



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**TEMA:**

---

---

**“ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE UN CAMAL  
UBICADO EN EL BARRIO EL PORVENIR DEL CANTÓN TISALEO,  
PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.**

---

---

**AUTORA: FERNANDA LIZBETH ESCOBAR PEÑAFIEL.**

**TUTOR: ING. MG. LENIN MALDONADO.**

**AMBATO-ECUADOR**

**2017**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.**

Yo, Ing. Mg. Lenin Maldonado certifico que el presente Informe Final de Trabajo Experimental “**ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE UN CAMAL UBICADO EN EL BARRIO EL PORVENIR DEL CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**” realizado por la Srta. Fernanda Lizbeth Escobar Peñafiel, egresada de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.

Ambato, Agosto del 2017.

---

Ing. Mg. Lenin Maldonado.

**TUTOR**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

**Yo, Fernanda Lizbeth Escobar Peñafiel, CI. 180480936-4 Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el presente trabajo con el tema: “ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE UN CAMAL UBICADO EN EL BARRIO EL PORVENIR DEL CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA” es de mi completa autoría.**

**Ambato, Agosto 2017**

---

**Fernanda Lizbeth Escobar Peñafiel**

**AUTORA.**

## **DERECHOS DE AUTOR**

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

Cedo los derechos en líneas patrimoniales de Trabajo de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Trabajo Experimental dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos.

---

**AUTORA**

Fernanda Lizbeth Escobar Peñafiel

CI: 180480936-4

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental, bajo el título **“ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE UN CAMAL UBICADO EN EL BARRIO EL PORVENIR DEL CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, realizado por Fernanda Lizbeth Escobar Peñafiel, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Noviembre 2017.

Para su constancia firman:

---

Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos.

Profesor Calificador.

---

Ing. Mg. Jorge Guevara.

Profesor Calificador.

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a Dios; por darme las fuerzas, la sabiduría y la capacidad de culminar con esta meta, por siempre darme la bendición de la vida, de la salud y de mi familia.*

*A mis padres; porque gran parte de su esfuerzo se ve reflejado en este trabajo, por permitirme día a día crecer y aprender no sólo de la vida sino también de ellos.*

*A mi familia; por ser mi apoyo, mi fuerza y mi más grande inspiración, por empujarme a salir adelante y conseguir lo que tanto he querido, porque sé que cada momento anhelaban esto tanto o quizá más que yo.*

## **AGRADECIMIENTO.**

*A Dios por demostrarme su amor infinito en cada amanecer, porque me ha permitido conocer el valor de la vida, del amor y de la amistad, por reemplazar mis tristezas, mis penas y mis angustias con la alegría de culminar esta meta.*

*A mis padres por guiarme, por apoyarme, por el sacrificio diario que hacían para que nunca me falte nada, gracias por hacer más llevadero el recorrido de este camino con sus palabras de aliento, con sus consejos y sus muestras de cariño.*

*A toda mi familia por ayudarme desinteresadamente, por dedicarme tiempo y paciencia, a cada uno por llegar en el momento indicado y devolverme las fuerzas que creí haber perdido, gracias por cada experiencia vivida; quienes mejor que ustedes para compartir conmigo esta dicha tan grande.*

*A mis amigos, compañeros y maestros por brindarme sus conocimientos y sus experiencias por motivarnos a ser buenos profesionales a ser honestos y a actuar con responsabilidad y dedicación*

***Sin todos ustedes este objetivo no se hubiera logrado.***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

### PÁGINAS PRELIMINARES.

Certificación.....	II
Autoría del Trabajo.....	III
Derechos del Autor.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice General de Contenidos.....	VII
Resumen Ejecutivo.....	XII

### CAPÍTULO I.

1.1 Tema.....	1
1.2 Antecedentes Investigativos.....	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1objetivo General.....	3
1.4.2objetivos Específicos.....	3

### CAPÍTULO II

2.1 Fundamentación Teórica.....	5
2.1.2 Efluentes generados por el proceso de Faenamiento.....	5
2.1.3 Aguas Residuales.....	5
2.1.4 Tratamiento de Aguas Residuales.....	6
2.1.5 Caracterización de las Aguas Residuales de un centro de Faenamiento Animal.....	7

2.1.6	Parámetros de calidad del agua residual de Mataderos.....	7
2.1.7	Adsorción.....	8
2.1.8	Carbón Activado.....	8
2.1.9	Normativa.....	9
2.1.10	Aceites Y Grasas.....	10
2.1.11	Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ).....	10
2.1.12	Potencial de Hidrógeno.....	10
2.2	Hipótesis.....	11
2.3	Señalamiento de Variables.....	11
2.3.1	Variable Independiente.....	11
2.3.2	Variable Dependiente.....	11
 <b>CAPÍTULO III</b>		
Metodología		
3.1	Nivel O Tipo De Investigación.....	12
3.2	Población y Muestra.....	12
3.3	Operacionalización de Variables.....	13
3.3.1	Variable Independiente.....	13
3.3.2	Variable Dependiente.....	14
3.4	Plan de Recolección de Información.....	15
3.5	Plan de Procesamiento y Análisis.....	16
3.5.1	Determinación del lugar de estudio.....	16
3.5.2	Elaboración del Filtro.....	22

3.5.2.1 Parámetros de Diseño del Filtro .....	23
3.5.2.2 Obtención del Material a utilizar en el Filtro.....	24
3.5.2.3 Funcionamiento del Filtro.....	24
3.5.2.4 Recolección de las muestras de agua residual.....	26

## **CAPÍTULO IV**

4.1 Recolección de datos.....	27
4.1.4 Cálculo del caudal promedio diario.....	28
4.2 Análisis de Resultados.....	30
4.2.1 Resultados del Agua Residual Filtrada.....	30
4.2.2 Análisis de Cada Parámetro.....	31
4.2.3 Eficiencia del Filtro.....	35
4.2.4 Análisis de Cumplimiento Del TULSMA Para El Agua Residual Filtrada.....	39
4.2.5 Análisis crítico.....	40
4.3 Verificación de Hipótesis.....	42

## **CAPÍTULO V**

### Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones.....	43
5.2 Recomendaciones.....	44

## **C. MATERIALES DE REFERENCIA**

1. Bibliografía.....	45
2. Anexos	
Índice de Anexos.....	48

2.1 Fotografías.....	49
2.2 Registro de Actividad diaria.....	52
2.3 Resultados de Los Análisis Realizados.....	55
2.4 Referencias para el modelo del Filtro.....	63
2.5 Plano del Filtro.....	68
2.6 Plano Hidráulico de La Empresa.....	69

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Composición del Agua Residual de un Centro de Faenamiento Animal.....	7
Tabla 2. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado.....	10
Tabla 3. Operacionalización de la Variable Independiente.....	13
Tabla 4. Operacionalización de la Variable Dependiente.....	14
Tabla 5. Plan de recolección de Información.....	15
Tabla 6. Especificaciones del Carbón Activado.....	23
Tabla 7. Características Generales del Carbón Activado.....	24
Tabla 8. Cálculo de Agua consumida por siete días.....	28
Tabla 9. Cálculo de diferencia de alturas para determinar caudal promedio diario.....	29
Tabla 10. Resultados del Agua Residual durante el proceso de Filtración.....	30
Tabla 11. Porcentaje de remoción del filtro para Aceites Y Grasas.....	35
Tabla 12. Porcentaje de remoción del filtro para DBO <sub>5</sub> .....	36
Tabla 13. Porcentaje de remoción del filtro para DQO.....	37
Tabla 14. Porcentaje de remoción del filtro para pH.....	38
Tabla 15. Análisis del cumplimiento del TULSMA para el Agua Filtrada.....	39

## **ÍNDICE DE GRÁFICAS**

Gráfica 1. Proceso del Tratamiento de Aguas Residuales.....	6
Gráfica 2. Disminución de la concentración de Grasas Y Aceites en función del Tiempo.....	31
Gráfica 3. Disminución de la Concentración d.e DBO <sub>5</sub> en función del Tiempo.....	32
Gráfica 4. Disminución de la Concentración de DQO en función del Tiempo.....	33
Gráfica 5. Disminución de la Concentración de pH en función del Tiempo.....	34
Gráfica 6. Eficiencia del filtro para remoción de Aceites Y Grasas.....	35
Gráfica 7. Eficiencia del filtro para remoción de DBO <sub>5</sub> .....	36
Gráfica 8. Eficiencia del filtro para remoción de DQO.....	37
Gráfica 9. Eficiencia del filtro para remoción de pH.....	38

## **ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 1. Ubicación del centro de faenamiento animal.....	16
Fotografía 2. Funcionamiento Del Filtro.....	24
Fotografía 3. Llave de paso y flauta.....	25
Fotografía 4. Cubeta llena de material filtrante y llave de salida se agua filtrada.....	25
Fotografía 5. Tanque de almacenamiento de agua residual.....	48
Fotografía 6. Recolección de muestras de agua residual.....	48
Fotografía 7. Estructura del filtro.....	48
Fotografía 8. Cernida del agua para llenar el Filtro.....	48

## **RESUMEN EJECUTIVO**

**TEMA: “ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE UN CAMAL UBICADO EN EL BARRIO EL PORVENIR DEL CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.**

**Autora: Fernanda Lizbeth Escobar Peñafiel**

**Tutor: Ing. Lenin Maldonado Mg.**

El objetivo principal de este trabajo investigo es diseñar un prototipo de filtro con carbón activado para mostrar los resultados que se obtienen a partir de un proceso de filtrado durante el tiempo de 90 días con tomas de muestras semanales, como muestra patrón tenemos la que se realiza al principio al agua residual tal y como sale del proceso de faenamiento (agua cruda) para luego compararlas con el agua tratada mediante la filtración, estos resultados serán comparados cada semana y además se compararan con los límites permisibles para la evacuación al alcantarillado público del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

Los parámetros que se analizaron fueron Aceites y Grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO<sub>5</sub>) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) en un laboratorio especializado, y una vez obtenidos los resultados se procedió a verificar la eficiencia que presenta el filtro mediante el porcentaje de remoción que presenta el agua a medida que pasa el tiempo y se concluyó que el filtro disminuye notablemente los parámetros de DBO<sub>5</sub> y DQO y en un porcentaje menor el parámetro aceites y grasas.

Además se puede recomendar a investigaciones posteriores que sea utilizado como un proceso final, es decir no con el agua que sale directamente una vez que se termina el proceso de faena, sino más bien luego de haber pasado por un tratamiento convencional como por ejemplo solamente para eliminar olores y clarificarla de esta manera se pueden obtener mejores resultados.

## SUMARY

**THEME: "ANALYSIS OF CARBON ACTIVATED AS A FILTER IN THE TREATMENT OF RESIDUAL WATERS FROM A CAMP LOCATED IN THE NEIGHBORHOOD OF THE TISALEO CANTON, PROVINCE OF TUNGURAHUA".**

The main objective of this work is to design a prototype filter with activated carbon to show the results obtained from a filtering process during the time of 90 days with weekly sampling, as a sample we have the sample at the beginning to the residual water as it exits the process of raw water and then compare it with the treated water through the filtration, these results will be compared every week and also compare with the permissible limits for the evacuation to the public sewer of the Book VI Annex 1: Environmental Quality Standard and effluent discharge resource: Water from the Unified Text of Secondary Legislation, Environment.

The parameters that were analyzed were Oils and Fats, Biochemical Oxygen Demand in 5 days (BOD5) and Chemical Oxygen Demand (COD) in a specialized laboratory, and once the results were obtained, the efficiency of the filter was verified using The percentage of removal that the water presents as time passes and it was concluded that the filter significantly decreases the parameters of BOD5 and COD and in a lower percentage the parameter oils and fats.

Further research may be recommended to be used as a final process, not with the water that comes out directly after the slaughter process is completed, but rather after having undergone a conventional treatment such as for example only eliminating odors and clarifying it in this way can give better results.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL**

Análisis del carbón activado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de un camal ubicado en el barrio El Porvenir del cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua.

### **1.2 ANTECEDENTES**

Hoy en día, la disponibilidad del agua es paulatinamente menor debido a la constante contaminación por diversos medios, incluyendo la descarga de usos municipales, industriales, comerciales [1]; es por eso que en la actualidad la protección y conservación de este recurso es una de las principales preocupaciones sociales [2]. Conforme al artículo [3] se puede advertir que las actividades agrícolas e industriales han aumentado casi al doble, la concentración de sustancias dañinas fijado anualmente en la biosfera ha causado un irreparable trastorno, no solo en la humanidad sino en el ecosistema.

Según [4] en América Latina existen países con grandes problemas de saneamiento y pocos son los que poseen plantas de tratamiento de aguas residuales para evitar que se descarguen directamente sobre los suelos y cuerpos de aguas.

Por otro lado, en el Ecuador casi todas las ciudades de tamaño mediano y grande, con excepción de Cuenca y algunos sectores de Guayaquil carecen de tratamiento de agua industrial, las cuales según [5] solo el 12% de las aguas que se emplean en el consumo humano recibe un tratamiento adecuado previo a su descarga en ríos y quebradas, de acuerdo con la Secretaria Nacional del Agua. (Senagua)

Uno de los principales contaminantes comunes en los municipios de todo el país lo constituyen los centros de faenamiento de ganado vacuno [6], ya que estos efluentes contienen sangre, rumen, pelos, grasas, proteínas; este vertido de aguas tiene una carga orgánica DBO y de nutrientes media – alta (sangre) [7], con un importante contenido

de sólidos en suspensión, grasas y aceites, así como vertidos líquidos de la operación de lavado de carcazas y limpieza de equipos e instalaciones. En los estudios [8][9] se indica que el impacto ambiental sobre las redes de alcantarillado sanitarios se hace más notorio en poblaciones medianas y pequeñas, situación que obliga a realizar tratamientos antes de su descarga.

