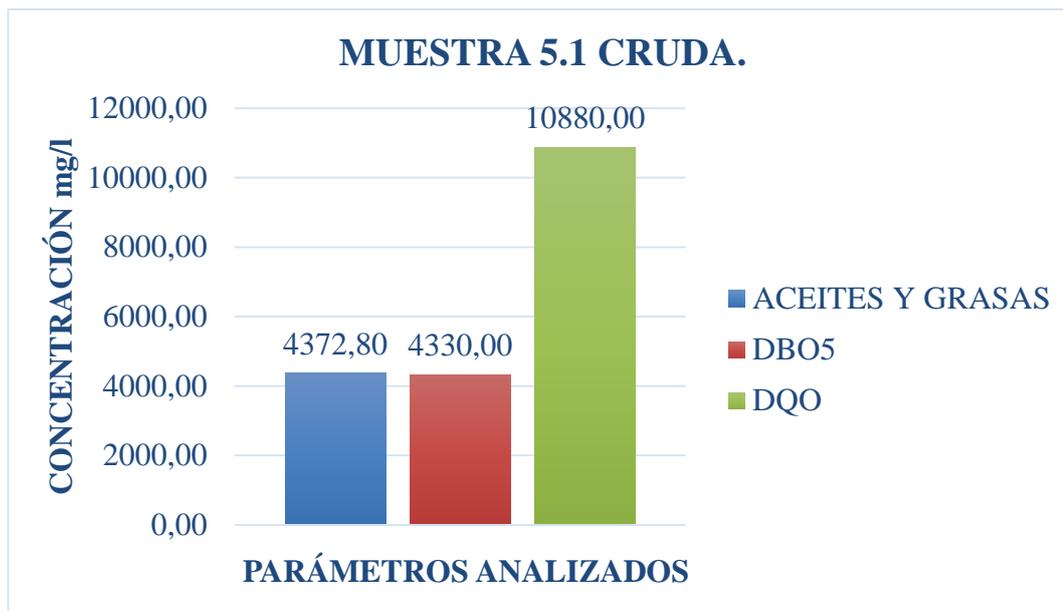


Ilustración 18. Resultados Muestra 5.1

Fuente: Tabla 16.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

- **Muestra 5.2 Filtrada.**
- Fecha: Viernes 19 de enero del 2018.

| PARÁMETROS | RESULTADO | UNIDAD |
|------------------|-----------|---------|
| ACEITES Y GRASAS | 1490,30 | mg/l |
| DBO5 | 2894,00 | mg O2/l |
| DQO | 6670,00 | mg/l |

Tabla 17. Resultados Muestra 5.2

Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. Informe Número 5.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

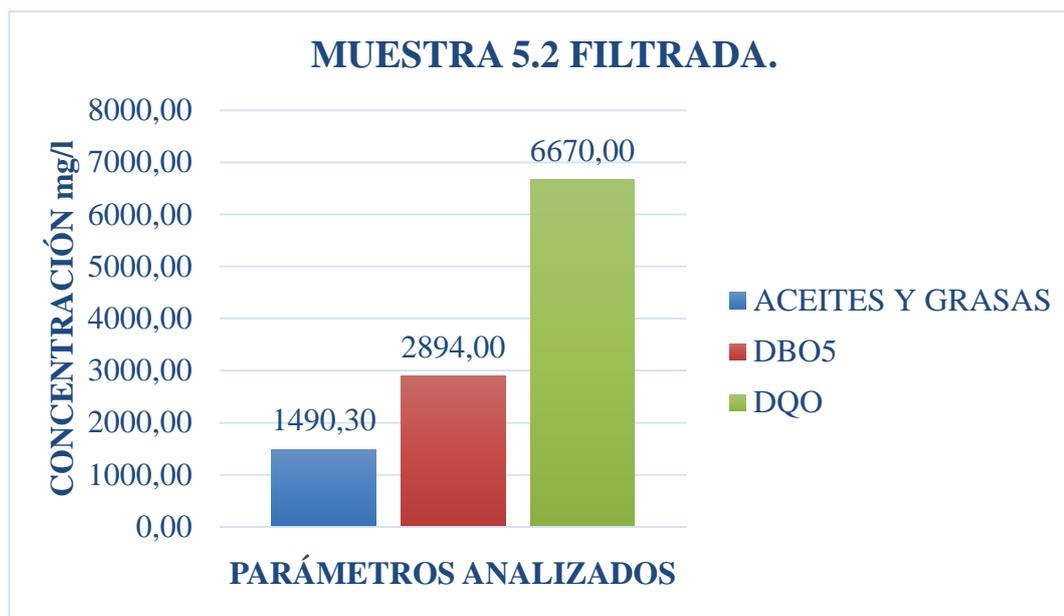


Ilustración 19. Resultados Muestra 5.2

Fuente: Tabla 17.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

4.1.4 Resultados por Parámetro Analizado y Comparación con los Límites Permisibles de Descarga.

4.1.4.1 Aceites y Grasas en Muestras Crudas.

| RESULTADOS ACEITES Y GRASAS. MUESTRAS CRUDAS. | | | |
|--|------------------|---------------|--------------|
| MUESTRA | RESULTADO | UNIDAD | FECHA |
| 1.1 | 2124,60 | mg/l | 5/1/2018 |
| 2.1 | 3378,00 | mg/l | 9/1/2018 |
| 3.1 | 4176,20 | mg/l | 12/1/2018 |
| 4.1 | 2468,40 | mg/l | 16/1/2018 |
| 5.1 | 4372,80 | mg/l | 19/1/2018 |
| LÍMITE PERMISIBLE | 70,00 | mg/l | |
| Tabla 18. | | | |
| Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |

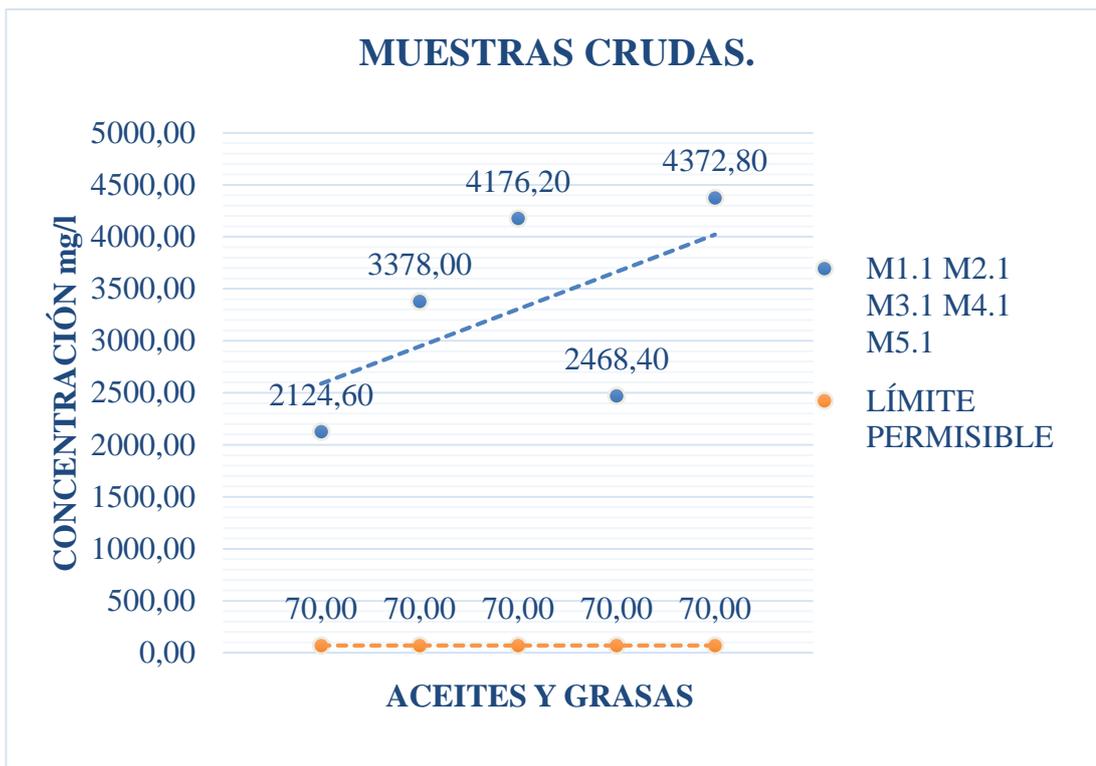


Ilustración 20. Resultados de Aceites y Grasas en Muestras Crudas.

