



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

TEMA:

“ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “AYUDA AL CAMPESINO” DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTOR: Diana Elizabeth Pérez Silva

TUTOR: Ing. Mg. Javier Culki

Ambato – Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Javier Culki, certifico que el presente trabajo bajo el tema: “ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “AYUDA AL CAMPESINO” DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, es de autoría de la Srta. Diana Elizabeth Pérez Silva, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y autoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, agosto de 2017

Ing. Mg. Javier Culki

AUTORÍA

Yo, Diana Elizabeth Pérez Silva con C.I : 180342220-1, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que por medio de la presente el trabajo con el tema: “ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “AYUDA AL CAMPESINO” DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, es de mi completa autoría.

Ambato, agosto de 2017

Diana Elizabeth Pérez Silva

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste Trabajo Experimental 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, agosto de 2017

Diana Elizabeth Pérez Silva

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “AYUDA AL CAMPESINO” DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, de la Srta. egresada Diana Elizabeth Pérez Silva, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Para constancia firman.

Ing. Mg. Fabian Morales Fiallos
Profesor Calificador

Ing. Mg. Dilon Moya
Profesor Calificador

DEDICATORIA

A DIOS, por haberme dado la fuerza y voluntad de luchar y culminar una meta más en mi vida.

A mis padres Arturo y Rocío quienes han hecho todo cuanto ha estado a su alcance para que yo pudiera alcanzar cada una de las metas que me he propuesto, a mis hermanas María Fernanda, Mishel de las Mercedes y mis hermanos Ángel Luis y Marcelo, a quienes amo con todo mi corazón, de manera especial a ti Leonardo Fabián, mi compañero de vida, a mis abuelitos, Salomón † y Maclovia, a mis segundos padres Leonardo e Inés, quienes son una muestra más de perseverancia y lucha, pero sobre todo de amor hacia Dios, a mi familia y amigos.

Ely

AGRADECIMIENTO

Gracias Señor por ser la luz que ilumina mi camino día tras día, por todo cuanto me rodea, gracias mi Dios por el gran regalo de la vida.

Además de un eterno agradecimiento al Ing. M.Sc. Francisco Pazmiño G., por sus consejos y apoyo total, a las autoridades de la Facultad de Ingeniería Civil, tanto en el sentido académico como administrativo, a los miembros de UPICIC, quienes mediante sus aportes han hecho que lo complicado de llegar a esta meta se note menos, al Ing. Dilon Moya e Ing. Fabián Morales que gracias a sus conocimientos y consejos se logró llenar vacíos a lo largo de este trabajo y de manera especial a mi tutor Ing. Mg. Javier Culki.

Ely

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A.- PÁGINAS PRELIMINARES.....	I
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
RESUMEN EJECUTIVO.....	XV
SUMMARY.....	XVI
B.- TEXTO.....	1
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1. GENERAL.....	4
1.4.2. ESPECÍFICOS.....	4
CAPÍTULO II.....	5
FUNDAMENTACIÓN.....	5
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1.1 ZEOLITA.....	5
2.1.2 ZEOLITAS NATURALES.....	6

2.1.3 CUANTIFICACIÓN DE DESECHOS DE LA LAVADORA DE AUTOS	6
2.1.4 NORMAS GENERALES PARA DESCARGA DE EFLUENTES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	7
2.1.5 ANALIZAR EL AGUA RESULTANTE DEL LAVADO DE AUTOS	7
2.1.6 PARÁMETROS	7
2.1.6.1 TEMPERATURA.....	7
2.1.6.2 CONDUCTIVIDAD	7
2.1.6.3 TURBIEDAD.....	8
2.1.6.4 SÓLIDOS.....	8
2.1.7 EL SISTEMA PARA LA RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LODOS ACEITOSOS RESIDUALES	8
2.1.8 TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACEITOSOS RESIDUALES	9
2.1.8.1 NEUTRALIZACIÓN Y PRECIPITACIÓN	9
2.1.8.2 SEDIMENTACIÓN Y CLARIFICACIÓN	10
2.1.8.3 DESHIDRATACIÓN DE SEDIMENTOS.....	11
2.1.8.4 SECADO DEL AIRE AMBIENTAL, EVAPORACIÓN NATURAL	11
2.1.8.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES.....	11
2.1.8.5.1 FAUNA	12
2.1.8.5.2 PAISAJE.....	12
2.1.8.5.3 AGUA.....	12
2.1.9 USOS Y APLICACIONES INDUSTRIALES	12
2.1.9.1 Nutrición animal	13
2.1.9.2 Agricultura.....	13
2.1.9.3 Control de malos olores.....	13
2.1.9.4 Construcción.....	13
2.1.9.5 Zeolitas como absorbentes.....	13
2.1.9.6 Acuicultura	14
2.1.9.7 Productos Industriales.....	14
2.1.9.8 Tratamiento de agua	14
2.1.9.9 Aguas Servidas	14

2.2 CARACTERÍSTICAS	14
2.2.1 Absorción.....	15
2.2.2 Sorcion.....	15
2.3 TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES	15
2.4 AGUAS RESIDUALES	16
2.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	16
2.5.1 pH.....	16
2.5.2 OXÍGENO DISUELTO (OD)	16
2.5.3 DEMANDA DE OXÍGENO	16
2.5.3.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).....	16
2.5.3.2 Demanda química de oxígeno (DQO)	17
2.5.4. GRASAS Y ACEITES	17
2.6 PROPIEDADES DE LAS ZEOLITAS	17
2.6.1 La Adsorción	17
2.6.2 Hidratación – Deshidratación	17
2.6 HIPÓTESIS	18
2.6.1 HIPÓTESIS NULA.....	18
2.6.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA	18
2.6.1 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	18
2.6.1.1 CONTEXUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	18
2.6.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE	18
2.6.3 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	18
CAPÍTULO III	19
METODOLOGÍA.....	19
3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	19
3.2.1 POBLACIÓN.....	19
3.2.2 MUESTRA	20

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE.....	21
3.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	21
3.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	22
3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	23
3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	24
3.5.1 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	24
3.5.2 PLAN DE ANÁLISIS.....	24
3.5.3 PLAN GENERAL	24
3.6 DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO.....	25
3.7 OPERACIÓN DE LA EMPRESA	25
CAPÍTULO IV	27
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	27
4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS	27
4.2 DETALLES DEL MATERIAL A UTILIZARSE EN EL FILTRO	27
4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS	28
4.1.5 INTERPRETACIÓN POR PARÁMETRO.....	39
4.1.6 EFICIENCIA DEL FILTRO	42
4.1.7 VERIFICACION DE HIPÓTESIS	46
CAPÍTULO V.....	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1 CONCLUSIONES	48
5.2 RECOMENDACIONES.....	50
C.-MATERIALES DE REFERENCIA.....	51
6. BIBLIOGRAFÍA	51
7. ANEXOS	54
7.1 DISEÑO DEL MODELO DEL FILTRO	55
7.2 FICHA TÉCNICA ZEOLITA.....	62
7.3 ANEXO FOTOGRÁFICO.....	63
7.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	64

7.5 ENSAYO MICROESTRUCTURAL.....	65
7.6 FILTRO VISTAS.....	70
7.7 ANÁLISIS REALIZADOS	74
7.7.1 INFORME MUESTRA 1.....	74
7.7.2 INFORME MUESTRA 2.....	75
7.7.3 INFORME MUESTRA 3.....	76
7.7.4 INFORME MUESTRA 4.....	77
7.7.5 INFORME MUESTRA 5.....	78
7.7.6 INFORME MUESTRA 6.....	79
7.7.7 INFORME MUESTRA 7.....	80
7.7.8 INFORME MUESTRA 8.....	81
7.7.9 INFORME MUESTRA 9.....	82
7.7.10 INFORME MUESTRA 10.....	83
7.7.11 INFORME ACEITES Y GRASAS	84
7.7.12 INFORME ANALISIS DE COLOR, pH, CONDUCTIVIDAD AGUA RESIDUAL	85
7.7.13 INFORME ANALISIS DE COLOR, pH, CONDUCTIVIDAD AGUA FILTRADA	86
7.7.14 INFORME ANÁLISIS DE COLIFORMES FECALES Y TOTALES.....	87
7.8 INSTRUCTIVO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA PARA REALIZAR ENSAYOS DE ACEITES Y GRASAS	88
7.9 INSTRUCTIVO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA PARA REALIZAR LA CALIBRACIÓN Y MEDICIÓN DEL pH	89
7.10 PLANIMETRÍA	93
D.- PAPER-ARTÍCULO TÉCNICO.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límite máximo permisible para Sólidos	8
Tabla 2. Tipos de tratamientos de aguas residuales	15
Tabla 3. Operacionalización de la Variable Independiente.....	21
Tabla 4. Operacionalización de la Variable Independiente.....	22
Tabla 5. Plan de recolección de información.....	23
Tabla 6. Volumen de agua por tipo de auto	26
Tabla 7. Granulometría	27
Tabla 8. Determinación del caudal medio diario utilizado en la lavadora de autos "Ayuda al Campesino"	28
Tabla 9. Resultado de análisis del agua sin filtrar 0 días	29
Tabla 10. Resultado de análisis del agua filtrada 9 días	29
Tabla 11. Resultado de análisis del agua filtrada 14 días	29
Tabla 12. Resultado de análisis del agua filtrada 25 días	30
Tabla 13. Resultado de análisis del agua filtrada 35 días	30
Tabla 14. Resultado de análisis del agua filtrada 45 días	30
Tabla 15. Resultado de análisis del agua filtrada 55 días	31
Tabla 16. Resultado de análisis del agua filtrada 75 días	31
Tabla 17. Resultado de análisis del agua filtrada 84 días	31
Tabla 18. Resultado de análisis del agua filtrada 90 días	32
Tabla 19. Resultado de análisis del agua color, pH, Conductividad	32
Tabla 20. Resultado de análisis del agua de color, pH, Conductividad	32
Tabla 21. Resultado de análisis del agua de coliformes totales y fecales	35
Tabla 22. Resultado de análisis del agua de coliformes totales y fecales	35
Tabla 23. Porcentajes de remoción de DBO5, DQO y Aceites y Grasas	37
Tabla 24. Porcentaje de remoción del DBO5 para determinar la eficiencia del filtro	42
Tabla 25. Porcentaje de remoción del DQO para determinar la eficiencia del filtro.....	44
Tabla 26. Porcentaje de remoción de Aceites y grasas para determinar la eficiencia del filtro.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de empresa de lavado de autos	25
Figura 2. Operación.....	26
Figura 3. Colocación de tamices	28
Figura 4. Comportamiento del agua con relación al Color antes y después de ser filtrada	33
Figura 5. Comportamiento del agua con relación al pH antes y después de ser filtrada	33
Figura 6. Comportamiento del agua con relación a Conductividad antes y después de ser filtrada ..	34
Figura 7. Comportamiento del agua en relación a Coliformes Fecales antes y después de ser filtrada	36
Figura 8. Comportamiento del agua en relación a Coliformes Totales antes y después de ser filtrada	36
Figura 9. Concentración de parámetros vs el tiempo de filtrado en DBO5, DQO y Aceites y Grasas	38
Figura 10. Comportamiento del DBO5, en el transcurso del tiempo de filtrado	39
Figura 11. Comportamiento del DQO, en el transcurso del tiempo de filtrado.....	40
Figura 12. Comportamiento de aceites y grasas, en el transcurso del tiempo de filtrado.....	41
Figura 13. Eficiencia del filtro con relación al DBO5	43
Figura 14. Eficiencia del filtro con relación al DQO	44
Figura 15. Eficiencia del filtro con relación a Aceites y Grasas	46
Figura 16. Eficiencia del filtro con relación a DBO5, DQO y Aceites y Grasas	47
Figura 17. Ficha Técnica de zeolita.....	62
Figura 18. Estructura externa de la zeolita	67
Figura 19. Estructura interna de la zeolita	68
Figura 20. Zeolita número de muestras 6	69
Figura 21. Vista lateral del filtro	70
Figura 22. Isometría del filtro.....	71
Figura 23. Vista en planta superior e inferior	72
Figura 24. Vista frontal	73

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “AYUDA AL CAMPESINO” DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

Autor: Pérez Silva Diana Elizabeth

Tutor: Ing. Mg. Javier Culki

El presente trabajo experimental tiene como finalidad, evaluar la eficiencia de la Zeolita como material filtrante para el tratamiento de aguas residuales

En primera instancia se consiguió el establecimiento en donde se recolecto el agua residual, que fue la lavadora de autos “Ayuda al Campesino” del Cantón Quero.

La estructura del filtro es metálica, posee recipientes que contiene el material filtrante, con las dimensiones de (57 x 42) cm² y un volumen de 35 litros del agua proveniente de la lavadora, el caudal utilizado es de 0.105 lt/min que se descarga de un tanque con una capacidad de 55 galones, este modelo es propiedad de UPICIC el cual es llenado diariamente.

Se realizaron los análisis físico- químicos como el DBO₅, DQO, aceites y grasas y como adicional el pH, en una fase inicial y final tanto del agua cruda residual contaminada y como la tratada mediante la zeolita, estos datos están comparados bajo las especificaciones del Registro Oficial N.- 387 en donde se encuentra el Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria y el Marco Institucional para incentivos Ambientales los mismos que contienen Tablas del TULSMA y la norma de Calidad Ambiental y Descargas de efluentes.

En base a los resultados, queda confirmada la hipótesis mencionada en este proyecto mencionando que la Zeolita si es eficiente para el tratamiento de aguas residuales, por lo cual deja abiertos temas de investigación para conocer su comportamiento con la combinación con otros materiales.

SUMMARY

TOPIC: "ANALYSIS OF ZEOLITA AS A FILTER IN THE TREATMENT OF WASTEWATER FROM THE CAR WASHING MACHINE "AYUDA AL CAMPESINO" LOCATED IN QUERO - TUNGURAHUA"

Author: Pérez Silva Diana Elizabeth

Tutor: Ing. Mg. Javier Culki

The present experimental work aims to evaluate the efficiency of Zeolite as a filter material for the treatment of wastewater.

First, the business where the waste water was collected was obtained, which was the car wash "Ayuda al Campesino" located in Quero.

The structure of the filter is metallic, it has containers containing the filter material, and their dimensions are (57 x 42) these could carry a volume of 35 liters of water from the washing machine, the flow rate used is 0.105 lt / min which is discharged from a tank with a capacity of 55 gallons, this model is owned by UPICIC which is filled daily.

Physical and chemical analyzes such as BOD5, COD, oils and greases, and pH were taken in an initial and final phase of contaminated residual raw water as for the one treated by zeolite, these data are compared under the specifications of Official Register No. 387, which contains Book IX of the Unified Text of Secondary Legislation and the Institutional Framework for Environmental Incentives which contain TULSMA Tables and the Environmental Quality and Effluent Discharge Regulations.

Based on the results, it is confirmed the hypothesis mentioned in this project mentioning that Zeolite is efficient for the treatment of wastewater, so it leaves open research topics to know its behavior with the combination with other materials.

B.- TEXTO

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “AYUDA AL CAMPESINO” DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA

1.2 ANTECEDENTES

En la investigación mostrada en [1] entre una de sus conclusiones relata que: “Los resultados demuestran que es dable purificar y optimizar la calidad de las aguas muy duras para el análisis químico mediante el empleo de zeolitas naturales, ya que se tuvieron concentraciones iniciales que posteriormente se redujeron”.

Mientras que en la investigación realizada en la Universidad Técnica de Machala [2] nos demuestra que: “Un filtro a base de zeolita es capaz de remover varias sustancias como: Calcio, Magnesio, sulfatos, Cloruros, etc.”

Y en un estudio comparativo aplicado la zeolita activada junto al carbón activado en el tratamiento de aguas residuales determinaron una reducción de sólidos removidos por gramo de zeolita. [3]

Análogamente en la publicación descrita en [4] demostraron que los filtros empacados en Zeolita fueron eficientes en la remoción del cromo.

En talleres de lavado de autos, es factible reciclar gran parte del agua que se emplea en el lavado, reduciendo de esta manera su consumo, lo cual representa una mayor disponibilidad

del agua, y un ahorro que en el transcurso del tiempo amortizará el costo de inversión y reducirá los costos de consumo de agua. [5]

Por tal motivo al tener un sistema de filtro, entre los beneficios que crea se tiene la buena imagen que da la empresa ante las autoridades y el público, al cumplir con la reducción de contaminantes, y permitiendo recuperar hasta el 80% del agua para su posterior uso en la primera fase de lavado del siguiente coche. [6]

Conociendo las características en remoción de la Zeolita, el propósito de la dosificación de la misma es aumentar la actividad biológica del proceso de limpieza, mejorando las características de sedimentación de lodos y la calidad de las aguas residuales tratadas permitiendo por tanto un ablandamiento progresivo en la dureza del agua. [7]

Otra de las características de la zeolita está el eliminar los olores y sabores que producen la polución producida por los residuos procedentes de la actividad humana o de procesos industriales o biológicos y dentro de las ventajas económicas está el costo, el valor de la zeolita es menor al de carbón activado y si se habla de su resistencia física es similar a la de la arena silícica, por lo que su vida útil es larga. [7]

1.3 JUSTIFICACIÓN

Como filtro se pueden utilizar diferentes clases de materiales a los que llamamos filtrantes, uno de éstos es la Zeolita, la cual funciona de manera eficiente y económica, alcanzando niveles de purificación notables, generando la remoción de varios agentes provenientes del mismo lavado, como son, aceites, agua jabonosa, etc.

“El uso de la zeolita como lecho filtrante aparece hoy en día como una alternativa ecológica para el tratamiento de aguas; tiene muchas ventajas en comparación con sistemas convencionales, tal como el bajo costo de inversión, el bajo costo de operación y mantenimiento. Su aplicación en el tratamiento de aguas residuales como en el de agua potable se ha hecho muy popular en la remoción de materia orgánica y nitrógeno. [1]

La reutilización planificada en ciertos países en donde el agua es escasa ha tomado importancia; incluso se han creado Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales como una alternativa de recursos hídricos, es importante señalar que el deterioro ambiental que está consumiendo al planeta, ha hecho que en la mayoría de países se implementen normas y leyes de calidad que restringen cada vez más la contaminación por parte de las industrias y el hombre. [8]

De esta manera se considera investigar un filtro biológico que surte el mismo efecto que las plantas de tratamiento convencionales disminuyendo tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, la contaminación del agua, esto es una operación clave en la industria de procesos, ya sea para cumplir con normas ambientales o para evitar impactos negativos en los cuerpos de agua cercanos, es conveniente que todo ingeniero conozca los fundamentos del tratamiento de aguas residuales, y las tecnologías existentes para alcanzar las metas de tratamiento requeridas.

El mensaje global que se pretende transmitir es la reducción de contaminación de las aguas residuales es un elemento clave en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) que puede cumplir objetivos diferentes, pero interrelacionados. Estos se expresan como propuestas que ofrecen beneficios simultáneos a nivel mundial en distintos aspectos. [8]

1.4 OBJETIVOS

1.4.1. General

- Analizar la zeolita como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “Ayuda al Campesino” de la Parroquia La Matriz - Cantón Quero - Provincia de Tungurahua.

1.4.2. Específicos

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la lavadora de autos “Ayuda al Campesino”
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la lavadora de autos “Ayuda al Campesino”
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBQ₅, DQO), grasas y aceites de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “Ayuda al Campesino” en su origen y luego en su proceso de filtración.
- Determinar si la ZEOLITA puede utilizarse para el tratamiento de las aguas residuales de la lavadora de autos “Ayuda al Campesino”

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 ZEOLITA

Las zeolitas naturales son minerales de aluminosilicatos hidratados con una estructura porosa y propiedades fisicoquímicas valiosas, además del intercambio de cationes, entre las que se cuentan el cribado molecular, la catálisis y la absorción [Ríos et al., 2013]; [Pitcher et al., 2004]. De manera simple, se trata de una red tridimensional que consiste en unidades tetrahedrales de sílice y alúmina unidas a un átomo de oxígeno compartido. El reemplazo isomorfo de Si^{4+} por Al^{3+} resulta en una carga negativa global que es compensada con diversos cationes, otorgando a este material propiedades adicionales a las estructurales [Wang & Peng, 2010]. [7]

El término zeolita se utiliza para designar a una familia de minerales naturales con propiedades particulares como el intercambio de iones y la desorción reversible de agua. Esta última propiedad es la que da origen a su nombre, que se deriva de dos palabras griegas, *zeo*: que ebulle, y *lithos*: piedra. [9]

Las zeolitas son aluminosilicatos hidratados de metales alcalinos y alcalinotérreos (especialmente Na, K, Mg y Ca), estructurado en redes cristalinas tridimensionales, tetraedros compuestos de SiO_4 y AlO_4 tipo nos unió vértices a través de átomos de oxígeno. [10]

Durante las últimas décadas a lo largo de los años se ha comprobado el gran desempeño y utilidad que las zeolitas naturales han tenido, en varias de las ramas tanto de la economía, como la salud y construcciones. Gracias a diferentes investigaciones, se ha logrado encontrar más aplicaciones para el uso de este mineral, científicos y técnicos han dedicado especial atención a un grupo de aluminosilicatos cristalinos, llamados por el nombre de zeolitas,

llevando a cabo una labor investigadora muy amplia sobre su síntesis, estructura y propiedades, como resultado, se han obtenido un gran número de patentes sobre la preparación de diferentes tipos de zeolitas y sobre catalizadores basados en ellas, así como toda una serie de aplicaciones industriales de gran interés, que van desde un simple proceso de secado a complicadas reacciones catalíticas. [Chen, 1988]. [11]

Aunque la divulgación de las zeolitas ha tenido lugar en los últimos cuarenta años, el descubrimiento de zeolitas naturales data de 1756, cuando el geólogo A. Cronstedt [Cronstedt, 1756]. Pronto se observó que estos minerales eran capaces de intercambiar sus iones metálicos en disoluciones acuosas y que, una vez anhidros, podían absorber selectivamente distintos compuestos. Por todo ello también se les llamaron tamices moleculares. Mc Bain, 1932 [11]

Utilizar un material inorgánico como lo es la zeolita a manera de una adición mineral, e incorporarla al cemento para obtener un cemento puzolánico. Estas adiciones incorporadas al cemento se las realiza con el fin de mejorar sus propiedades, obteniendo un producto igualmente resistente y más económico. [9]

2.1.2 ZEOLITAS NATURALES

Las zeolitas naturales encuentran dificultades para el cumplimiento de rigurosas especificaciones de ciertos procesos industriales alta en sílice a diferencia de las zeolitas sintéticas. [12]

2.1.3 CUANTIFICACIÓN DE DESECHOS DE LA LAVADORA DE AUTOS

Los residuos se pueden clasificar dependiendo de sus características en orgánicos, inorgánicos, líquidos y gaseosos; todos con las mismas capacidades de contaminar. [13]

2.1.4 NORMAS GENERALES PARA DESCARGA DE EFLUENTES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas. [14]

2.1.5 ANALIZAR EL AGUA RESULTANTE DEL LAVADO DE AUTOS

Al momento de realizar un análisis de aguas residuales se deben tomar en cuenta algunos parámetros que deben ser medidos.

2.1.6 PARÁMETROS

Al mencionar parámetros estamos hablando de manera general a indicadores utilizados para conocer y evaluar la calidad del agua los mismos pueden ser físicos, químicos, biológicos y radiológicos entre algunos de ellos tenemos:

2.1.6.1 Temperatura

Es un parámetro de importancia presente en las aguas residuales, “usualmente su temperatura es superior a la del suministro”, característica que debe ser tomada en cuenta para el proceso de reciclaje, la temperatura depende de la temperatura ambiente del lugar. Según el Anexo 1 del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua la temperatura tiene un límite máximo permisible de $< 40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Según el Registro oficial 387, (2015) [14]

2.1.6.2 Conductividad

Esta característica le da el poder al agua para conducir calor, sonido o electricidad. La conductividad se refiere a la cantidad de sales inorgánicas disueltas en el agua.

2.1.6.3 Turbiedad

Es la medida óptica de transmisión de la luz en el agua, dependiendo de la cantidad de material sólido que este suspendido en la misma.

2.1.6.4 Sólidos

Se refiere a la característica que tiene el agua de contener material sólido suspendido en ella como es el caso de tierra o lodo.