Según dice [10], cada industria al contener diferentes tipos de sustancias químicas, genera diferentes tipos de aguas residuales como materiales pesados, sustancias químicas, pesticidas, ha motivado a la búsqueda de un tratamiento de estas aguas residuales [11] en el cual se indica que algunos de los métodos más usados son: Tratamientos a base de Crecimiento de Bacterias, Tratamientos Fotocatalíticos de aguas residuales empleando energía solar, y Tratamientos Anaerobios, Tratamientos de Filtración, etc.

A través del tiempo se ha hecho énfasis en la alternativa de filtración de aguas, para esto se utiliza cualquier material con alto índice de adsorción tales como arenas, gravas, biopolímeros naturales, carbones, etc., [12]. Llegando a demostrar la eficiencia indudable del carbón activado, ya que el poder de reducir toda materia contaminante además de contrarrestar color, olor y sabor, ha logrado que la mayoría de los tratamientos lo incluyan como toque final en sus procesos de purificación [13].

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El agua es un recurso limitado y la demanda global crece cada día a pasos acelerados, por este motivo es necesario reducir las aguas residuales, y dentro de lo posible buscar la manera de reciclarlas. Si se consigue mejorar el uso de este recurso natural tan importante, se consigue hacer lo propio con el ciclo del agua para todo ser vivo. Es importante conocer que no todas las aguas residuales son iguales, ya que según el artículo [10], cada proceso industrial al contener varios tipos de sustancias químicas necesarias para su manejabilidad y destino las hacen más o menos contaminantes, y por lo mismo requiere diferentes tipos de tratamiento.

Para el tratamiento de aguas residuales se ha buscado diferentes alternativas, una de ellas es la utilización de materiales de origen biológico como se indica en el artículo [14] donde aclara que la búsqueda de nuevos materiales biosorbentes de bajo costo y

con alto potencial de adsorción de metales y otras sustancias presentes en aguas residuales se ha convertido en un objetivo principal de la ciencia, por eso se ha ido evaluando la efectividad de muchas biomásas tanto vegetal y animal tales como: cascara de naranja, cascara de limón, cascara de yuca, cascara de manzana, cascara de tamarindo, entre otras, ya que presentan ciertas características en su estructura así como rigidez, porosidad, y composición química.

Bajo estos conceptos, se busca reducir no solo la contaminación del agua sino también la contaminación del medio ambiente, implementando métodos de descontaminación, la aplicación de carbones de diferentes residuos de actividades agrícolas tales como indican los artículos [15][16][17] [18], en los cuales se explican que además del material ya mencionados se puede hacer también a base de bagazo de palma africana, del residuo del cultivo de maíz (el zuro) , de cascara de coco, de cascara de tuna ya que son materiales con apreciable potencial para remover materia pesada, tal como plomo y cadmio. Así pues se logra no terminar pero si reducir dos problemas que afectan gravemente al planeta uno es la acumulación de aguas residuales sin previo tratamiento que se descargan directamente sobre cauces de ríos y mares, y el otro que es la acumulación de desechos agrícolas que generan agentes contaminantes y en ciertas ocasiones infecciones y enfermedades.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General.**

Analizar el carbón activado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de un camal ubicado en el barrio “El Porvenir” del cantón Tisaleo, Provincia de Tungurahua.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la industria a investigar.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la industria a investigar.

- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO<sub>5</sub> y DQO, Ph y grasas y aceites) de las aguas residuales provenientes de la industria a investigar en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si el material investigado puede ser utilizado en determinada industria

## **CAPÍTULO II**

### **2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1.2 Efluentes generados por el proceso de faenamiento.**

##### **Efluentes líquidos:**

Agua de lavado de reses y de las instalaciones en general, esta agua es arrastrada con residuos sólidos y semisólidos como la sangre y las grasas y son depositadas en los terrenos circunstante [6].

##### **Efluentes sólidos y semisólidos:**

Sangre

Grasas

Rumen

Huesos

Estiércol

Restos de carne, tejidos, cueros, etc.

#### **2.1.3 Aguas Residuales**

Son aquellas que resultan después de que se las utiliza ya sea en los domicilios, en las fábricas, o en industrias ganaderas, etc., estas aparecen sucias y contaminadas ya que llevan grasas, detergentes, materia orgánica, residuos de la industria y de ganado, herbicidas y plaguicidas y en algunos casos sustancias tóxicas.

##### **Tipos de aguas residuales**

Según [19] las aguas residuales se clasifican en cuatro tipos

- **Aguas residuales domesticas o aguas negras.**

Proceden de los hogares (aseo personal, heces, orina, cocina, lavado, limpieza), y suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos (restos de jabones, detergentes, grasas).

- **Aguas blancas.**

Estas proceden de los fenómenos naturales: la lluvia, nieve, o del riego y limpieza de la calle, parques y lugares públicos.

- **Aguas residuales industriales**

Proceden de los procesos de fábricas e industrias, estas contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y otros productos subproductos de origen mineral, químicos, vegetal o animal.

- **Aguas residuales agrícolas**

Proceden de actividades agrícolas en zonas rurales y en ocasiones se utilizan para riego agrícola con o sin tratamiento previo.

#### 2.1.4 Tratamiento de aguas residuales



**Gráfica 1.** Proceso del tratamiento de aguas.

En la gráfica 1 [20] se tiene el proceso para un tratamiento de aguas residual; como primer paso se tiene la filtración del agua para eliminar residuos sólidos que puede contener el líquido, la segunda etapa representa la depuración del agua, este líquido se

deposita en tanques de sedimentación en donde a través del estancamiento se asientan los residuos en el fondo.

Como tercer punto se encuentra la utilización de procedimientos biológicos aeróbicos para promover la desintegración del material contaminante presente en el agua.

Y por último el agua se traslada a cámaras finales de filtrado, en donde se eliminan los últimos residuos que pueden permanecer en el líquido para ser trasladado a las cámaras en donde se realizara el tratamiento a nivel químico.

### **2.1.5 Caracterización de las aguas residuales de un centro de faenamiento animal.**

En la tabla 1 [21], se presenta la composición de las aguas residuales de un matadero municipal en Munich, que se establecieron a partir de un análisis de estudios, según el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de Lima- Perú

<b>PARÁMETRO</b>	<b>VALOR</b>
Sustancias sedimentales	10 ml/l
pH	7
Sustancias no disueltas	580 mg/l
Sólidos fijos	81 mg/l
Sólidos volátiles	498 mg/l
Sustancias disueltas	1206 mg/l
Alcalinidad	7 mlácido/l
Grasas	108 mg/l
Nitrógeno	145 mg/l
Pentóxido de fosforo	19 mg/l
Óxido de potasio	29 mg/l
Óxido de calcio	131 mg/l
DBO <sub>5</sub>	838 mg/l

**Tabla 1.** Composición del agua residual de un centro de faenamiento animal.

### **2.1.6 Parámetros de calidad del Agua Residual de Mataderos.**

Los parámetros más importantes a evaluar las aguas residuales provenientes de un centro de faenamiento animal son DBO<sub>5</sub>, pH, SST, aceites y grasas, turbiedad, color.

En las plantas procesadoras de carnes se espera que la cantidad de agua residual provenga de 10 a 15% del salado y procesado de las vísceras, 20 al 25% de la fabricación de embutidos y del 60 al 70% agua de limpieza. Los valores de los parámetros de calidad para el efluente total son: cloruro 1 g/l, grasa de 700 a 1000 mg/l, contaminación orgánica de 100 a 1900 mg DBO<sub>5</sub> promedio de 18 kg/l del producto final [21].

### **2.1.7 Adsorción**

Es la acumulación de una sustancia en una determinada superficie interfacial entre dos fases, como resultado de la formación de una película líquida o gaseosa en la superficie del cuerpo sólido o líquido.

### **Filtración**

Proceso mediante el cual las partículas sólidas que se encuentran en un medio líquido o también gaseoso se separan a través de un medio filtrante o filtro, que retiene las partículas y permite el paso del fluido.

Los elementos que intervienen en la filtración son:

Un medio filtrante

Un fluido con sólidos en suspensión.

Un dispositivo mecánico, llamado filtro que sostiene el medio filtrante, contiene el fluido y permite la aplicación de la fuerza [22].

### **2.1.8 Carbón activado**

Puede ser granular o en polvo es un material con una alta capacidad de adsorción, está compuesto por un gran número de poros de tamaño similar con una superficie interna entre 500 a 1500 m<sup>2</sup>/gr [23]. Tiene varios usos como el de depurar el agua, decolorar, desodorizar, adsorber gases o ionizar. Los poros se clasifican en el diámetro de los mismos. Como se indica a continuación:

- micro poros:  $\text{por} < 2\text{nm}$
- Meso poros:  $2\text{nm} < \text{por} < 2\mu\text{m}$
- Macro poros:  $50\text{ nm} < \text{por} < 100000\text{ nm}$

### **Métodos de activación para el carbón**

- Activación física
- Activación química.

#### **Activación Física:**

Se la denomina también activación térmica, se realiza a través de la carbonización del material a temperatura muy elevada, esto logra eliminar el hidrogeno y el oxígeno, obteniendo una materia carbonosa y porosa. Después se realiza la oxidación mediante dióxido de carbono, vapor de agua, aire u otros agentes oxidante; eliminando los productos volátiles y átomos de carbono.

#### **Activación Química:**

Este proceso se lo realiza a más bajas temperaturas, mediante reactivos como ácido fosfórico. Hidróxido potásico o cloruro de zinc, cuando el material está húmedo se calienta en un horno a  $500\text{-}700\text{ }^{\circ}\text{C}$  y al final se debe lavar el carbón para eliminar toda clase de residuos químicos.

El carbón es de origen vegetal tal como el carbón a base de cáscara de coco, esta se realiza mediante activación física a vapor, permitiendo así la restricción de agentes químicos que afecten el medio donde se lo va a utilizar, además tiene una desarrollada distribución de poros adecuados para la eliminación de moléculas pequeñas [24].

### **2.1.9 Normativa**

En la tabla 2, [25] se presenta los límites de descarga permisible que se presenta en la Norma de calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, 2014.

**Tabla 2.** Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>EXPRESADO COMO:</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Aceites Y Grasas	SOLUBLES EN HEXANO	70 mg/l
Demanda Bioquímica De Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	250 mg/l
Demanda Química De Oxígeno	DQO	500mg/l
Potencial De Hidrógeno	pH	6 a 9
Sólidos Suspendidos Totales	SST	220 mg/l

#### **2.1.10 Aceites y Grasas**

Son compuestos orgánicos que se constituyen principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, además de hidrocarburos en caso del petróleo, se caracteriza por tener baja densidad, y es muy difícil de degradarse.

#### **2.1.11 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

Es el que mide la cantidad de dioxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida. Materia susceptible a ser oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Con esto se mide el grado de contaminación normalmente a los 5 días de reacción.

#### **2.1.12 Potencial de hidrógeno**

Este parámetro pH mide el contenido de iones de hidrógeno en una sustancia para dar a conocer el grado de acidez de un líquido. El pH se interpreta en una escala de 1 a 14, siendo 7 un pH neutro, si es menor a este valor resulta ser una sustancia ácida mientras que si es mayor resulta ser una sustancia básica.

## **2.2 HIPÓTESIS**

### **Hipótesis Nula**

La elaboración de un filtro a base de carbón activado para aguas residuales provenientes de un camal permitirá disminuir los niveles de contaminación.

### **Hipótesis alterna**

La elaboración de un filtro a base de carbón activado para aguas residuales provenientes de un camal no reducirá los niveles de contaminación.

## **2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.3.1 Variable independiente**

Elaboración de un filtro a base de carbón activado.

### **2.3.2 Variable Dependiente**

Niveles de contaminación del agua residual.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

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

El presente trabajo requiere de los siguientes tipos de investigación:

##### ***Investigación Exploratoria***

Este proyecto está enfocado a la contaminación que genera el agua residual proveniente del centro de faenamiento animal, en el cual comprobaremos el funcionamiento del carbón activado como material filtrante a través de análisis físico-químicos.

##### ***Investigación Descriptiva.***

Es descriptiva porque se obtienen datos puntuales cada semana durante tres meses para evaluar si el material filtrante está dando resultados factibles o no, realizando comparaciones con cada análisis.

##### ***Investigación de Laboratorio***

Además es una investigación de laboratorio porque cada cierto tiempo se realizarán pruebas de laboratorio para determinar los parámetros requeridos, y así realizar un análisis de funcionalidad del filtro.

#### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### ***Población***

Se consideró la muestra los 90 días de funcionamiento del filtro \* caudal promedio diario

$VAR = 24.91 \text{ m}^3 * 90 \text{ días}$      $VAR = 2241. \text{ m}^3 * 3 \text{ meses.}$

##### ***Muestra***

Se tomará la muestra 55 galones que es la capacidad del tanque reservorio \* los 7 días que trabaja el centro de faenamiento = 385 galones/semana = 4620 galones/mes.

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1 Variable Independiente

Aplicación del filtro biológico

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICA INSTRUMENTO
Un filtro de agua es un sistema que contiene un material filtrante biológico que permite mejorar las condiciones del agua residual, reteniendo toda clase de partículas contaminantes y purificando lo más que se pueda el medio líquido.	Material biológico	Carbón activado	¿Cuál es la eficiencia del material?  ¿Cuáles son las características del material?	Tablas de verificación.  Investigación Bibliográfica.
	Depuración por proceso natural	Eficiencia	¿Cuáles son los niveles de purificación?  ¿Cumple con los parámetros de calidad?	Normativa TULSMA.