Fuente: Tabla 18.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

4.1.4.2 Aceites y Grasas en Muestras Filtradas.

| RESULTADOS ACEITES Y GRASAS. MUESTRAS FILTRADAS. | | | |
|---|------------------|---------------|--------------|
| MUESTRA | RESULTADO | UNIDAD | FECHA |
| 1.2 | 954,00 | mg/l | 5/1/2018 |
| 2.2 | 1282,00 | mg/l | 9/1/2018 |
| 3.2 | 1754,90 | mg/l | 12/1/2018 |
| 4.2 | 1238,50 | mg/l | 16/1/2018 |
| 5.2 | 1490,30 | mg/l | 19/1/2018 |
| LÍMITE PERMISIBLE | 70,00 | mg/l | |

Tabla 19.

Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.



Ilustración 21. Resultados de Aceites y Grasas en Muestras Filtradas.

Fuente: Tabla 19.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

4.1.4.3 Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 en Muestras Crudas.

| RESULTADOS DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO5. MUESTRAS CRUDAS. | | | |
|---|------------------|---------------|--------------|
| MUESTRA | RESULTADO | UNIDAD | FECHA |
| 1.1 | 3858,00 | mg O2/l | 5/1/2018 |
| 2.1 | 4452,00 | mg O2/l | 9/1/2018 |
| 3.1 | 2392,00 | mg O2/l | 12/1/2018 |
| 4.1 | 2188,00 | mg O2/l | 16/1/2018 |
| 5.1 | 4330,00 | mg O2/l | 19/1/2018 |
| LÍMITE PERMISIBLE | 250,00 | mg O2/l | |
| Tabla 20. | | | |
| Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |

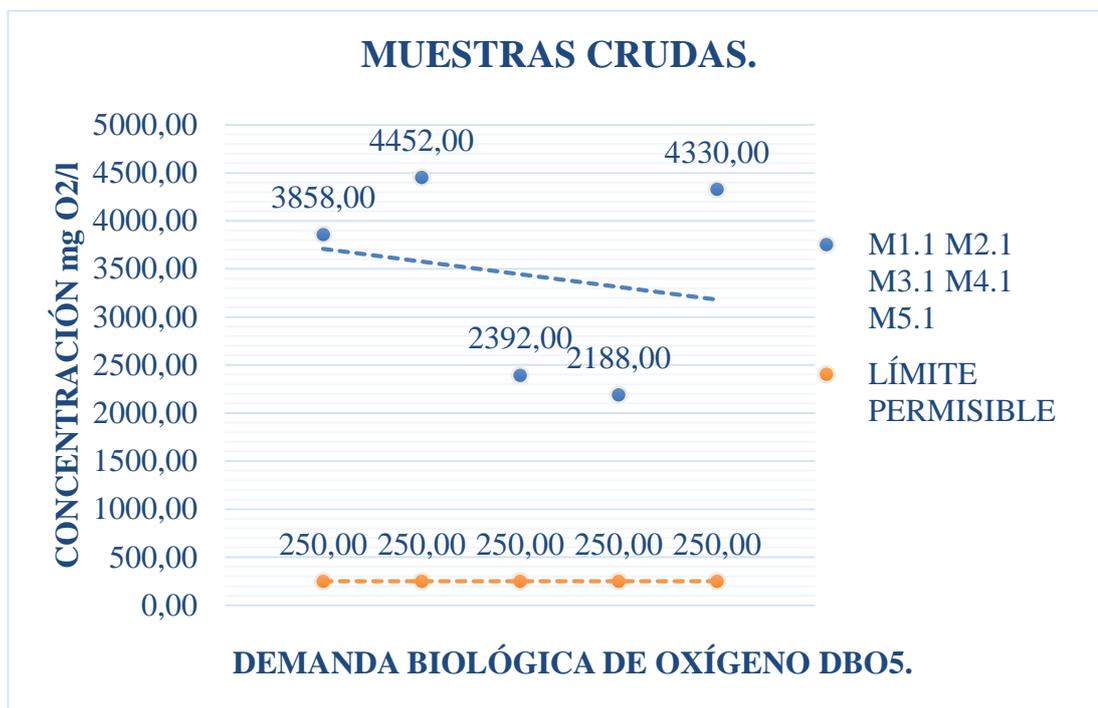


Ilustración 22. Resultados de Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 en Muestras Crudas.

Fuente: Tabla 20.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

4.1.4.4 Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 en Muestras Filtradas.

| RESULTADOS DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO5. MUESTRAS FILTRADAS. | | | |
|--|------------------|----------------------|--------------|
| MUESTRA | RESULTADO | UNIDAD | FECHA |
| 1.2 | 2230,00 | mg O ₂ /l | 5/1/2018 |
| 2.2 | 664,00 | mg O ₂ /l | 9/1/2018 |
| 3.2 | 856,00 | mg O ₂ /l | 12/1/2018 |
| 4.2 | 1520,00 | mg O ₂ /l | 16/1/2018 |
| 5.2 | 2894,00 | mg O ₂ /l | 19/1/2018 |
| LÍMITE PERMISIBLE | 250,00 | mg O ₂ /l | |
| Tabla 21. | | | |
| Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |

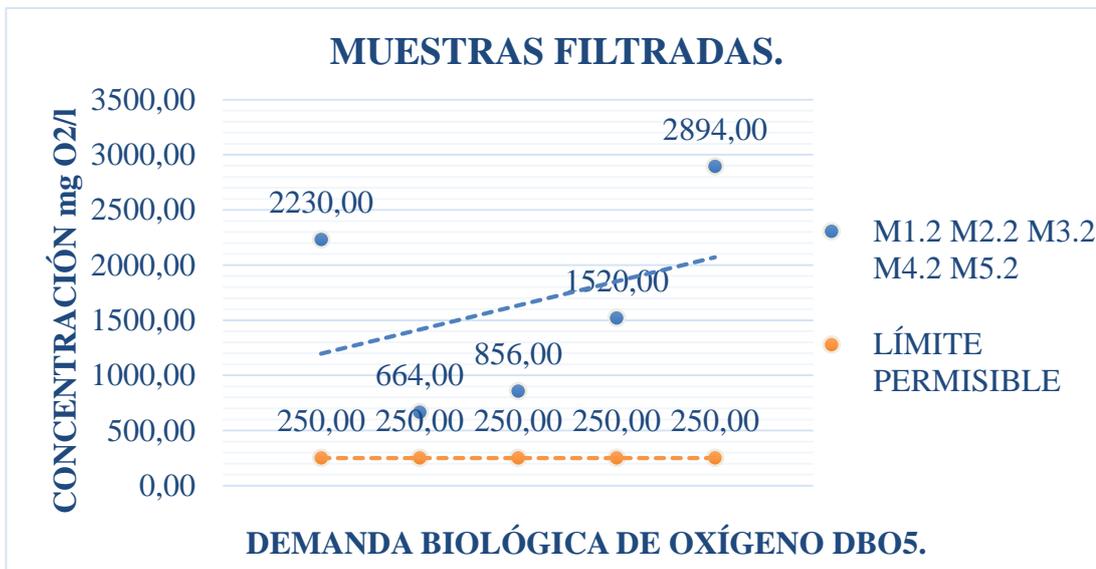


Ilustración 23. Resultados de Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 en Muestras Filtradas.