Una de las mayores dificultades en el tratamiento de aguas residuales, precisamente radica en la remoción de agua presente en el lodo, las características y cantidad de estos depende de las características del agua residual, tratamiento previo, contenido de humedad, densidad de sólidos y frecuencia de remoción de los mismos, los límites máximos permisibles para solidos se encuentran mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Límite máximo permisible para Sólidos

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Solidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Solidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220,0
Solidos Totales	ST	mg/l	1600,0

Fuente: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público [14]

2.1.7 EL SISTEMA PARA LA RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LODOS ACEITOSOS RESIDUALES

Hoy en día la necesidad de minimizar residuos, así como su disposición adecuada y segura, son aspectos de suma importancia mundialmente, lo que ha llevado a la búsqueda de alternativas tecnológicas y cambios en las políticas de manejo que permitan generar residuos no peligrosos y estables para su correcta disposición o reaprovechamiento.

El tratamiento de las aguas residuales, tanto municipales como industriales, tiene como objetivo remover los contaminantes presentes con el fin de hacerlas aptas para otros usos o bien para evitar daños al ambiente. Sin embargo, el tratamiento del agua trae siempre como secuela la formación de lodos residuales, subproductos indeseables dificultosos de tratar y que implican un costo extra en su manejo y disposición. La recolección de los lodos residuales se lleva a cabo en los filtros de separación de aceites y grasas y también en lo que filtre el separador de aceites y son llevados a un área destinada a la recolección de lodos aceitosos. [15]

2.1.8 TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACEITOSOS RESIDUALES

Existen varias técnicas de tratamiento de lodos aceitosos residuales entre las que se puede citar las siguientes:

2.1.8.1 Neutralización y Precipitación

La neutralización en general debe estar anticipado por un proceso efectivo de compensación de flujos, para asentar que el sistema opere positivamente. Como agentes de la precipitación, el hidróxido de sodio y la cal son generalmente usadas. El hidróxido de magnesio es también generalmente utilizado como precipitante, este produce un mejor sedimento. Sin embargo, la reacción es lenta y los rangos de pH son restringidos. Aguas de desechos alcalinas son neutralizadas por técnicas de ácido sulfúrico, sujetas por descargas limitadas de sulfatos que son excedidos.

En las facilidades se encarga usar soluciones de hidróxido de sodio, a no ser que las aguas de desechos contengan fluoruros. En las grandes fábricas y en presencia de fluoruros, los tratamientos con soluciones de cal deberían ser usados. Por otra parte, este tratamiento requiere de la instalación de una planta de preparación de la lechada de cal. El correcto pH para la precipitación de los hidróxidos de metal varía con los iones metales en consideración. Para pruebas de metales mezclados se deben hacer pruebas para determinar el mejor pH. Se hace necesario ajustar el pH a 7 antes de descargar, si las cantidades descargadas son grandes o las aguas receptoras son sensibles a los efluentes alcalinos. Según Guasumba, (2012) [15]

2.1.8.2 Sedimentación y Clarificación

Luego de la precipitación los sólidos removidos son normalmente llevados a un sistema de sedimentación por gravitación utilizados como sistema de flujo continuo, pero donde los volúmenes de desecho son pequeños se usa sistema por cochada este sistema usa dos tanques de sedimentación, uno es llenado mientras el otro es vaciado. [15]

La remoción de sólidos es un paso significativo en el proceso de tratamiento siempre y cuando los metales precipitados puedan bajo ciertas circunstancias redisolverse si son descargados a un medio acuoso.

La efectividad de la sedimentación es afectada por factores como el tamaño y la densidad de las partículas y la velocidad de flujo en sistemas de flujo continuo, la presencia de algunos químicos puede hacer pobre la sedimentación debido a la formación de una suspensión coloidal que resista la coagulación dentro de grandes partículas, también puede ser ayudada por el uso de agentes floculantes como son los polielectrolitos de largas cadenas que entranpan las pequeñas partículas y neutralizan las cargas eléctricas, el uso de cal como agente neutralizante también puede ser efectivo como ayudante en la sedimentación, los sólidos sedimentados requerirán posteriores deshidrataciones antes de ser dispuestos. La deshidratación puede ser realizada por secado del lecho, filtración o centrifugación. [15]

El parámetro de diseño para la zona de sedimentación es "la superficie de carga", definida como la rata de flujo dividida por el área de la superficie del área de sedimentación (en unidades de metros por hora).

En zonas de flujo horizontal la velocidad a lo largo del tanque puede exceder la velocidad de sedimentación, siempre que el tanque sea suficientemente largo. En el caso de zonas de flujos verticales la velocidad de la corriente ascendente, tiene que ser menor que la velocidad de sedimentación, de otro modo la sedimentación no ocurrir. [15]

2.1.8.3 Deshidratación de Sedimentos

Para proporcionar la disposición del material sedimentado, es ventajoso deshidratar el sedimento para llevarlo a una forma más sólida (en muchos lugares se ha restringido severamente la disposición de los sedimentos líquidos). Después de la deshidratación de los sedimentos el espesamiento es un paso apropiado cada vez más común. Un espesador típico es un tanque cilíndrico de fondo cónico en el cual se beneficia la compactación de los lodos, eso ocurre bajo la influencia de la gravedad, posterior a esto el tanque es evacuado.

Sí la fijación química con cemento o sílice es ejecutada para aseverar que los residuos de los lodos se estabilicen en el relleno, es mejor usar el lodo espeso. [15]

2.1.8.4 Secado del Aire Ambiental, Evaporación Natural

El más simple pero aun efectivo, método de deshidratación de lodos, es la técnica usada normalmente por las pequeñas industrias del terminado, automotrices etc. Si el estanque de sedimentación está suficientemente a ras de tierra una apropiada cuenca de drenaje es cimentada y usada para secar el lodo por simple evaporación natural. La construcción de la cuenca debe, sin embargo, ser inspeccionada por las autoridades, desde que el ambiente sea impactado de cualquier forma.

Las precauciones deben ser tomadas contra el viento y los aguaceros que dispersan el material y prevenir el acceso de animales y personas no autorizadas. Cada cierto tiempo los sólidos que forman montañas de lodos visibles deben ser transportados a un sitio más conveniente de desechos de este tipo. [15]

2.1.8.5 Identificación de los componentes ambientales.

Se realiza una evaluación de manera general para definir los medios y componentes ambientales del sector.

2.1.8.5.1 Fauna

Cabe recalcar que la fauna es uno de los principales que sufren el efecto de la contaminación de las aguas ya que muchos de esto se alimentan de la misma.

2.1.8.5.2 Paisaje

Cuando hablamos de aguas residuales contaminadas estamos refiriéndonos a que muchas de la veces la vista se ve afectada con el color que llevan tantos ríos, como quebradas , que son los principales efluentes de descarga.

2.1.8.5.3 Agua

Este líquido vital tiene varios usos entre los cuales podemos mencionar la alimentación, agricultura y en la producción de varias industrias, recalcando el uso justamente en las lavadoras.

2.1.8.5.4 Actividades económicas

Las actividades económicas se ven directamente afectadas cuando no existe el suficiente abastecimiento del líquido vital como es el agua.

2.1.8.5.5 Control de calidad en aguas

Las descargas al sistema de alcantarillado provenientes de actividades sujetas a regularización, deberán cumplir, al menos, con los valores establecidos como son los límites permisibles, en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios. [14]

2.1.9 USOS Y APLICACIONES INDUSTRIALES

Las zeolitas son de gran interés industrial ya que gozan de diversas propiedades lo que da como resultado distintas aplicaciones. Estos minerales se usan para diversas actividades como la nutrición animal, control de malos olores, construcción, entre otros. [9]

2.1.9.1 Nutrición animal

Mediante la adición de la zeolita al alimento del ganado vacuno como balaceado, se logra mejorar la eficacia alimenticia de este alimento, mejorando así tanto la calidad de la carne como la producción de la leche y huevos. Esta adición también logra mejorar el apetito de los animales y la resistencia a las enfermedades. [9]

2.1.9.2 Agricultura

En la agricultura se utiliza para el tratamiento de suelos gracias a su capacidad de intercambio iónico y retención de agua. Al aumentar la capacidad de intercambio iónico hace que se logre mejorar la capacidad de retención de nitrógeno del suelo, además que sirve como fertilizante en plantaciones de banano y café. [9]

2.1.9.3 Control de malos olores

Gracias a la capacidad de la zeolita para el intercambio iónico y la selectividad por lo amoniaco, se las puede utilizar para el control de los olores en diversas situaciones, desde las camas de los gatos hasta las plantillas de los zapatos. [9]

2.1.9.4 Construcción

La zeolita es utilizada en la producción de cementos puzolánicos. Es justamente el aprovechamiento de este mineral en la construcción. [9]

2.1.9.5 Zeolitas como absorbentes

Como las zeolitas deshidratadas tienen estructuras porosas muy abiertas, poseen áreas superficiales internas extensas y son capaces de absorber grandes cantidades de sustancias aparte de agua. Los tamaños de anillo de las ventanas que conducen al interior de las cavidades determinan el tamaño de las moléculas que pueden ser absorbidas. Una zeolita individual tiene una capacidad de tamizado altamente específica que puede ser aprovechada para la purificación o la separación. [9]

2.1.9.6 Acuicultura

Filtración de amonio en pisciculturas, medio para biofiltros, extracción de amonio de piscinas de cultivo de camarón. [9]

2.1.9.7 Productos Industriales

Absorbente de aceites, separador de gases. [9]

2.1.9.8 Tratamiento de agua

Filtración, remoción de metales pesados, piscinas. [9]

2.1.9.9 Aguas Servidas

Remoción de amonio, fósforo y metales pesados en aguas servidas y lodos. [9]

2.2 CARACTERÍSTICAS

El uso de Zeolitas en el tratamiento de aguas servidas y lodos está siendo utilizado hoy en día a nivel mundial, Australia ya utiliza en algunas de sus plantas de tratamiento de aguas servidas esta tecnología con el fin de aumentar su capacidad de tratamiento, estas facilidades atienden a más de 360.000 residentes. La utilización de Zeolitas naturales en los procesos de remoción de amonio y fósforo se presenta como una alternativa prometedora, de bajo costo y gran alcance. Los metales pesados siempre han presentado problemas para su remoción, siendo las tecnologías viables de costos elevados, las Zeolitas naturales, sin embargo, son una excelente alternativa como material absorbente de estos metales. [16]

Las zeolitas se consideran como un filtro mineral, gracias a su característica de tamiz molecular y sus propiedades de absorción y sorción reversible.

2.2.1 Absorción

El término se utiliza para describir la adhesión de una delgada capa de moléculas a la superficie de los líquidos o sólidos que entran en contacto con ella. Adsorción es ampliamente utilizada en el tratamiento de agua para remover sustancias orgánicas, en el tratamiento terciario de aguas residuales, en la remediación del agua subterránea. También se la utiliza en el tratamiento de agua en los hogares y para tratar el agua que se utiliza en acuarios y en piscinas de natación. [17]

2.2.2 Sorcion

Retención de una sustancia por otra cuando están en contacto; incluye las operaciones de absorción, adsorción, intercambio iónico y diálisis.

2.3 TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

En la tabla 2 se indica cuales son los diferentes tipos de tratamientos de aguas residuales.

Tabla 2. Tipos de tratamientos de aguas residuales

Tratamiento Primario	Tratamiento Secundario	Tratamiento Terciario o avanzado
<ul style="list-style-type: none">▪ Cribado o desbrozo▪ Sedimentación▪ Flotación▪ Separación de aceites▪ Homogeneización▪ Neutralización	<ul style="list-style-type: none">▪ Lodos Activos▪ Aireación prolongada (procesos de oxidación total)▪ Estabilización por contacto▪ Lagunaje con aireación▪ Estabilización por lagunaje▪ Filtros biológicos (percoladores)▪ Discos biológicos▪ Tratamientos anaerobios: procesos de contacto, filtros (sumergidos)	<ul style="list-style-type: none">▪ Microtamizado▪ Filtración (lecho de arena , antracita, diatomeas)▪ Precipitación y coagulación▪ Adsorción▪ Intercambio iónico▪ Ósmosis inversa▪ Electrodiálisis▪ Cloración y ozonización▪ Procesos de reducción de nutrientes

Fuente: Tratamiento de aguas residuales. R .S. Ramalho [18]

2.4 AGUAS RESIDUALES

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas pecuarios, domésticos incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas. [19]

2.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Tienden a ser más específicas que algunos de los parámetros físicos y por eso son más útiles para evaluar de inmediato, las propiedades de una muestra. [20]

2.5.1 pH

Las siglas PH quieren decir potencial de hidrógeno, mide la concentración de iones de hidrógeno presentes, puede afectar a los métodos de tratamientos y al equipo metálico expuesto con el agua residual. [20]

2.5.2 Oxígeno Disuelto (OD)

El oxígeno es un elemento muy importante en el control de la calidad de agua, la presencia del mismo es esencial para mantener las formas superiores de vida biológica y el efecto de una descarga de desechos biodegradables en un río ya que es la disminución del oxígeno en el sistema. [20]

2.5.3 Demanda de oxígeno

La cantidad del contenido orgánico de un desecho se obtiene al medir la cantidad del oxígeno que se requiere para su estabilización. [20]

2.5.3.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Mide la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos en la transformación de la materia orgánica en CO₂ y el nuevo material celular. [20]

2.5.3.2 Demanda química de oxígeno (DQO)

Es el oxígeno consumido por una muestra de agua residual de dicromato de potasio después de 2 o 3 h de reflujo con ácido sulfúrico concentrado. Este valor da una idea del contenido de materia oxidable (orgánica e inorgánica). [20]

2.5.4. Grasas y aceites

Representan un problema para el tratamiento de agua residual ya que tienden a flotar y a formar una capa en la superficie del agua, lo que impide una transferencia de gases entre el aire y el agua. Además son de descomposición muy lenta o nula, dependiendo de su origen. [20]

2.6 PROPIEDADES DE LAS ZEOLITAS

Se encuentran en función de sus propiedades físico- químicas, como el intercambio iónico, la adsorción y la deshidratación – hidratación como procesos físicos, esto corresponde a la estructura, armazón molecular y a su composición catiónica. [21]

2.6.1 La Adsorción

Los canales hablando de las cavidades de la zeolita se encuentran repletos por moléculas de agua en forma de esferas que rodean a los cationes intercambiables. Si el agua es desplazada a temperatura adecuada, estos serán capaces de adsorber moléculas cuyo diámetro sea inferior. [21]

2.6.2 Hidratación – Deshidratación

Es un fenómeno físico que varía en función de la presión y temperatura, así como la armazón estructural. [21]

2.6 HIPÓTESIS

2.6.1 Hipótesis Nula

El filtro a base de zeolita disminuye los contaminantes de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “Ayuda al Campesino”.

2.6.2 Hipótesis Alternativa

El filtro a base de zeolita mantiene y/o aumenta la contaminación de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “Ayuda al Campesino”

2.6.1 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.6.1.1 CONTEXUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

El tratamiento de las aguas residuales provenientes de las lavadoras de autos con el uso de la zeolita como un filtro es de vital importancia debido a que el agua es un recurso no renovable y de importancia para la vida humana en estudios recientes se ha determinado que el uso de filtros biológicos es una alternativa económica y factible.

2.6.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La generación de aguas residuales provenientes de las lavadoras de autos en La Matriz del Cantón Quero es un problema desde varios años atrás, es posible reciclar gran parte del agua que se emplea en esta actividad, reduciendo de ésta manera su consumo, lo cual representa una mayor disponibilidad del agua para el consumo humano y un ahorro pues con el transcurso del tiempo se amortizará el costo de inversión de la construcción del filtro y de las obras civiles complementarias por lo que se plantea el siguiente problema:

“ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “AYUDA AL CAMPESINO” DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos.

2.6.3 VARIABLE INDEPENDIENTE

Análisis de zeolita como filtro.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los niveles de investigación que se utilizarán en este proyecto serán: exploratoria, descriptiva, explicativa, experimental, de laboratorio. [22]

Investigación exploratoria porque tenemos un acercamiento científico a un problema en este caso al tratamiento de aguas residuales.

Investigación descriptiva debido a que detallamos los parámetros iniciales a analizar en el filtro por medio de zeolita.

Investigación Explicativa porque estamos encontrando las maneras más fiables para tratar el agua residual a través de un material como filtro.

Investigación experimental estamos desarrollando un prototipo de filtro para medir la validez de la variable independiente.

Investigación de laboratorio mediante el cual se obtiene los resultados de los parámetros del agua residual.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

La población que se considera para el estudio es todo aquello que se requiere investigar en este caso el agua residual para esto depende la industria del gasto de agua residual en función al tiempo según las condiciones conocidas de operación de la industria. En este caso la filtración de las aguas residuales de la lavadora de autos “AYUDA AL CAMPESINO” de la ciudad de Quero.

$$VAR = x/t$$

VAR = volumen de agua residual

x= cantidad de agua residual = La X depende directamente del tiempo

t= tiempo (días, semanas, meses)

90 días o 3meses

3.2.2 MUESTRA

La muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población, para nuestro ejemplo:

55 GALONES X 90 DIAS EN FUNCIONAMIENTO = 4290 gal. día TRATADOS

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

3.3.1 Variable Independiente

-ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO

Dentro de la tabla 3 debemos destacar el factor importante de la variable independiente que se encuentra detallada a continuación:

Tabla 3. Operacionalización de la Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La zeolita es una de los mejores para la filtración de agua. Su porosidad y superficie específica combinada con su capacidad de intercambio catiónico natural la convierten en un medio filtrante muy superior a la arena y otros minerales. [23]	Material filtrante	Zeolita	¿Diámetro y/o dimensiones de la zeolita?	Granulometría de la zeolita
			¿Cuál es el tiempo de retención estimado por el material filtrante?	Toma de registros
La zeolita es un sustrato filtrante de origen natural con grandes aplicaciones para la filtración de agua. Su rendimiento es claramente superior al obtenido con filtros de carbón y filtros de arena. [24]	Calidad de agua	Parámetros de Calidad	¿El agua tratada cumple los valores permisibles referenciando a los límites máximo permisible de descarga al sistema de alcantarillado público?	-Análisis en el laboratorio -Registro oficial 387

Elaborado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

3.3.2 Variable Dependiente

-TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS.

El tratamiento de aguas residuales tienen un enfoque adecuado cuando se reduce sus contaminantes con diferentes métodos mostrados en la tabla 4.

Tabla 4. Operacionalización de la Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos deben cumplir con valores establecidos en el registro oficial.	Aguas Residuales	Lavadora de autos	¿Cuál es proceso adecuado para qué la lavadora cuente con un sistema de recuperación de agua?	-Planos -Medición de caudales
	Límites permisibles máximos	-Aceites y grasas -DBO ₅ -DQO -pH	¿Cuál es el porcentaje de eficacia del filtro a base de zeolita para el tratamiento de aguas residuales en base a los indicadores?	-EPA-418.1 -PRO TEC 030/APHA 5220B - PRO TEC 014/APHA 5220D - Registro Oficial 387 normas TULSMA [25]

Elaborado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para realizar la recolección de información es importante tener en cuenta varias preguntas como se desarrollan en la tabla 5.

Tabla 5. Plan de recolección de información

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Qué analizar?	Disminución de contaminantes de las aguas residuales
¿Sobre qué evaluar?	La eficacia de la Zeolita para el tratamiento de las aguas residuales
¿Sobre qué aspectos?	Influencia de la zeolita en los parámetros analizados
¿Quién evalúa?	Pérez Silva Diana Elizabeth
¿A quiénes evalúa?	Los efluentes tratados de la lavadora de autos.
¿Dónde evalúa?	En los laboratorios de Ingeniería Civil y Mecánica, localizados en la Universidad Técnica de Ambato. Además de los servicios profesionales de Lacquanálisis – Laconal
¿Cómo y con qué?	Mediante fuentes bibliográficas. Seguimiento de un curso para los análisis físico- químico del agua.
¿Para qué?	Determinar la eficiencia de un filtro biológico mediante el uso de zeolita como material filtrante.

Elaborado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5.1 Plan de procesamiento de la información

- Compilación de material bibliográfico.
- Tabulación de datos adquiridos mediante las variables de la hipótesis
- Interpretación de resultados.

3.5.2 Plan de análisis

- Comprobación de la hipótesis desarrollada.
- Especificación de conclusiones a base de la interpretación de resultados.

3.5.3 Plan general

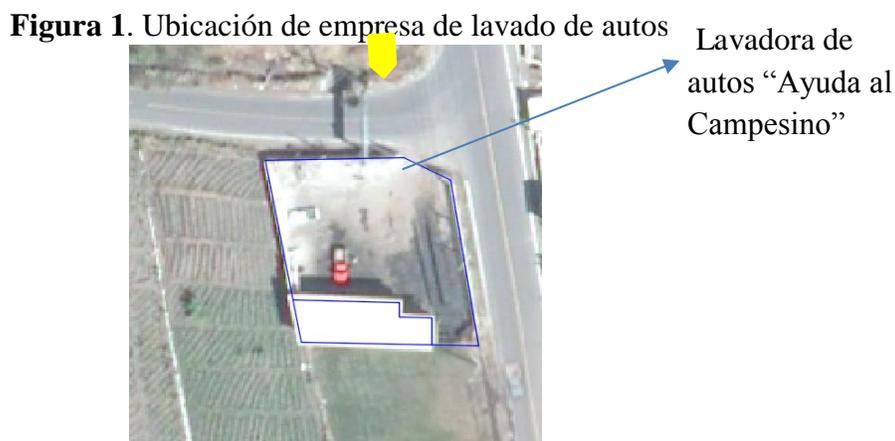
La estructura del filtro será mixta es decir, la base o soporte será metálica con recipientes rectangulares de plástico, con dimensiones de 57cm x 42cm x 34cm, además de poseer una bandeja de recolección de tol, el prototipo además lleva un material de relleno el mismo que no está en contacto con el material para que no afecte su funcionalidad el detalle del filtro se encuentra explicado en el Capítulo IV en el apartado 4.1.

Es necesario tomar una muestra una vez que nos encontramos en la lavadora de autos empresa de la cual se va a tomar el agua residual a tratarse, la misma que es extraída de una caja de revisión en donde se recolecta todo el agua contaminada después de cada lavado que se da, este se recolecta en un tanque diariamente por un medio de un balde, posterior a esto el agua es vertido hacia otro tanque de 55 galones, el agua pasa por una etapa de atrapa grasas por medio de una tela- cernidor y es así que se da un pretratamiento al agua, dando inicio al filtración en la cual solo se delimita a que el agua circule de manera uniforme en el filtro de zeolita, después de todo este procedimiento se toma el agua ya tratada en unos frascos de vinil de 1 lt para realizar el análisis físico-químico dependiendo del análisis unos se los realiza en los laboratorio de química de la FICM y otros en laboratorios certificados. Entre uno de los ensayos que se realiza en el laboratorio de Química es de aceites y grasas por medio del

equipo de destilación, y mediante el multímetro se puede realizar el pH, Conductividad, y mediante el equipo Hanna denominada “Colorímetro” la determinación de color, a través de fotografías se da una explicación del proceso en el Anexo 7.3

3.6 DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO

La empresa de donde se obtuvo el efluente lleva el nombre de lavadora de autos “Ayuda al Campesino”, está en la Parroquia La Matriz perteneciente al Cantón Quero, en el Anexo 7.10 se encuentra la planimetría del lugar y su ubicación se la muestra en la Figura 1.



Fuente: Google Maps

3.7 OPERACIÓN DE LA EMPRESA

El horario de atención de la lavadora “Ayuda al Campesino” es de lunes a domingo, de 08:00 am hasta las 18:00 pm entre semana y el horario establecido para fin de semana es 08:00 am a 12:00 pm, siendo los días de mayor demanda martes jueves y sábado, que corresponden a una mayor afluencia de vehículos debido a las distintas ferias que se desarrollan en el centro del Cantón . Figura 2.

La lavadora “AYUDA AL CAMPESINO” ofrece un lavado completo que consiste en lavado, engrasado y pulverizado o un lavado express que es solo el lavado de la carrocería. El volumen de agua que se utiliza para lavar un vehículo varía de acuerdo con el tipo de auto como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Volumen de agua por tipo de auto

AUTOS		
Clase	LAVADO	
	<i>Express(lt)</i>	<i>Completo(lt)</i>
<i>Automóvil</i>	30	50
<i>Camioneta</i>	61	78
<i>Furgoneta</i>	70	85
<i>Camiones</i>	100	130
Promedio	<i>62,25 lt</i>	<i>85,75lt</i>

Fuente: Lavadora “Ayuda al Campesino”

Figura 2. Operación



Fuente: Lavadora “Ayuda al Campesino”

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

El diseño del prototipo de filtro biológico se lo realizó en base al Anexo 7.1 modelo diseñado y desarrollado en la Unidad de Proyectos de Investigación de la Carrera de Ingeniería Civil UPICIC.