**Tabla 3.** Operacionalización de la Variable Dependiente.

**Fuente:** Autor.

### 3.3.2 Variable Dependiente

Niveles de contaminación del agua residual.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN
El agua debido a las diferentes actividades industriales tiene niveles de contaminación, así unas tienen agua residual más contaminada que otras, estas se miden mediante las condiciones de cada parámetro al realizar análisis físico químicos los cuales comparamos con los límites máximos permisibles establecidos por el TULSMA.	Procesos Industriales	Efluente del Centro de Faenamiento Animal "E.T."	¿Cuál es el nivel de contaminación?	Análisis de Laboratorio.
	Análisis de los parámetros del agua	- Aceites y grasas. -Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) -Demanda Química de Oxígeno. (DQO) -Potencial de Hidrógeno pH	¿Cuáles son los niveles de contaminación que tiene el efluente después del proceso de filtración?	APHA-5210-B  HACH 8000  APHA-4500HB

**Tabla 4.** Operacionalización de la Variable Independiente

**Fuente:** Autor.

### 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Qué evaluar?	Un filtro de carbón activado.
¿Sobre qué evaluar?	Nivel de eficiencia.
¿Sobre qué aspectos?	Aproximación de los valores resultantes después de ser filtrado a los límites permisibles de desfogue al sistema de alcantarillado.
¿Quién evalúa?	Fernanda Lizbeth Escobar Peñafiel
¿A quiénes evalúa?	A muestras de agua residual provenientes de un centro de faenamiento animal “E.T.”, recolectadas cada semana.
¿Dónde evalúa?	En las instalaciones del centro de faenamiento “E.T.” (Barrio El Porvenir)
¿Cómo y con quién?	Mediante análisis físico-químico del agua.

**Tabla 5.** Plan de recolección de información.

**Fuente:** Autor.

El plan de recolección de datos se basa en la evaluación del nivel de eficiencia de un filtro de carbón activado, se realizarán los respectivos análisis físico-químicos a las muestras de agua residual provenientes del Centro de Faenamiento Animal “E.T” que se ubica en el barrio “El Porvenir” del cantón Tisaleo.

### 3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

#### 3.5.1 Determinación del lugar de estudio.



**Fotografía 1.** Ubicación del centro de Faenamiento Animal “E.T.”

**Fuente:** Google Earth.

En la fotografía 1, se detalla la ubicación del centro de faenamiento animal “E.T.”, que está ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Tisaleo, barrio “El Porvenir”.

En el centro de faenamiento animal “E.T.” de donde se recolecto el agua residual para este proyecto se realizan los siguientes procesos:

- ✓ Matanza de animales
- ✓ Desangrado
- ✓ Transferencia
- ✓ Resuello, descuerado o depilado
- ✓ Evisceración
- ✓ Lavado de vísceras
- ✓ Corte de la canal
- ✓ Lavado de la canal
- ✓ Inspección sanitaria post- mortem
- ✓ Pesado
- ✓ Despiece
- ✓ Refrigeración.

- **Matanza de ganado**

Es la acción de matar el ganado para que este sirva para consumo humano. Comúnmente es llevado a unas instalaciones específicas denominadas mataderos, en estos sacrificios o matanzas de ganado se produce en un proceso ordenado sanitariamente con el propósito de obtener su carne en condiciones óptimas.

El trabajo que se realiza en los mataderos, con relación al proceso de sacrificio comprende las siguientes etapas:

- Recepción de los animales y descanso en los alojamientos adecuados.
  - Aturdimiento.
  - Desangrado.
  - Transferencia.
  - Resuello, descuerado o depilado.
  - Evisceración.
  - Lavado de vísceras.
  - Corte de la canal
  - Lavado de la canal
  - Inspección sanitaria post-mortem
  - Pesado.
  - Oreo y despiece
  - Refrigeración.
- 
- **Recepción y reposo de los animales antes del sacrificio.**

Los animales destinados al faenamiento deben llegar a las instalaciones por su pie siendo rurales y a corta distancia o por transporte si son largas distancias.

Tomando en cuenta que estos transportes deben estar adecuados correctamente para no someter a estrés a los animales a sacrificar y en caso de que hayan sido sometidos a grandes distancias estos deberán ser descansados previamente al sacrificio.

Una vez llegado el animal el personal de los corrales se encarga de ubicar a los animales de acuerdo a la hora y día fijados para el faenamiento, este reposo es esencial para la buena calidad y conservación de la carne, ya que el animal fatigado pierde peso

por deshidratación. Además en esta etapa se debe clasificar previamente la carne según su procedencia: toro de cría, buey, vaca, ternera, quedando al margen los animales enfermos que inmediatamente se llevaran al camal sanitario para su sacrificio y clasificación de piezas para la cremación o para darles un destino adecuado.

- **Reconocimiento sanitario de los animales antes del sacrificio.**

Este punto constituye uno de los aspectos más importante de la inspección de las carnes, con este examen, en el momento de la llegada del animal al matadero se pretende conseguir los siguientes objetivos.

Descubrir en el animal vivo los síntomas de aquellas enfermedades que con dificultad se podrían diagnosticar después de la muerte.

Apreciar los síntomas clínicos de las distintas enfermedades con el objeto de someter después a los animales afectados a su reconocimiento especial y detenido durante el proceso de matanza.

Diagnosticar enfermedades infecciosas o contagiosas para los animales o para el hombre, para adoptar en el momento oportuno todas las medidas necesarias para impedir su difusión y para proteger la salud del personal que trabaja en los mataderos.

- **Aturdimiento**

El aturdimiento se realiza en los animales a ser sacrificados para insensibilizarlo y poder realizar el desangrado en condiciones de tranquilidad y sin mayores golpes de movimiento, para esto se utilizan diferentes métodos:

**Pistolas de proyectil cautivo:** están constituidas por un vástago de acero que se desliza en el interior del cilindro metálico y es impulsado violentamente hacia adelante lo suficiente para perforar la piel y el hueso del cráneo y lesionar el cerebro por el gas producido al explotar un pequeño cartucho, hay que tener mucho cuidado de que este método no afecte el bulbo raquídeo que gobierna los pulmones y el corazón, para que sigan funcionando y permita así la eliminación de la mayor parte de la sangre del cuerpo.

**Puntilla:** este es un sistema de enervación clavado en el espacio oxipito-atloideo que corta la medula oblonga.

**Eléctrico:** consiste en descargar electricidad al animal, que al atravesar el cerebro durante un determinado tiempo breve, este se limita a determinar en el animal un estado de inconciencia temporal.

Una de las desventajas en este método es que se incremente la carga eléctrica en el animal y se produzcan manchas color rojo oscuro en la carne debido a la ruptura de los vasos sanguíneos.

**Anhídrido carbónico:** este método aplica en proporción adecuada el CO<sub>2</sub> en el aire atmosférico (70% CO<sub>2</sub>, 30% aire) y empleando dentro de ciertos límites de tiempo (15 a 20 segundos), esto provoca un aturdimiento que se prolonga casi por dos minutos.

Se prohíbe el golpe del mazo en la frente o nuca.

#### - **Desangrado**

La muerte de los animales de abasto es consecuencia de la sangría a la que se deben someter los animales, la ejecución correcta y racional de esta operación se hallan ligados al aspecto normal de las carnes, la duración de su conservación y el grado de contaminación microbiana.

Es recomendable trabajar con el animal colgado ya que así los operarios no se cansan tanto, las pieles no se ensucian con la sangre y por tanto el trabajo de preparación para enviar a la salazón es más rápido, además la recolección de sangre es más fácil y rápida si se colocan depósitos bajo el lugar de la sangría.

Actualmente luego del aturdimiento se lo eleva en rieles de desangre por una de las patas traseras, mediante una cadena larga, se cortan los vasos sanguíneos del cuello para dar lugar a que salga la sangre y muera el animal.

Así mismo los cuchillos que se utilizan en desangre deberán estar esterilizados.

La sangre se utiliza en:

- Alimentación humana
- Alimentación animal
- Fertilización
- Industria farmacéutica; aditivo y fuente de plasma
- Industria de colorantes

- Industria de colas y refrescos
- Industria de clarificación enológica
- Industria química como espumante contra incendios

- **Transferencia**

Esta etapa consiste en el corte, se utiliza una sierra eléctrica, de la cabeza, sin cuello, las extremidades anteriores cortadas a nivel de la articulación radio cubito metacarpiano o sea en los huesos del carpo (rodilla) y en los miembros posteriores a nivel de la articulación tarsiana. Se retira la grasa y los otros tejidos que están entre el tendón de Aquiles y la tibia, dejando una abertura para la colocación de los garfios para la suspensión área de la res.

- **Resuello o descuero o depilado.**

La separación de la piel se practica durante la matanza, para facilitar este proceso se utiliza la introducción de aire bajo la piel (insuflación), pero esta práctica se permite únicamente si se realizan con medios mecánicos aunque se recomienda no utilizarla por la contaminación microbiana que provoca.

La perfecta manera de desuello (corte, ralladura, etc.) tanto en carnes como en pieles repercute sobre el valor comercial de los productos.

En la res se empieza cortando longitudinalmente por el esternón y el abdomen, otro corte lo hace por la cara interna del antebrazo hasta unir con el corte longitudinal anterior, también se corta por la cara interna de las piernas hasta llegar al corte longitudinal principal.

Realizado estos cortes la piel esta lista para el desuello, debiendo el obrero evitar desgarrar los tejidos musculares. Una vez descuerado los cueros se transportan en carretillas a la sala de cueros, donde se los prepara o expende directamente.

- **Evisceración**

Este proceso comprende la incisión de la pared abdominal inferior y los tejidos del cuello, la sección de la sínfisis pubiana y del esternón, la extracción de los órganos contenidos en la cavidad pélvica, del abdomen( a excepción de los riñones) y del tórax. Este proceso tiene que llevarse a cabo de 20 a 30 minutos o menos en caso especialmente de lugares o estaciones de calor.

En caso de las hembras debe realizarse la extirpación de la mama, para evitar la contaminación de la canal o las vísceras con leche.

- **Lavado de las vísceras**

Las vísceras son trasladadas a una sala contigua a la de faenamiento, mediante un transportador de rodillos o banda transportadora accionada manualmente. En esa sala se realiza el lavado por medio de agua caliente y corriente en una cantidad abundante, utilizando equipo mecanizado.

- **Corte de la canal**

Se llama canal al animal que ya está faenado. Para transportarlo a la etapa final es necesario reducir su tamaño para lo cual se divide al animal a lo largo de la columna vertebral, de manera que se forman las medias canales y estas a su vez se subdividen formando así cada una en dos cuartos.

- **Lavado del canal**

El lavado del canal se lo realiza con duchas de agua bien pura a presión, de lo contrario se contamina la carne y se procede a secarlas con un paño, previamente esterilizado con vapor, limpiando las zonas de sangre y la zona interna de la canal. Después se pasa al cuarto de oreo.

- **Inspección sanitaria post-mortem**

Este reconocimiento consiste en el examen completo de las canales y de las vísceras de los animales sacrificados, con la finalidad de comprobar si existen lesiones que puedan relacionarse con estados morbosos o condiciones particulares que convierten a las carnes en peligrosas o impropias para el consumo.

- **Pesado**

En este proceso se utiliza una báscula de riel aérea para pesar las medias canales e indicar el rendimiento del proceso.

- **Oreo y despiece**

En esta sala se procede a cortar las medias canales en cuartos si es que van a ser comercializadas inmediatamente o por el contrario para conservar o prepararse para una maduración prolija, se dejara como media canal para ser introducidas inmediatamente en la cámara de pre refrigeración.

- **Refrigeración**

Después de la faena las canales de llevan a la cámara frigorífica donde se mantienen a una temperatura de  $1.1^{\circ}\text{C}$ , durante un periodo mínimo de 24 horas antes de ser distribuidas al mercado.

Es decir es un servicio completo desde la entrada del animal a sacrificar, hasta la entrega de la carne para ser distribuido a los diferentes lugares de venta.

En el día se faena un promedio de 50 reses.

El centro de faenamiento animal “E.T.” atiende de lunes a domingo en horario de 9:00am a 17:00 pm y los días de mayor actividad son lunes y domingo.

### **3.5.2 Elaboración del filtro**

Se necesitó una estructura de metal para colocar cada parte del filtro, las dimensiones son aproximadamente 2 metros, estas medidas se muestran en el plano de anexos.

Para esto se utilizó:

- Tubo circular de acero galvanizado
- Ángulo de acero galvanizado
- Pintura

#### **Estructura filtro**

Para armar el filtro se utilizó:

- Un tanque de almacenamiento de 55 litros de capacidad
- Un acople
- Tuvo PVC
- Una llave de paso
- Una lámina de tol previamente agujerada.
- Una cubeta plástica de 35 litros de capacidad
- Una llave plástica
- Un balde de 20 litros para receptor el agua filtrada

### 3.5.2.1 Parámetros de diseño del filtro:

Para el diseño del filtro se ha tomado en cuenta como parámetro fundamental el tiempo de retención hidráulica.

TRH = 5.55 horas

Q = 0.105 l/min

Ver más detalles en anexo 2.4

### 3.5.2.2 Obtención del material a utilizar en el filtro

El carbón activado granular es un material no muy común así que se obtuvo haciendo el pedido a la empresa Norit en la ciudad de Guayaquil. En donde especifica que es producido a partir de la cascara de coco y es especialmente seleccionado para la industria alimentaria y sistemas de purificación de agua.

En la tabla 6 [26], se presentan las especificaciones del carbón activado, estas son proporcionadas por la empresa que los fabrica y los distribuye y se encuentran en la Librería Digital “Norit”.

Número de lodo	min. 950
Dureza (método ball-pan)	min. 98
Humedad (al empacar)	max. 5

**Tabla 6.** Especificaciones del carbón activado

**Fuente:** Autor

### 3.5.2.2 Características generales del material.

La tabla 7 [26], describe las características generales del carbón activado tales como tamaños de partículas, densidad, cenizas etc. Estas son proporcionadas por la empresa Norit ubicada en la ciudad de Guayaquil, y son los fabricantes y distribuidores del material mencionado.