Fuente: Tabla 21.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

4.1.4.5 Demanda Química de Oxígeno DQO en Muestras Crudas.

| RESULTADOS DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO. MUESTRAS CRUDAS. | | | |
|--|------------------|---------------|--------------|
| MUESTRA | RESULTADO | UNIDAD | FECHA |
| 1.1 | 8870,00 | mg/l | 5/1/2018 |
| 2.1 | 9830,00 | mg/l | 9/1/2018 |
| 3.1 | 5200,00 | mg/l | 12/1/2018 |
| 4.1 | 5090,00 | mg/l | 16/1/2018 |
| 5.1 | 10880,00 | mg/l | 19/1/2018 |
| LÍMITE PERMISIBLE | 500,00 | mg/l | |
| Tabla 22. | | | |
| Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |



Ilustración 24. Resultados de Demanda Química de Oxígeno DQO en Muestras Crudas.

Fuente: Tabla 22.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

4.1.4.6 Demanda Química de Oxígeno DQO en Muestras Filtradas.

| RESULTADOS DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO. MUESTRAS FILTRADAS. | | | |
|---|------------------|---------------|--------------|
| MUESTRA | RESULTADO | UNIDAD | FECHA |
| 1.2 | 5560,00 | mg/l | 5/1/2018 |
| 2.2 | 1620,00 | mg/l | 9/1/2018 |
| 3.2 | 2100,00 | mg/l | 12/1/2018 |
| 4.2 | 3630,00 | mg/l | 16/1/2018 |
| 5.2 | 6670,00 | mg/l | 19/1/2018 |
| LÍMITE PERMISIBLE | 500,00 | mg/l | |
| Tabla 23. | | | |
| Fuente: Anexos. Informes de Laboratorio. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |



Ilustración 25. Resultados de Demanda Química de Oxígeno DQO en Muestras Filtradas.

Fuente: Tabla 23.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

4.1.4.7 Resumen de los Parámetros Analizados y Comparación con los valores permisibles de la norma TULSMA.

4.1.4.7.1 Aceites y Grasas.

| COMPARACIÓN PARÁMETRO ACEITES Y GRASAS. | | | |
|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| MUESTRA CRUDA | RESULTADO mg/l | MUESTRA FILTRADA | RESULTADO mg/l |
| M1.1 | 2124,60 | M1.2 | 954,00 |
| M2.1 | 3378,00 | M2.2 | 1282,00 |
| M3.1 | 4176,20 | M3.2 | 1754,90 |
| M4.1 | 2468,40 | M4.2 | 1238,50 |
| M5.1 | 4372,80 | M5.2 | 1490,30 |
| LÍMITE | 70,00 | LÍMITE | 70,00 |
| Tabla 24. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |

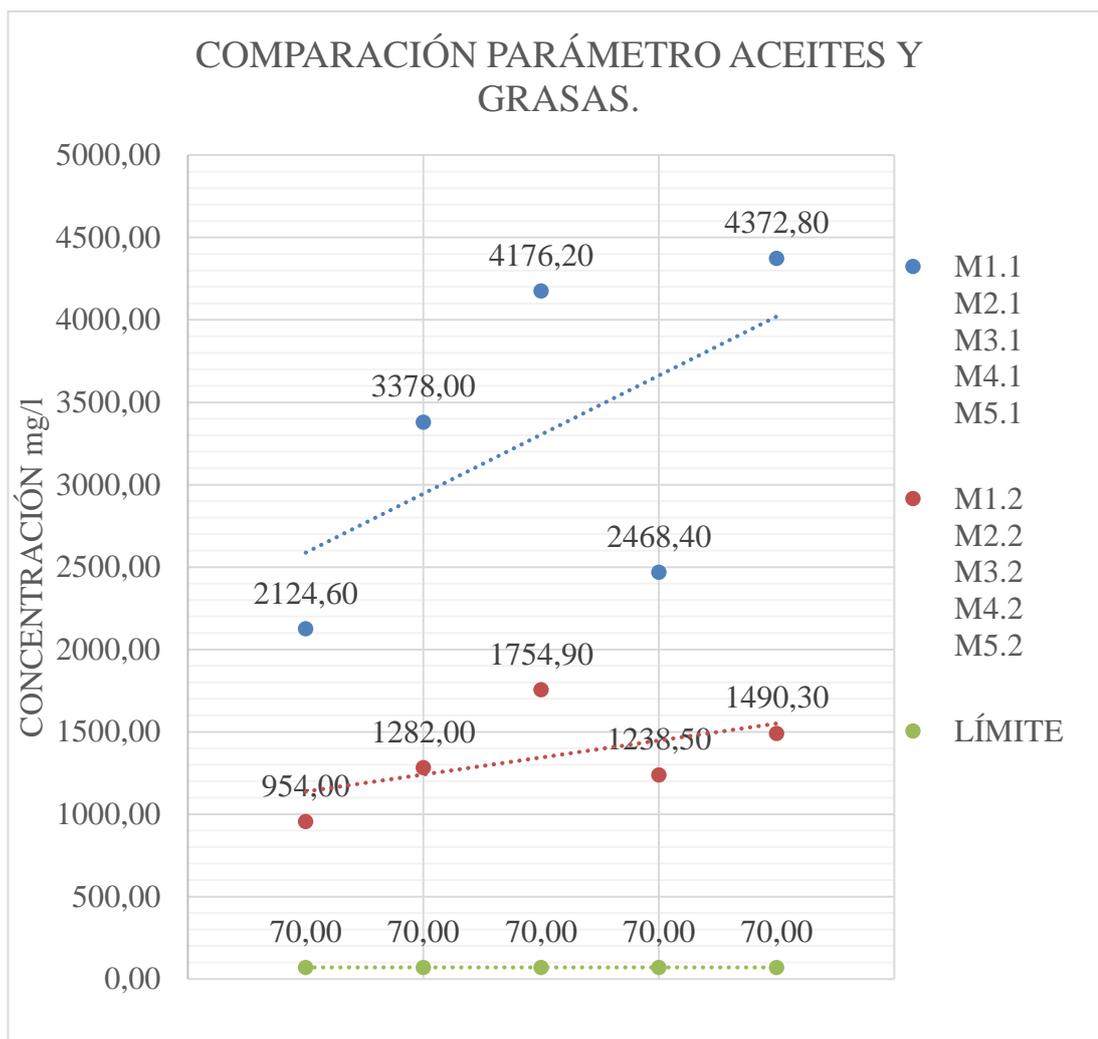


Ilustración 26. Comparación Aceites y Grasas.