Dicho filtro funciona usando como material filtrante zeolita cuyas especificaciones técnicas están en la ficha del Anexo 7.2, la granulometría usada en el tratamiento de agua residual proveniente de la Lavadora de autos “Ayuda al Campesino” es de 0,6 a 1.18 mm y de 1.18 a 2.0 mm como se indica en la tabla 7.

4.2 DETALLES DEL MATERIAL A UTILIZARSE EN EL FILTRO

Se realizó el análisis granulométrico como se indica en la figura 3 , de la zeolita utilizada como filtro ver Anexo 7.4, para lo cual se escogió las granulometrías con los siguientes tamices porque son las que mejor empíricamente se desarrollaron como filtro.

Tabla 7. Granulometría

Material	Tamaño (mm)	GRANULOMETRÍA	
		Pasa Tamiz	Retiene Tamiz
Zeolita	2.00	N.10	N.16
	1.18- 0.60	N.16	N. 30

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Además, como investigación usando el microscopio de barrido del laboratorio de Materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica se realizó las fotografías en donde se logra observar la estructuración de la zeolita más a fondo, esto se puede visualizar en el Anexo 7.5.

Figura 3. Colocación de tamices



Fuente: Pérez Silva Diana Elizabeth

Tabla 8. Determinación del caudal medio diario utilizado en la lavadora de autos "Ayuda al Campesino"

	DÍA	HORA MEDICIÓN	ANCHO (m)	LARGO (m)	PROFUNDIDAD (m)	VOLUMEN m ³	Q=m ³ /día
	TANQUE DIMENSIONES		4.5	4.5	2.5	50.6	
1	LUNES	18:15	4.5	4.5	1.35	27.3	2.0
2	MARTES	18:15	4.5	4.5	1.25	25.3	2.2
3	MIÉRCOLES	18:15	4.5	4.5	1.14	23.1	1.6
4	JUEVES	18:15	4.5	4.5	1.06	21.5	2.6
5	VIERNES	18:15	4.5	4.5	0.93	18.8	1.6
6	SÁBADO	18:15	4.5	4.5	0.85	17.2	1.4
7	DOMINGO	18:15	4.5	4.5	0.78	15.8	1.6
8	LUNES	18:15	4.5	4.5	0.70	14.2	1.9
							1.9

Fuente: Pérez Silva Diana Elizabeth

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Es fundamental conocer las características de las aguas residuales producidas por la lavadora de autos, para determinar el grado de contaminación que nuestro filtro a base de zeolita tendrá que remediar y así ver si es factible o no el filtro biológico propuesto, es así que se realizó como análisis principales DBO₅, DQO, Aceites y grasas, así como también otros parámetros adicionales como pH, conductividad, color y coliformes fecales y totales. Esto debido a que

la lavadora de autos en estudio no utiliza agua potable de la red de la ciudad de Quero, sino que se abastece de agua de una acequia cercana por medio de un tanquero.

Tabla 9. Resultado de análisis del agua sin filtrar 0 días

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 1			
AGUA RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
DBO5	mg/l	370,65	250,0
DQO	mg/l	450,82	500,0
Aceites y Grasas	mg/l	672,00	70,0

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis - Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.1 y 7.7.11

Tabla 10. Resultado de análisis del agua filtrada 9 días

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 2			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
DBO5	mg/l	298,50	250,0
DQO	mg/l	400,55	500,0
Aceites y Grasas	mg/l	670,00	70,0

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis - Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.2 y 7.7.11

Tabla 11. Resultado de análisis del agua filtrada 14 días

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 3			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
DBO5	mg/l	180,33	250,0
DQO	mg/l	310,10	500,0
Aceites y Grasas	mg/l	204,00	70,0

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis - Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.3 y 7.7.11

Tabla 12. Resultado de análisis del agua filtrada 25 días

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 4			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
DBO5	mg/l	181,25	250,0
DQO	mg/l	315,33	500,0
Aceites y Grasas	mg/l	189,00	70,0

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis - Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.4 y 7.7.11

Tabla 13. Resultado de análisis del agua filtrada 35 días

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 5			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
DBO5	mg/l	155,48	250,0
DQO	mg/l	215,50	500,0
Aceites y Grasas	mg/l	209,00	70,0

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis - Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.5 y 7.7.11

Tabla 14. Resultado de análisis del agua filtrada 45 días

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 6			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
DBO5	mg/l	148,52	250,0
DQO	mg/l	210,28	500,0
Aceites y Grasas	mg/l	199,00	70,0

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis - Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.6 y 7.7.11

Tabla 15. Resultado de análisis del agua filtrada 55 días

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 7			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
DBO5	mg/l	133,87	250,0
DQO	mg/l	197,32	500,0
Aceites y Grasas	mg/l	187,00	70,0

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis - Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.7 y 7.7.11

Tabla 16. Resultado de análisis del agua filtrada 75 días

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 8			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
DBO5	mg/l	125,75	250,0
DQO	mg/l	153,35	500,0
Aceites y Grasas	mg/l	104,00	70,0

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis - Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.8 y 7.7.11

Tabla 17. Resultado de análisis del agua filtrada 84 días

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 9			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
DBO5	mg/l	71,71	250,0
DQO	mg/l	133,78	500,0
Aceites y Grasas	mg/l	88,00	70,0

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis - Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.9 y 7.7.11

Tabla 18. Resultado de análisis del agua filtrada 90 días

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 10			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
DBO5	mg/l	64,50	250,0
DQO	mg/l	130,25	500,0
Aceites y Grasas	mg/l	66,66	70,0

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis - Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.10 y 7.7.11

Tabla 19. Resultado de análisis del agua color, pH, Conductividad

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 11			
AGUA SIN TRATAR			
PARAMETROS ADICIONALES			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
COLOR	Unid Pt-Co	1950	-----
pH	Uph	7,80	6 a 9
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	413,00	-----

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.12

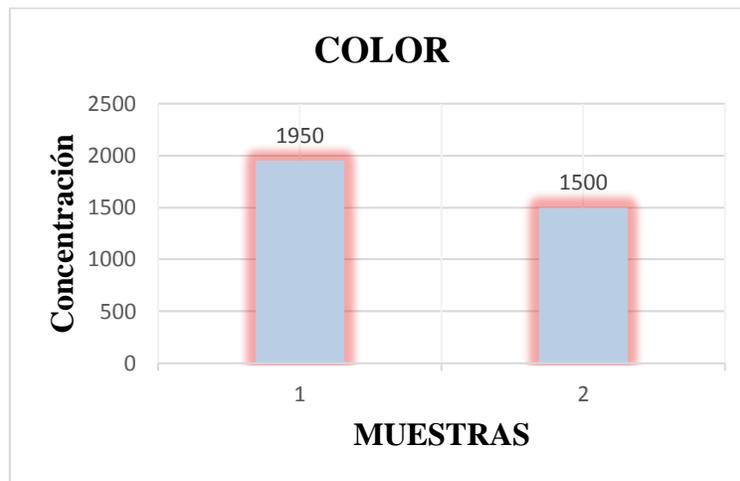
Tabla 20. Resultado de análisis del agua de color, pH, Conductividad

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 12			
AGUA FILTRADA			
PARAMETROS ADICIONALES			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
COLOR	Unid Pt-Co	1500	-----
pH	Uph	7,44	6 a 9
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	335,00	-----

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio de Química (FICM) Anexo 7.7.13

Figura 4. Comportamiento del agua con relación al Color antes y después de ser filtrada



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Figura 5. Comportamiento del agua con relación al pH antes y después de ser filtrada



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Figura 6. Comportamiento del agua con relación a Conductividad antes y después de ser filtrada



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

En las figuras 4, 5 y 6 la muestra original del agua residual tiene un valor de color (1950 Unid Pt- Co) mientras que en la muestra en la que se usó como material filtrante la zeolita el valor de color bajó a (1500 Unid Pt- Co), además podemos observar que el potencial de hidrógeno pH inicialmente era de 7.80 UpH y luego de filtrada disminuye a 7,44 UpH. Por otra parte el parámetro de conductividad de 413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ disminuye a 335 $\mu\text{S}/\text{cm}$ demostrando que gracias a las propiedades antes mencionadas de la zeolita, ésta es uno de los mejores materiales que puede ser usado como medio filtrante.

Tabla 21. Resultado de análisis del agua de coliformes totales y fecales

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 13				
AGUA SIN TRATAR				
PARAMETROS ADICIONALES				
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	6400	<40	STANDARD METHODS: 9222 B
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	<10	-----	STANDARD METHODS: 9222 D

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth
Fuente: LACONAL UTA-ALIMENTOS Anexo 7.7.14

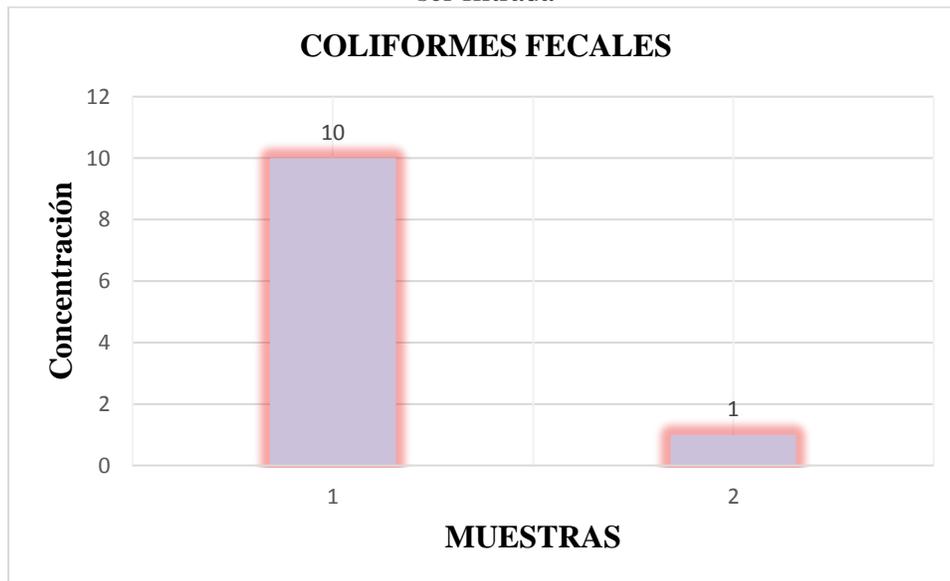
Tabla 22. Resultado de análisis del agua de coliformes totales y fecales

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS N° 14					
AGUA TRATADA vs AGUA RESIDUAL FILTRADA					
PARAMETROS ADICIONALES					
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO SIN TRATAR	RESULTADO FILTRADA	LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	64X10 ³	31	<40	STANDARD METHODS: 9222 B
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	<10	<1	-----	STANDARD METHODS: 9222 D

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth
Fuente: LACONAL UTA-ALIMENTOS Anexo 7.7.14

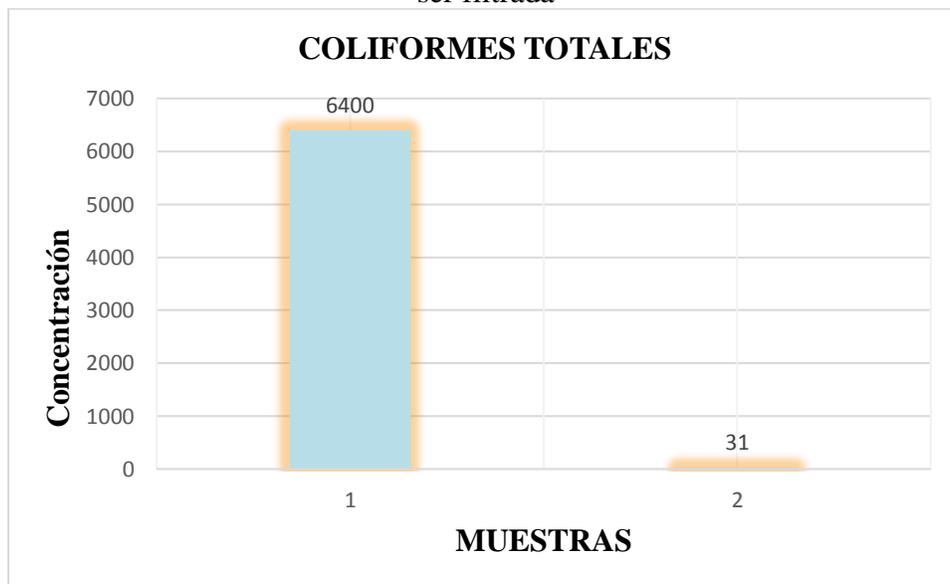
En las figuras 7 y 8 del análisis se denota que estas aguas presentan una contaminación cruzada con el uso de zeolita como material filtrante se obtuvo una disminución de coliformes totales. El agua residual sin tratarse tenía un valor de 64000 UFC/100ml mientras que una vez filtrada alcanza un valor de 31 UFC/100ml llegando a estar dentro del límite permisible para aguas residuales, para coliformes fecales los valores son en agua residual sin tratar <10UFC/100ml y filtrada por zeolita <1 UFC/100ml, lo que claramente nos permite afirmar que la zeolita puede ser aceptada como material filtrante.

Figura 7. Comportamiento del agua en relación a Coliformes Fecales antes y después de ser filtrada



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Figura 8. Comportamiento del agua en relación a Coliformes Totales antes y después de ser filtrada



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

En la tabla 23 podemos observar la cantidad de remoción por parámetro durante los 90 días en los cuales se registraron las cantidades de DBO5 , DQO y Aceites y grasas

Tabla 23. Porcentajes de remoción de DBO5, DQO y Aceites y Grasas

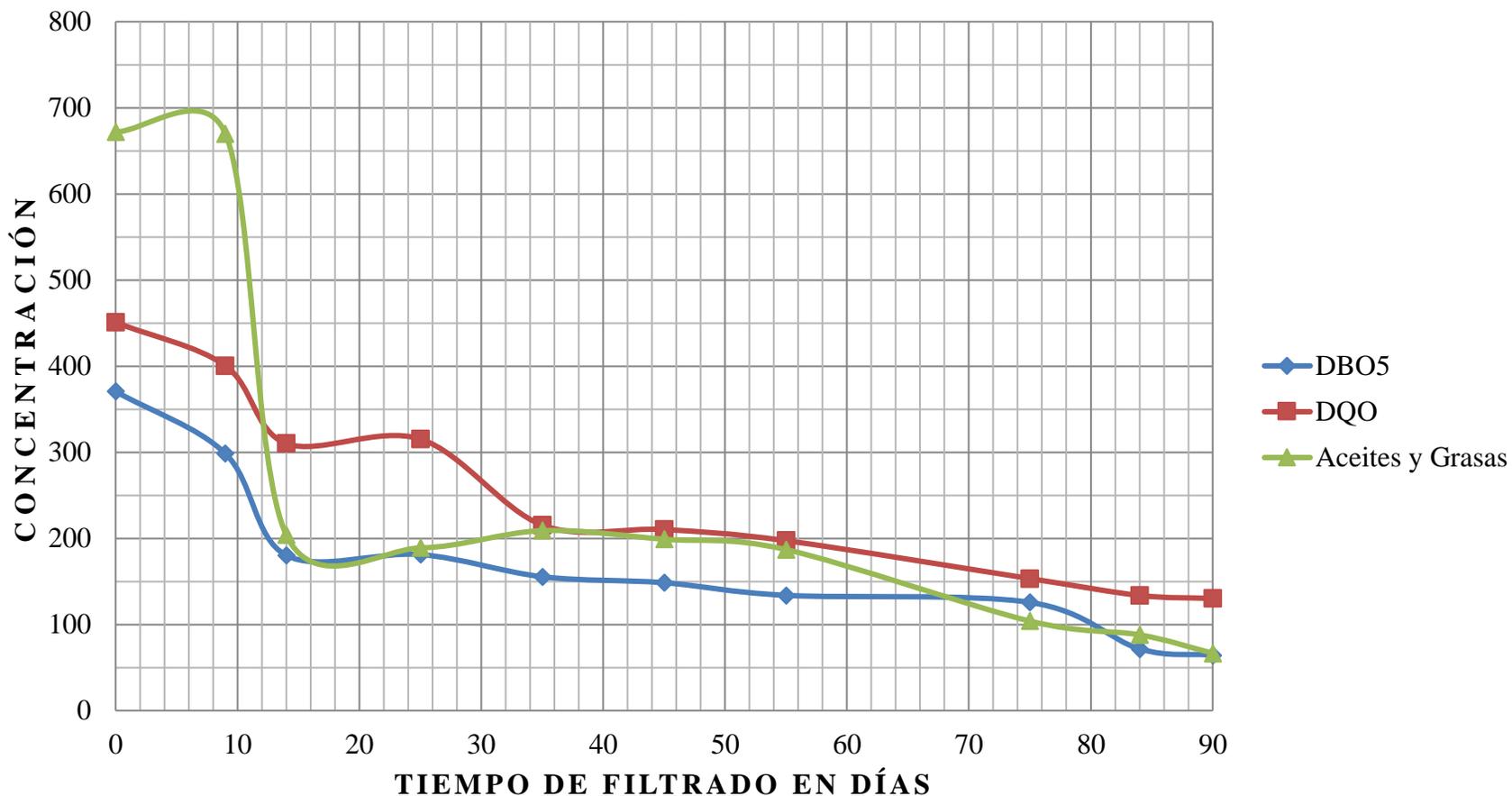
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS						
TIPO DE AGUA	PARÁMETROS					
	DBO5		DQO		Aceites y Grasas	
	mg/l	Remoción %	mg/l	Remoción %	mg/l	Remoción %
RESIDUAL	370,65	00,00	450,82	00,00	672,00	00,00
FILTRADA 9 DÍAS	298,50	19,47	400,55	11,15	670,00	0,30
FILTRADA 14 DÍAS	180,33	51,35	310,10	31,21	204,00	69,64
FILTRADA 25 DÍAS	181,25	51,10	315,33	30,05	189,00	71,88
FILTRADA 35 DÍAS	155,48	58,05	215,50	52,20	209,00	68,90
FILTRADA 45 DÍAS	148,52	59,93	210,28	53,36	199,00	70,39
FILTRADA 55 DÍAS	133,87	63,88	197,32	56,23	187,00	72,17
FILTRADA 75 DÍAS	125,75	66,07	153,35	65,98	104,00	84,52
FILTRADA 84 DÍAS	71,71	80,65	133,78	70,33	88,00	86,90
FILTRADA 90 DÍAS	64,50	82,60	130,25	71,11	66,66	90,08
	Promedio=	59,23	Promedio=	49,07	Promedio=	68,31

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

En la figura 9 podemos observar una comparación por los 3 parámetros en los cuales el DBO5 Y DQO tienen a tener una misma tendencia mientras que Aceites y grasas no baja sino entre los 85 y 90 días.

Figura 9. Concentración de parámetros vs el tiempo de filtrado en DBO5, DQO y Aceites y Grasas

CONCENTRACIÓN VS TIEMPO

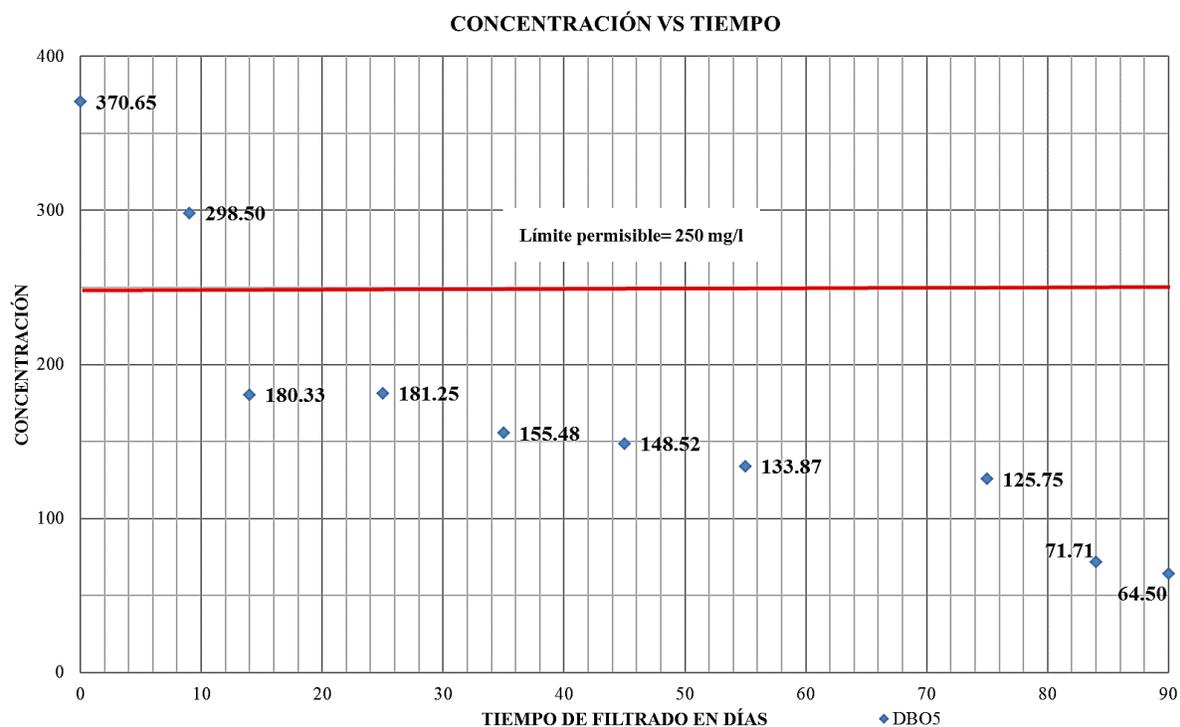


Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

4.1.5 Interpretación por parámetro

Con el uso de esquemas exponemos los resultados obtenidos en los análisis físicos-químicos durante del funcionamiento del filtro a base de zeolita.