<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Actividad, Tetracloruro de carbono	g/100g	60
Densidad aparente	kg/m <sup>3</sup>	500
Contenido de plateles	mass-%	2
Tamaño de partículas >3.35 mm.	mass-%	2
Tamaño de partículas 2.36-3.35 mm	mass-%	50 – 70
Tamaño de partículas 1.7-2.36 mm.	mass-%	20 – 40
Tamaño de partícula < 1.70	mass-%	3
Cenizas	mass-%	3

**Tabla 7.** Características generales del carbón activado.

**Fuente:** Autor.

### 3.5.2.3 Funcionamiento del filtro

A continuación se explica el funcionamiento del filtro:



**Fotografía 2.** Funcionamiento del filtro

**Fuente:** Autor

En la fotografía 2 se indica que el filtro cómo está compuesto por un tanque de almacenamiento de 55 galones de donde mediante un acople baja la tubería de PVC

de ½ pulgada, se conecta con la llave de paso; en donde se regula el caudal que se requiere (0.105 litros /min) para que el filtro esté en funcionamiento las 24 horas.



**Fotografía 3.** Llave de paso y flauta de PVC

**Fuente:** Autor.

La fotografía 3 señala como a la llave de paso se conecta mediante una T una flauta de tubo PVC con varios agujeros los cuales permiten la circulación a través de ella para que el agua residual se reparta lo más uniformemente posible a la plancha de tol.



**Fotografía 4.** Cubeta llena de material filtrante y llave de salida de agua filtrada.

**Fuente:** Autor

La fotografía 4 indica que la plancha de tol tiene la función de un difusor, puesto que al caer el agua de la flauta esta se reparte a través de la plancha y cae a la cubeta llena del material filtrante.

Una vez pasada el agua residual por el material filtrante, esta pasa a un balde de 20 litros de capacidad en donde se recolecta el agua residual filtrada.

#### **3.5.2.4 Recolección de las muestras de agua residual.**

Del agua cruda para el primero, y posteriormente del agua tratada para los demás análisis se tomó un volumen de dos litros y medio aproximadamente, en recipientes de vidrio color ambar, obviamente con su respectiva identificación y teniendo muy en cuenta las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98 [25]. En donde como factor principal indica que se debe transportar las muestras de agua dentro de las primeras dos horas que

se ha tomado y en caso de no ser así se debe llevar las muestras refrigeradas. Estas eran transportadas a los laboratorios Total Chemistry.

Estas muestras eran tomadas cada semana para hacer su respectivo análisis y con ello la debida comparación.

Y además se trabajó en el laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato para determinar pH.



**Fotografía 5.** Tanque de almacenamiento de agua residual.

**Fuente:** Autor.

La fotografía 5 señala el tanque en donde se deposita toda el agua residual luego de terminar el proceso de faenamiento.



**Fotografía 6.** Recolección de muestras de agua residual.

**Fuente:** Autor.

La fotografía 6 señala el adecuado almacenamiento del agua para ser transportada hasta los laboratorios para su respectivo análisis.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

El centro de faenamiento animal “E.T.” está ubicado en un sector donde el agua escasea es decir, el camal se ve obligado a contratar los servicios de tanqueros y diariamente se ocupa de tres a cuatro tanqueros cada uno de 10 m<sup>3</sup>.

**Volumen de entrada** = 30 m<sup>3</sup>.

Área del tanque reservorio de agua residual = 2.60 m \* 5.20 m.

Profundidad = 2.40 m

La tabla 8 presenta el cálculo de agua consumida durante los 7 días laborables del centro de faenamiento animal “E.T.”.

<b>Día</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tiempo (h)</b>
Lunes	2,30	31,09	5
Martes	1,50	20,28	5
Miércoles	1,20	16,22	5
Jueves	1,40	18,93	5
Viernes	1,90	25,69	5
Sábado	2,20	29,74	5
Domingo	2.40	32,45	5
<b>Promedio</b>		<b>24,91</b>	

**Tabla 8.** Cálculo de agua consumida por siete días.

**Fuente:** Autor.

##### 4.1.1 Cálculo de caudal promedio diario.

La tabla 9 contiene los datos necesarios para determinar el caudal promedio diario así como alturas y su diferencia en relación a la altura real del tanque.

<b>Día</b>	<b>Fecha</b>	<b>Altura del agua (m)</b>	<b>Diferencia de alturas (m)</b>
Lunes	07 Agosto 2017	2,30	-
Martes	08 Agosto 2017	1,50	0,80
Miércoles	09 Agosto 2017	1,20	0,30
Jueves	10 Agosto 2017	1,40	0,20
Viernes	11 Agosto 2017	1,90	0,50
Sábado	12 Agosto 2017	2,20	0,30
Domingo	13 Agosto 2017	2.40	0,20
<b>Promedio de la diferencia de alturas (m)</b>			<b>0,383</b>

**Tabla 9.** Cálculo de diferencia de alturas para determinar caudal promedio diario.

**Fuente:** Autor

Para determinar el caudal promedio diario se ha procedido a tomar las diferentes alturas que diariamente reporta el tanque reservorio de agua residual, durante los 7 días de funcionamiento del centro de faenamiento animal “E.T.”.

#### **Estimación del caudal promedio**

**Caudal Promedio** = Promedio de la diferencia de alturas \*área del tanque.

**Caudal Promedio** = 0,383 m \*5,20m \*2,60m = **5,18 m<sup>3</sup>/día.**

## 4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

### 4.2.1 Resultados de agua residual filtrada

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS									
		Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceites y Grasas	mg/l	2,51	2,62	2,74	2,4	2,15	1,98	2,15	2,05	1,9	2,2
DBO <sub>5</sub>	mg/l	5280	3354	1428	890	925	960	2013	1145	1300	1980
DQO	mg/l	10500	6675	2850	1703	1551	1399	4100	2375	2750	4025
pH	-	7,39	7,61	7,83	7,08	7,6	8,2	7,81	7,32	7,58	7,74

**Tabla 10.** Resultado del agua filtrada durante los 90 días estimados para el proyecto.

**Fuente:** Autor

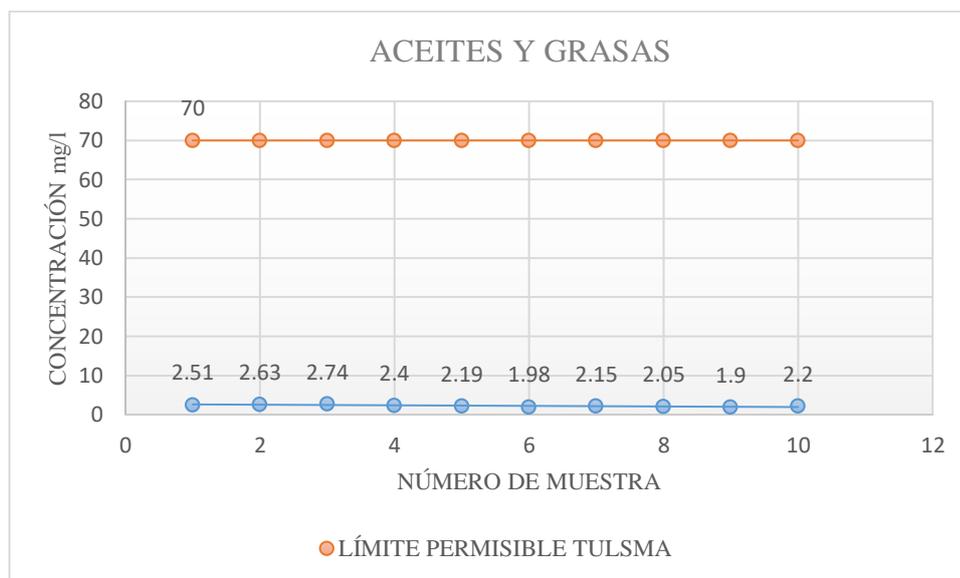
En la tabla 10 se expresan todos los resultados obtenidos, iniciando con los resultados de la muestra cruda y seguido por los que pasaron por proceso de filtración durante tres meses de funcionamiento del filtro; llegando a obtener 10 resultados incluyendo el inicial.

Tenemos los resultados de cada parámetro tales como: Aceites y Grasas. Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y pH.

#### 4.2.2 ANÁLISIS DE CADA PARÁMETRO

Con el fin de comparar los parámetros analizados con los límites establecidos se realiza una tabulación individual.

##### ACEITES Y GRASAS.



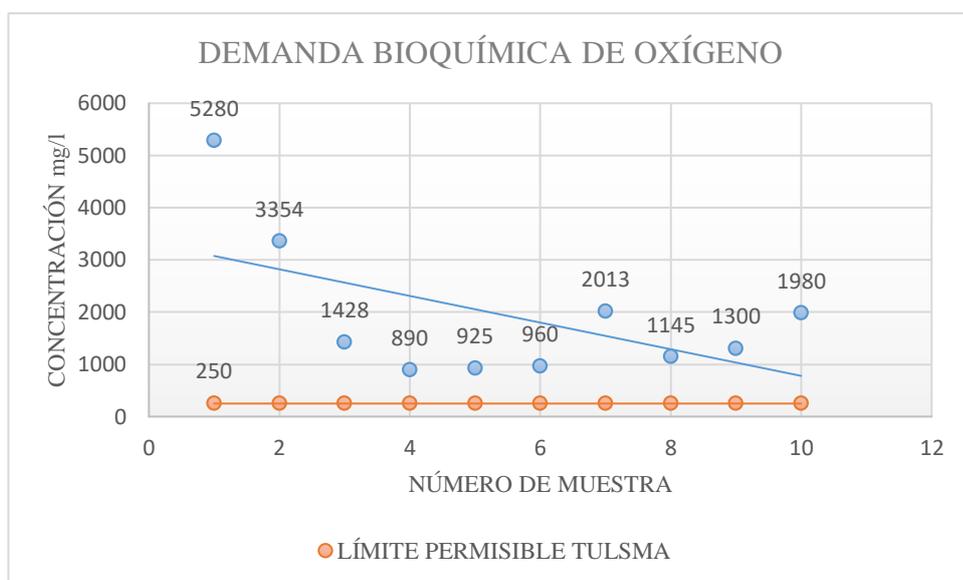
**Gráfica 2.** Disminución de la concentración de grasas y aceites en función del tiempo

**Fuente:** Autor

La gráfica 2 indica el agua residual antes de ser filtrada que obtuvo un valor de 2.51 mg/l, durante el tiempo de filtración, se hicieron 9 análisis, algunas semanas se redujo el valor, mientras que en otras aumentó, lo que se puede interpretar como que la concentración de aceites y grasas en cada semana eran mayores al valor inicial.

Pese a estas subidas y bajadas que muestran los resultados la concentración de este parámetro está dentro del límite permisible de descarga al sistema de alcantarillado que es 70mg/l.

## DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO



**Gráfica 3.** Disminución de la concentración de DBO<sub>5</sub> en función del tiempo.

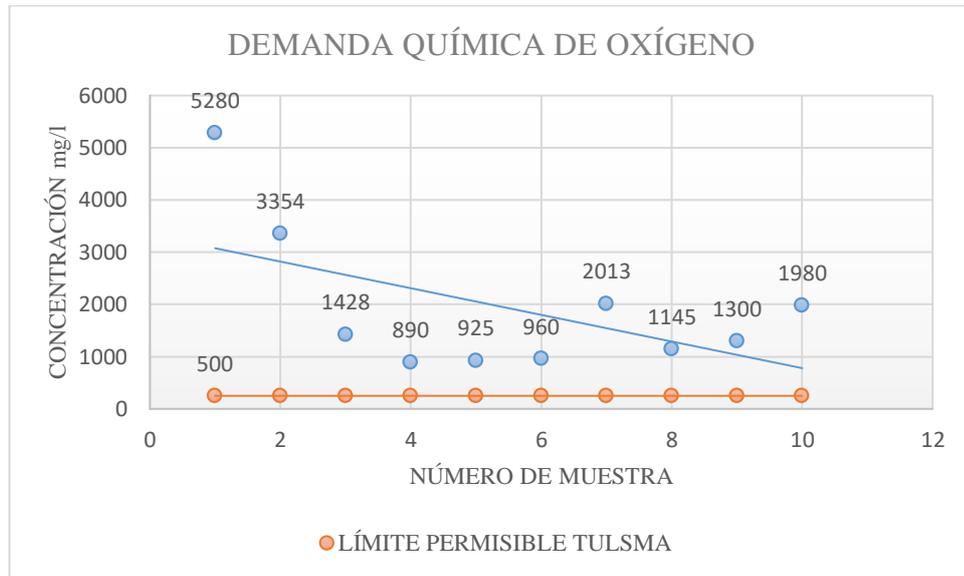
**Fuente:** Autor.

En la gráfica 3 se puede observar desde el primer análisis realizado que existió una disminución notable ya que el agua antes de ser procesada obtuvo un valor de 5280 mg/l y en la primera semana redujo a un valor de 3354mg/l.

Y así se puede observar como a medida que transcurre el tiempo la concentración de DBO<sub>5</sub>, sigue reduciéndose, sin embargo en la sexta semana se obtiene un valor de 960 mg/l y en la séptima sube a 2013 mg/l, y a partir de la novena semana empieza a subir nuevamente.

Sin embargo pese a que el filtro empezó a disminuir muy bien la concentración de DBO<sub>5</sub> ningún valor está dentro del límite permisible (250 mg/l) para ser descargado al sistema de alcantarillado.

## DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO



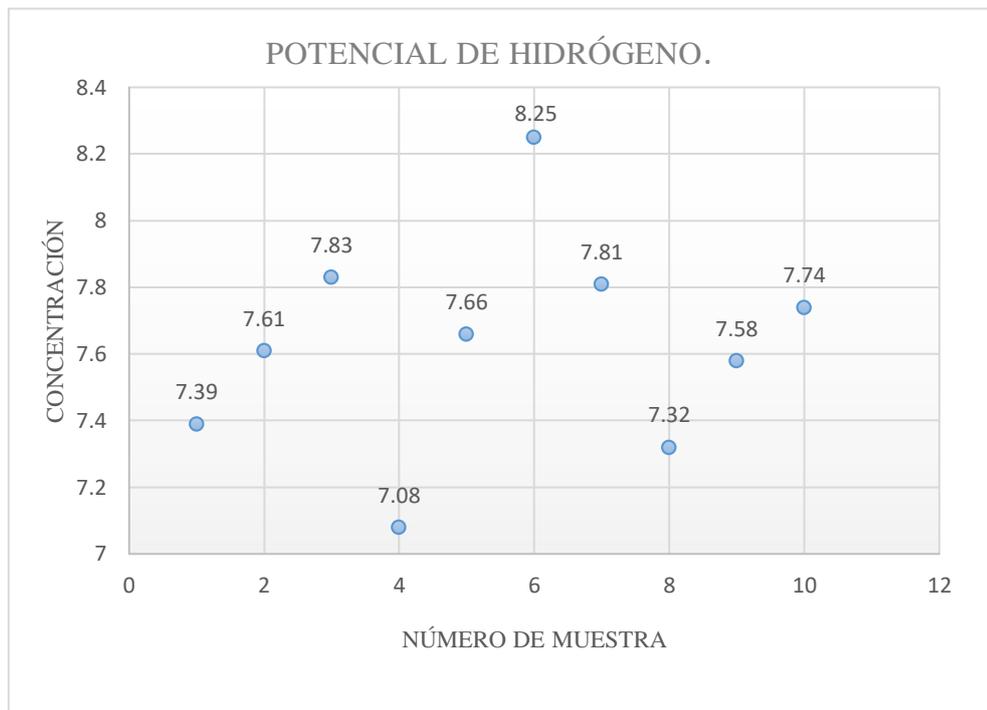
**Gráfica 4.** Disminución de la concentración de DQO en función del tiempo.

**Fuente:** Autor.

En la gráfica 4 se observa que el agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración arrojó un valor de 10500 mg/l. Durante el tiempo de filtrado se puede observar como disminuye considerablemente los valores de DQO, hasta la sexta semana en la que tenemos un valor de 1399 mg/l, sin embargo a la séptima semana tenemos un aumento de 2375 mg/l y a partir de esta empieza a incrementar su valor.

Se puede decir que a partir de la séptima semana el filtro empezó a perder eficiencia.

## POTENCIAL DE HIDRÓGENO.



**Gráfica 5.** Disminución de la concentración de pH en función del tiempo.

**Fuente:** Autor.

En la gráfica 5 se puede observar como el agua residual antes de ser sometida a un proceso de filtración tuvo un pH de 7.39 a la segunda semana su valor aumenta a 7.61 y a lo largo del proceso de filtración estos valores siguen aumentando pese a la filtración.

Sin embargo aunque en el tiempo de filtrado el pH sube estos valores están dentro del límite permisible para ser descargados al sistema de alcantarillado ya que el valor máximo es de 9 y estos solamente llegan a 8.25.

### 4.2.3 Eficiencia del filtro

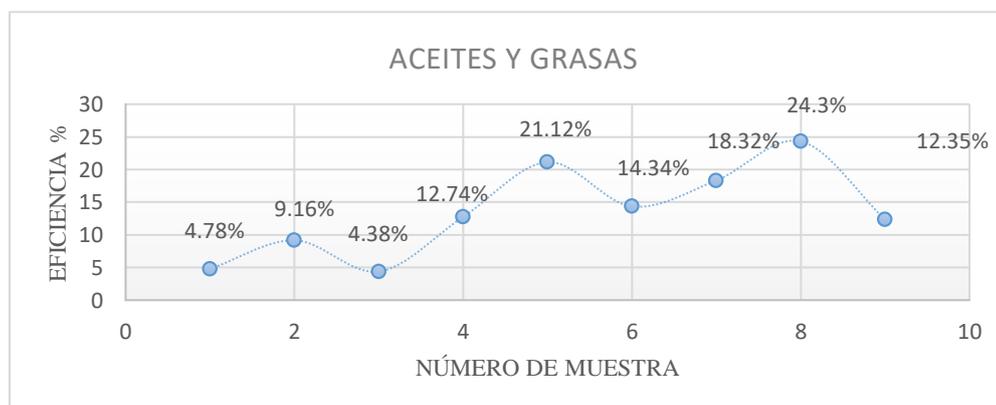
$$\% \text{ Remoción} = \frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración final}}{\text{Concentración inicial}} * 100 \text{ [Ecuación 4.2.4]}$$

#### ACEITES Y GRASAS

FECHA	CONCENTRACIÓN INICIAL (mg/l)	CONCENTRACIÓN FINAL (mg/l)	% REMOCIÓN
1	2.51	2.63	4.78
2		2.74	9.16
3		2.40	4.38
4		2.19	12.74
5		1.98	21.12
6		2.15	14.34
7		2.05	18.32
8		1.90	24.30
9		2.20	12.35

**Tabla 11.** Porcentaje de remoción del filtro para Aceites y Grasas.

**Fuente:** Autor.



**Gráfica 6.** Eficiencia del filtro para remoción de Aceites y Grasas.

**Fuente:** Autor.

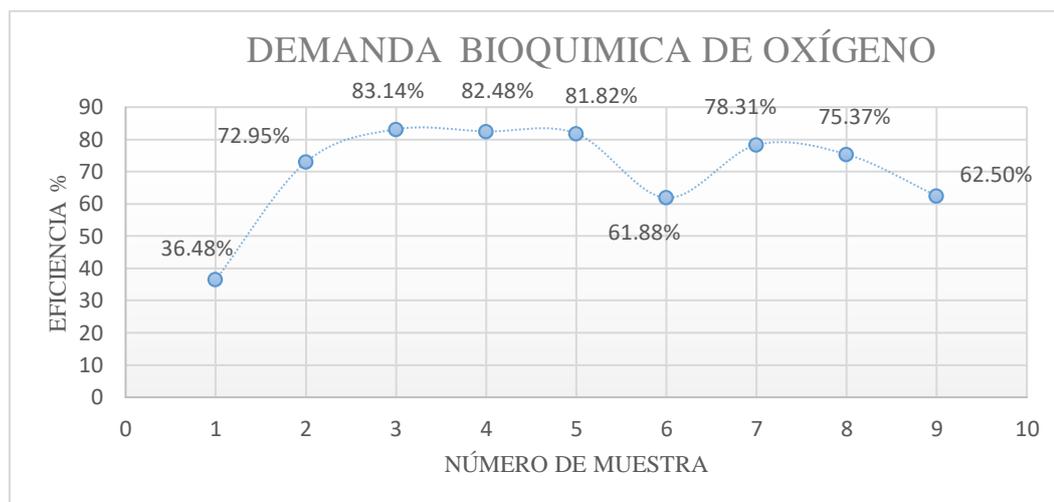
En la gráfica 6 se puede observar como el filtro empieza funcionando en un 4.78% pero a medida que va pasando el tiempo su eficiencia va incrementándose hasta llegar al 24% como eficiencia máxima, y termina con una eficiencia de 12.35%.

## DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

FECHA	CONCENTRACIÓN INICIAL (mg/l)	CONCENTRACIÓN FINAL (mg/l)	% REMOCIÓN
1	5280	3354	36.48
2		1428	72.95
3		890	83.14
4		925	82.48
5		960	81.82
6		2013	61.88
7		1145	78.31
8		1300	75.37
9		1980	62.5

**Tabla 12.** Porcentaje de remoción del filtro para DBO<sub>5</sub>.

**Fuente:** Autor.



**Gráfica 7.** Eficiencia del filtro para remoción de DBO<sub>5</sub>.

**Fuente:** Autor.

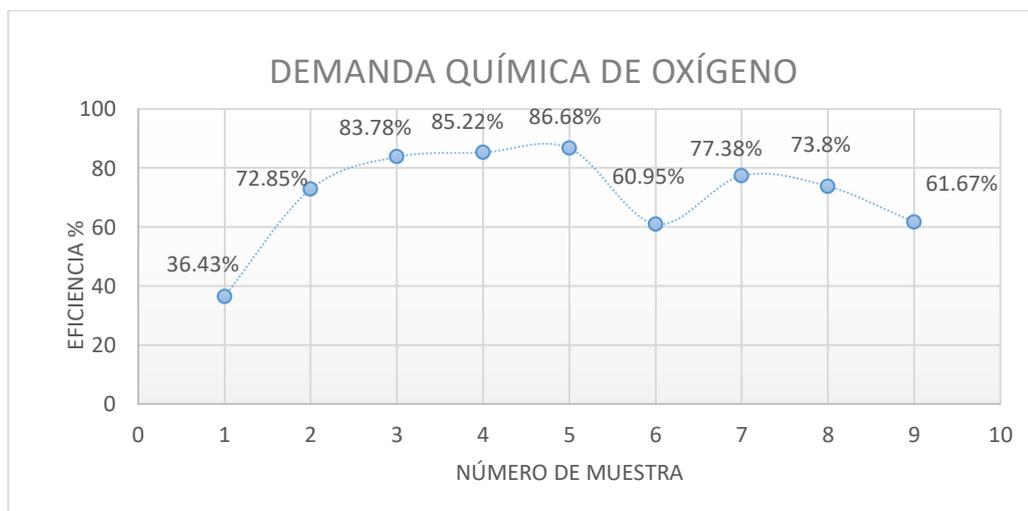
En la gráfica 7 observamos como el filtro trabaja de mejor manera con este parámetro, pues al inicio tienen un nivel de remoción de 36.48% y a medida que pasa el tiempo especialmente entre la tercera y quinta semana alcanza su eficiencia máxima.

## DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

FECHA	CONCENTRACIÓN INICIAL (mg/l)	CONCENTRACIÓN FINAL (mg/l)	% REMOCIÓN
1	10500	6675	36.43
2		2850	72.85
3		1703	83.78
4		1551	85.22
5		1399	86.68
6		4100	60.95
7		2375	77.38
8		2750	73.8
9		4025	61.67

**Tabla 13.** Porcentaje de remoción del filtro para DQO.

**Fuente:** Autor.



**Gráfica 8.** Eficiencia del filtro para remoción de DQO.

**Fuente:** Autor.

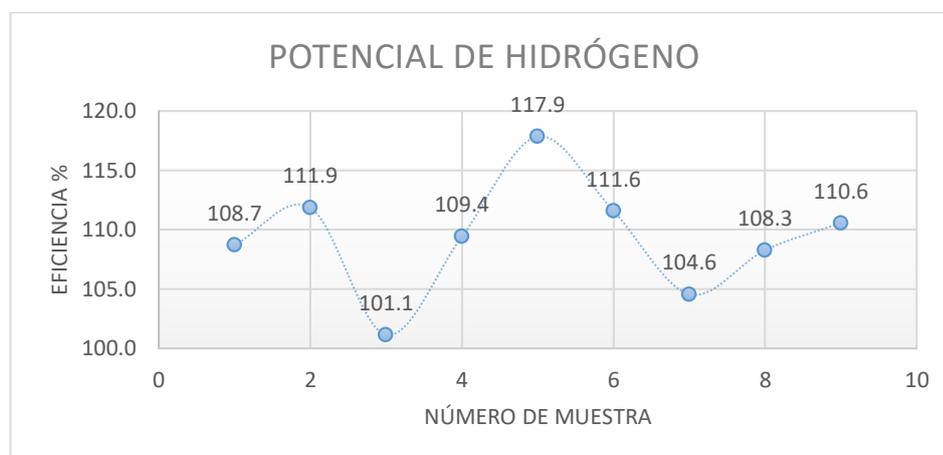
La gráfica 8 presenta la eficiencia máxima en la quinta semana en donde se observa un porcentaje de remoción de 86.68% y al igual que los demás parámetros a partir de esta semana la eficiencia empieza a disminuir.

## POTENCIAL DE HIDRÓGENO

FECHA	CONCENTRACIÓN INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	% REMOCIÓN
1	7.39	7.61	108.7
2		7.83	111.9
3		7.08	101.1
4		7.66	109.4
5		8.25	117.9
6		7.81	111.6
7		7.32	104.6
8		7.58	108.3
9		7.74	110.6

**Tabla 14.** Porcentaje de remoción del filtro para pH.

**Fuente:** Autor



**Gráfica 9.** Eficiencia del filtro para remoción de pH.

**Fuente:** Autor

En la gráfica 9 se observa el potencial de hidrogeno, que no tiene mucha variación en el proceso de filtrado, pues empieza con un nivel de remoción de 2.97% y termina con un 4.74% sin embargo pese a la poca eficiencia del filtro en este parámetro se encuentra dentro de los límites permisibles.

#### 4.2.4 Análisis del cumplimiento del TULSMA para el agua filtrada

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE MAX	CUMPLIMIENTO TULSMA
pH	-	7.65	6-9	Cumple
DBO <sub>5</sub>	mg/l	1466	250	No cumple
DQO	mg/l	3047	500	No cumple
ACEITESY GRASAS	mg/l	7.65	70.0	Cumple

**Tabla 15.** Análisis del cumplimiento del TULSMA para el agua filtrada.

**Fuente:** Autor

En la tabla 15 se puede observar como el filtro a base de carbón activado reduce todos los niveles de contaminación del agua en cuanto a la muestra inicial, pero aunque el filtro funcionó de manera extraordinaria hay dos parámetros que no llegan a cumplir con los límites establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), estos son: la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) **1466 mg/l** cuyo valor mínimo no está dentro del **límite que es 250 mg/l**.

De igual manera la Demanda Química de Oxígeno (DQO) que tuvo como valor mínimo **3047 mg/l** pero su **límite máximo es 500 mg/l**.

Mientras que el pH si cumple con el límite que va entre 6-9 ya que se obtuvo un valor mínimo de 7.65.

Por otra parte el parámetro de aceites y grasas también está dentro del límite pues tenemos valores de **7.65 mg/l** y el **límite máximo es de 70 mg/l**.