Fuente: Tabla 24.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

En la ilustración 26 se observa comportamientos irregulares en el contenido de la contaminación del agua en cuanto al parámetro aceites y grasas e igualmente en el proceso de la filtración en los valores existen valores irregulares, pero demuestra que la cáscara de naranja como filtro es útil y remueve cantidades considerables de aceites y grasas de las muestras crudas con un valor máximo de contaminación de 4372,80mg/l, sin embargo en las muestras filtradas el más bajo que se acerca a la norma es de 954 mg/l que está muy lejos del valor permisible por la norma que tiene 70 mg/l.

4.1.4.7.2 Demanda Biológica de Oxígeno DBO5.

| COMPARACIÓN DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO5. | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| MUESTRA CRUDA | RESULTADO mgO2/l | MUESTRA FILTRADA | RESULTADO mgO2/l |
| M1.1 | 3858,00 | M1.2 | 2230,00 |
| M2.1 | 4452,00 | M2.2 | 664,00 |
| M3.1 | 2392,00 | M3.2 | 856,00 |
| M4.1 | 2188,00 | M4.2 | 1520,00 |
| M5.1 | 4330,00 | M5.2 | 2894,00 |
| LÍMITE | 250,00 | LÍMITE | 250,00 |
| Tabla 25. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |

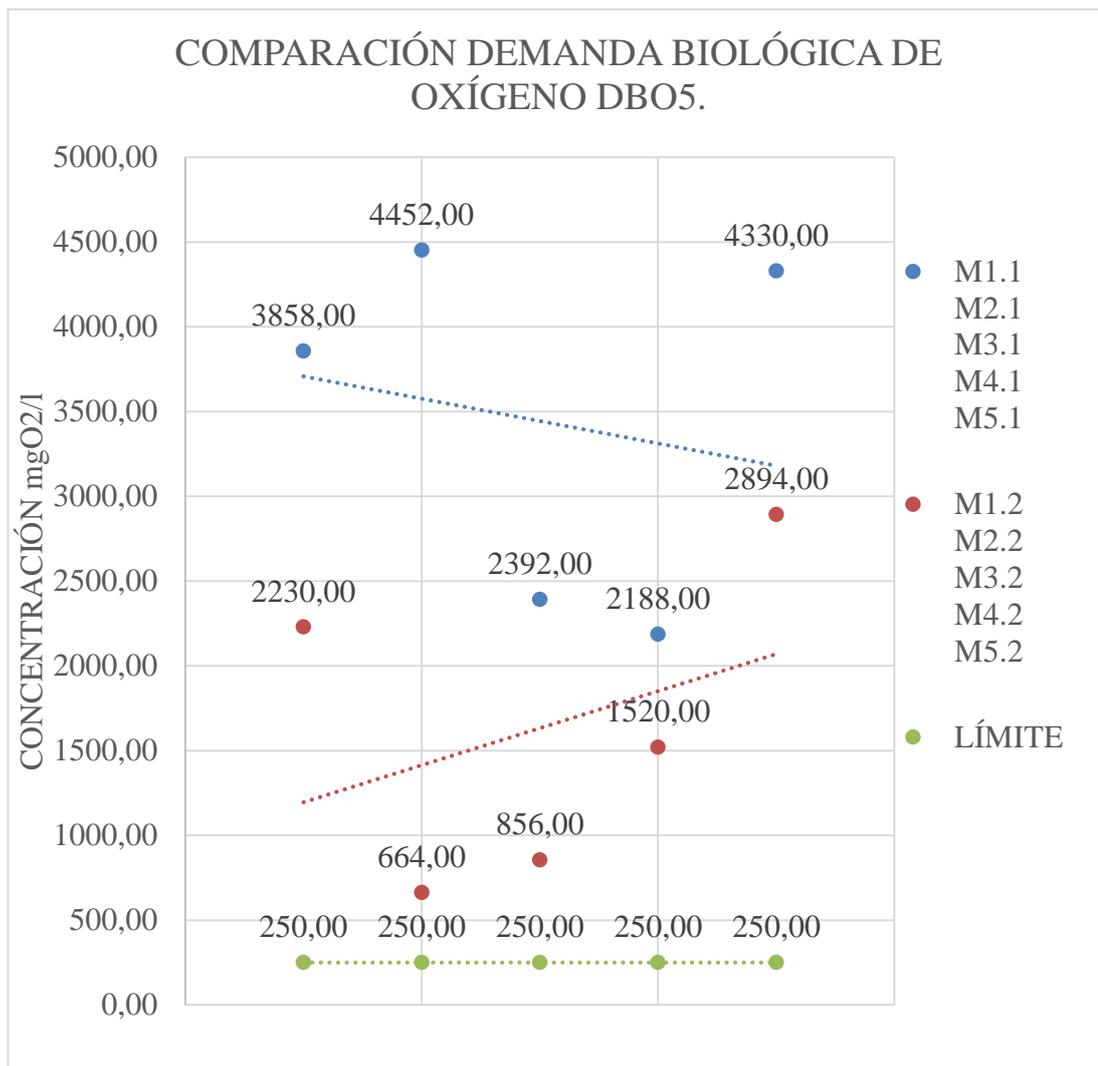


Ilustración 27. Comparación Demanda Biológica de Oxígeno DBO5.

Fuente: Tabla 25.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

En la ilustración 27 en las muestras crudas se ve claramente una concentración alta de contaminación en cuanto a este parámetro igualmente los valores graficados nos dan conclusiones irregulares, el valor más alto de contaminación de las muestras crudas tiene un valor de 4452 mgO₂/l mientras que en el caso de las filtradas el más eficiente indica un valor de 664 mgO₂/l que es más del doble del valor permitido por la norma que es 250 mgO₂/l, la cáscara remueve este parámetro pero sigue siendo insuficiente para cumplir con lo estipulado en la norma.

4.1.4.7.3 Demanda Química de Oxígeno DQO.

| COMPARACIÓN DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO. | | | |
|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| MUESTRA CRUDA | RESULTADO mg/l | MUESTRA FILTRADA | RESULTADO mg/l |
| M1.1 | 8870,00 | M1.2 | 5560,00 |
| M2.1 | 9830,00 | M2.2 | 1620,00 |
| M3.1 | 5200,00 | M3.2 | 2100,00 |
| M4.1 | 5090,00 | M4.2 | 3630,00 |
| M5.1 | 10880,00 | M5.2 | 6670,00 |
| LÍMITE | 500,00 | LÍMITE | 500,00 |
| Tabla 26. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |

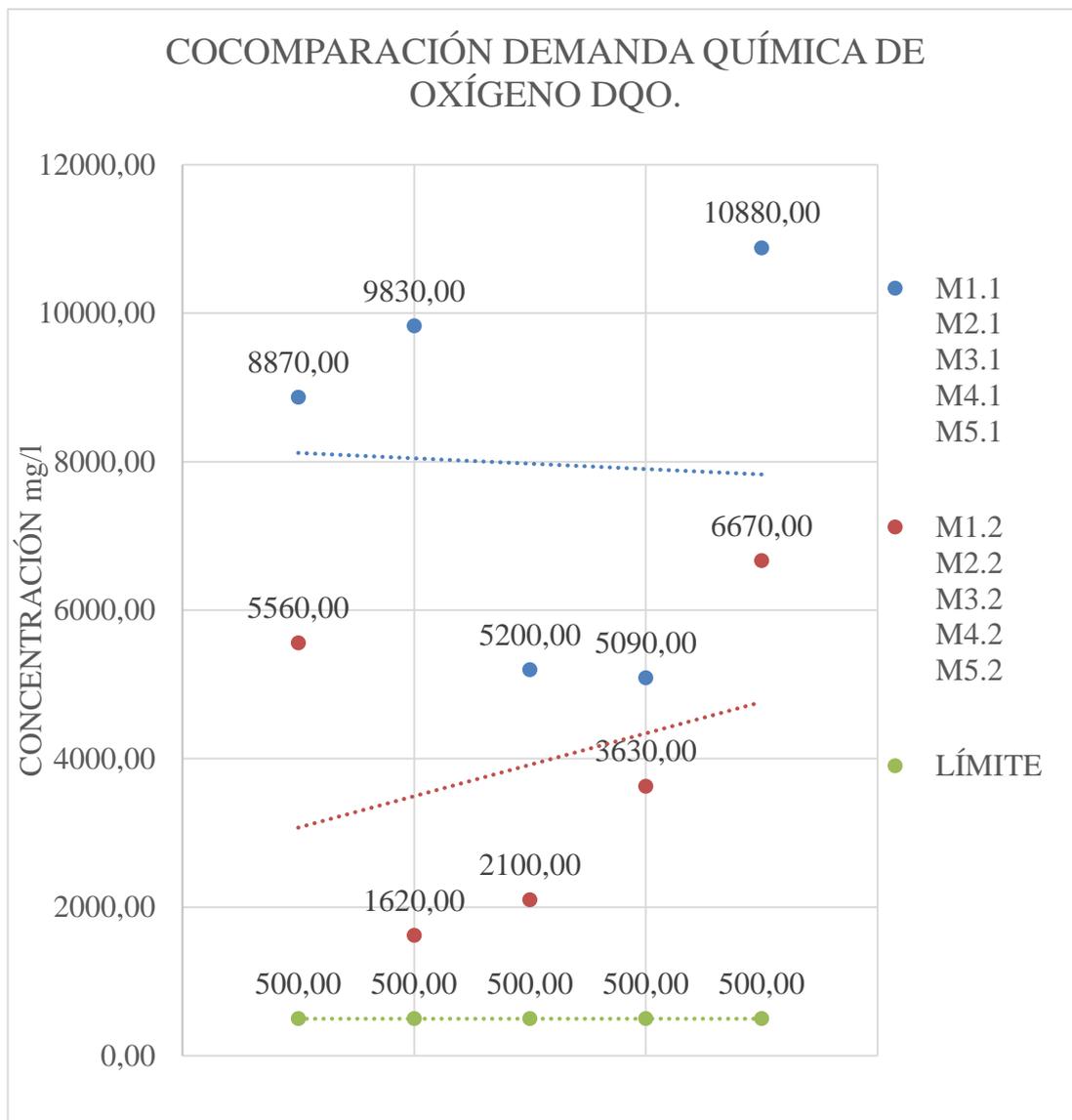


Ilustración 28. Comparación Demanda Química de Oxígeno DQO.

Fuente: Tabla 26.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

Analizando la ilustración 28 tenemos de igual forma valores irregulares de contaminación como de filtración, el valor más cuantioso en cuanto a las muestras crudas de contaminación nos da un resultado de 10880 mg/l y en las muestras filtradas el valor más eficaz es de 1620 mg/l siendo así el material filtrante capaz de funcionar como filtro pero aun así no cumple con las expectativa de la norma que nos da un valor máximo de descarga al alcantarillado público de 500 mg/l.

4.2 Análisis de resultados.

4.2.1 Análisis de Eficiencia del Filtro por Parámetro Analizado.

Para conocer el nivel de eficacia del material empleado en el filtro aplicamos la fórmula: [35]

$$\% \text{ eficacia} = \left(\frac{MC - MF}{MC} \right) * 100$$

En donde:

MC = Concentración Muestra Cruda.

MF = Concentración Muestra Filtrada.

4.2.2 Eficiencia en Aceites y Grasas.

La eficiencia se calcula para cada 2 muestras tomadas el mismo día pues existe Muestra Cruda y Muestra Filtrada por día y se hace las comparaciones respectivas, las muestras impares son las crudas y las muestras pares son las filtradas.

| EFICIENCIA PARÁMETRO ACEITES Y GRASAS. | | | |
|---|------------------|---------------|---------------------|
| MUESTRA | RESULTADO | UNIDAD | % EFICIENCIA |
| M1.1 | 2124,60 | mg/l | 55,10 |
| M1.2 | 954,00 | mg/l | |
| M2.1 | 3378,00 | mg/l | 62,05 |
| M2.2 | 1282,00 | mg/l | |
| M3.1 | 4176,20 | mg/l | 57,98 |
| M3.2 | 1754,90 | mg/l | |
| M4.1 | 2468,40 | mg/l | 49,83 |
| M4.2 | 1238,50 | mg/l | |
| M5.1 | 4372,80 | mg/l | 65,92 |
| M5.2 | 1490,30 | mg/l | |
| PROMEDIO | | | 58,17 |
| Tabla 26. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |

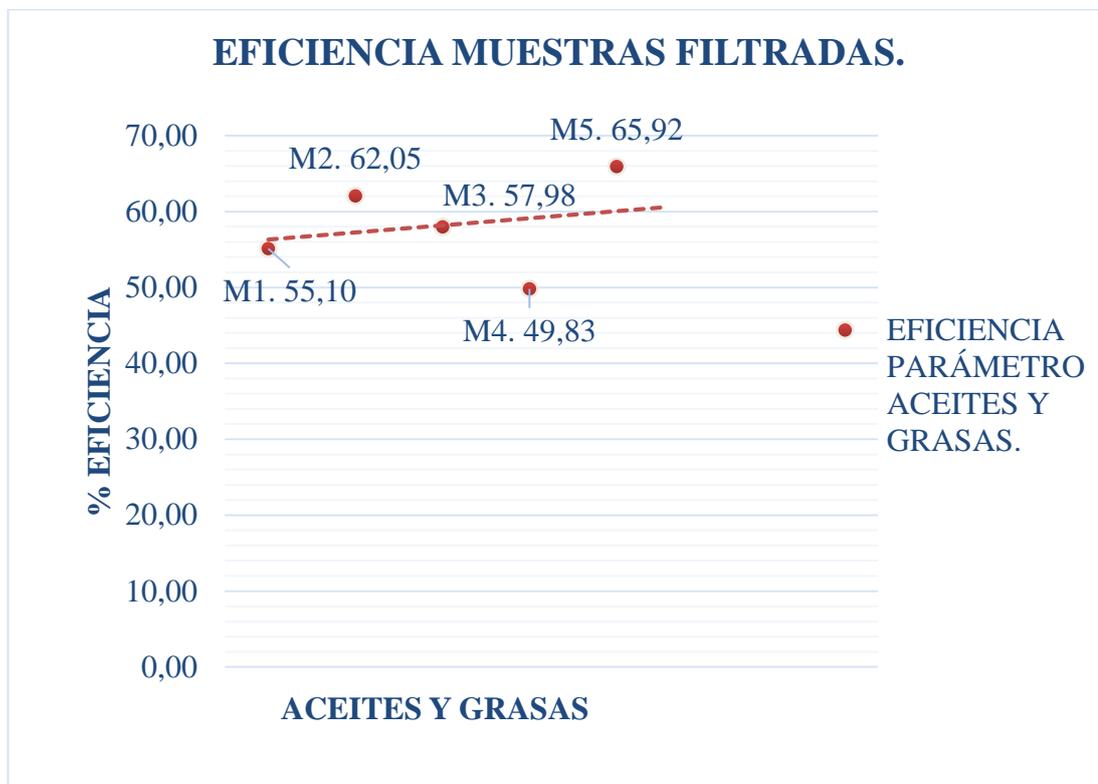


Ilustración 29. Eficiencia Aceites y Grasas.