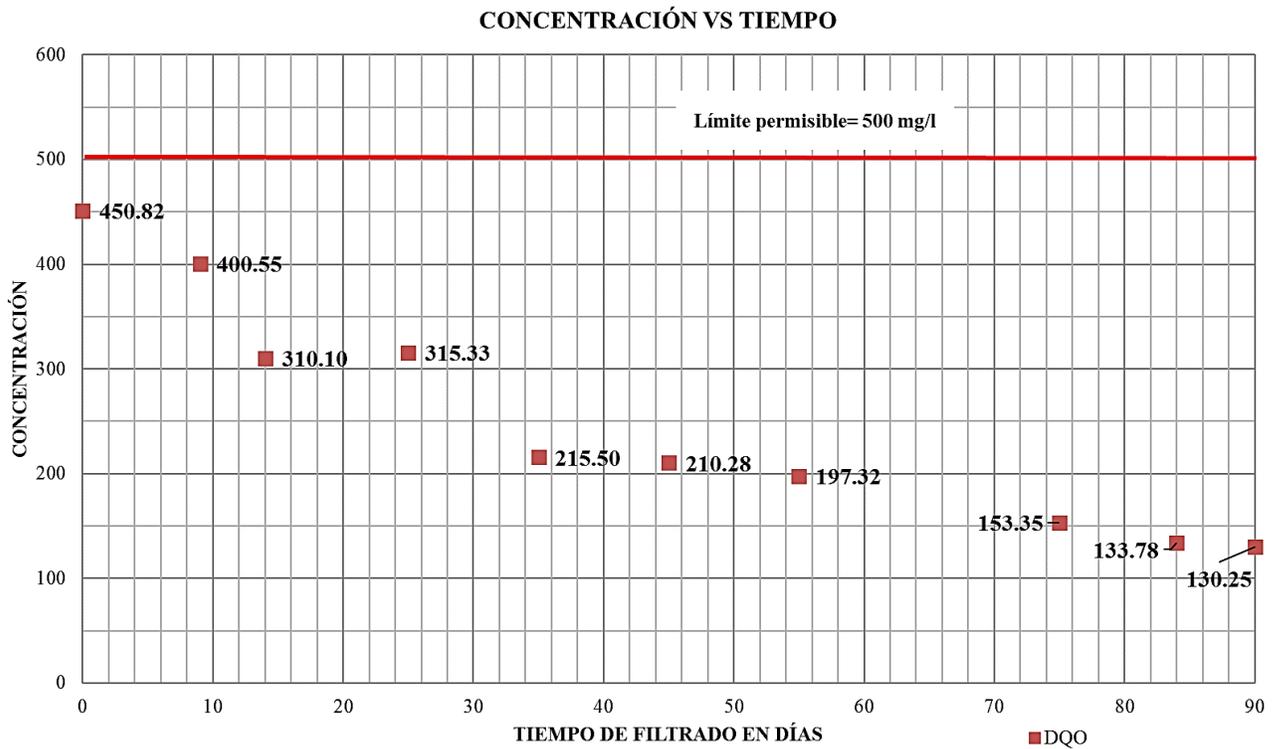
Figura 10. Comportamiento del DBO5, en el transcurso del tiempo de filtrado



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

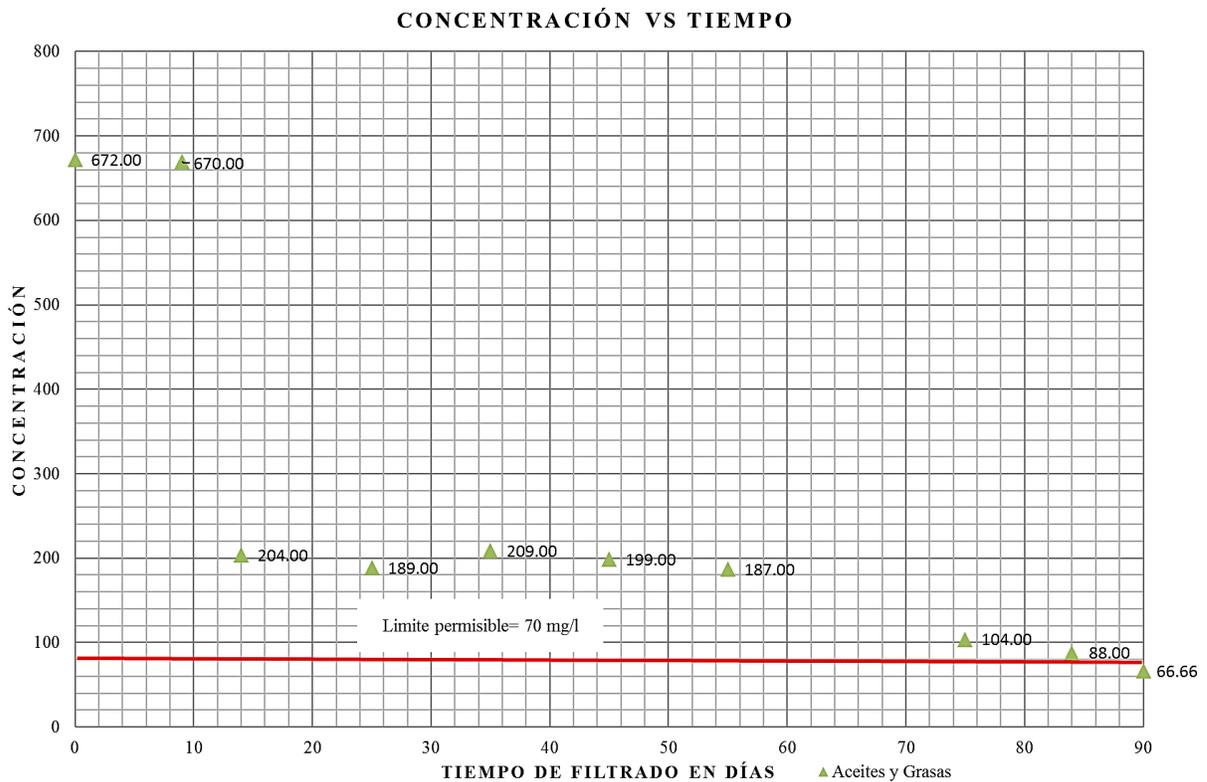
En la figura 10 la concentración del efluente de la lavadora original de DBO5 fue de 370,65mg/l, en agua residual sin tratarse, en el transcurso del tiempo se logra observar una disminución notable, se mantienen un intervalo favorable en cuanto al proceso de filtración del efluente, pero a los 25 días se observa que el filtro llega a un pico poco favorable, debido a que la concentración del DBO5 llega a un valor de 181 mg/l, en relación a los 14 días que estaba disminuyendo debido a lo mismo se procedió a realizar un mantenimiento del filtro es decir un lavado del material para que esto no afecte a su funcionamiento.

Figura 11. Comportamiento del DQO, en el transcurso del tiempo de filtrado



En la figura 11 la concentración original de DQO del efluente de la lavadora de agua residual sin tratarse fue de 450,82 mg/l en el transcurso del tiempo se observa una disminución notable, entre los 25 a 28 días tiene una valor de 315,33mg/l medida que está dentro de los límites del TULSMA con 500 mg/l, a los 55 días se denota una mejor filtración 197,32 mg/l.

Figura 12. Comportamiento de aceites y grasas, en el transcurso del tiempo de filtrado.



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

En la figura 12 la concentración original de aceites y grasas del efluente de la lavadora fue de 672,00 mg/l, se puede observar en el polígono que en los catorce primeros días de uso del filtro hay una disminución drástica de aceites y grasas, luego entre los días 15 al 45 se produce un proceso lento de pérdidas de aceites y grasas para finalmente de los días 46 a 85 hay una pérdida casi constante llegando a los 85 días de filtración a un valor de 66,66 mg/l el mismo que está por debajo de los límites establecidos por el TULSMA de 70 mg/l , durante los 80 días de uso del filtro éste parámetro estaba fuera del límite establecido a pesar de que había una clara pérdida de aceites y grasas , pero entre los días 85-90 el filtro cumple con su eficacia al poder estar por debajo del rango establecido.

4.1.6 EFICIENCIA DEL FILTRO

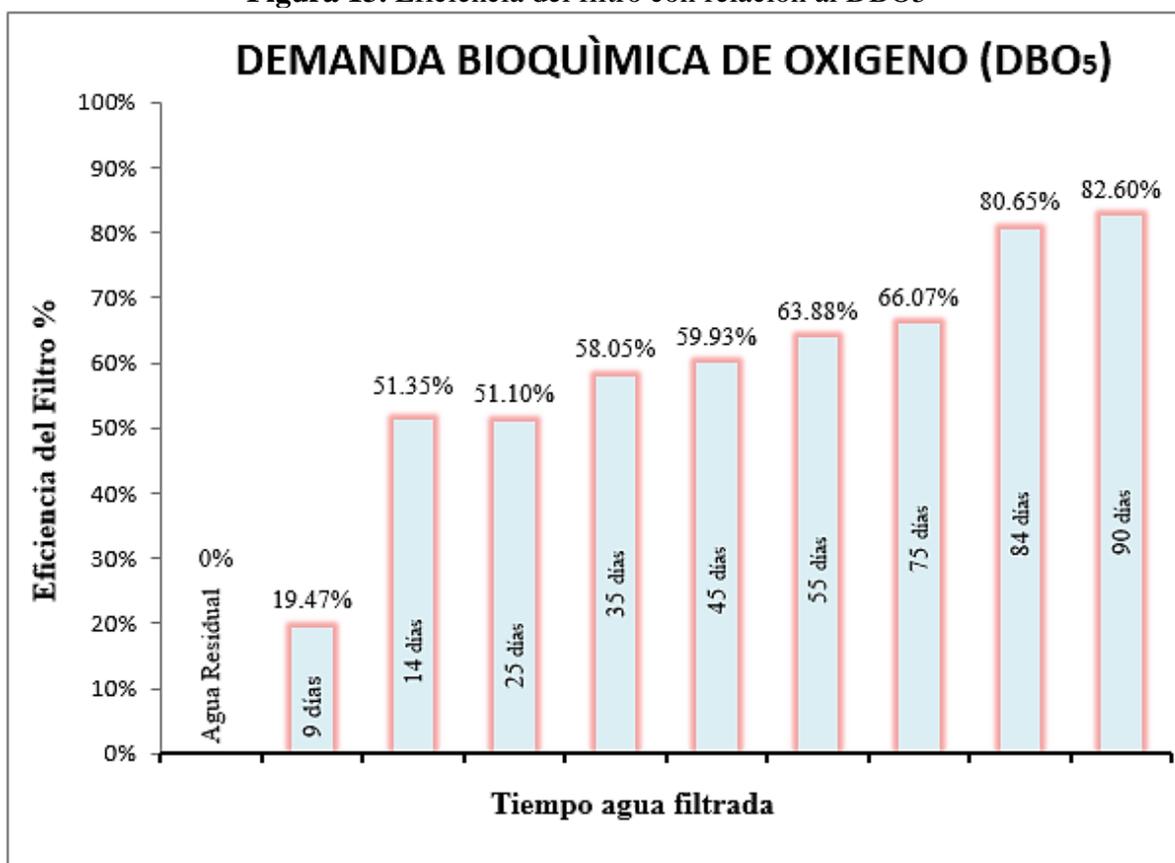
Para saber que factibilidad tiene el filtro a base de zeolita se realizo una tabla por parámetro en la cual nos indica su porcentaje de remcion.

Tabla 24. Porcentaje de remoción del DBO5 para determinar la eficiencia del filtro

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DEL DBO ₅		
DÍA	CONCENTRACIÓN	REMOCIÓN (%)
	(mg/l)	
0	370.65	0.00
9	298.50	19.47%
14	180.33	51.35%
25	181.25	51.10%
35	155.48	58.05%
45	148.52	59.93%
55	133.87	63.88%
75	125.75	66.07%
84	71.71	80.65%
90	64.50	82.60%
	PROMEDIO=	59.23%

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Figura 13. Eficiencia del filtro con relación al DBO5



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

En la tabla 24 y figura 13 se puede apreciar que a los 9 días se tiene un 19,47% de eficiencia del filtro a base de zeolita, así como en el transcurso del tiempo a los 45 días supera un 59,93% demostrando así que se logra más del 50% en eficacia antes de los 2 meses .

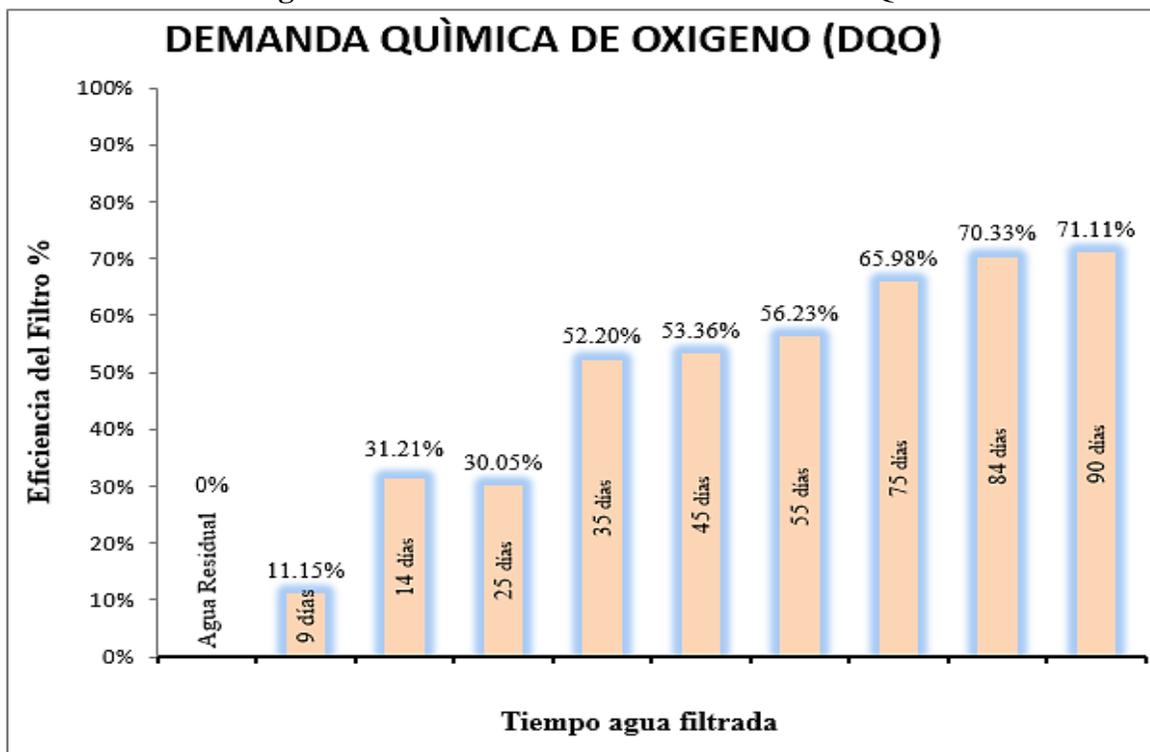
Se puede observar también que gracias a un mantenimiento adecuado dado al material filtrante se puede demostrar la hipótesis planteada, la misma que indicaba el uso de zeolita como material filtrante para la remoción de aceites y grasas y además se demuestra la efectividad del filtro en el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 25. Porcentaje de remoción del DQO para determinar la eficiencia del filtro

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DEL DQO		
DÍA	CONCENTRACIÓN	REMOCIÓN (%)
	(mg/l)	
0	450.82	0.00
9	400.55	11.15%
14	310.10	31.21%
25	315.33	30.05%
35	215.50	52.20%
45	210.28	53.36%
55	197.32	56.23%
75	153.35	65.98%
84	133.78	70.33%
90	130.25	71.11%
	PROMEDIO=	49.07%

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Figura 14. Eficiencia del filtro con relación al DQO



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

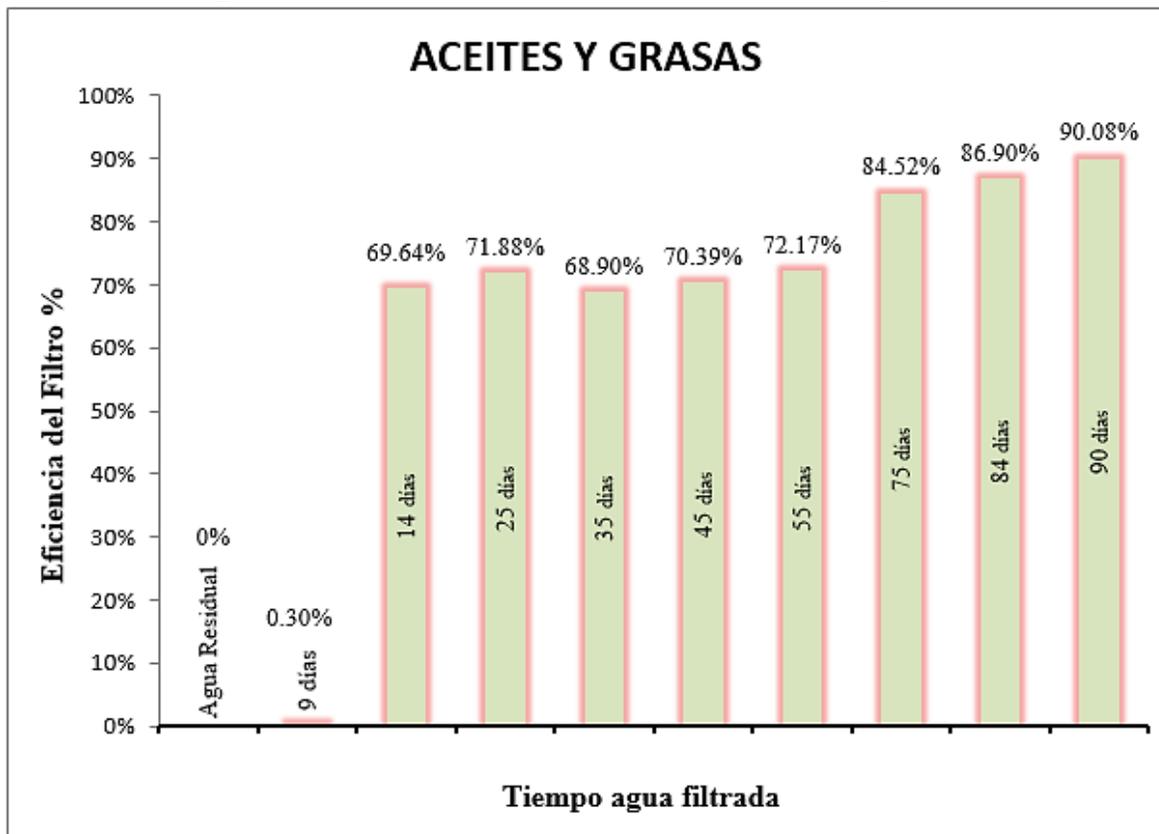
En la tabla 25 y figura 14 se puede apreciar que a los 9 días se tiene un 11,15% de eficiencia del filtro a base de zeolita, produciéndose una pérdida de eficiencia de 1,16% entre los 14 y 25 días por lo que se da un mantenimiento al filtro lo que redonda en la mejora de la eficiencia del filtro y a los 35 días se logra un 52,20% de eficiencia del filtro.

Tabla 26. Porcentaje de remoción de Aceites y grasas para determinar la eficiencia del filtro

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS		
DÍA	CONCENTRACIÓN	REMOCIÓN (%)
	(mg/l)	
0	672.00	0.00
9	670.00	0.30%
14	204.00	69.64%
25	189.00	71.88%
35	209.00	68.90%
45	199.00	70.39%
55	187.00	72.17%
75	104.00	84.52%
84	88.00	86.90%
90	66.66	90.08%
PROMEDIO=		68.31%

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Figura 15. Eficiencia del filtro con relación a Aceites y Grasas



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

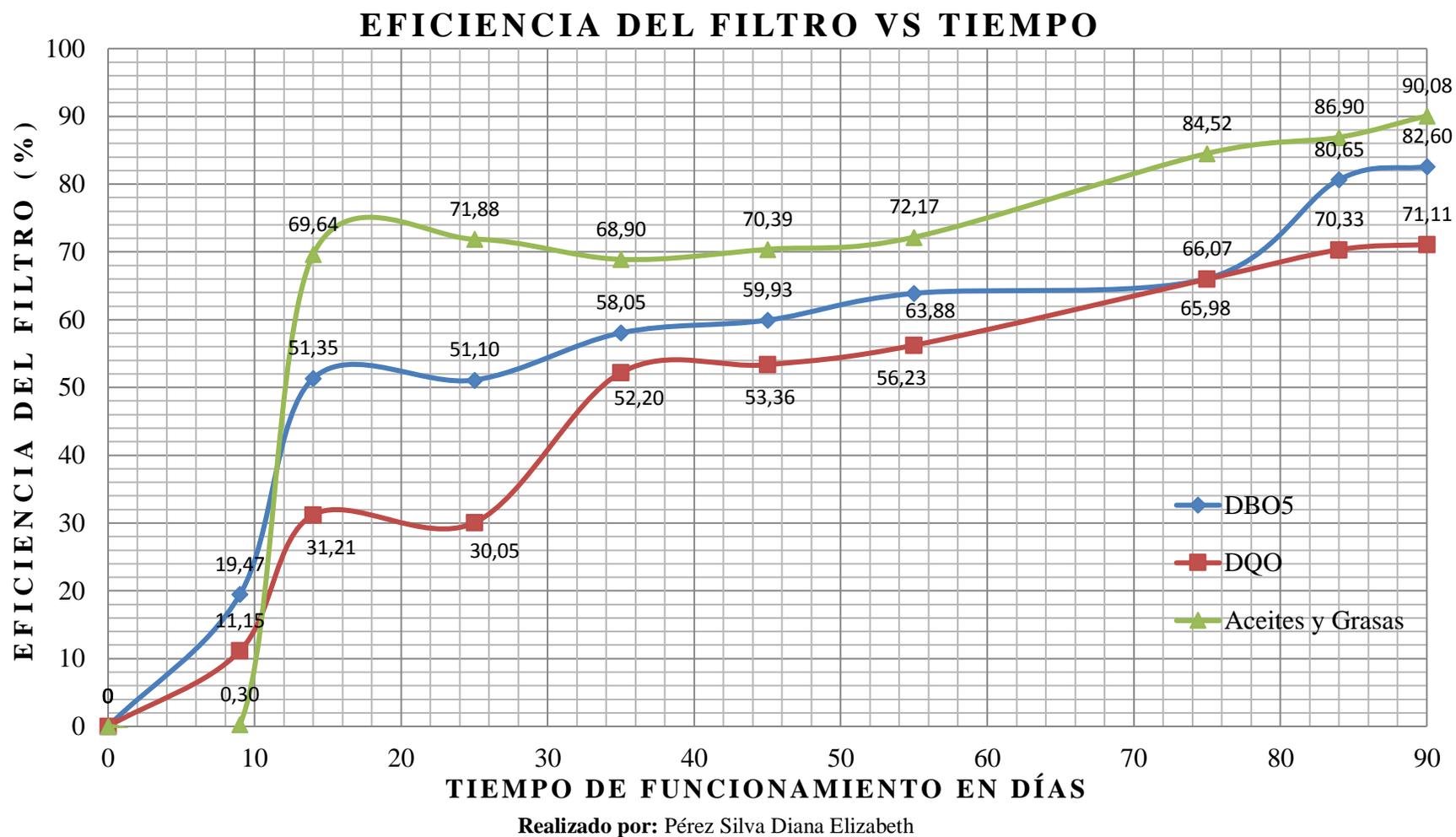
En la tabla 26 y figura 15 para una mejor interpretación de la figura 18 se presenta un proceso en el cual el filtro llega a tener entre los días 84 a 90 la mejor eficiencia llegando a ser un 90,08%, a partir del día 35 existe un 68,90%, luego de 75 días se obtuvo un 84,52% al lograr estos niveles de eficiencia, correlacionamos a que todo la relación se la debe a la zeolita por sus grandes propiedades.

4.1.7 VERIFICACION DE HIPÓTESIS

El efluente proveniente de la lavadora de autos “Ayuda al Campesino” que fue tratada en el filtro biológico a base de zeolita, obtuvo una reducción considerable en sus parámetros, con un nivel de remoción a los 90 días en cuanto al DBO5 de 82,60%, (tabla 24) DQO 71.11 %, (tabla 25) aceites y grasas 90,08%, (tabla 26) por lo cual se acepta la hipótesis nula que manifiesta que el filtro a base de zeolita disminuye los contaminantes de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “Ayuda al Campesino”..

En la figura 16 se indica la comparación entre los principales parámetros en relación a la eficiencia del filtro.

Figura 16. Eficiencia del filtro con relación a DBO5, DQO y Aceites y Grasas



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Al analizar la zeolita como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos se pudo verificar la hipótesis planteada que la zeolita es eficaz como medio filtrante debido a que los resultados de los análisis físico- químicos tienen un alto porcentaje de remoción en relación al DBO5 (82.60%), DQO (71.11%) y Aceites y Grasas (90.08%) como se lo observa en la tabla 22.
- Se calculó el caudal promedio para un lavado express es de 62,25 lt mientras que el lavado completo es 85,75 lt y observando el recorrido tanto de ingreso como de salida del agua mostrado en la planimetría anexo 7.10.
- Del análisis al agua residual de la lavadora de autos, se demostró los altos niveles de contaminación que genera esta actividad económica teniendo como resultados en el agua residual DBO5 (370,65 mg/l), DQO (450,82 mg/l) y Aceites y Grasas (672 mg/l) valores que superan los límites permisibles por el TULSMA, DBO₅ (250mg/l), DQO (500mg/l) y Aceites y Grasas (70 mg/l)
- Se determinó que más del 60 % del volumen de zeolita es un medio filtrante en relación con la remoción de aceites y grasas, ya que como un promedio de porcentaje de remoción se obtuvo el valor de 68,31% cuando se observó la eficiencia del filtro en relación con el tiempo mostrado en la tabla 23.
- Se visualizó que la zeolita tiene una resistencia física al no haberse convertido en polvo (pulverizado) pues al haberse realizado el ensayo microestructural mantiene unas áreas fijas por ejemplo de 2.88 mm², 3,19 mm² llegando a ser la mayor de 6,83 mm². Ver Figura 23.
- El efluente de la lavadora tiene un porcentaje de contaminación antes de ser utilizado en el lavado de autos debido a que el agua es proveniente de una acequia cercana.
- La vida útil del filtro que usa zeolita como medio filtrante manteniéndolo dentro de un ambiente controlado es decir sin que sea afectado por agentes como la lluvia y/o

insectos puede llegar a ser más de 30 días debido a que sus características filtrantes van mejorando al pasar los días.