De estos resultados se deduce que el filtro puede funcionar perfectamente con estas aguas y podría llegar a estar por debajo de los límites permisibles si se le da un tratamiento primario antes de pasar por el proceso de filtración a través del carbón.

#### 4.2.5 Análisis Crítico:

Se puede observar que los resultados en general disminuyeron desde la primera semana del proceso de filtrado, hemos hecho una comparación con las siguientes fuentes en donde observamos que trataron el agua residual de mataderos:

Fuente 1. Rediseño De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales – Centro De Faenamiento Municipal de Ganado de Orellana. [27]

Fuente 2. Influencia de microorganismos nativos en el tratamiento de efluentes residuales de camales. [28]

Fuente 3. Datos obtenidos de acuerdo a los análisis de laboratorios realizados.

En la tabla 16 se tienen los resultados de agua tratada de centros de faenamiento animal pero con diferentes métodos así por ejemplo tenemos los resultados de una planta de tratamiento, de un tratamiento con microorganismos nativos y los resultados que arrojó el filtro de carbón activado.

Parámetro	Unidad	Orden	Fuente		
			Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3
Aceites y grasas	mg/l	Inicial	-	370	2.51
		Final	-	315	1.9
	%	Eficiencia	-	14	24
DBO <sub>5</sub>	mg/l	Inicial	1450	600	5280
		Final	384	420	960
	%	Eficiencia	74	30	87
DQO	mg/l	Inicial	2834	1700	10500
		Final	800	380	1399
	%	Eficiencia	72	77	83

**Tabla 16.** Comparación de resultados con otras investigaciones

**Fuente:** Autor

Se puede observar como el funcionamiento del filtro a base de carbón activado, arroja mejores resultados que los estudios realizados por parte de las demás investigaciones,

es decir el carbón activado presenta un nivel de eficiencia del 87% en cuanto a remoción de la **DBO<sub>5</sub>**, mientras que el tratamiento con microorganismos nativos presenta un nivel de eficiencia de apenas un 30% y en una planta de tratamiento misma presenta una eficiencia de 74%.

En cuestión a la **DQO**, la eficiencia del filtro presenta un 83% con el tratamiento a base del filtro de carbón activado, mientras que en el tratamiento con microorganismos nativos tiene un nivel de eficiencia de 77% y en una planta de tratamiento presenta un 72%. Nuestro filtro sigue teniendo la eficiencia máxima.

Para **aceites y grasas**, el filtro a base de carbón activado tiene un nivel de remoción del 24% y la investigación de tratamiento a base de microorganismos nativos tiene un 14% de eficiencia, también en este parámetro nuestro filtro funciona mejor.

Debido a la comparación anterior, se puede decir que el carbón activado tiene propiedades muy adsorbentes para contrarrestar la contaminación del agua, sin embargo hay que tomar en cuenta que el agua que se ha tratado no tiene un tratamiento primario y aun así arroja mejores resultados incluso que una planta de tratamiento, y se obtendría mejores resultados cuando esta agua residual tenga un previo tratamiento.

Hoy en día se busca no solo tratar el agua, si no también contrarrestar la contaminación ambiental, es así como según este trabajo experimental se demuestra que se lo puede hacer al utilizar los residuos de algunas frutas y productos agrícolas, convertirlos en carbón y darle un excelente uso para este tipo de tratamientos, hay empresas que debido al alto costo económico que representa el funcionamiento de una planta de tratamiento no hacen nada para manejar estos contaminantes pues aquí esta una alternativa que va más allá de un precio, va con la concientización de crear un mejor planeta.

### **4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

De acuerdo con los datos obtenidos del agua residual, proveniente del Centro de Faenamiento Animal “E.T.”, se puede ver como la concentración de contaminantes presentes disminuyó considerablemente con la utilización del filtro a base de carbón activado granular. Se puede notar que a la quinta semana de funcionamiento el filtro presenta su eficiencia máxima, permitiendo así deducir que el tiempo de vida útil del filtro está en un período de un 35 a 40 días

En el parámetro de aceites y grasas se tiene como valor inicial 2.51 mg/l y después de cinco semanas de filtración se llega a un valor mínimo 1.9 mg/l, alcanzando una eficiencia máxima de 24.30%.

Para la Demanda Bioquímica de Oxígeno se obtuvo un valor inicial de 5280 mg/l, el cual se redujo a 890 mg/l logrando una eficiencia máxima de 83.14%.

Por su parte la Demanda Química de Oxígeno empezó con un valor de 10500 mg/l llegando a reducirse hasta un valor mínimo de 1399 mg/l y tuvo una eficiencia máxima de 86.68%.

Mientras que el pH inició con un valor de 7.39 y después del proceso de filtración se logró llegar a un mínimo de 7.0 cuya eficiencia máxima fue de 111.6%.

Con los resultados obtenidos se comprueba la veracidad de la hipótesis planteada, ya que se demuestra que al utilizar el carbón activado como material filtrante para tratamiento de aguas residuales provenientes de un camal, se logró disminuir el nivel de contaminación.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- ✓ El Centro de Faenamiento Animal “E.T.” tiene un área de 473.243 m<sup>2</sup> repartidos entre todos los cuartos de servicios que se necesitan para cumplir con un faenamiento adecuado, trabajan todos los días de 8:00 am a 17:00 pm, faenando entre 50 y 150 reses diarias.
- ✓ De los cálculos realizados se concluye que el Centro de Faenamiento Animal “E.T.” ocupa un total aproximado de 30m<sup>3</sup> de agua diarios para sus actividades de faenado, teniendo como caudal máximo 6.49 m<sup>3</sup>/h entre los días de mayor actividad (sábado y domingo ) y como caudal mínimo 3.24 m<sup>3</sup>/h los días de menor actividad (miércoles y jueves).
- ✓ Mediante los análisis que se realizaron al agua residual cruda del Centro de Faenamiento Animal “E.T.”, se demostró los altos niveles de contaminación que genera esta actividad debido a su elevado contenido de: DBO<sub>5</sub> (5280 mg/l), DQO (10500mg/l), Aceites y Grasas (2.51mg/l), pH (7.39).
- ✓ El uso de carbón activado resulta una alternativa eficaz en el tratamiento de agua residual proveniente de un camal, ya que se logró reducir considerablemente el grado de contaminación de cada parámetro analizado, así se tiene; DBO<sub>5</sub> (de 5280 mg/l a 890 mg/l), DQO (de 10500mg/l a 1399 mg/l), Aceites y Grasas (de 2.51mg/l a 1.98 mg/l), pH (de 7.39 a 7.00), durante los 45 días.
- ✓ A pesar de la eficiencia en la aplicación directa del carbón activado con el efluente, no se logra disminuir todos los parámetros por debajo de los límites permisibles descritos en el TULSMA, pero se demuestra que puede actuar perfectamente como un pretratamiento.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda utilizar las condiciones de la planta de tratamiento del centro de Faenamiento Animal “E.T.” para que el agua tenga un proceso de descontaminación y no sea vertida directamente sobre terrenos y quebradas.
- ✓ Hacer una revisión por mes para que dentro del sistema hidráulico no existan fugas y el caudal de entrada sea constante ya que para este tipo de actividades se debe tener un buen abastecimiento de agua.
- ✓ Seguir haciendo este tipo de estudios para dar un mejor manejo a las aguas residuales, además continuar con los análisis y obtener los datos correspondientes para con ello hacer una indagación más profunda y determinar las causas de las alteraciones de dichos datos.
- ✓ Ocupar el carbón activado siempre y cuando sea en un proceso final luego de que el agua residual haya pasado al menos por un tratamiento primario, con esto los resultados serán óptimos.

## MATERIALES DE REFERENCIA

### 1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. F. Garcés, E. A. Mejía, and J. J. Santamaría, “Photocatalysis as an alternative to treat waste water,” *Rev. Lasallista*, vol. 1, no. 1, pp. 83–92, 2004.
- [2] M. Romero-Aguilar, A. Colín-Cruz, E. Sánchez-Salinas, and M. L. Ortiz-Hernández, “Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: Evaluación de la remoción de la carga orgánica,” *Rev. Int. Contam. Ambient.*, vol. 25, no. 3, pp. 157–167, 2009.
- [3] F. Cervantes, J. Pérez, and J. Gómez, “Avances en la eliminación biológica del nitrógeno de las aguas residuales,” *Rev. Latinoam. Microbiol.*, vol. 42, no. 2, pp. 73–82, 2000.
- [4] P. Torres, “Perspectivas del tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas en países en desarrollo,” *Rev. EIA*, pp. 115–129, 2012.
- [5] E. V. Lorenzo, J. G. Llanes Ocaña, L. A. Fernández, and M. Bataller Venta, “Reúso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica,” *Rev. CENIC Ciencias Biológicas*, vol. 40, no. 1, pp. 35–44, 2009.
- [6] R. Salinas, "Tratamiento de Residuos en pequeños mataderos", segunda edición, 2000, pp.3-7.
- [7] G. S. C, C. C. C, U. Nacional, and M. De San, “Tratamiento De Las Aguas Residuales De Un Centro De Beneficio O Matadero De Ganado,” vol. 11, pp. 29–35, 2008.
- [8] J. I. Maldonado and J. A. Ramón, “Sistema de tratamiento para aguas residuales industriales en mataderos,” *Rev. Ambient. Agua, Aire y Suelo*, pp. 34–47, 2006.
- [9] S. L. Pabón and J. H. S. Gélvez, “Arranque y operación a escala real de un sistema de tratamiento de lodos activos para aguas residuales de matadero,” *Ing. e Investig.*, vol. 29, no. 2, pp. 53–58, 2009.
- [10] J. Rincón, S. Rincón, P. Guevara, D. Ballén, J. C. Morales, and N. Monroy, “Producción de carbón activado mediante métodos físicos a partir de carbón de El Cerrejón y su aplicación en el tratamiento de aguas residuales provenientes

- de tintorerías,” *Rev. Acad. Colomb. Ciencias*, vol. 39, no. 151, pp. 171–175, 2015.
- [11] L. E. de Bashan and Y. Bashan, “Bacterias promotoras de crecimiento de microalgas: una nueva aproximación en el tratamiento de aguas residuales,” *Rev. Colomb. Biotecnol.*, vol. 5, no. 2, pp. 85–90, 2003.
- [12] B. P. Macedo, D. L. Sobrino, and P. F. Chuquilin, “Comparación entre un proceso de filtración simple y múltiple para tratar agua subterránea con alto índice de hierro (  $Fe + 2$  ) - Centro Poblado Alianza , San Martín , 2014,” vol. 1, pp. 31–40, 2015.
- [13] L. F. Barrios-Ziolo, L. F. Gaviria-Restrepo, E. A. Agudelo, and S. A. Cardona Gallo, “Tecnologías Para La Remoción De Colorantes Y Pigmentos Presentes En Aguas Residuales,” *Dyna*, vol. 82, no. 191, pp. 118–126, 2015.
- [14] C. T. Tovar, E. R. Paternina, J. G. Mercado, and J. M. Bohorquez, “Evaluación de la biosorción con bagazo de palma africana para la eliminación de Pb ( II ) en solución Evaluation of the biosorption with african palm bagasse for the removal of Pb ( II ) in solution,” vol. 13, no. 1, pp. 59–67, 2015.
- [15] A. Medina. P. Manals. E. Calzadilla. et al F, “Adsorción de níquel y cobalto sobre carbón activado de cascarón de coco,” *Tecnol. Química*, vol. 35, no. 1, pp. 110–124, 2015.
- [16] F. Colpas, A. Taron, and W. Fong, “Análisis Del Desarrollo Textural De Carbones Activados Preparados a Partir De Zuro De Maíz,” 4, vol. Vol. 20, no. 1, pp. 105–114, 15AD.
- [17] L. Vizcaíno and N. Fuentes, “Biosorción de Cd, Pb y Zn por Biomasa Pretratada de Algas Rojas, Cáscara de Naranja y Tuna,” *Cienc. e Ing. Granadina*, vol. 25, pp. 43–61, 2015.
- [18] J. Lara, C. Tejada, Á. Villabona, A. Arrieta, and C. G. Conde, “Adsorción de plomo y cadmio en sistema continuo de lecho fijo sobre residuos de cacao Adsorption of lead and cadmium in continuous of fixed bed on cocoa waste Adsorção de chumbo e cádmio no sistema de leito fixo contínua relativa aos resíduos de cacau,” vol. 29, no. 2, pp. 113–124, 2016.

- [19] C. Arias and H. Brix, “Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales,” *Cienc. e Ing. Neogranadina*, no. 13, pp. 17–24, 2003.
- [20] [Http://tratamientodeaguasresiduales.net/etapas-del-tratamiento-de-aguas-residuales/](http://tratamientodeaguasresiduales.net/etapas-del-tratamiento-de-aguas-residuales/), “No Title.”
- [21] D. Muñoz M, “Sistema De Tratamiento De Aguas Residuales De Matadero : Para Una Población Menor 2000 Habitantes,” *Fac. Ciencias Agropecu.*, vol. 3, no. 1, pp. 87–98, 2000.
- [22] M. Romero, “Tratamientos Utilizados En La Potabilización De Agua,” *Bol. Electron. Fac. Ing. - Univ. Rafael Landívar*, no. 8, pp. 1–12, 2008.
- [23] M. N. J. Navas., *Evaluación De Un Filtro Artesanal Del Efluente de una Lavadora de Autos a Base de Bagazo de Caña de Maíz, Aserrín, Ceniza e Carbon Vegetal y Grava*. 2016.
- [24] M. S. Ing, E. Álvarez, I. Alberto, and B. Reynoso, “Vicedecana de la Facultad de Ciencias y Tecnología Universidad Autónoma Juan Misael Saracho ”.”
- [25] MINAM, “Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes : Recurso Agua,” *TULAS Texto unificado Legis. Secund. del Minist. del Ambient.*, pp. 8–9, 2011.
- [26] N. G. C. N. G, “Características y Propiedades del Carbón Activado” *Biblioteca Digital Norit*, 2011.
- [27] L. Gustavo and G. Vegay, “Escuela Superior Politécnica De Chimborazo “ Rediseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – Centro de Faenamiento Municipal de Previo a la Obtención del Título de : Ingeniero En Biotecnología Ambiental Presentado Por :,” 2013.
- [28] C. Methods and H. Care, “Artículo original,” vol. 22, no. 2, pp. 35–38, 2015.