Fuente: Tabla 27.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

Se puede observar en la ilustración 26 que cuatro de las cinco muestras filtradas pasan del 50% de eficiencia, es decir remueven más de la mitad de contaminación de la muestra cruda, en el caso de la muestra 8 se acerca a la mitad de remoción con un 49,83% pero no llega totalmente, la más alta corresponde a la muestra 10 con un 65,92%; sin embargo estos resultados son ineficaces al mirar la ilustración 23 si se comparan al valor permisible de descarga que permite la norma por lo que el filtro es ineficiente en el análisis de Aceites y Grasas.

4.2.3 Eficiencia en Demanda Biológica de Oxígeno DBO5.

| EFICIENCIA DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO5. | | | |
|--|------------------|---------------|---------------------|
| MUESTRA | RESULTADO | UNIDAD | % EFICIENCIA |
| M1.1 | 3858,00 | mg O2/l | 42,20 |
| M1.2 | 2230,00 | mg O2/l | |
| M2.1 | 4452,00 | mg O2/l | 85,09 |
| M2.2 | 664,00 | mg O2/l | |
| M3.1 | 2392,00 | mg O2/l | 64,21 |
| M3.2 | 856,00 | mg O2/l | |
| M4.1 | 2188,00 | mg O2/l | 30,53 |
| M4.2 | 1520,00 | mg O2/l | |
| M5.1 | 4330,00 | mg O2/l | 33,16 |
| M5.2 | 2894,00 | mg O2/l | |
| PROMEDIO | | | 51,04 |
| Tabla 27. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |

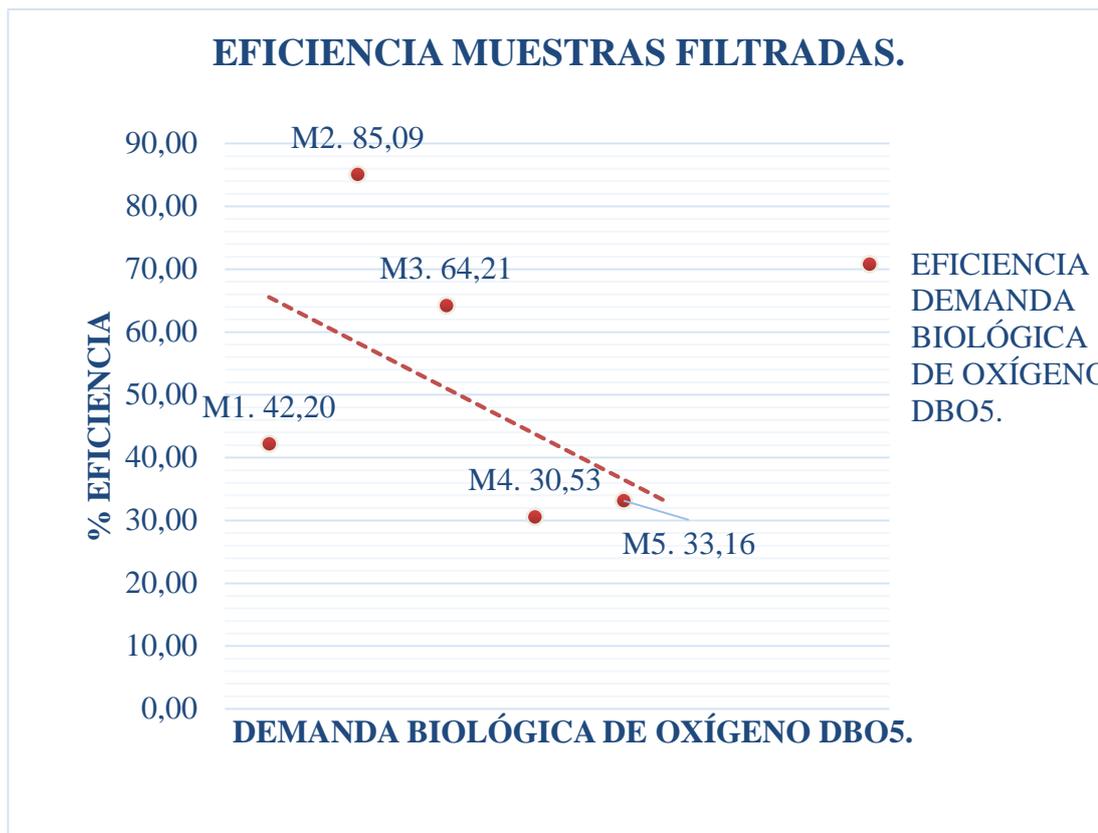


Ilustración 30. Eficiencia Demanda Biológica de Oxígeno DBO5.

Fuente: Tabla 28.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

En la ilustración 27 observamos un comportamiento irregular en los porcentajes de eficacia y sólo 2 muestras como son la muestra cuatro y la muestra seis de las cinco filtradas pasan del 50% de filtración de la muestra cruda, la muestra cuatro tiene una eficiencia alta llegando al 85,09%, en el caso de las tres muestras restantes tiene un valor muy bajo de remoción con un porcentaje de remoción o eficacia abajo del 50%, sin embargo al comparar estos valores con la ilustración 24 se puede concluir que el filtro es ineficiente con los valores permisibles de la norma.

4.2.4 Eficiencia en Demanda Química de Oxígeno DQO.

| EFICIENCIA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO. | | | |
|---|------------------|---------------|---------------------|
| MUESTRA | RESULTADO | UNIDAD | % EFICIENCIA |
| M1.1 | 8870,00 | mg/l | 37,32 |
| M1.2 | 5560,00 | mg/l | |
| M2.1 | 9830,00 | mg/l | 83,52 |
| M2.2 | 1620,00 | mg/l | |
| M3.1 | 5200,00 | mg/l | 59,62 |
| M3.2 | 2100,00 | mg/l | |
| M4.1 | 5090,00 | mg/l | 28,68 |
| M4.2 | 3630,00 | mg/l | |
| M5.1 | 10880,00 | mg/l | 38,69 |
| M5.2 | 6670,00 | mg/l | |
| PROMEDIO | | | 49,57 |
| Tabla 28. | | | |
| Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz. | | | |