- El análisis del agua residual con respecto al DBO₅ entre los días 45 (148,52mg/l) y 84 (71,71mg/l) tuvo la mayor eficiencia, la reducción de la concentración del parámetro indicado cumple con lo establecido en el TULSMA que mantiene los valores como límite DBO₅ (250mg/l) y DQO (500mg/l).
- Se observa que en relación al parámetro aceites y grasas el filtro a base de zeolita requiere al menos 90 días para alcanzar un valor de 66,66 mg/l para cumplir la norma del TULSMA la que indica que el límite permisible de Aceites y grasas que es de (70 mg/l) verificando de esta forma la eficiencia del filtro a base de zeolita.
- Los análisis en relación al color de una muestra de agua residual inicial fue (1950 Unid Pt- Co) y al usar el medio filtrante de zeolita tuvo una disminución de (1500 Unid Pt- Co).
- Se demuestra que la zeolita pierde conductividad debido a que funciona como elemento filtrante ya que la conductividad inicial fue de (413 μ S/cm) a los 90 días su conductividad era de (335 μ S/cm).
- Se demuestra que el Ph determinado en base al filtro de zeolita se mantiene dentro del rango establecido por el TULSMA con un valor después de filtrado de 7,44 siendo el Límite de 6 a 9.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es necesario que las Instituciones que se encargan del control de calidad del agua realicen un análisis físico-químico periódico durante todo el año de las aguas provenientes de canales o acequias debido a que en áreas rurales estas aguas son utilizadas para la preparación de alimentos y el consumo por pobladores de las zonas aledañas.
- La muestra debe ser entregada al laboratorio antes de las dos horas de haberla tomado para preservar sus características, caso contrario llevar la muestra refrigerada, cada muestra debe tener su identificación.
- Para la elaboración de filtros a base de zeolita se recomienda que la forma granular sea entre un tamaño de 2,00 mm a 0,60 mm es decir el tamiz #10 y que retenga el tamiz # 30 y no sea un material fino debido a que este no permitirá el paso del fluido quedándose estancado y una vez que empiece la etapa de filtración por la zeolita se recomienda mantener tapado el recipiente plástico del filtro para que así no se alteren los resultados de los análisis por cualquier otro agente contaminante.

C.-MATERIALES DE REFERENCIA

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Burgos et al, «Análisis de la eficiencia de filtros a base de zeolita para la remoción de contaminantes en el agua proveniente de dos pozos de abastecimiento público en el recinto Tres Postes, Cantón Alfredo Baquerizo Moreno,» Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Tesis 2015.
- [2] C. Larrea, "Aplicación de un filtro de zeolita para la potabilización del agua nivel domiciliario sitio Palestina Cantón el Guabo Provincia El Oro," Universidad Técnica de Machala, Machala, El Oro, Tesis 2015.
- [3] A. Calderon et al, "Estudio Comparativo de la aplicación de zeolita activada y carbón activado en el tratamiento de aguas residuales de la fabricación de pinturas base agua," Universidad de El Salvador, San Salvador, Tesis 2016.
- [4] D. Acevedo et al, "Evaluación de la eficiencia de una batería de filtros empacados en zeolita en la remoción de metales pesados presentes en un licor mixto bajo condiciones de laboratorio," *Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 10, no. 18, pp. 31-42, Marzo 2011.
- [5] M. Casasola, "Filtrador de Agua Secuencial," Instituto Tecnológico de Pachuca, Pachuca, Taller de Investigación 2009.
- [6] S/A, Instalaciones de lavado de vehículos, 2009, pp. 1 - 18.
- [7] U. Carreño, "Tratamiento de aguas industriales con metales pesados a través de zeolitas y sistemas de biorremediación. Revisión del estado de la cuestión," *Ingeniería , Investigación y Desarrollo*, vol. 15, no. 1, pp. 70-78, Julio 2015.
- [8] AO, "Reutilización del agua en la agricultura : Beneficios para todos ?," *Informe sobre temas Hidricos*, vol. I, no. 35, pp. 1- 144, 2013.

- [9] P. Robalino, "El uso de la zeolita como una adición mineral para producir cemento puzolánico," ESPOL, Guayaquil, Tesis 2004.
- [10] C. Bascuñan, "Zeolitas y su uso en diferentes ramas de la industria," Escuela de Ingeniería Química Benemerita - Universidad Autónoma de Puebla, México, Informe 2003.
- [11] J. Gomez, "Síntesis, Caracterización y Aplicaciones Catalíticas de zeolitas básicas," Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Tesis doctoral 2001.
- [12] F. Alvarado, "Zeolitas," Departamento de Ingeniería Geológica del ICE, Costa Rica, Informe 93,.
- [13] P. Cubillo, "Ubicación del nuevo relleno sanitario en base a criterios ambientales, socioeconómicos y técnicos, y propuesta de plan de reciclaje en la ciudad de Quero, cantón Quero, provincia del Tungurahua," ESPE, Quito, Tesis 2005.
- [14] "Registro Oficial 387," Norma 387, Noviembre miércoles, 2015.
- [15] J. Guasumba, "Estudio para la implementación de una lavadora ecológica de autos con tratamiento de lodos aceitosos residuales en la Escuela Politécnica del Ejército," Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga, Tesis 2012.
- [16] N. Del Campo, "Aplicaciones de zeolitas en la descontaminación del medio ambiente," *Minera Formas*, vol. 1, no. 12, pp. 1-12, Enero 2004.
- [17] Fluence Cor. (2017, Julio) fluence. [Online]. <https://www.fluencecorp.com/es/que-es-la-adsorcion/>
- [18] R. S. Ramalho, *Tratamiento de Aguas Residuales*, V ed., Reverté, Ed. Quebec, Canada: Reverté S.A, 1983.
- [19] L. Sandoval et al, *Tratamiento de aguas residuales*, Primera ed., Moeller, Ed. México, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2011.

- [20] A. Noyola et al, *Alternativas de tratamiento de aguas residuales*, Tercera ed., IMTA, Ed. Mexico, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2000.
- [21] C. Bascueñan, "Zeolitas y su uso en diferentes ramas de la industria," in *CIMTEC-Ministerio de la Industria Basica* , Mexico, 2004, pp. 1-4.
- [22] M. Hernandez. (2017, Julio) Metodología de Investigación. [Online]. <http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>
- [23] eocat Soluciones Ecológicas S.L.U. (2014, Julio) ZeoCat - Zeolita natural para filtración de agua, depuradoras industriales y municipales, acuicultura, piscifactorías." [Online]. <http://www.zeocat.es/spanish/tratamientodeagua.htm>
- [24] AAquanovel. (2017, Agosto) EL EMPLEO DE ZEOLITA EN EL PROCESO DE FILTRADO. [Online]. <http://aquanovel.com/el-empleo-de-zeolita-en-el-proceso-de-filtrado/>
- [25] M. d. Ambiente, Texto Unificado de Legislacion Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua., 2015, pp. 1-37.

ANEXOS

7.1 DISEÑO DEL MODELO DEL FILTRO



FICM -UPICIC -2017



1. REFERENCIAS PARA EL MODELO DE FILTRO

Para el diseño del modelo del medio filtrante se ha tomado como parámetro fundamental el concepto de Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) utilizado en el diseño de Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA) y filtros anaerobios convencionales. Este TRH permitirá representar los fenómenos de remoción de contaminantes en el modelo de manera similar a la que se estaría presentando en la vida real y/o prototipo.

TULSMA

Los valores de TRH recomendado por el TULSMA para el diseño de filtros considera dos casos especiales, el primero cuando se cuenta con características físicas y mecánicas del medio filtrante, y el segundo cuando se considera que el material se encuentra empacado.

- TRH = 0.5 días = 12 horas, cuando se toma en cuenta características del material filtrante, como:
 - Porosidad,
 - Volumen de vacíos,
 - Granulometría, etc.
- TRH = 5.25 horas, cuando el material se encuentra totalmente empacado y se omite las características del material, por la variedad de materiales usados, cada uno con sus respectivas características, se redujo la mayor cantidad de vacíos al momento de la conformación del filtro para hacer uso del presente criterio. (granulometría realizada).

[1]





Ecuación No. 1

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35lt}{0.105 \text{ lt/min}} = 333,33 \text{ min} \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5,55 \text{ horas} = 0.23 \text{ días}$$

MANUAL DE AGUA POTABLE ALANTARILLADO Y SANEAMIENTO - FAFA

Tabla 1. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios

Parámetro de diseño	Rango de valores como una función del gasto		
	Q promedio	Q máximo diario	Q máximo horario
Medio 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 BOD ₅ /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 BOD ₅ /m ² d)	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75

Fuente: Chernicharo de Lemos, 2007

Se ha elegido el uso de un TRH = FAFA = 5 – 10 horas correspondiente a un gasto promedio.

Por facilidad constructiva se ha asumido un volumen de medio filtrante igual a 35 lt. reduciendo mayor cantidad de vacíos para poder tomar como referencia el valor de TRH de un medio filtrante empacado citada anteriormente.

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

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

TRH = Se ha tomado un valor de la Ecuación 1 de 5,55 horas





Ecuación 2

$$Q = \frac{35\text{lt}}{5,55\text{horas}} = 6,30 \frac{\text{lt}}{\text{h}} = 0,105 \text{ lt/min}$$

Se ha considerado valores de TRHs de alrededor de 5 horas, que se encuentran en el rango inferior de los recomendados para simular las condiciones más críticas durante el funcionamiento del filtro y ver cuál es su eficiencia bajo estas condiciones.

TANQUE DE ABASTECIMIENTO – HOMOGENEIZACION

El volumen del tanque de abastecimiento del filtro ha sido dimensionado de tal manera que éste pueda almacenar el volumen y proveer al filtro el caudal calculado en la sección anterior durante 24 horas. Adicionalmente, se prevé un volumen adicional que sirva como factor de seguridad para que el filtro se encuentre siempre en funcionamiento.

TANQUE DE 55 GALONES



Gráfico 1. Tanque de 55 galones

55 galones garantizan un volumen durante las 24 horas del día

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





Caudal en 24 horas:

$$Q = 151.2 \frac{lt}{dia} = \frac{1 gal}{3,78 lt} = 40 \frac{gal}{dia}$$

+ 15 gal para garantizar que alrededor de que 1/3 del tanque este lleno, esto para que no se quede sin agua el filtro y no deje de funcionar.

Ecuación 3

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

DIMENSIONES DEL FILTRO

MEDIDAS DEL MEDIO FILTRANTE

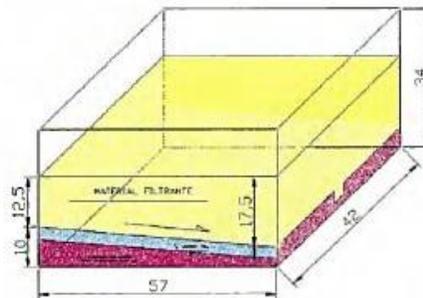


Gráfico 2. Medidas

Asumimos el trapecio lateral donde:

AT= Área Trapecio

VT = Volume trapecio

Base = 57 cm

Lado menor = 12,5cm

Lado mayor= 17,5 cm





$$AT = 57x \frac{(12,5 + 17,5)}{2}$$

Ecuación 4

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

$$VT = 855 \times 42$$

Ecuación 5

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

En el filtro debemos mantener un volumen de **35 lt** como un valor mínimo.

Por facilidades constructivas y a la vez porque esta **etapa de proyecto consiste en el análisis del material filtrante** mas no del diseño del filtro se tomó las medidas comerciales de un recipiente plástico "GUARDAMOVIL GRANDE" con dimensiones (57x 42 x34) cm.



Gráfico 3. Guardamovil grande

En cuyo interior está dividido en dos partes:

1. Material filtrante a analizar.





2. Material de soporte utilizado como relleno sin contacto con el material.

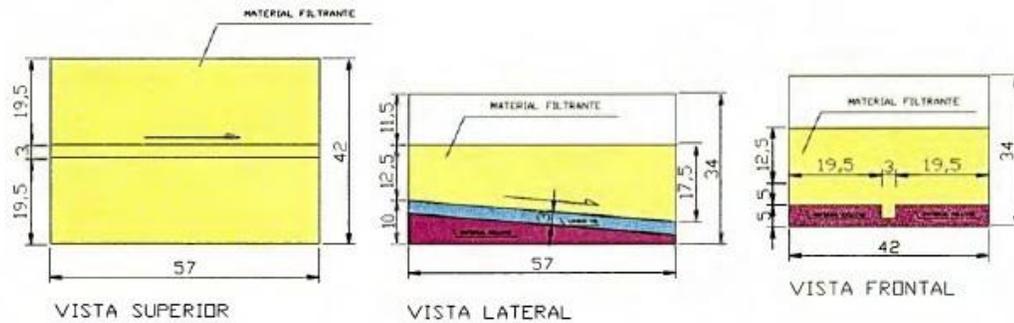


Gráfico 4. Especificaciones

Estas dos capas están divididas por una bandeja de recolección de tol según diseño en el Gráfico 3. Especificaciones que sirve como soporte y sistema de recolección de las aguas tratadas.

Ing. MEng. Lenin Maldonado

DOCENTE - FICM-UTA - Proyecto "Aguas Residuales" UPICIC





BIBLIOGRAFÍA

- [1] Comisión Nacional del Agua, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015.
- [2] "Registro Oficial 387," Norma 387, Noviembre miércoles, 2015.



7.2 FICHA TÉCNICA ZEOLITA

Figura 17. Ficha Técnica de zeolita

ZEOAGRO		
ZEOLITA NATURAL		
Peso : 50kg		
Ventajas de Uso.		
<ul style="list-style-type: none"> - Disminuye el costo de fertilización entre 10-15% - Aumenta los rendimientos en cosecha entre 7-20% - Eleva la capacidad de intercambio Catiónico del suelo - Propicia el desarrollo radicular - Se aplica con magnificos resultados en agricultura orgánica - Se aplica en cualquier cultivo y tipo de suelo - Mejor calidad de los suelos - Disminuye la contaminación ambiental - Mejor aprovechamiento de los fertilizantes orgánicos - Puede emplearse de manera permanente - Retiene la humedad - Alta disponibilidad de H₂O - Aumenta la disponibilidad del fosforo - Aporta al suelo; calcio, potasio, hierro y otros minerales - Excelentes como parte de los Compost - Las Modernitas y las Clinoptilolifas tienen la aprobación de OCIA 		
Métodos de aplicación		
<ul style="list-style-type: none"> - Mezclar con Fertilizantes Químicos - Aplicación Directa al suelo 		
Composición Química (%)		
SiO ₂ : 71.31	K ₂ O: 0.45	Al ₂ O ₃ : 9.59
TiO ₂ : 0.31	Fe ₂ O ₃ : 1.85	H ₂ O: 5.32
CaO: 3.07	Na ₂ O: 1.96	PPI: 6.38
Propiedades Físicas		
<ul style="list-style-type: none"> - Granulometría: De 0.3 a 3.5 mm <ul style="list-style-type: none"> ▪ De 0.0 a 1.6 mm - Porosidad: 20% - Tonos de color: Verde Amarillento y crema verdoso 		
Registros		
<ul style="list-style-type: none"> - Registro Comercializadora Fertilizante: 004003050 - Marca Registrada: 2768-07 - Registro ZOAGRO en MAGAP: 021861934 - Registro Empresa Productora: 02186 		

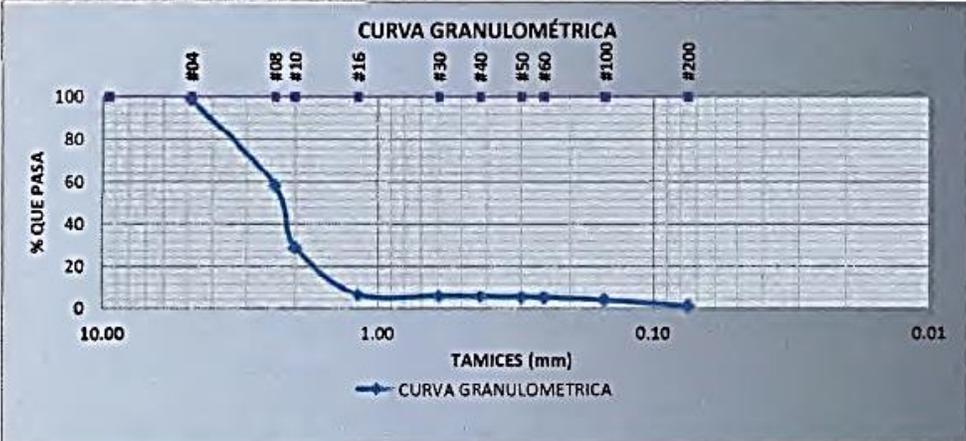
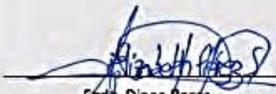


Fuente: ZEOAGRO

7.3 ANEXO FOTOGRÁFICO

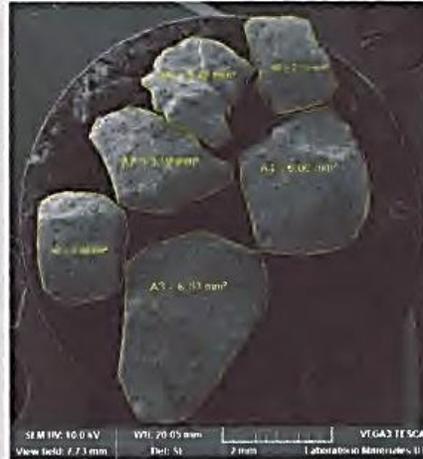
	
<p>Lavado de autos</p>	<p>Recolección del agua a tratarse</p>
	
<p>Vaciado del agua hacia el filtro</p>	<p>Filtro de zeolita antes y después</p>
	
<p>5Recolección de la muestra a analizar</p>	<p>Análisis realizados- Equipo para aceites y grasas y Multímetro- pH- Anexo 7.8 y 7.9</p>

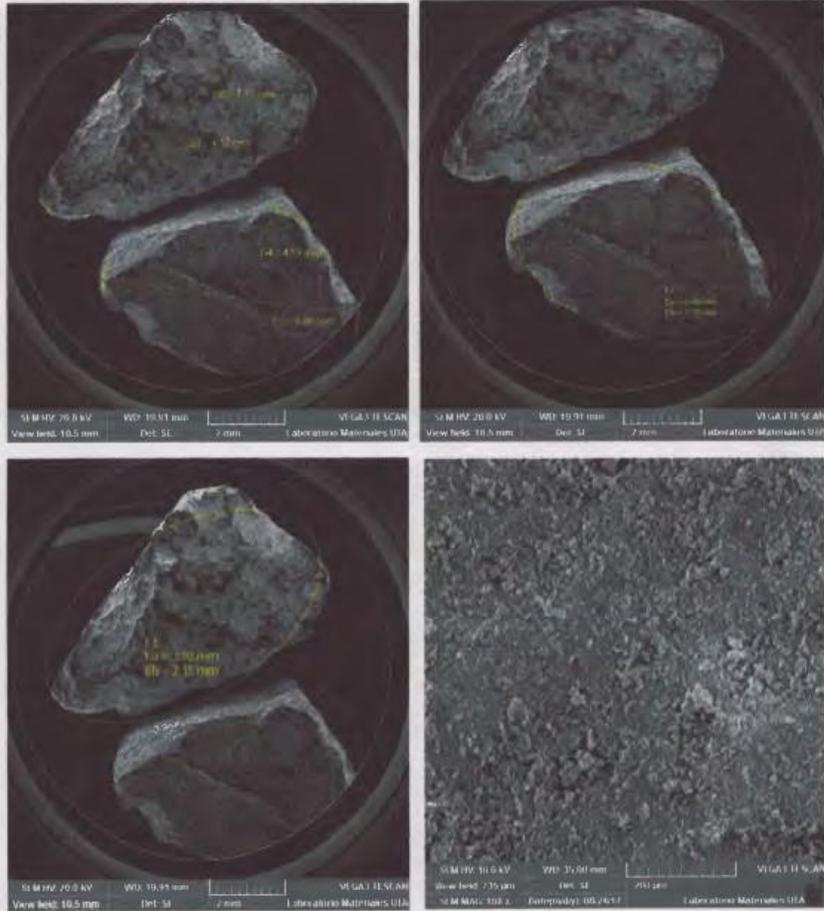
7.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

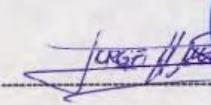
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES GRANULOMETRÍA					
PROYECTO:	ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	FECHA ENSAYO:	07-jun-17		
ENSAYADO:	Egda. Diana E. Pérez	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	ZEOLITA		
UBICACIÓN:	Quero- Tungurahua				
ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	mm	PESO RET/ACUM. (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
#4	4.76	5.70	0.91	99.09	-
#8	2.36	261.30	41.85	58.15	-
#10	2.00	442.80	70.92	29.08	-
#16	1.18	582.70	93.32	6.68	-
#30	0.60	587.40	94.07	5.93	-
#40	0.43	589.00	94.33	5.67	-
#50	0.30	590.90	94.63	5.37	-
#60	0.25	592.20	94.84	5.16	-
#100	0.15	600.60	96.19	3.81	-
#200	0.08	617.50	98.89	1.11	-
PASA #200		6.90	1.11		
Total (gr)		624.40			
OBSERVACIONES:		NORMA:		ASTM-C136	
 <p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p> <p style="text-align: center;">—●— CURVA GRANULOMETRICA</p>					
 Ing. Byron Lopez TÉCNICO EN LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA			 Egda. Diana Pérez AUTOR FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		

7.5 ENSAYO MICROESTRUCTURAL

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO – INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO MICROESTRUCTURAL			
DATOS INFORMATIVOS			
Tipo de estudio:	De laboratorio	Ensayo No:	01
Identificación del componente de estudio:	ZEOLITA GRANULADA		
Solicitado por:	Egda: Diana Elizabeth Pérez	Fecha:	24 Agosto de 2017
Centro de Estudio y Análisis:	Laboratorio de Metalografía - FICM		
Realizado por:	Ing. Jorge Mera M.	Supervisado por:	Ing. Sebastián Villegas S.
PARÁMETROS DE ENSAYO			
Equipo:	SEM	Marca:	TESCAN
Voltaje:	20 KV	HV	LV
		X	
		Modelo:	VEGA 3
		Número de muestras:	6
RESULTADOS			






 REALIZADO POR:
 Ing. Jorge Mera M.
 LABORATORIO DE METALOGRAFÍA



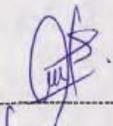
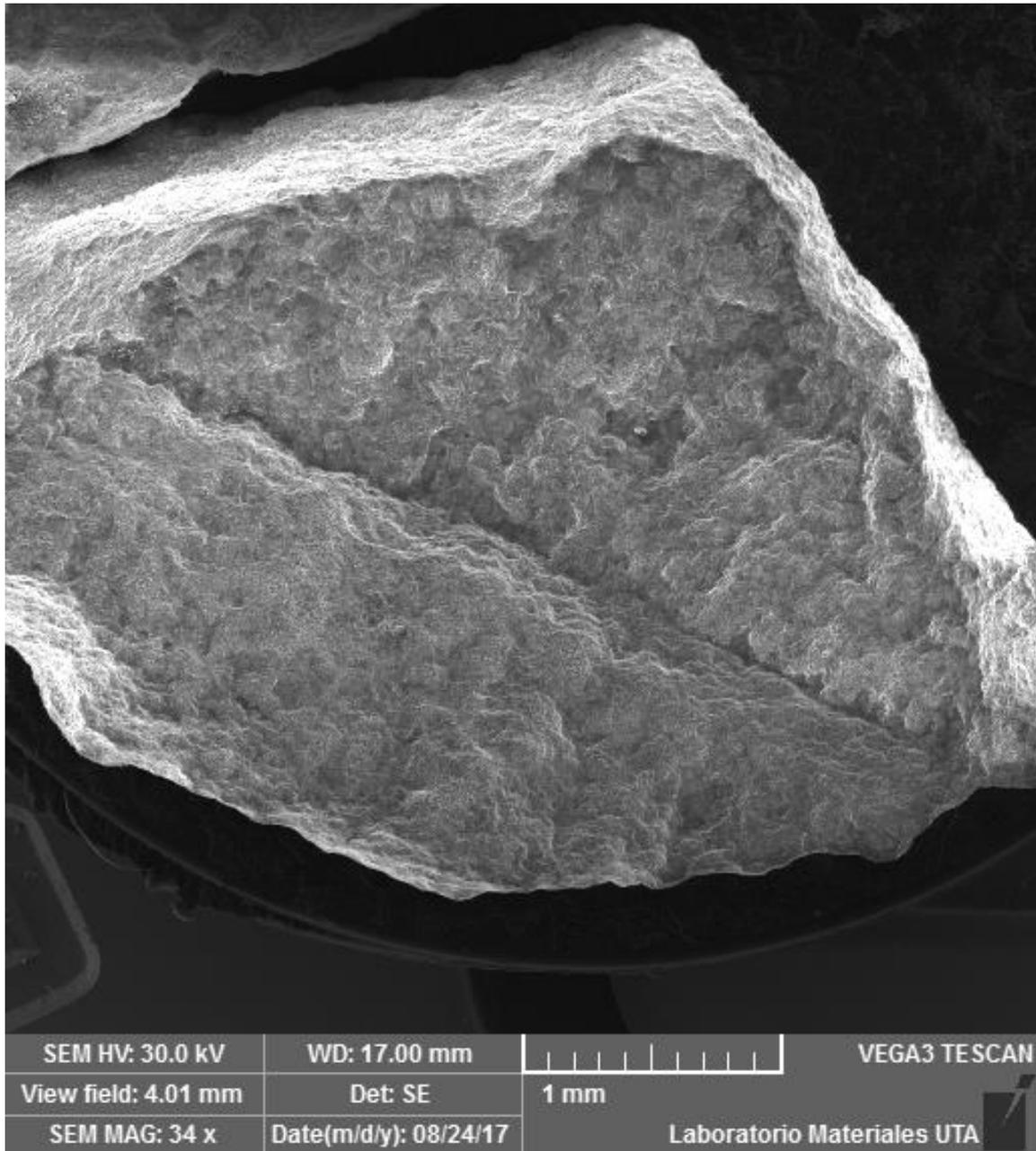

 SUPERVISADO POR:
 Ing. Sebastián Villegas S.
 TÉCNICO DE LABORATORIO



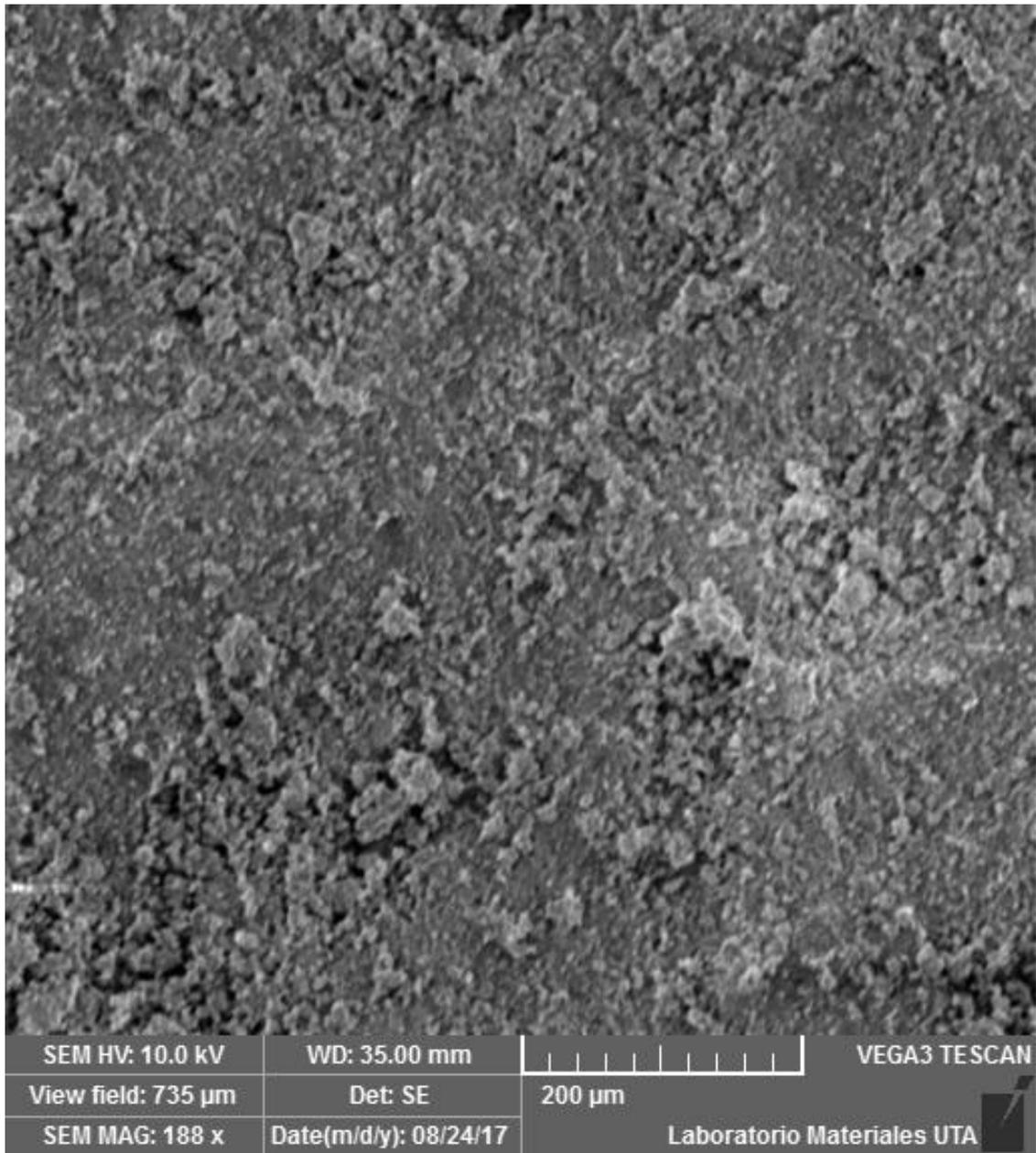
Figura 18. Estructura externa de la zeolita



Fuente: Laboratorio Materiales UTA

En la figura 18 podemos observar la estructura externa de la zeolita de donde se tiene una estructura tridimensional tetraédrica altamente estable.

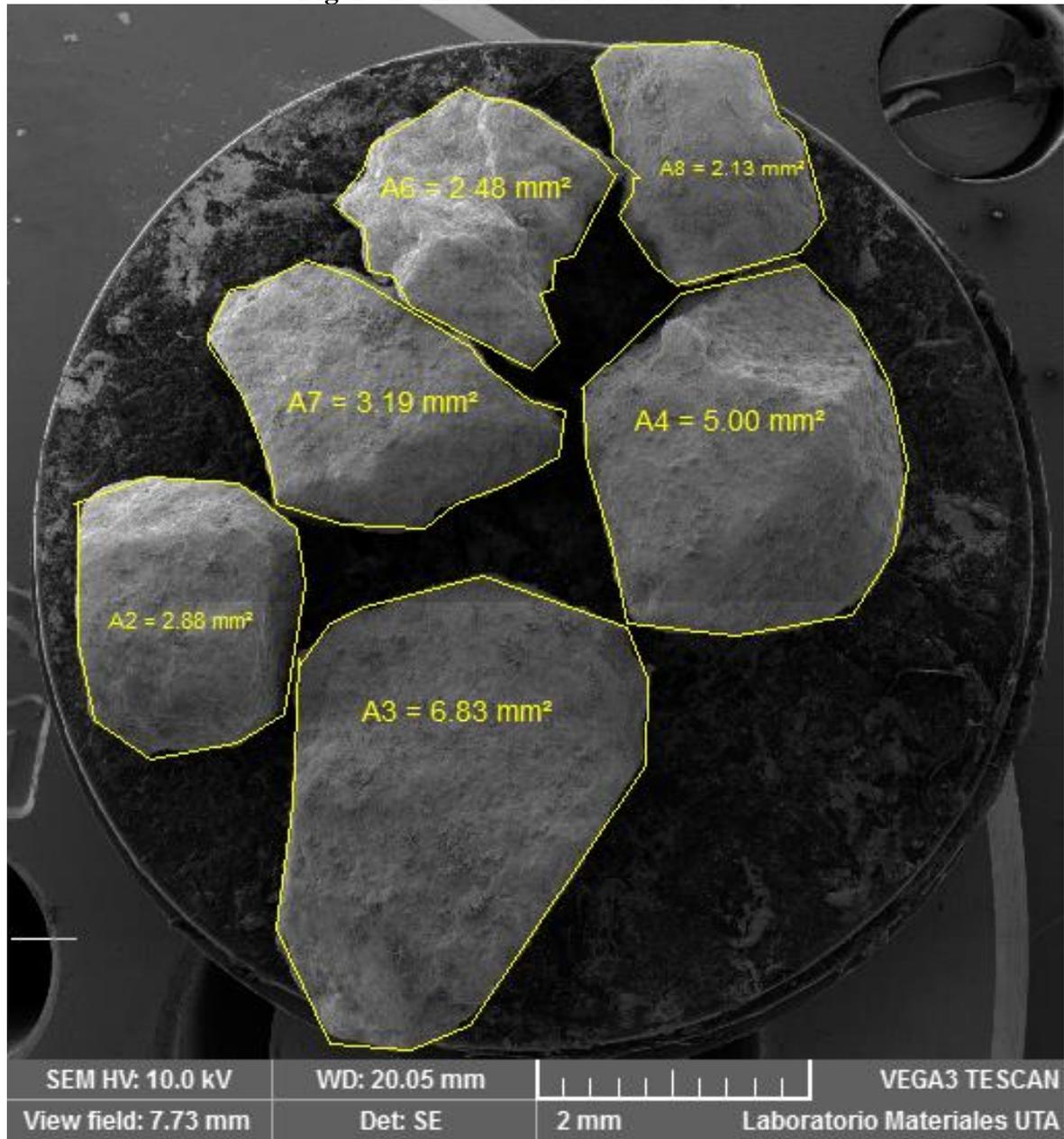
Figura 19. Estructura interna de la zeolita



Fuente: Laboratorio Materiales UTA

En la figura 19 podemos observar la estructura interna de la zeolita visualizada a través del microscopio de barrido en la cual conforman cristales que poseen una red de micro poros conectados entre sí.

Figura 20. Zeolita número de muestras 6

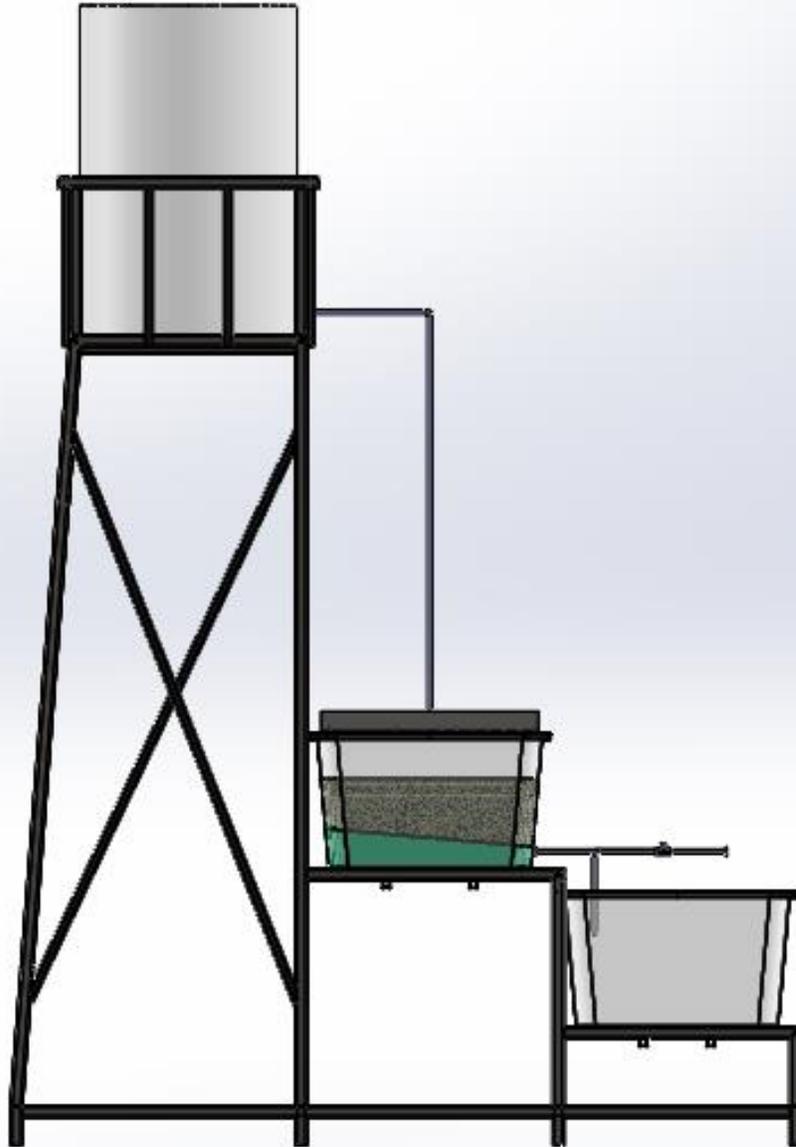


Fuente: Laboratorio Materiales UTA

En la figura 20 encontramos características en cuanto al área superficial de la zeolita variantes entre 2.88 mm^2 ; $3,19 \text{ mm}^2$ llegando a ser la mayor de $6,83 \text{ mm}^2$.

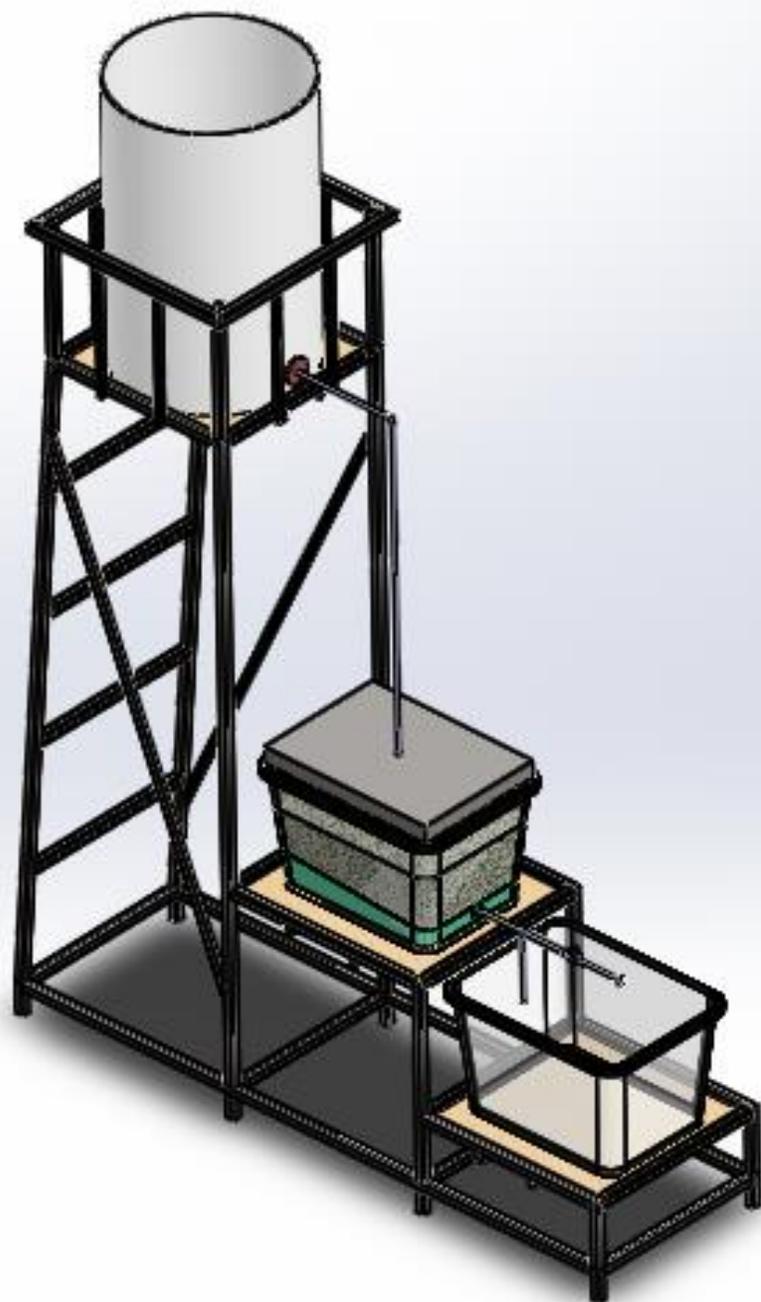
7.6 FILTRO VISTAS

Figura 21. Vista lateral del filtro



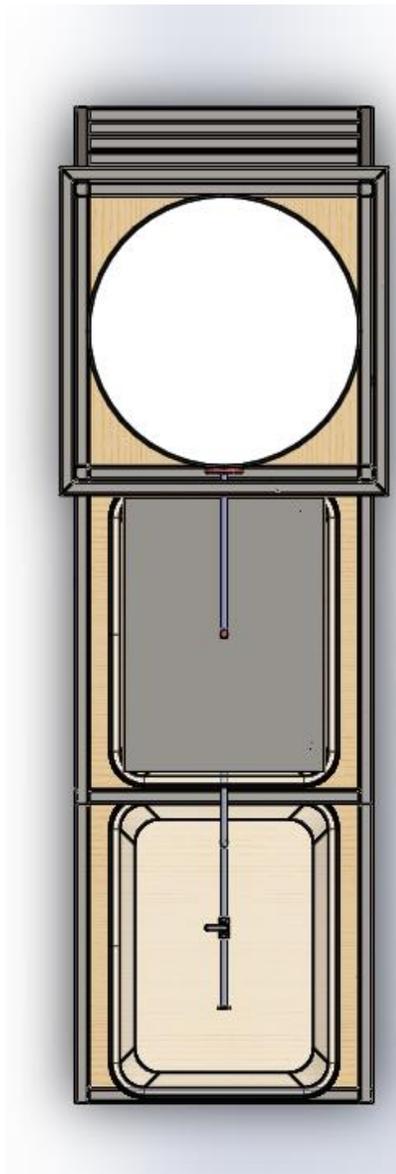
Elaborado por: PÉREZ SILVA DIANA ELIZABETH

Figura 22. Isometría del filtro



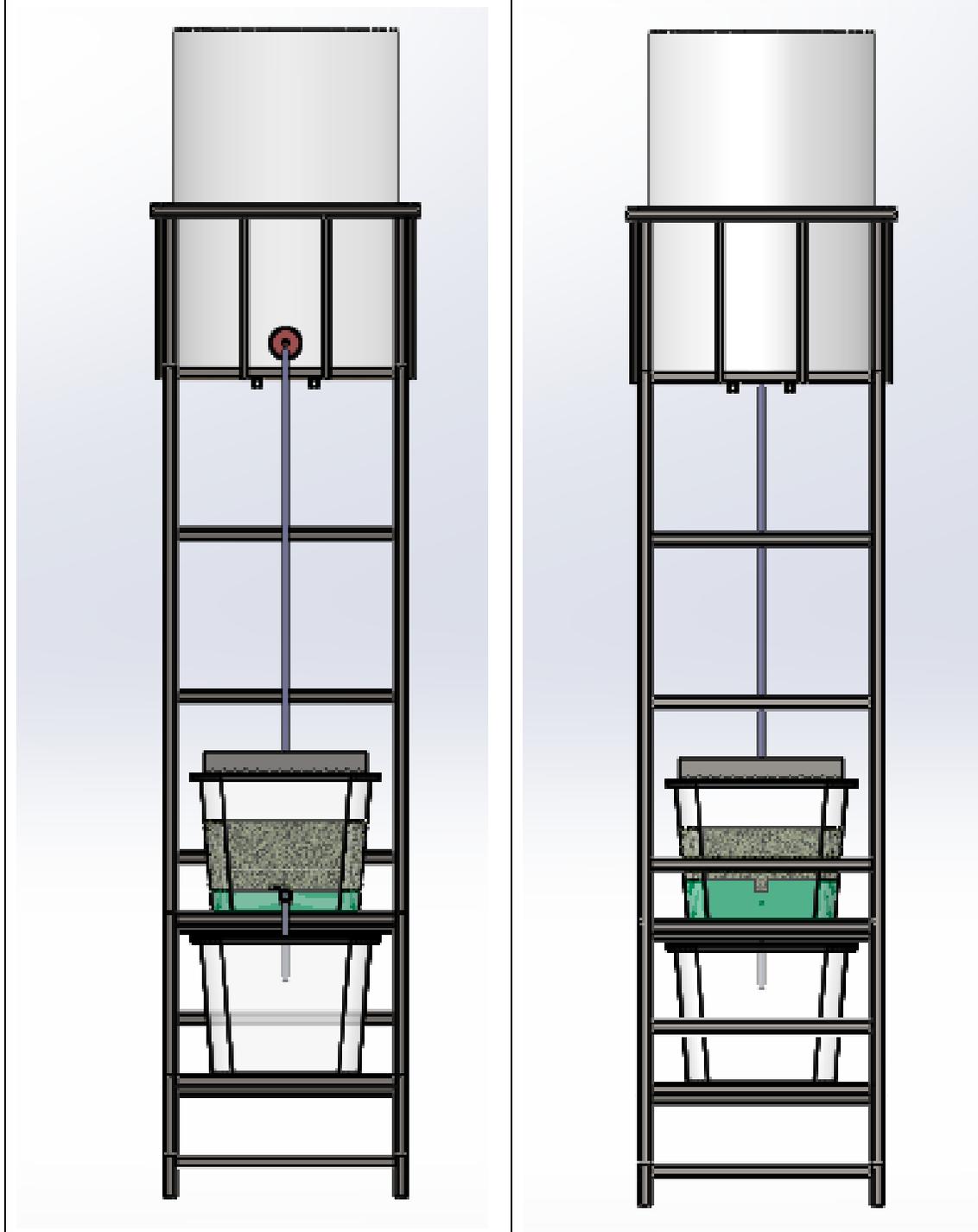
Elaborado por: PÉREZ SILVA DIANA ELIZABETH

Figura 23. Vista en planta superior e inferior



Elaborado por: PÉREZ SILVA DIANA ELIZABETH

Figura 24. Vista frontal



Elaborado por: PÉREZ SILVA DIANA ELIZABETH

7.7.2 INFORME MUESTRA 2



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales



Colaboramos con la tecnología



Confidencialidad y respeto



Pensando en el futuro de nuestros hijos



Protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua confiable

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



Servicio de Acreditación Ecuadoriano
Asesoría N° 042 LE 011 438
LABORATORIO DE DIBAYOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	
REPRESENTANTE:	Diana Pérez
DIRECCIÓN:	Quero
TELEONO:	
CELULAR:	0969627728
e-mail:	gerrezsilvad92@uta.edu.ec

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7 1 8 7 2

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 45	TEM. AMBIENTE(°C): 21
--------------------------------	------------------------	------------------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual tratada

RESPONSABLE MUESTREO: Cliente FECHA TOMA DE MUESTRA: 31 de mayo de 2017

TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual

FECHA DE ANÁLISIS: Desde el 31 de mayo 08 de junio de 2017

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 06 de junio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DB05**	mg/l	298,50	PRO TEC 030/ APHA 5220 B	-----
DQO	mg/l	400,55	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 14.1 %

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

*** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A

**** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:



Ing. María José Tapia
ANALISTA





Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TÉCNICO

NOTA:
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América

7.7.3 INFORME MUESTRA 3

“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9	
CLIENTE:		Pág.	1 de 1
REPRESENTANTE:	Diana Pérez	Código:	REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Quero	Fecha formato:	20/03/2017
TELEONO:		NÚMERO DE INFORME:	
CELULAR:	0969627728	LACQUA	1 7 1 8 8 1
e- mail:	gerrezsilvad92@uta.edu.ec		

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	TEM. AMBIENTE(°C):
	48	17

TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual tratada	FECHA TOMA DE MUESTRA:	08 de junio de 2017
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente		
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual		
FECHA DE ANÁLISIS:	Desde el 08 de junio 19 de junio de 2017		
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	19 de junio de 2017		

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DB05**	mg/l	180,33	PRO TEC 030/ APHA 5220 B	-----
DQO	mg/l	310,10	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 14.1 %

* Parámetro acreditado fuera del alcance
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

 Ing. María José Tapia ANALISTA	 Lacquanálisis S.A. soluciones ambientales	 Dr. Harold Jiménez DIRECTOR TÉCNICO
--	---	---

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

7.7.4 INFORME MUESTRA 4

“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9	
CLIENTE:		Pág.	1 de 1
REPRESENTANTE:	Diana Pérez	Código:	REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Quero	Fecha formato:	20/03/2017
TELEONO:		NÚMERO DE INFORME:	
CELULAR:	0969627728	LACQUA	1 7 1 9 0 5
e-mail:	gerrezsilvad92@uta.edu.ec		

Servicio de Acreditación Ecuadoriano
Acreditación N° OAE L2 011-818
LABORATORIO DE DIBAYOS

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 47	TEM. AMBIENTE(°C): 18
--------------------------------	------------------------	------------------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual tratada

RESPONSABLE MUESTREO: Cliente **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 19 de junio de 2017

TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual

FECHA DE ANÁLISIS: Desde el 19 de junio 29 de junio de 2017

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 29 de junio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DB05**	mg/l	181,25	PRO TEC 030/ APHA 5220 B	-----
DQO	mg/l	315,33	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 14.1 %