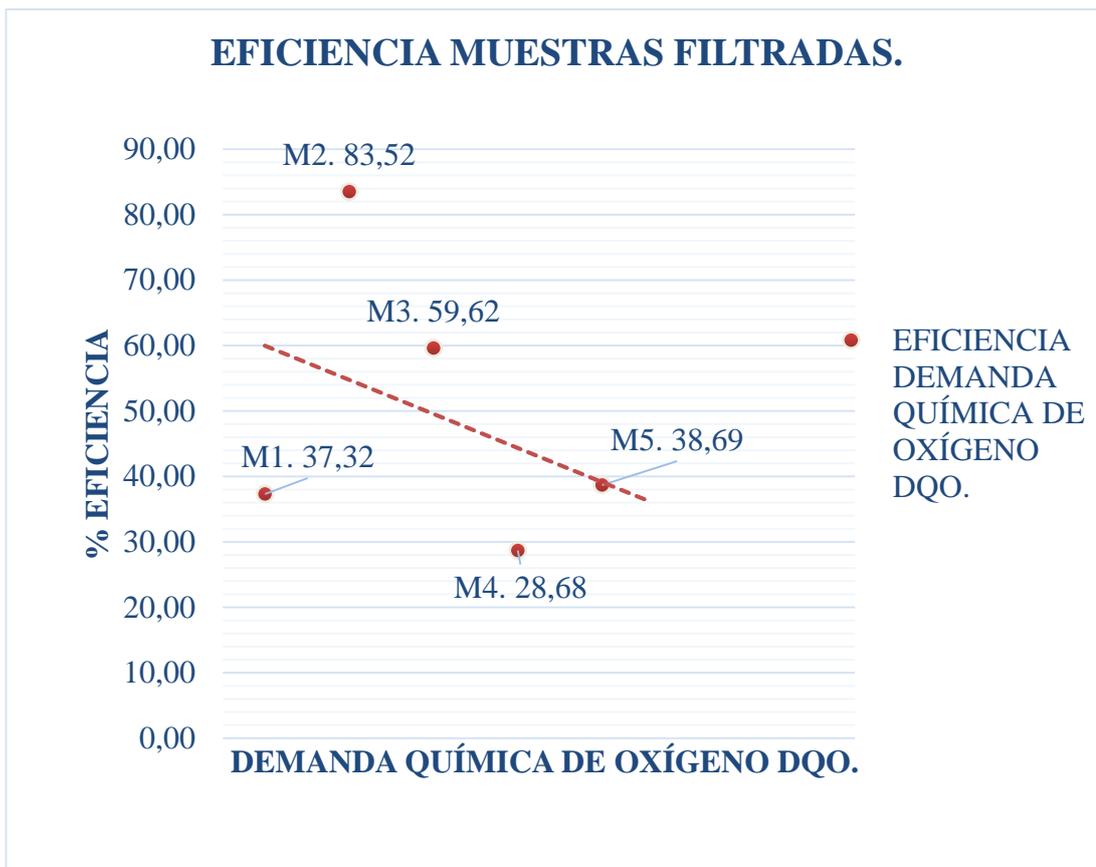


Ilustración 31. Eficiencia Demanda Química de Oxígeno DQO.

Fuente: Tabla 29.

Autor: Edwin Geovanny Padilla Ortiz.

En la ilustración 28 dos muestras superan el 50% de eficiencia como son la muestra cuatro y la muestra 6 mientras que las tres restantes indican un nivel de eficiencia bajo, la más alta llega a una eficiencia del 83,52% de remoción mientras que la más baja que es la muestra 8 apenas remueve el 28,68%, el funcionamiento del filtro en este parámetro también es ineficaz si se lo compara con la ilustración 25 en donde se tiene el límite permisible de descarga de la norma.

4.3 Verificación de Hipótesis.

La cáscara de naranja como material filtrante redujo los niveles de concentración de Aceites y Grasas, DBO5 y DQO del efluente proveniente de la lavadora de autos “ORLAN2” ubicada en la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi, pero no son lo suficientes para cumplir con los valores permisibles de descarga al alcantarillado público establecidos en la norma TULSMA.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- Se verificó que la lavadora de autos no tiene sistema de tratamiento de aguas residuales y descarga directamente al sistema de alcantarillado público sin cumplir los valores permisibles de la norma TULSMA y sin control de las autoridades municipales competentes.
- Se determinó un caudal medio diario de 17 m³/día utilizado en la lavadora de autos mediante las lecturas del medidor de agua de la empresa durante una semana.
- Se analizó los valores más bajos de filtración que se obtuvieron de cada parámetro estudiado: Aceites y Grasas 954 mg/l, DBO5 664 mgO₂/l y DQO 1620 mg/l, los cuales sobrepasan los límites permisibles por la norma TULSMA que son: Aceites y Grasas 70 mg/l, DBO5 250mgO₂/l y DQO 500 mg/l haciendo obsoleto el uso de la cáscara de naranja como material filtrante.
- Se concluyó que la cáscara de naranja no funciona como material filtrante en el tratamiento del efluente proveniente de la lavadora de autos “ORLAN2”, porque no reduce los niveles de contaminación a los valores permitidos por la norma TULSMA para su descarga al sistema de alcantarillado público.

5.2 Recomendaciones.

- No se recomienda utilizar la cáscara de naranja como filtro en lavadoras de autos porque no alcanza los límites permisibles establecidos en la norma TULSMA para la descarga al sistema de alcantarillado público.
- Se recomienda urgentemente que la lavadora de autos estudiada considere instalar un tratamiento de aguas adecuado para cumplir con los valores de descarga permisibles al alcantarillado público, pues el efluente se descarga sin control alguno con elevados niveles de contaminación.
- Además de los parámetros estudiados (Aceites y Grasas, DBO5 y DQO), se recomienda estudiar otros parámetros en el efluente generado por la lavadora de autos tales como sólidos suspendidos e hidrocarburos ya que los niveles de contaminación son altos y requieren de una planta de tratamiento de aguas residuales adecuada.

MATERIAL DE REFERENCIA.

1) Bibliografía.

[1] M. Gauss, “Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades,” Water and Sanitation Program, vol. 1, pp. 7–11, 2006.

[2] K. Chem, “Biofiltro en el Tratamiento del Agua y Aguas Residuales,” UTS, vol. 20, pp. 1054–1060, 2015.

[3] H. Delgado y W. Pérez, “Los Biofiltros Domiciliarios,” CONICYT, vol. 1, pp. 3-5, 2009.

[4] R. Cano, “Las cáscaras de naranjas pueden limpiar aguas contaminadas,” Sinc, EDITORIAL NOBBOT, pp. 3-6, 2017.

[5] Guasumba J., “Estudio para la implementación de una lavadora ecológica de autos con tratamiento de lodos aceitosos residuales en la escuela politécnica del ejército”. (Tesis de Grado), ESPE Extensión Latacunga. Latacunga, (Diciembre, 2012).

[6] Chavarría F., “Plan de Manejo de Residuos”, Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores A.C., México. SlideShare, (Marzo, 2013).

[7] González A., Martín A., Figueroa R., “Tecnologías de Tratamiento y Desinfección de Agua Para Uso y Consumo Humano”, Artículo. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México, (2006).

[8] Márquez F., Pucuna F., “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, Milagro, (2015).

[9] Llanos F., “Propuesta para el manejo del aceite usado de vehículos automotores en el cantón Sigsig”. (Tesis), Universidad Politécnica Salesiana Cuenca. Cuenca, (2013).

- [10] DGT-RU-17-0579, “Dirección de Gestión Territorial Régimen Urbanístico”. GAD Municipalidad de Latacunga. Latacunga, (2017).
- [11] Pazmiño L.,” Evaluación del nivel de eficiencia de un tratamiento primario con un filtro artesanal elaborado con bagazo de caña de azúcar, arena, ladrillo triturado y piedra pómez, para el tratamiento del efluente producido por una lavadora de autos”, (Tesis). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, (2016).
- [12] Vázquez E., “Contaminación del agua: causas, consecuencias y soluciones”, ECOSIGLOS, 2017.
- [13] Reina C., “Contaminación del agua”, INSPIRATION, 2017.
- [14] Espigares M., Pérez J., “Aguas Residuales. Composición”, Aspectos sanitarios del estudio de las aguas, Universidad de Granada, Granada, 2005.
- [15] Rigola L., “Tratamiento de aguas industriales”, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, 2006.
- [16] “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 62 TULSMA,” 2010.
- [17] Spinelli M., “Efluentes”, enciclopedia, Argentina, 2003.
- [18] Rodríguez C., “DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO POR REFLUJO CERRADO Y VOLUMETRÍA”, Ministerio del Ambiente, República de Colombia, 2007.
- [19] Andreo M., “Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O.)”, enciclopedia, 2004.