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

*** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A

**** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María José Tapia
ANALISTA

Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

7.7.5 INFORME MUESTRA 5

“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9	
CLIENTE:		Pág.	1 de 1
REPRESENTANTE:	Diana Pérez	Código:	REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Quero	Fecha formato:	20/03/2017
TELEONO:		NÚMERO DE INFORME:	
CELULAR:	0969627728	LACQUA	1 7 1 9 1 8
e- mail:	gerrezsilvad92@uta.edu.ec		

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	TEM. AMBIENTE(°C):
	48	18

TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual tratada	FECHA TOMA DE MUESTRA:	29 de junio de 2017
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente		
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual		
FECHA DE ANÁLISIS:	Desde el 29 de junio 10 de julio de 2017		
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	10 de julio de 2017		

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DB05**	mg/l	155,48	PRO TEC 030/ APHA 5220 B	-----
DQO	mg/l	215,50	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 14.1 %

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

 Ing. María José Tapia ANALISTA	 Dr. Harold Jiménez DIRECTOR TÉCNICO	
--	---	--

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

7.7.6 INFORME MUESTRA 6

“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9	
CLIENTE:		Pág.	1 de 1
REPRESENTANTE:	Diana Pérez	Código:	REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Quero	Fecha formato:	20/03/2017
TELEONO:		NÚMERO DE INFORME:	
CELULAR:	0969627728	LACQUA	1 7 1 9 3 2
e- mail:	gerrezilvad92@uta.edu.ec		

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	TEM. AMBIENTE(°C):
	53	19

TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual tratada	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 10 de julio de 2017
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Desde el 10 de julio 20 de julio de 2017	
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	20 de julio de 2017	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DB05**	mg/l	148,52	PRO TEC 030/ APHA 5220 B	-----
DQO	mg/l	210,28	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 14.1 %

* Parámetro acreditado fuera del alcance
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

 Ing. María José Tapia ANALISTA	 Lacquanálisis S.A. soluciones ambientales	 Dr. Harold Jiménez DIRECTOR TÉCNICO
--	---	---

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

7.7.7 INFORME MUESTRA 7

“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9	
	CLIENTE:			Pág. 1 de 1
	REPRESENTANTE:	Diana Pérez		Código: REG TEC 018
	DIRECCIÓN:	Quero		Fecha formato: 20/03/2017
	TELEONO:			NÚMERO DE INFORME:
	CELULAR:	0969627728		LACQUA 1 7 1 9 4 5
e- mail:	gerrezsilvad92@uta.edu.ec			

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 57	TEM. AMBIENTE(°C): 19
--------------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual tratada
RESPONSABLE MUESTREO: Cliente **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 20 de julio de 2017
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
FECHA DE ANÁLISIS: Desde el 20 de julio 31 de julio de 2017
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 31 de julio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DB05**	mg/l	133,87	PRO TEC 030/ APHA 5220 B	-----
DQO	mg/l	197,32	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 14.1 %

** Parámetro No acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

 Ing. María José Tapia
ANALISTA

Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TÉCNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

7.7.8 INFORME MUESTRA 8

“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9	
CLIENTE:		Pág.	1 de 1
REPRESENTANTE:	Diana Pérez	Código:	REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Quero	Fecha formato:	20/03/2017
TELEONO:		NÚMERO DE INFORME:	
CELULAR:	0969627728	LACQUA	1 7 1 9 6 2
e- mail:	gerrezsilvad92@uta.edu.ec		

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	TEM. AMBIENTE(°C):
	53	20

TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual tratada	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 31 de julio de 2017
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Desde el 31 de julio 09 de agosto de 2017	
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	09 de agosto de 2017	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DB05**	mg/l	125,75	PRO TEC 030/ APHA 5220 B	-----
DQO	mg/l	153,35	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 14.1 %

* Parámetro acreditado fuera del alcance
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

 Ing. María José Tapia ANALISTA	 Dr. Harold Jiménez DIRECTOR TÉCNICO	
--	---	--

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 - info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

7.7.11 INFORME ACEITES Y GRASAS



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



LABORATORIO DE QUÍMICA - UNIDAD DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS "AYUDA AL CAMPESINO" DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA

INFORMACIÓN

REPRESENTANTE :

Egda. Diane E. Perez Silva

Tlf:

0969627728

PRODUCTO:

Agua residual y tratada proveniente de un alavadora de autos

PARÁMETRO :

ACEITES Y GRASAS

FECHA DEL ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO	OBSERVACIONES
martes, 30 de mayo de 2017	672	mg/l	EPA-418.1	AGUA NO FILTRADA
jueves, 8 de junio de 2017	670	mg/l	EPA-418.1	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt
lunes, 19 de junio de 2017	204	mg/l	EPA-418.1	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt
jueves, 29 de junio de 2017	189	mg/l	EPA-418.1	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt
lunes, 10 de julio de 2017	209	mg/l	EPA-418.1	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt
jueves, 20 de julio de 2017	199	mg/l	EPA-418.1	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt
lunes, 31 de julio de 2017	187	mg/l	EPA-418.1	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt
miércoles, 9 de agosto de 2017	104	mg/l	EPA-418.1	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt
viernes, 18 de agosto de 2017	88	mg/l	EPA-418.1	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt
jueves, 24 de agosto de 2017	66.66	mg/l	EPA-418.1	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt



Solicita:



Emitido por:



Técnico de Laboratorio FICM- UTA

7.7.12 INFORME ANALISIS DE COLOR, pH, CONDUCTIVIDAD AGUA RESIDUAL



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



LABORATORIO DE QUÍMICA - UNIDAD DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

'ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS 'AYUDA AL CAMPESINO' DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA'

<p>REPRESENTANTE :</p> <p>TIF: 0969627728</p> <p>PRODUCTO:</p> <p>FECHA:</p>	<p>INFORMACIÓN</p> <p>Egda. Diana E. Perez Silva</p> <p>Agua residual y tratada proveniente de una lavadora de autos viernes, 18 de agosto de 2017</p>
--	---

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO	OBSERVACIONES
COLOR	1950	Unid Pt-Co	APHA-AWWA-WEF 4500-H	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 L
Ph	7.8	UpH	APHA-AWWA-WEF 2120-B	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 L
CONDUCTIVIDAD	413	µS/cm	APHA-AWWA-WEF 2510 Y 2520	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 L



Emitido por:



Técnico de Laboratorio FICM- UTA

7.7.13 INFORME ANALISIS DE COLOR, pH, CONDUCTIVIDAD AGUA FILTRADA



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



LABORATORIO DE QUÍMICA - UNIDAD DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS "AYUDA AL CAMPESINO" DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<p>REPRESENTANTE :</p> <p>Tf: 0969627728</p> <p>PRODUCTO:</p> <p>FECHA:</p>	<p>INFORMACIÓN</p> <p>Egda. Diane E. Perez Silva</p> <p>Agua residual y tratada proveniente de una lavadora de autos viernes, 18 de agosto de 2017</p>
---	--

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO	OBSERVACIONES
COLOR	1500	Unid Pt-Co	APHA-AWWA-WEF 4500-H	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt
Ph	7.44	UpH	APHA-AWWA-WEF 2120-B	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt
CONDUCTIVIDAD	335	µS/cm	APHA-AWWA-WEF 2510 Y 2520	ENVASE VIDRIO AMBAR VOLUMEN 1 Lt



Emitido por:



7.7.14 INFORME ANÁLISIS DE COLIFORMES FECALES Y TOTALES



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:17-315		R01-5.10.06				
Solicitud N°: 17-315		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 13 de septiembre de 2017	Fecha de ejecución de ensayos: 13 al 14 de septiembre de 2017					
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC: 1803422201					
Representante: Diana Elizabeth Pérez Silva	Tlf. 0969627728					
Dirección: Ambato	Email: dperez2201@uta.edu.ec					
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto: Agua residual proveniente de una lavadora de autos	Volumen: 1L					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: vidrio ámbar					
Lote: n/a	No de muestras: dos					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 7 días					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 13 de septiembre de 2017					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Agua residual proveniente de una lavadora de autos	31517497	Residual	Coliformes totales	Standard Methods:9222 B.	UFC/100 ml	6,4x10 ³
			Coliformes fecales	Standard Methods:9222 D.	UFC/100 ml	< 10
Agua residual proveniente de una lavadora de autos	31517498	Tratada por zeolita	Coliformes totales	Standard Methods:9222 B.	UFC/100 ml	31
			Coliformes fecales	Standard Methods:9222 D.	UFC/100 ml	< 1
Conds. Ambientales: 18.4 °C; 46%HR						
				 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad		
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						CG

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

7.8 INSTRUCTIVO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA PARA REALIZAR ENSAYOS DE ACEITES Y GRASAS

	PROCEDIMIENTO ESPECIFICO DE ENSAYO DE TENSOACTIVOS	Código: PEE-08
		Revisión: 00
		Página 1 de 1

1. OBJETIVO

Determinación de la concentración de grasas y aceites en muestras de agua.

2. EQUIPOS Y MATERIALES

Embudo de separación: 1 l, con llave de paso de TFE*.

Matraz de destilación: 125 ml.

Baño de agua.

Papel de filtro: diámetro 11 cm.

3. REACTIVOS

Ácido clorhídrico, HCl, 1 + 1.

Triclorotrifluoroetano:(1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano), punto de ebullición 47 °C. El disolvente no debe dejar residuo medible al evaporar; destílese si es necesario. No se deben emplear tubos de plástico para transferir el disolvente entre los envases.

Sulfato de sodio, Na₂SO₄, cristal anhidro.

4. PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Recójase una muestra representativa en una botella de cristal de boca ancha que haya sido aclarada con el disolvente para eliminar cualquier película de detergente, y acidúlese en el frasco de muestra.

Recójase una muestra separada para hacer una determinación de aceite y grasa y no subdividir en el laboratorio. Cuando se requiera información sobre la concentración de grasa promedio durante un período largo, examínense las fracciones individuales recogidas en los intervalos de tiempo prescritos para eliminar pérdidas de grasa en el equipo de toma de muestras durante la recogida de una muestra compuesta. En cuanto a la toma de muestras de lodo, tómense todas las precauciones para obtener una muestra representativa. Cuando el análisis no pueda realizarse inmediatamente, consérvense las muestras con 1 ml de HCl con /80 g de muestra. No hay que conservar nunca las muestras con CHCl₃ o con benzoato de sodio.

5. PROCEDIMIENTO

Recójase una muestra de 1 litro y márquese el nivel de la muestra en la botella para determinar después el volumen de la muestra. Acidifíquese hasta pH 2 o inferior; en general 5 ml de HCl es suficiente.

Pásese a un embudo de separación. Aclárese con cuidado la botella de muestra con 30 ml de triclorotrifluoroetano y añádanse los lavados del disolvente al embudo de separación. Es preferible agitar vigorosamente durante 2 minutos.

Sin embargo, si se sospecha que se formará una emulsión estable, agítese con suavidad durante 5 a 10 minutos. Déjense que se separen las capas. Dréñese la capa de disolvente a través del embudo que contenga papel de filtro humedecido con el disolvente en un matraz de destilación limpio y tarado. Si no es posible obtener una capa clara de disolvente, añádase 1 g de Na₂SO₄ al cono del papel de filtro y dréñese lentamente el disolvente emulsionado sobre los cristales. Añádase más Na₂SO₄ si es necesario. Háganse dos extracciones más con 30 ml de disolvente cada vez pero aclárese primero el envase de la muestra con cada fracción del disolvente. Combinense los extractos en el matraz de destilación tarado y lávese el papel de filtro con otros 10 a 20 ml del disolvente. Destílese el disolvente del matraz de destilación en un baño de agua a 70 °C. Colóquese el matraz en un baño de agua a 70 °C durante 15 minutos y extráigase aire a su través aplicando el vacío durante el minuto final. Enfriese en un desecador durante 30 minutos y pésese

Elaborado por: Laboratorio de Química

Aprobado por: UPB 2011



7.9 INSTRUCTIVO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA PARA REALIZAR LA CALIBRACIÓN Y MEDICIÓN DEL pH

ISO 14001	INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACION DE EQUIPOS DE CAMPO Y MEDICION IN SITU EN LAS FUENTES, CAPTACIONES Y EMBALSES	REVISION	N.- 00
		FECHA	Agosto-2017
	CODIGO: I-446-02		HOJA

1 OBJETO:

Establecer los procesos adecuados para la calibración de los equipos utilizados en campo para la medición de los parámetros físicos en las muestras de agua cruda de las fuentes, captaciones, lagos y embalses que la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento opera, evitando mediciones erróneas.

2 INSTRUCCIONES

2.1 EQUIPO: pH



2.1.2 CALIBRACIÓN

2.1.1.1 Instrumental

- pH mobile 826 Ω Metrohm
- Vaso de precipitación de 150 ml
- Papel secante

2.1.1.2 Reactivos

- Agua destilada
- Soluciones buffer 4,01 (Ftalato ácido de potasio), 7,00 (Fosfato diácido de potasio / Fosfato ácido de sodio),10,00 (Ácido Bórico / Cloruro de potasio / Solución de hidróxido de sodio), estas soluciones están hechas a partir de fórmulas establecidas y están estandarizadas con soluciones primarias de calibración estándar (NIST, National Institute of Standards and Technology de Estados Unidos)



ISO 14001	INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACION DE EQUIPOS DE CAMPO Y MEDICION IN SITU EN LAS FUENTES, CAPTACIONES Y EMBALSES	REVISION	N.- 00
		FECHA	Agosto-2017
	CODIGO: I-446-02		HOJA

2.1.1.3 Método

1. Lavar el electrodo con agua destilada y secar.
2. Presionar la tecla <CAL>, sumergir el electrodo en la solución buffer pH = 7 y confirmar con <OK>.
3. Si la temperatura del sensor no está conectada ingrese la temperatura con las flechas y confirme con la tecla <OK>. Se inicia la medida de la primera solución buffer.
4. Cuando se despliegue en la pantalla <change buffer> aplastar <OK>.
5. Sacar el electrodo, lavar con agua destilada y secar con papel secante
6. Introducir el electrodo en la solución buffer pH = 4 y continúe la calibración con <OK>.
7. Cuando se despliegue en la pantalla <change buffer> aplastar <OK>.
8. Sacar el electrodo, lavar con agua destilada y secar con papel secante
9. Introducir el electrodo en la solución buffer pH = 10 y continúe la calibración con <OK>.
10. Cuando se despliegue en la pantalla el resultado de la calibración, aplastar <OK>. Y si no es correcto presionar <QUIT> y repetir el proceso de calibración.
11. El criterio utilizado para aceptación o rechazo de la calibración es la pendiente de la curva y se muestra como porcentaje, en el caso de calibración con dos estándares es una cuantificación relativa basada en el valor de temperatura específica de la constante de Nernst; para la calibración con 3 tampones la función se calculará de acuerdo al principio de regresión lineal. El valor de la pendiente debe ser mínimo 97%, caso contrario se invalida el procedimiento y se repite la operación de calibración, si después de dos intentos no hay respuesta aceptable del equipo se procede a mantenimiento.
12. Registrar en la hoja de calibración (anexo 1) los datos requeridos.

2.1.2 MEDIDA

2.1.2.1 Instrumental

- pH mobile 826 Ω Metrohm
- Vaso de precipitación de 150 ml
- Papel secante

2.1.2.2 Reactivos

- Agua destilada ASTM Tipo II



ISO 14001	INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACION DE EQUIPOS DE CAMPO Y MEDICION IN SITU EN LAS FUENTES, CAPTACIONES Y EMBALSES	REVISION	N.- 00
		FECHA	Agosto-2017
	CODIGO: I-446-02		HOJA

2.1.2.3. Procedimiento de medida

- Lavar el electrodo con agua destilada y secar
- Sumergir el electrodo en la muestra
- Leer el valor del pH de la muestra, cuando el mensaje drifting... desaparezca.
- Registrar este valor en la Cartilla ambiental.

2.1.3 MANTENIMIENTO

- Cambiar las baterías. (Methrom recomienda usar baterías de tipo alcalino o de litio, la periodicidad en el cambio de baterías depende de la frecuencia y las condiciones de uso del equipo por lo tanto se espera la señal de batería baja (*Battery low*) que el equipo emite para realizar el cambio, sin embargo y como prevención se acostumbra llevar baterías cargadas en todas las salidas).
- Verificar la ausencia de aire en el diafragma antes de cada salida.
- Limpiar la membrana con agua destilada luego de cada medición.
- Reemplazar las soluciones buffer cada mes.
- Calibrar el pHmetro: La verificación del equipo se realiza antes de cada salida con las tres soluciones estándar de pH 7, 4 y 10, el rango de aceptación en la verificación es de $\pm 2\%$. (entre 3,92 y 4,08 para el buffer de pH 4; entre 6,86 y 7,14 para el buffer de pH 7; entre 9,8 y 10,2 para el buffer de pH 10). En caso de necesitarlo se efectúa una calibración o cada mes cumplido desde la anterior.

2.1.4 SOLUCIÓN DE POSIBLES ERRORES

El medidor de pH usa varios mensajes para informar selectivamente acerca de posibles errores o problemas de operación y estos se muestran en la pantalla y se ilustran por símbolos, ver en el manual del fabricante a cargo del Coordinador de Monitoreo.

2.2 pHmetro 340i WTW y pHmetro 1970i WTW



ISO 14001	INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACION DE EQUIPOS DE CAMPO Y MEDICION IN SITU EN LAS FUENTES, CAPTACIONES Y EMBALSES	REVISION	N.- 00
		FECHA	Agosto-2017
	CODIGO: I-446-02	HOJA	4-4

2.2.1 CALIBRACIÓN

- Conectar la sonda de medición al medidor de pH.
- Antes de iniciar la calibración lavar el electrodo con agua destilada y secar.
- Presionar la tecla <CAL>, hasta que aparezca la indicación Ct1 y la función AutoCal TEC. El símbolo del sensor indica la evaluación de la última calibración.
- Sumergir la sonda de medición de pH en la primera solución tamponada pH = 7.
- Presionar la tecla <RUN/ENTER>. La medición AutoRead comienza. En la pantalla aparece el potencial del sensor de medición (mV) o bien, el valor nominal de la solución tamponada. Cuando el valor medido es estable, aparece Ct2
- Sacar el electrodo, lavar con agua destilada y secar con papel secante.
- Introducir el electrodo en la segunda solución tamponada pH = 4
- Presionar la tecla <RUN/ENTER>. La medición AutoRead comienza. En la pantalla aparece el potencial del sensor de medición (mV) o bien, el valor nominal de la solución tamponada.
- En el momento en que el valor medido se estabiliza, el instrumento indica la pendiente y la evaluación de la calibración del punto doble.
- Cancelar la calibración AutoCal TEC mediante <M>, esto corresponde a una calibración de punto doble.
- Registrar en la hoja de calibración (anexo 1) los datos requeridos.

2.2.2. MEDIDA

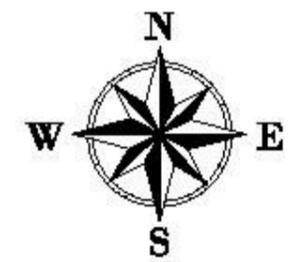
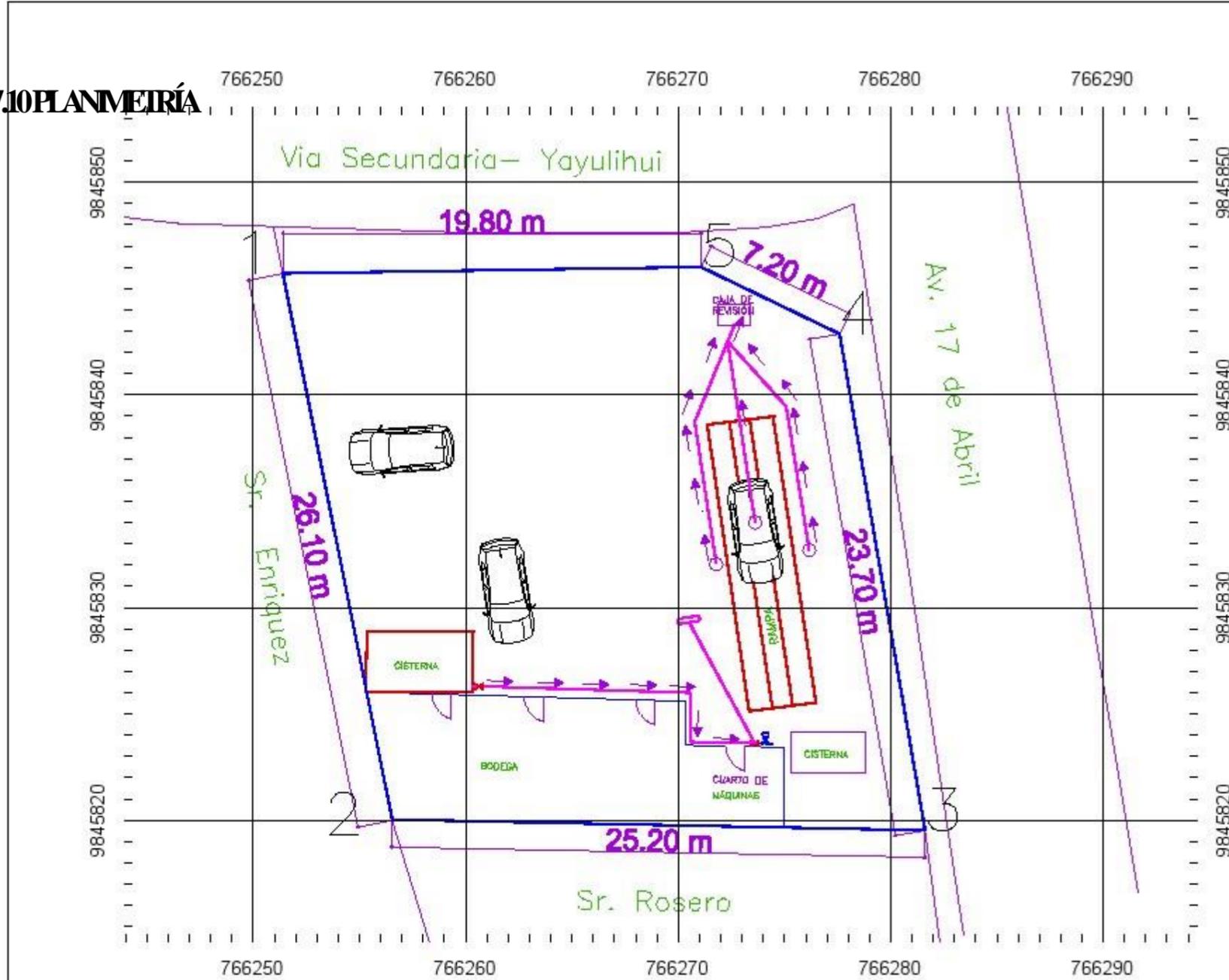
- Introducir el electrodo en la muestra
- Activar la función AutoRead con <AR> y presionar <RUN/ENTER>.
- Durante la medición AutoRead la indicación AR parpadea intermitentemente, hasta que la medida se estabiliza.
- Registrar este valor en la cartilla ambiental.

2.2.3. MANTENIMIENTO

- Cambiar las baterías. (se recomienda usar baterías de tipo alcalino o de litio, la periodicidad en el cambio de baterías depende de la frecuencia y las condiciones de uso del equipo por lo tanto se espera la señal de batería baja (*Battery low*) que el equipo emite para realizar el cambio, sin embargo y como prevención se acostumbra llevar baterías cargadas en todas las salidas).
- Verificar la ausencia de aire en el diafragma antes de cada salida.