- [20] Kenbi E., “¿Qué es la DQO y la DBO?”, Kenbi el Ecológico, Laboratorios INTEMAN, 2010.
- [21] Aguamarket, “Sólidos Suspendidos (SS)”, Aguamarket Compañía Limitada, 2017.
- [22] Buford H., “Hidrocarburos totales de petróleo (Total Petroleum Hydrocarbons)”, ATSDR, Estados Unidos, 2016.
- [23] Equipos y Laboratorios, “POTENCIAL DE HIDROGENO”, equiposylaboratoriodecolombia, Colombia, 2015.
- [24] TP. Laboratorio Químico, “¿Qué es la Filtración?”, TP-Laboratorio Químico, Ecuador, 2017.
- [25] Delgado J., “Prueban la eficacia de la cáscara de naranja como bactericida y antioxidante natural”, Universidad de Extremadura, México, 2014.
- [26] Universia, “Tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa”, Universia Costa Rica, Costa Rica, 2017.
- [27] Jacinto M. “Investigación de laboratorio o experimental”, Prezi, 2015.
- [28] Rosales A., “Población y muestra, parámetro y estadígrafo”, apuntes de estadística para administración, 2011.
- [29] Sánchez R., “Análisis de ladrillo triturado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora y lubricadora “San Francisco” ubicada en la ciudad de Ambato”, Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [30] Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169.

[31] Tabla 9 del Libro VI Anexo 1: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes recurso agua: TULSMA, 2010.

[32] Tabla 3.1 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento – FAFA.

[33] Moya D., “Análisis de la piedra pómez utilizada como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de productos lácteos “Píllaro” ubicada en el cantón Píllaro provincia de Tungurahua.”, Universidad Técnica de Ambato, 2017.

[34] Fabara H., “Análisis de la cáscara de naranja como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de un matadero de aves ubicado en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua”, Universidad Técnica de Ambato, 2017.

[35] R. R.-M. T.J Muñoz-Sánchez, “Evaluación de la Eficiencia de Remoción de materia Orgánica y Nitrógeno en un Filtro Percolador con Nuevo Empaque,” Puebla, p. 9, 2013.

2) Anexos.

2.1 Anexos Fotográficos.



Tanque 55 Galones.



Medidor de Agua.



Toma de Muestras.



Recipientes con Efluente.



Cáscara de Naranja.



Bomba para el Lavado de Autos.



Filtro.



Servicio Lavadora.

2.2 Informes de Laboratorio.

2.2.1 Informe Número 1.

2.2.2 Informe Número 2.

2.2.3 Informe Número 3.

2.2.4 Informe Número 4.

2.2.5 Informe Número 5.

Nº SE: 001-18

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Edwin Padilla

INFORME Nº 001- 18

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

Nº SE: 001-18

DIRECCIÓN: Latacunga

FECHA DE RECEPCIÓN: 05 - 01 -18

TELÉFONO: 0998653369

FECHA DE INFORME: 12 - 01- 18

NÚMERO DE MUESTRAS: 2, Agua residual lavadora de autos "Orlan2", Latacunga

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 001-17

M1 Agua sin tratar

Agua

MA - 002-17

M2 Agua Tratada

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 001-18

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 8870 | +/- 10% | 05- 01 -18 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 3858 | N/A | 05- 01 -18 |
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 2124,60 | N/A | 05- 01 -18 |

MA - 002-18

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 5560 | +/- 10% | 05- 01 -18 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 2230 | N/A | 05- 01 -18 |
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 954 | N/A | 05- 01 -18 |

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

Nº SE: 002-18

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Edwin Padilla**INFORME Nº** 002- 18**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato**Nº SE:** 002-18**DIRECCIÓN:** Latacunga**FECHA DE RECEPCIÓN:** 09 - 01 -18**TELÉFONO:** 0998653369**FECHA DE INFORME:** 16 - 01- 18**NÚMERO DE MUESTRAS:** 2, Agua residual lavadora de autos, "Orlan2", Latacunga**TIPO DE MUESTRA:****IDENTIFICACIÓN:**

MA - 003-17

M3 Agua sin tratar

Agua

MA - 004-17

M4 Agua Tratada

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 003-18

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 9830 | +/- 10% | 09- 01 -18 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 4452 | N/A | 09- 01 -18 |
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 3378 | N/A | 09- 01 -18 |

MA - 004-18

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 1620 | +/- 10% | 09- 01 -18 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 664 | N/A | 09- 01 -18 |
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 1282 | N/A | 09- 01 -18 |

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



Nº SE: 003-18

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Edwin Padilla

INFORME Nº 003- 18

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

Nº SE: 003-18

DIRECCIÓN: Latacunga

FECHA DE RECEPCIÓN: 12 - 01 -18

TELÉFONO: 0998653369

FECHA DE INFORME: 19 - 01 - 18

NÚMERO DE MUESTRAS: 2, Agua residual lavadora de autos "Orlan2", Latacunga

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 005-17

M5 Agua sin tratar

Agua

MA - 006-17

M6 Agua Tratada

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 005-18

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 5200 | +/- 10% | 12- 01 -18 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 2392 | N/A | 12- 01 -18 |
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 4176,20 | N/A | 12- 01 -18 |

MA - 006-18

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 2100 | +/- 10% | 12- 01 -18 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 856 | N/A | 12- 01 -18 |
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 1754,90 | N/A | 12- 01 -18 |

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



Nº SE: 004-18

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Edwin Padilla

INFORME Nº 004- 18

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

Nº SE: 004-18

DIRECCIÓN: Latacunga

FECHA DE RECEPCIÓN: 16 - 01 - 18

TELÉFONO: 0998653369

FECHA DE INFORME: 23 - 01 - 18

NÚMERO DE MUESTRAS: 2, Agua residual lavadora de autos "Orlan2", Latacunga

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 007-17

M7 Agua sin tratar

Agua

MA - 008-17

M8 Agua Tratada

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 007-18

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 5090 | +/- 10% | 16- 01 -18 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 2188 | N/A | 16- 01 -18 |
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 2468,40 | N/A | 16- 01 -18 |

MA - 008-18

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 3630 | +/- 10% | 16- 01 -18 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 1520 | N/A | 16- 01 -18 |
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 1238,50 | N/A | 16- 01 -18 |

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.



Nº SE: 005-18

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Edwin Padilla

INFORME Nº 005- 18

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

Nº SE: 005-18

DIRECCIÓN: Latacunga

FECHA DE RECEPCIÓN: 19 - 01 - 18

TELÉFONO: 0998653369

FECHA DE INFORME: 26 - 01 - 18

NÚMERO DE MUESTRAS: 2, Agua residual lavadora de autos Orlan2, Latacunga

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 009-17

M9 Agua sin tratar

Agua

MA - 010-17

M10 Agua Tratada

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 009-18

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 10880 | +/- 10% | 19- 01 -18 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 4330 | N/A | 19- 01 -18 |
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 4372,80 | N/A | 19- 01 -18 |

MA - 010-18

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 6670 | +/- 10% | 19- 01 -18 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 2894 | N/A | 19- 01 -18 |
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 1490,30 | N/A | 19- 01 -18 |

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