7.10 PLANIMETRÍA



COORDENADAS (m)

VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	766251.39	9845845.71
2	766256.55	9845820.00
3	766281.62	9845819.53
4	766277.59	9845842.87
5	766271.07	9845846.01

DATUM WGS 84 - PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA
U T M ZONA 17 SUR

SIMBOLOGÍA

	BOMBA DE AGUA
	COMPRESOR
	VALVULA
	MEDIDOR
	TUBERIA DE AGUA

PLANIMETRÍA					
LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO - LAVADORA DE AUTOS "AYUDA AL CAMPESINO"					
PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	SECTOR	LEVANTÓ	PROPIETARIO
TUNGURAHUA	QUERO	LA MATRIZ	QUERO	Egda. DIANA E. PEREZ S.	"Ayuda al Campesino"
ÁREA	ESCALA	FECHA	LAMINA		
852 m ²	1:500	29/08/2017	1		

PAPER

ANÁLISIS DE ZEOLITA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “AYUDA AL CAMPESINO” DE LA PARROQUIA LA MATRIZ - CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Diana E. Pérez S.; Javier Culki F.²

¹Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ambato, Ecuador, e-mail: dperez2201@uta.edu.ec

² Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ambato, Ecuador, e-mail: je.culki@uta.edu.ec

Resumen:

El presente trabajo pretende evaluar la eficiencia de la Zeolita como material filtrante para el tratamiento de aguas residuales, en primera instancia se determinó el establecimiento en donde se recolectó el agua residual, que fue la lavadora de autos “Ayuda al Campesino” del Cantón Quero, la estructura que sostiene el filtro es metálica, posee recipientes que contienen el material filtrante, el que ocupa un área de (57 x 42) cm² y filtra un volumen de 35 litros del agua proveniente de la lavadora, el caudal utilizado es de 0.105 lt/min que se descarga desde un tanque con una capacidad de 55 galones, este modelo es propiedad de UPICIC el cual es llenado diariamente se realizaron los análisis físico- químicos como el DBO5, DQO, aceites y grasas y como adicional el pH, en una fase inicial y final tanto del agua cruda residual contaminada así como la tratada mediante la zeolita, estos datos están comparados bajo las especificaciones del Registro Oficial N.- 387 en donde se encuentra el Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria y el Marco Institucional para incentivos Ambientales los mismos que contienen Tablas del TULSMA y la norma de Calidad Ambiental y Descargas de efluentes en base a los resultados, en este trabajo queda confirmada la hipótesis planteada la cual indica que la Zeolita es eficiente para el tratamiento de aguas residuales, dejando así abiertos temas de investigación para conocer su comportamiento con la combinación con otros materiales.

Palabras clave: Zeolita, Tratamiento, Aguas Residuales, filtrante, eficiente.

Abstract:

The present experimental work aims to evaluate the efficiency of Zeolite as a filter material for the treatment of wastewater.

First, the business where the waste water was collected was obtained, which was the car wash "Ayuda al Campesino" located in Quero.

The structure of the filter is metallic, it has containers containing the filter material, and their dimensions are (57 x 42) these could carry a volume of 35 liters of water from the washing machine, the flow rate used is 0.105 lt / min which is discharged from a tank with a capacity of 55 gallons, this model is owned by UPICIC, which is filled daily.

Physical and chemical analyzes such as BOD5, COD, oils and greases, and pH were taken in an initial and final phase of contaminated residual raw water as for the one treated by zeolite, these data are compared under the specifications of Official Register No. 387, which contains Book IX of the Unified Text of Secondary Legislation and the Institutional Framework for Environmental Incentives which contain TULSMA Tables and the Environmental Quality and Effluent Discharge Regulations.

Based on the results, it is confirmed the hypothesis mentioned in this project mentioning that Zeolite is efficient for the treatment of wastewater, so it leaves open research topics to know its behavior with the combination with other materials.

Keywords: Zeolite, Treatment, Waste water, Filtration, Efficient.

I. INTRODUCCIÓN

Existen trabajos previos que se han realizado tomando en cuenta a la zeolita como filtro para aguas residuales, muestro en la presente investigación la información de varias tesis realizadas que han sido un soporte para mí en la presente investigación.

E. Burgos et al, en el año 2015 con número de tesis D-70066, con el tema “Análisis de la eficiencia de filtros a base de zeolita para la remoción de contaminantes en el agua proveniente de dos pozos de abastecimiento público en el Recinto Tres Postes, Cantón Alfredo Baquerizo Moreno” entre una de sus conclusiones nos dice lo siguiente:

a. “Los resultados demuestran que es posible purificar y mejorar la calidad de las aguas muy duras para el análisis químico mediante el empleo de zeolitas naturales, ya que se tuvieron concentraciones iniciales que posteriormente se redujeron. [1]

Mientras que según C. Larrea, en el año 2015, con la identificación de tesis TTUAIC-2015-SANIT-CD0016, con el tema “Aplicación de un filtro para potabilización del agua nivel domiciliario sitio Palestina Cantón Guabo Provincia El Oro” nos demuestra en su investigación que:

b. “Un filtro a base de zeolita es capaz de remover varias sustancias como: Calcio, Magnesio, sulfatos, Cloruros, etc.” [2]

Y en la Universidad de el Salvador según A Calderón et al, en el año 2016, número de tesis 1506 C353e, con el tema “Estudio comparativo de la aplicación de zeolita activada y carbón activado en el tratamiento de aguas residuales de la fabricación de pinturas a base de agua”, determinaron una reducción de sólidos removidos por gramo de zeolita. [3]

Así como el artículo técnico D. Acevedo et al, "Evaluación de la eficiencia de una batería de filtros empacados en zeolita en la remoción de metales pesados presentes en un licor mixto bajo condiciones de laboratorio," Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 10, no. 18, pp. 31- 42, Marzo 2011, demostraron que los filtros empacados en Zeolita fueron eficientes en la remoción del cromo. [4]

Las zeolitas son aluminosilicatos hidratados de metales alcalinos y alcalinotérreos (especialmente Na, K, Mg y Ca), estructurado en redes cristalinas tridimensionales, tetraedros compuestos de SiO₄ y AlO₄ tipo nos unió vértices a través de átomos de oxígeno. [5]

I. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Dentro del diseño que se utilizó la modelación del filtro que es propiedad de UPICIC.

El sistema centralizado debe contar con un tanque. Para el diseño del modelo del medio filtrante se ha tomado como parámetro fundamental el concepto de Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) utilizado en el diseño de Filtros Anaerobios

de Flujo Ascendente (FAFA) y filtros anaerobios convencionales. Este TRH permitirá representar los fenómenos de remoción de contaminantes en el modelo de manera similar a la que se estaría presentando en la vida real y/o prototipo.

TULSMA

Los valores de TRH recomendado por el TULSMA para el diseño de filtros consideran dos casos especiales, el primero cuando se cuenta con características físicas y mecánicas del medio filtrante, y el segundo cuando se considera que el material se encuentra empacado. [6]

TRH=0.5 días=12 horas, cuando se toma en cuenta características del material filtrante, como:

- Porosidad,
- Volumen de vacíos,
- Granulometría, etc.

TRH=5.25 horas, cuando el material se encuentra totalmente empacado y se omite las características del material, por la variedad de materiales usados, cada uno con sus respectivas características, se redujo la mayor cantidad de vacíos al momento de la conformación del filtro para hacer uso del presente criterio. (Granulometría realizada).

Ecuación No. 1

$$\text{TRH} = \frac{V}{Q} = \frac{35\text{lt}}{0.105 \text{ lt/min}} = 333,33 \text{ min} \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5,55 \text{ horas} = 0.23 \text{ días}$$

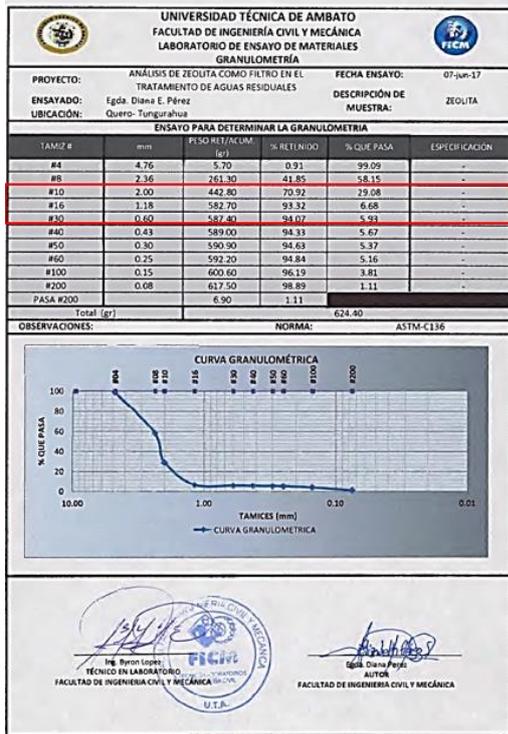
Para una mejor descripción del diseño nos basamos en el modelo de filtro de UPICIC, El filtro está soportado por una estructura metálica en tres niveles, el nivel superior contiene un tanque con una capacidad de 55 galones con una tela-cernidor como un atrapa grasas, en el nivel intermedio está el recipiente contenedor del filtro a base de zeolita y abajo se ubica una bandeja de recolección para el agua tratada. Ver figura 3.

II. DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

A. Detalles del material utilizado

Se realizó el análisis granulométrico de la zeolita utilizada como filtro, usándose para el mismo las dimensiones que corresponden a los tamices N. 10, N.16 y N.30 los cuales retienen tamaños de 2.00 mm, 1,18 mm y 0,60 mm granulometría que produce eficiencia en el filtro.

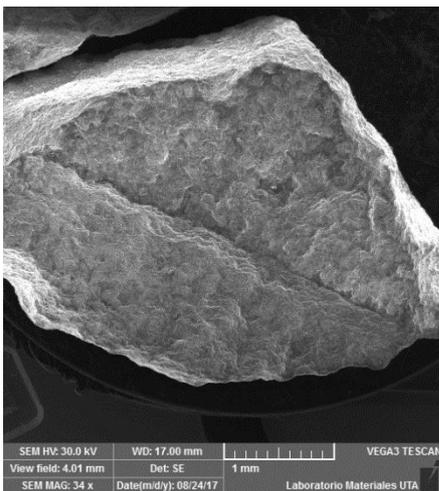
Figura 1: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Fuente: Pérez Silva Diana Elizabeth

Además, con el microscopio de barrido que posee la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica se realizó las fotografías en donde se logra observar la estructuración de la zeolita usada.

Figura 2: ENSAYO MICROESTRUCTURAL



Fuente: Laboratorio de Materiales UTA-FICM

B. Dimensiones del filtro

Asumimos el trapecio lateral donde:
 AT= Área Trapecio
 VT = Volumen trapecio
 Base = 57 cm

Lado menor = 12,5cm
 Lado mayor= 17,5 cm

$$AT = 57 \times \frac{(12,5 + 17,5)}{2}$$

Ecuación 1

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

$$VT = 855 \times 42$$

Ecuación 2

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

En el filtro debemos mantener un volumen de 35 lt como un valor mínimo por diseño.

Por facilidades constructivas mas no del diseño del filtro se tomó las medidas comerciales de un recipiente plástico “GUARDAMOVIL GRANDE” con dimensiones (57x 42 x34) cm. Cuyo interior está dividido en dos partes:

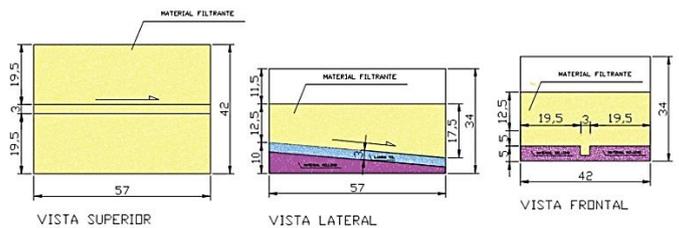
1. Material filtrante de zeolita a analizar.
2. Material de soporte utilizado como relleno sin contacto con el material filtrante. Ver la Figura 4.

Figura 3: Isometría del filtro



Fuente: Pérez Silva Diana Elizabeth

Figura 4. Dimensiones del filtro



Fuente: Pérez Silva Diana Elizabeth

C. Detalle del establecimiento

La empresa de donde se obtuvo el efluente lleva el nombre de lavadora de autos “Ayuda al Campesino”, en la Parroquia La Matriz perteneciente al Cantón Quero.

D. Operación de lavado

El volumen aproximado de agua que se utiliza en cada lavado de auto depende del tipo de auto como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Volumen de agua por tipo de auto

AUTOS		
Clase	LAVADO	
	Express(lt)	Completo(lt)
Automóvil	30	50
Camioneta	61	78
Furgoneta	70	85
Camiones	100	130
Promedio	62,25 lt	85,75lt

Fuente: Lavadora “Ayuda al Campesino”

E. TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

El efluente de la lavadora tuvo un tratamiento primario en donde se separó aceites y grasas y un tratamiento secundario a base del filtro cuyo material filtrante es la zeolita.

F. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Es fundamental conocer las características de las aguas residuales que genera la lavadora de autos para así determinar la efectividad el filtro biológico, por lo que se realizó principalmente análisis de DBO5, DQO , Aceites y grasas, y otros parámetros adicionales como pH, conductividad, color además de coliformes fecales y totales porque la lavadora no se abastece de la red de agua potable de la ciudad de Quero sino de una acequia cercana y es transportada por tanquero, lo que constituye una contaminación adicional

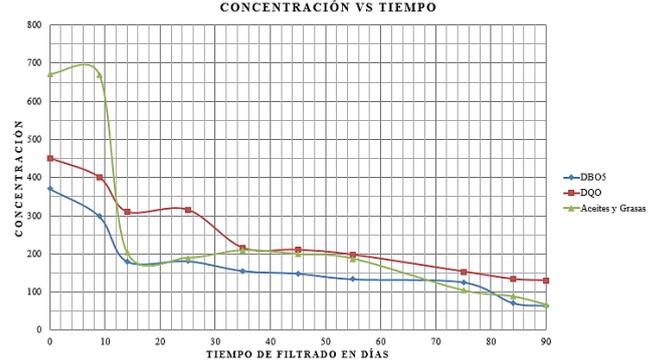
Tabla 2. Resultados de Análisis

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS						
TIPO DE AGUA	PARÁMETROS					
	DBO5		DQO		Aceites y Grasas	
	mg/l	Remoción %	mg/l	Remoción %	mg/l	Remoción %
RESIDUAL	370,65	00,00	450,82	0	672,00	00,00
FILTRADA 9 DÍAS	298,50	19,47	400,55	11,15	670,00	0,30
FILTRADA 14 DÍAS	180,33	51,35	310,10	31,21	204,00	69,64
FILTRADA 25 DÍAS	181,25	51,10	315,33	30,05	189,00	71,88
FILTRADA 35 DÍAS	155,48	58,05	215,50	52,20	209,00	68,90
FILTRADA 45 DÍAS	148,52	59,93	210,28	53,36	199,00	70,39
FILTRADA 55 DÍAS	133,87	63,88	197,32	56,23	187,00	72,17
FILTRADA 75 DÍAS	125,75	66,07	153,35	65,98	104,00	84,52
FILTRADA 84 DÍAS	71,71	80,65	133,78	70,33	88,00	86,90
FILTRADA 90 DÍAS	64,50	82,60	130,25	71,11	66,66	90,08
	Promedio=	59,23	Promedio=	49,07	Promedio=	68,31

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

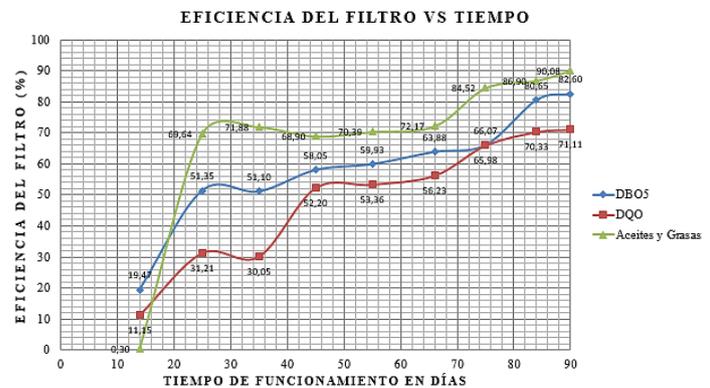
Fuente: Lacuanálisis –Laboratorio de Química FICM

Figura 5. Concentración de parámetros vs el tiempo de filtrado en DBO5, DQO y Aceites y Grasas



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Figura 6. Eficiencia del Filtro



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Tabla 3. Resultados análisis del agua de Color, pH, Conductividad

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS			
AGUA FILTRADA			
PARAMETROS ADICIONALES			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE
COLOR	Unid Pt- Co	1500	-----
PH	Uph	7.44	6 a 9
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	333.00	

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Fuente: Laboratorio de Química (FICM)

Tabla 4. Resultados análisis del agua de coliformes totales y fecales

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS					
AGUA TRATADA vs AGUA RESIDUAL FILTRADA					
PARAMETROS ADICIONALES					
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO SIN TRATAR	RESULTADO FILTRADA	LIMITE PERMISIBLE	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	64X10 ³	31	<40	STANDARD METHODS: 9222 B
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	<10	<1	-----	STANDARD METHODS: 9222 D

Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

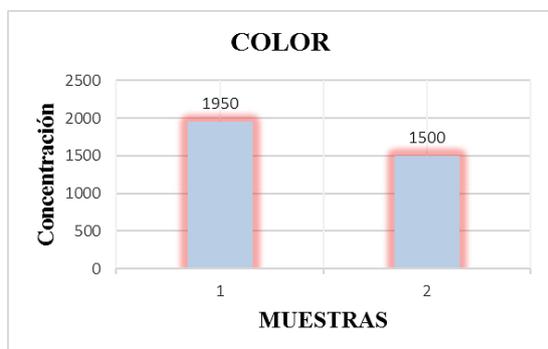
Fuente: LACONAL UTA-ALIMENTOS

Interpretación tabla 4:

Del análisis se denota que estas aguas presenta una contaminación cruzada.

Con el uso de zeolita como material filtrante se obtuvo una disminución de coliformes totales. El agua residual sin tratarse tenía un valor de 64000 UFC/100ml mientras que una vez filtrada alcanza un valor de 31 UFC/100ml llegando a estar dentro del límite permisible para aguas residuales, para coliformes fecales los valores son en agua residual sin tratar <10 UFC/100ml y filtrada por zeolita <1 UFC/100ml, lo que claramente nos permite afirmar que la zeolita puede ser aceptada como material filtrante.

Figura 7. Comportamiento del agua con relación al Color antes y después de ser filtrada.



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Figura 8. Comportamiento del agua con relación al pH antes y después de ser filtrada



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Figura 9. Comportamiento del agua con relación a Conductividad antes y después de ser filtrada



Realizado por: Pérez Silva Diana Elizabeth

Interpretación figura 7, 8 y 9: La muestra original del agua residual tiene un valor de color (1950 Unid Pt- Co) mientras que en la muestra en la que se usó como material filtrante la zeolita el valor de color bajó a (1500 Unid Pt- Co), además podemos observar que el potencial de hidrógeno pH inicialmente era de 7.80 UpH y luego de filtrada disminuye a 7,44 UpH. Por otra parte el parámetro de conductividad de 413 µS/cm disminuye a 335 µS/cm demostrando que gracias a las propiedades antes mencionadas de la zeolita, ésta es uno de los mejores materiales para ser usado como medio filtrante.

III. CONCLUSIONES

- Al analizar la zeolita como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos se pudo verificar la hipótesis planteada que la zeolita es eficaz como medio filtrante debido a que los resultados de los análisis físico- químicos tienen un alto porcentaje de remoción en relación al DBO5 (82.60%), DQO (71.11%) y Aceites y Grasas (90.08%) . Ver tabla 2.
- Se determinó que el caudal promedio para un lavado express es de 62,25 lt mientras que el lavado completo es 85,75 lt.
- Se monitoreó las características de biodegradabilidad (DBQ5, DQO), grasas y aceites de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “Ayuda al Campesino” en su origen y luego en su proceso de filtración al cual se le dio su debida interpretación.
- Se determinó que más del 60 % del volumen de zeolita es un medio filtrante en relación con la remoción de aceites y grasas ya que como un promedio de porcentaje de remoción se obtuvo el valor de 68,31% cuando observamos la eficiencia del filtro con relación al tiempo. Ver tabla 2.
- Se visualizó que la zeolita tiene una resistencia física al no haberse convertido en polvo (pulverizado) pues al haberse realizado el ensayo microestructural mantiene unas áreas

fijas por ejemplo de 2,88 mm², 3,19 mm² llegando a ser la mayor de 6,83 mm². Figura 2

- Se comprobó que el efluente de la lavadora tiene un porcentaje de contaminación antes de ser utilizado en el lavado de autos debido a que el agua es proveniente de una acequia la cual es transportada por medio de un tanquero.
- Del análisis al agua residual de la lavadora de autos, se demuestra los altos niveles de contaminación que genera esta actividad económica teniendo como resultados DBO5 (370,65 mg/l), DQO (450,82 mg/l) y Aceites y Grasas (672 mg/l) valores que superan los límites permisibles por el TULSMA, DBO5 (250mg/l), DQO (500mg/l) y Aceites y Grasas (70 mg/l).
- Se concluye que la vida útil del filtro que usa zeolita como medio filtrante manteniéndolo dentro de un ambiente controlado es decir sin que sea afectado por agentes como la lluvia y/o insectos puede llegar a ser más de 30 días debido a que sus características filtrantes van mejorando al pasar los días.
- El análisis del agua residual con respecto al DBO5 entre los días 45 (148,52mg/l) y 84 (71,71mg/l) tuvo la mayor eficiencia, la reducción de la concentración de los parámetros indicados cumplen con lo establecido en el TULSMA que mantiene los valores como límite DBO5 (250mg/l) y DQO (500mg/l).
- Se observa que en relación al parámetro aceites y grasas el filtro a base de zeolita requiere al menos 90 días para alcanzar un valor de 66,66 mg/l para cumplir la norma del TULSMA la que indica que el límite permisible de Aceites y grasas que es de (70 mg/l) verificando de esta forma la eficiencia del filtro a base de zeolita.
- Los análisis en relación al color de una muestra de agua residual inicial fue (1950 Unid Pt- Co) y al usar el medio filtrante de zeolita tuvo una disminución de (1500 Unid Pt-Co).
- Se demuestra que la zeolita pierde conductividad debida que funciona como elemento filtrante ya que la conductividad inicial fue de (413 μ S/cm) a los 90 días su conductividad era de (335 μ S/cm).
- Se demuestra que el pH determinado en base al filtro de zeolita se mantiene dentro del rango establecido por el TULSMA con un valor después de filtrado de 7,44 siendo el Límite de 6 a 9.

V. RECOMENDACIONES

- Es necesario que las Instituciones que se encargan del control de calidad del agua en el país realicen un análisis físico-químico periódico durante todo el año de las aguas

provenientes de canales o acequias debido a que en áreas rurales estas aguas son utilizadas para la preparación de alimentos y el consumo por pobladores de las zonas aledañas.

- La muestra debe ser entregada al laboratorio antes de las dos horas de haberla tomado para preservar sus características, caso contrario llevar la muestra refrigerada e identificada.
- Para la elaboración de filtros a base de zeolita se recomienda que la forma granular sea entre un tamaño de 2,00 mm a 0,60 mm es decir el tamiz #10 y que retenga el tamiz # 30 y no sea un material fino debido a que este no permitirá el paso del fluido quedándose estancado.
- Una vez que empieza la etapa de filtración por la zeolita se recomienda mantener tapado el recipiente plástico del filtro para que así no se alteren los resultados de los análisis por cualquier otro agente contaminante.
- Se recomienda que el agua residual se la tamice primero para que se atrape grasas y luego sea filtrada para conseguir que los aceites y grasas no colmaten el filtro y se pueda aumentar el tiempo de vida útil del mismo.
- Tamizar la zeolita para que se encuentre dentro de la granulometría indicada en la metodología.
- Se recomienda un mantenimiento periódico de limpieza del filtro cada 15 días para que no afecte su funcionamiento correctamente y así evitar que disminuya su eficiencia.
- Realizar análisis para determinar el tipo de bacterias que se producen en las diferentes muestras de agua residual.
- Recomiendo el uso de la zeolita como un medio filtrante en la construcción de filtros para aguas residuales.

VI. REFERENCIAS

- [1] E. Burgos et al, "Análisis de la eficiencia de filtros a base de zeolita para la remoción de contaminantes en el agua proveniente de dos pozos de abastecimiento público en el recinto Tres Postes, Canton Alfredo Baquerizo Moreno," Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Tesis 2015.
- [2] C. Larrea, "Aplicación de un filtro de zeolita para la potabilización del agua nivel domiciliario sitio Palestina Cantón el Guabo Provincia El Oro," Universidad Técnica de Machala, Machala, El Oro, Tesis 2015.
- [3] A. Calderon et al, "Estudio Comparativo de la aplicación de zeolita activada y carbón activado en el tratamiento de aguas residuales de la fabricación de pinturas base agua," Universidad de el Salvador, San Salvador, Tesis 2016.
- [4] D. Acevedo et al, "Evaluación de la eficiencia de una batería de filtros empacados en zeolita en la remoción de metales pesados presentes en un licor mixto bajo condiciones de

laboratorio," Ingenierias Universidad de Medellin, vol. 10, no. 18, pp. 31- 42, Marzo 2011.

[5] C. Bascuñan, "Zeolitas y su uso en diferentes ramas de la industria," Escuela de Ingeniería Química Benemerica - Universidad Autónoma de Puebla, México, Informe 2003.

[6] Comisión Nacional del Agua , Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Mexico: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2015.