## **2. ANEXOS**

2.1 Fotografías.....	48
2.2 Registro de Actividad diaria.....	51
2.3 Resultados de Los Análisis Realizados.....	54
2.4 Referencias para el modelo del Filtro.....	62
2.5 Planos del Filtro.....	66
2.6 Plano Hidráulico de La Empresa.....	68

## 2.1 Fotografías



**Fotografía 7.** Estructura del filtro.

**Fuente:** Autor.



**Fotografía 8.** Cernida del agua para llenar el filtro.

**Fuente:** Autor.



**Fotografía 9.** Llenado del tanque de almacenamiento.

**Fuente:** Autor



**Fotografía 10.** Agua filtrada a la primera semana

**Fuente:** Autor



**Fotografía 11.** Etiquetado de muestras

**Fuente:** Autor

## 2.2 Fichas de registro diario.

<b>FICHA DE REGISTRO DIARIO DE ACTIVIDADES</b>			
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES UN CENTRO DE FAENAMIENTO ANIMAL.			
<b>INVESTIGADOR:</b>	Fernanda Escobar.		
<b>TUTOR:</b>	Ing. Mg. Lenin Maldonado.		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>		Barrio “El Porvenir” cantón Tisaleo.	
<b>FECHA:</b>	01/06/2017	<b>HORA:</b>	10:00
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO:</b>			
<b>INSPECCION VISUAL:</b> Funcionamiento adecuado del mismo y en condiciones idóneas			
<b>VERIFICACIÓN DE CAUDAL:</b> Se verifica el caudal midiendo el mismo. El agua que sale del filtro aparentemente es igual a la que se almacenó.			
<b>FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO:</b> Funciona adecuadamente con el tanque lleno (se colocó más de 200 litros) debido a que el tanque está vacío			
<b>ESTADO DEL MATERIAL:</b> Se encontró el material saturado casi en su totalidad, además el tanque se ha vaciado completamente hasta la tercera parte.			
Investigador:			
Firma			

**FICHA DE REGISTRO DIARIO DE ACTIVIDADES**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES UN CENTRO DE FAENAMIENTO ANIMAL.

**INVESTIGADOR:**

Fernanda Escobar.

**TUTOR:**

Ing. Mg. Lenin Maldonado.

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

Barrio “El Porvenir” cantón Tisaleo.

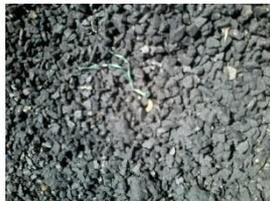
**FECHA:**

15/07/2017

**HORA:**

10:00

**REGISTRO FOTOGRÁFICO:**



**INSPECCION VISUAL:**

Funcionamiento adecuado del mismo pero presencia de gusanos alrededor de toda la cubeta.

**VERIFICACIÓN DE CAUDAL:**

Se verifica el caudal midiendo el mismo. Al parecer como ya el carbón está completamente saturado la velocidad de filtración aumenta.

**FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO:**

Funciona adecuadamente con el tanque lleno (se colocó más de 200 litros) debido a que el tanque está vacío

**ESTADO DEL MATERIAL:**

Se encontró el material saturado y lleno de gusanos.

Investigador

Firma

**FICHA DE REGISTRO DIARIO DE ACTIVIDADES**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES UN CENTRO DE FAENAMIENTO ANIMAL.

**INVESTIGADOR:**

Fernanda Escobar.

**TUTOR:**

Ing. Mg. Lenin Maldonado.

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

Barrio “El Porvenir” cantón Tisaleo.

**FECHA:**

30/08/2017

**HORA:**

10:00

**REGISTRO FOTOGRÁFICO:**



**INSPECCION VISUAL:**

El carbón presenta un color verdoso en las paredes de la cubeta.

**VERIFICACIÓN DE CAUDAL:**

Se verifica el caudal midiendo el mismo. Al parecer como ya el carbón está completamente saturado la velocidad de filtración aumenta.

**FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO:**

El filtro funciona correctamente aparentemente.

**ESTADO DEL MATERIAL:**

Se encontró el material saturado y de color verdoso.

Investigador:

Firma

## 2.3 Resultados de los análisis realizados.

INFORME DE RESULTADOS



Cliente: Fernanda Escobar Peñafiel  
 No. Contacto: 0984163749  
 Responsable Muestreo : Fernanda Escobar Peñafiel  
 Proyecto:

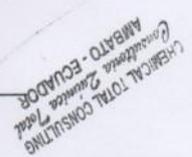
Fecha y hora de recolección: 06/07/2017 hora: 13: 20  
 Muestra Recibida: 06/07/2017  
 Tipo de muestra: Agua  
 No. Reporte TCh: q 83.2 2017

Rotulación cliente	N°1 : Estación Camal "ET"	Método de Ensayo
Fecha de Muestreo	06-jul-17	
pH	7,39	Electroquímico
Conductividad ms/cm	1,30	Electroquímico
DQO mg O2/l	10500	Colorimétrico UV,VIS
DBO 5 mg/l	5280	Winkler
Aceites y Grasas.mg/l (Sustancias solubles en hexano)	2,51	Garavimétrico



**Responsable Técnico**  
Quím. Anita Lucía Velasco

*Total Chemistry Se responsabiliza unicamente de los análisis*  
*Los resultados corresponden unicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha*



agua, abonos químicos, foliares , alimentos, balanceados, suelos,  
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos  
 Movilización para toma de muestras

SERVICIO ANALITICOS:

Cel : 0985458514

INFORME DE RESULTADOS

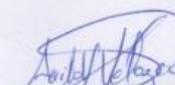


Cliente: Fernanda Escobar Peñafiel  
 No. Contacto: 0984163749  
 Responsable Muestreo : Fernanda Escobar Peñafiel  
 Proyecto:

Fecha y hora de recolección: 21/07/2017 hora: 14: 15

Muestra Recibida: 21/07/2017  
 Tipo de muestra: Agua  
 No. Reporte TCh: q 83.5 2017

Rotulación cliente	N°2:Estción Camal "ET"	Método de Ensayo
Fecha de Muestreo	21-jul-17	
pH	7,83	Electroquímico
Conductividad ms/cm	2,90	Electroquímico
DQO mg O2/l	2850	Colorimétrico UV.VIS
DBO 5 mg/l	1428	Winkler
Aceites y Grasas.mg/l (Sustancias solubles en hexano)	2,74	Gravimétrico

  
 Responsable Técnico

Quim. Anita Lucía Velasco

CHEMICAL TOTAL CONSULTING  
 Consultores Químicos Total  
 AMBATO - ECUADOR

Total Chemistry Se responsabiliza unicamente de los análisis  
 Los resultados corresponden unicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

agua, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,  
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos  
 Movilización para toma de muestras

SERVICIO ANALITICOS:

Cel : 0



**Cliente:** Fernanda Escobar Peñafiel  
**No. Contacto:** 0984163749  
**Responsable Muestreo :** Fernanda Escobar Peñafiel  
**Proyecto:**

**Fecha y hora de recolección:** 27/07/2017 hora: 15:00

**Muestra Recibida:** 27/07/2017  
**Tipo de muestra:** Agua  
**No. Reporte TCh:** q 83.7 2017

Rotulación cliente	N°3: Estación Camal "ET"	Método de Ensayo
Fecha de Muestreo	27-jul-17	
pH	7,08	Electroquímico
Conductividad ms/cm	4,08	Electroquímico
DQO mg O <sub>2</sub> /l	1703	Colorimétrico UV.VIS
DBO 5 mg/l	890	Winkler
Aceites y Grasas mg/l (Sustancias solubles en hexano)	2,40	Gravimétrico

  
**Responsable Técnico**  
 Quím. Ana Lucía Velasco

CHEMICAL TOTAL CONSULTING  
 Consultoría Química Total  
 AMBATO - ECUADOR

Total Chemistry Se responsabiliza únicamente de los análisis  
 Los resultados corresponden únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

aguas, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,  
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos  
 Movilización para toma de muestras

SERVICIO ANALITICOS:

Cel : 098

INFORME DE RESULTADOS

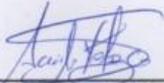


Cliente: Fernanda Escobar Peñafiel  
 No. Contacto: 0984163749  
 Responsable Muestreo : Fernanda Escobar Peñafiel  
 Proyecto:

Fecha y hora de recolección: 10/08/2017 hora: 7:30 am

Muestra Recibida: 10/08/2017  
 Tipo de muestra: Agua  
 No. Reporte TCh: q 83.9 2017

Rotulación cliente	N°5: Estación Camal "ET"	Método de Ensayo
Fecha de Muestreo	10-ago-17	
pH	8,25	Electroquímico
Conductividad ms/cm	3,08	Electroquímico
DQO mg O2/l	1399	Colorimétrico UV.VIS
DBO 5 mg/l	960	Winkler
Aceites y Grasas mg/l (Sustancias solubles en hexano)	1,98	Gravimétrico

  
 Responsable Técnico  
 Quím. Anita Lucía Velasco

CHEMICAL TOTAL CONSULTING  
 Consultoría Química Total  
 AMBATO - ECUADOR

Total Chemistry Se responsabiliza únicamente de los análisis  
 Los resultados corresponden únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

agua, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,  
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos  
 Moviización para toma de muestras

SERVICIO ANALITICOS:

Cel : 098

INFORME DE RESULTADOS



Cliente: Fernanda Escobar Peñafiel  
 No. Contacto: 0984163749  
 Responsable Muestreo : Fernanda Escobar Peñafiel  
 Proyecto:

Fecha y hora de recolección: 17/08/2017 hora: 7:30 am

Muestra Recibida: 17/08/2017  
 Tipo de muestra: Agua  
 No. Reporte TCh: q 83.12 2017

Rotulación cliente	Nº: Estación Camal "ET"	Método de Ensayo
Fecha de Muestreo	17-ago-17	
pH	7,81	Electroquímico
Conductividad ms/cm	2,09	Electroquímico
DQO mg O2/l	4100	Colorimétrico UV.VIS
DBO 5 mg/l	2013	Winkler
Aceites y Grasas mg/l (Sustancias solubles en hexano)	2,15	Gravimétrico

**Responsable Técnico**

Quím. Anita Lucía Velasco

CHEMICAL TOTAL CONSULTING  
 Consultoría Química Total  
 AMBATO - ECUADOR

Total Chemistry Se responsabiliza únicamente de los análisis  
 Los resultados corresponden únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

agua, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,  
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos  
 Movilización para toma de muestras

SERVICIO ANALITICOS:

Cel : 0984

INFORME DE RESULTADOS

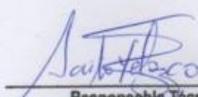


**Cliente:** Fernanda Escobar Peñafiel  
**No. Contacto:** 0984163749  
**Responsable Muestreo:** Fernanda Escobar Peñafiel  
**Proyecto:**

**Fecha y hora de recolección:** 21/08/2017 hora: 7:30 am

**Muestra Recibida:** 21/08/2017  
**Tipo de muestra:** Agua  
**No. Reporte TCh:** q 83.13 2017

Rotulación cliente	N°7: Estación Camal "ET"	Método de Ensayo
Fecha de Muestreo	21-ago-17	
pH	7,32	Electroquímico
Conductividad ms/cm	3,42	Electroquímico
DQO mg O2/l	2375	Colorimétrico UV.VIS
DBO 5 mg/l	1145	Winkler
Aceites y Grasas mg/l (Sustancias solubles en hexano)	2,05	Gravimétrico

  
**Responsable Técnico**  
 Quím. Anja Lucía Velasco

CHEMICAL TOTAL CONSULTING  
 Consultoría Química Total  
 AMBATO - ECUADOR

Total Chemistry Se responsabiliza únicamente de los análisis  
 Los resultados corresponden únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

agua, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,  
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos  
 Movilización para toma de muestras

SERVICIO ANALITICOS:

Cat : 01

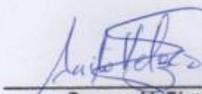


Cliente: Fernanda Escobar Peñafiel  
 No. Contacto: 0984163749  
 Responsable Muestreo : Fernanda Escobar Peñafiel  
 Proyecto:

Fecha y hora de recolecion: 24/08/2017hora: 7:30 am

Muestra Recibida: 24/08/2017  
 Tipo de muestra: Agua  
 No. Reporte TCh: q 83.15 2017

Rotulación cliente	N°8:Estción Camal "ET"	Método de Ensayo
Fecha de Muestreo	24-ago-17	
pH	7,58	Electroquímico
Conductividad ma/cm	1,96	Electroquímico
DQO mg O2/l	2750	Colorimétrico UV.VIS
DBO 5 mg/l	1300	Winkler
Aceites y Grasas.mg/l (Sustancias solubles en hexano)	1,90	Gravimétrico

  
 Responsable Técnico  
 Quím. Anita Lucía Velasco

CHEMICAL TOTAL CONSULTING  
 Consultoría Química Total  
 AMBATO - ECUADOR

Total Chemistry Se responsabiliza unicamente de los análisis  
 Los resultados corresponden unicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

agua, abonos químicos, foliares , alimentos, balanceados, suelos,  
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos  
 Movilización para toma de muestras

SERVICIO ANALITICOS:

Cel : 098

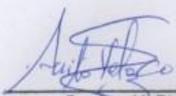


**Cliente:** Fernanda Escobar Peñafiel  
**No. Contacto:** 0984163749  
**Responsable Muestreo :** Fernanda Escobar Peñafiel  
**Proyecto:**

**Fecha y hora de recolección:** 29/08/2017 hora: 7:30 am

**Muestra Recibida:** 29/08/2017  
**Tipo de muestra:** Agua  
**No. Reporte TCh:** q 83.17 2017

Rotulación cliente	N°9: Estación Camal "ET"	Método de Ensayo
Fecha de Muestreo	24-ago-17	
pH	7,74	Electroquímico
Conductividad ms/cm	2,45	Electroquímico
DQO mg O <sub>2</sub> /l	4025	Colorimétrico UV.VIS
DBO 5 mg/l	1980	Winkler
Aceites y Grasas, mg/l (Sustancias solubles en hexano)	2,20	Gravimétrico

  
**Responsable Técnico**  
 Quím. Anita Lucia Velasco

CHEMICAL TOTAL CONSULTING  
 Consultoría Química Total  
 AMBATO - ECUADOR

Total Chemistry Se responsabiliza unicamente de los análisis  
 Los resultados corresponden unicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

agua, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,  
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos  
 Movilización para toma de muestras

SERVICIO ANALITICOS:

Cel : 0985458514

## 2.4. Referencias para el modelo del filtro



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
UPICIC- INGENIERÍA CIVIL



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]

Página 1 de 7



**Ecuación No. 1**

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35 \text{ lt}}{0.105 \text{ lt/min}} = 333,33 \text{ min} \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5,55 \text{ horas} = 0,23 \text{ días}$$

**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 6	3 a 6
Carga hidráulica superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga orgánica volumétrica (kg BOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> d)	0,15 a 0,50	0,15 a 0,50	0,15 a 0,50
Carga orgánica en el medio filtrante (kg BOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> d)	0,25 a 0,75	0,25 a 0,75	0,25 a 0,75

Fuente: Chernicharo de Lemos, 2007

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**

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

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:

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

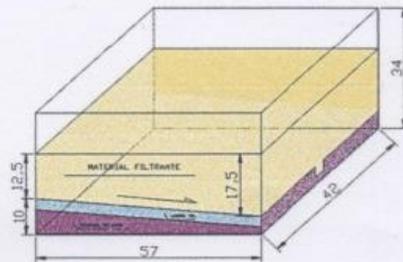
+ 15 gal para garantizar que alrededor de que 1/3 del tanque este lleno, esto para que no se quede sin agua el filtro y no deje de funcionar.

**Ecuación 3**

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

#### 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.

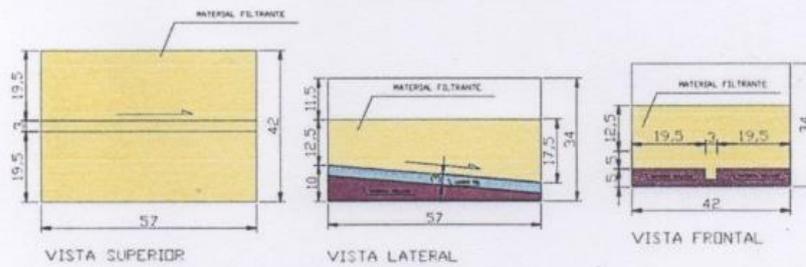


Gráfico 4. Especificaciones

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.

# Planos

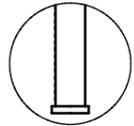
- Planos de la estructura del filtro.
- Planos hidráulicos de la institución.



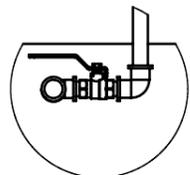
# DETALLES DE LA ESTRUCTURA DEL FILTRO



DETALLE A  
ESCALA 1 : 10



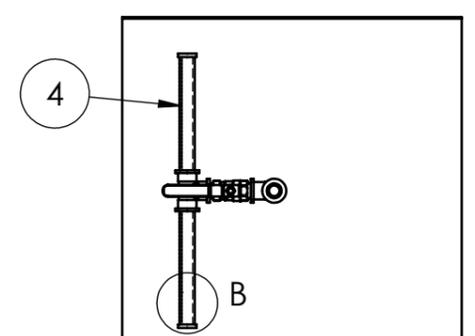
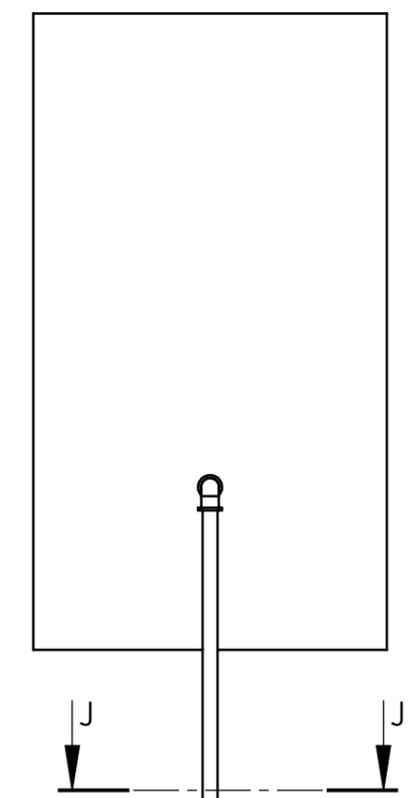
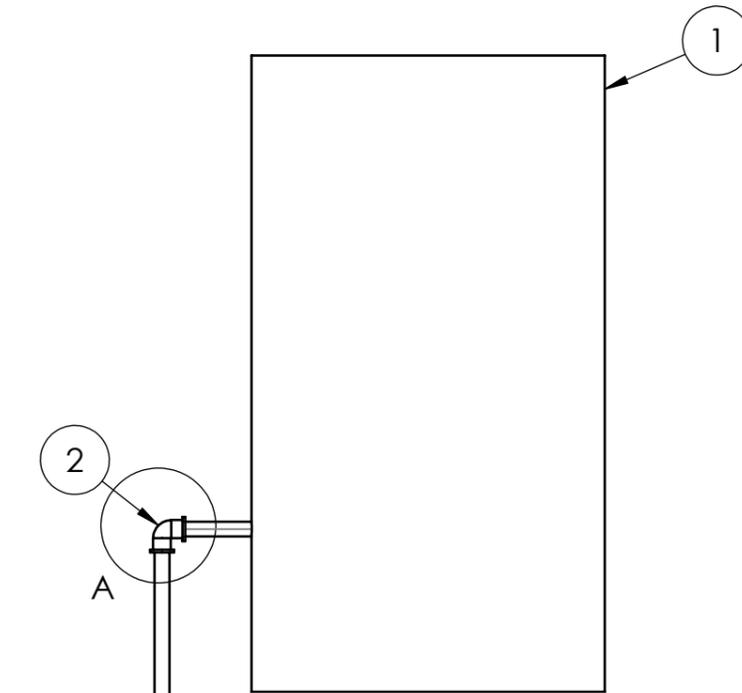
DETALLE B  
ESCALA 1 : 5



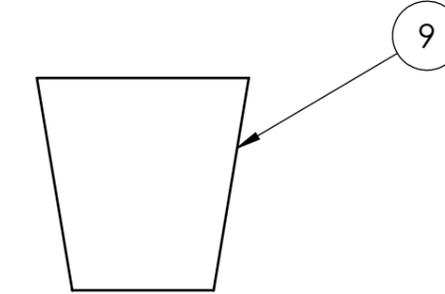
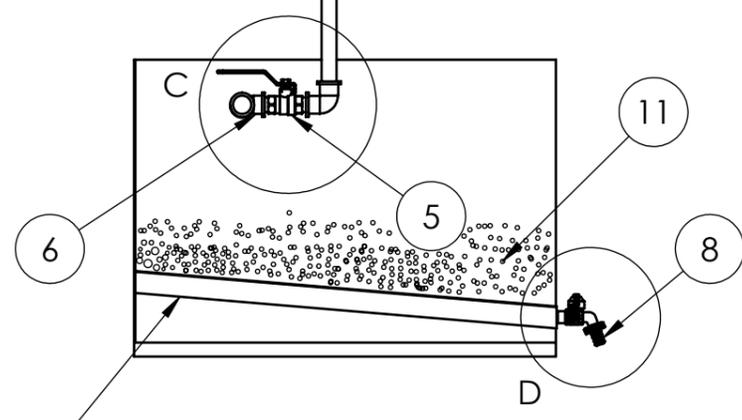
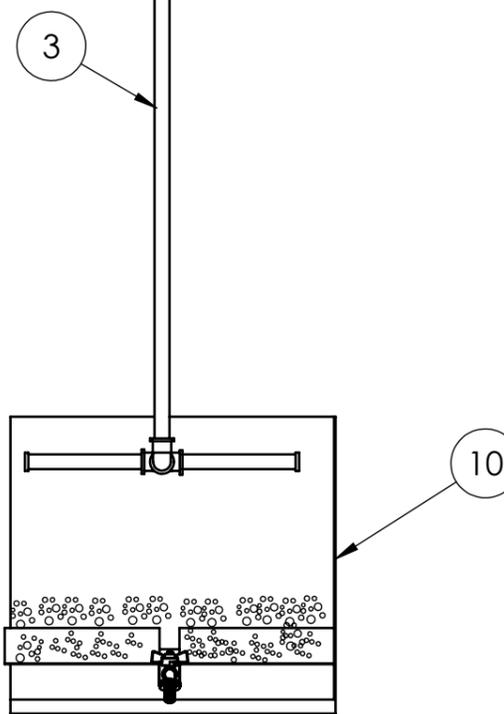
DETALLE C  
ESCALA 1 : 10



DETALLE D  
ESCALA 1 : 10



SECCIÓN J-J  
ESCALA 1 : 10



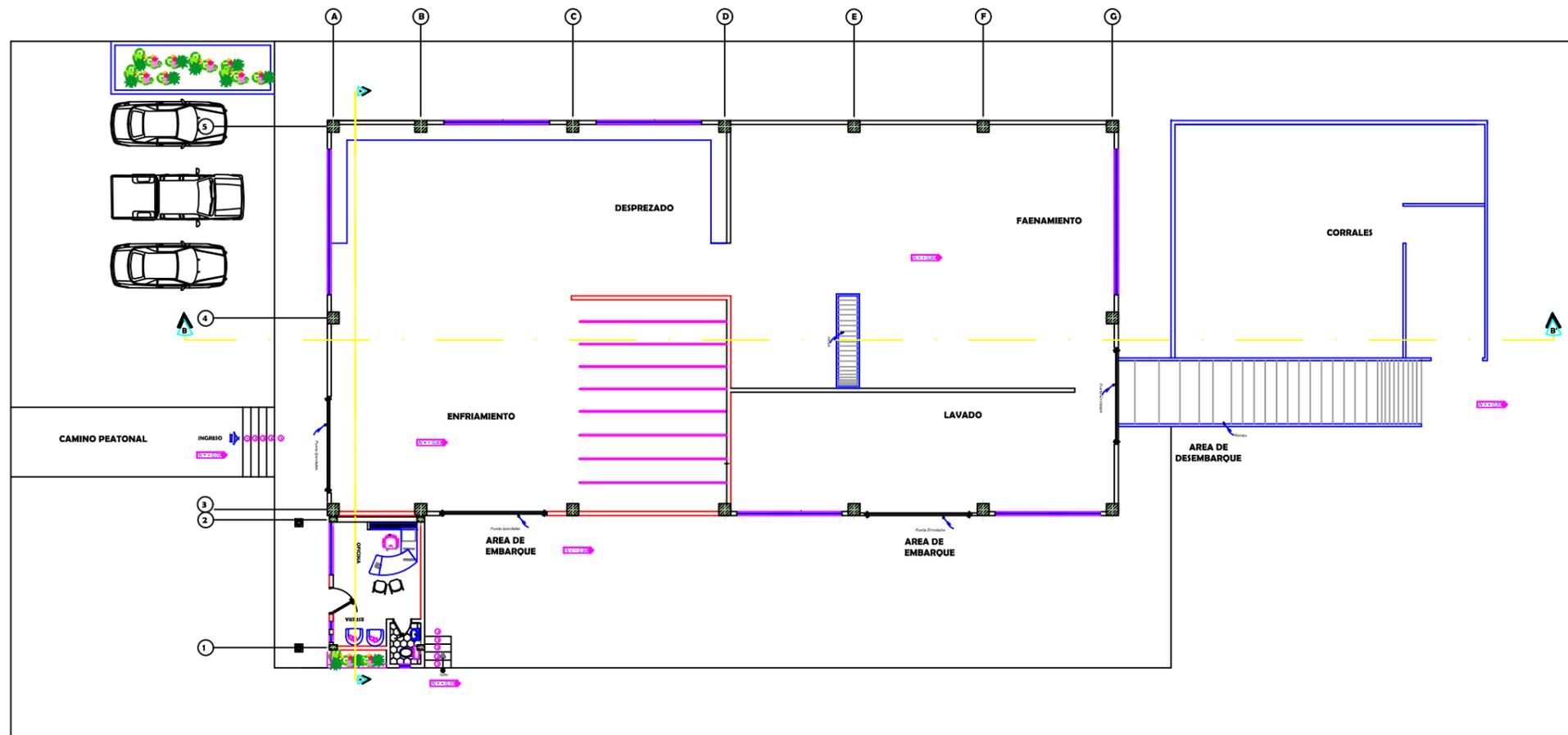
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Tanque 200lts	1
2	Codo 90°x1/2	2
3	Tubo 1/2 plg	1
4	Tubo distribuidor 1/2 plg	1
5	Válvula de 1/2 plg	1
6	Te 1/2	1
6	Lámina de tol	1
8	Válvula esfera 1/2 plg	2
9	Recipiente	1
10	Filtro	11
11	Carbón	

				Tolerancia:	Peso:	Material:		
				0.5		Varios		
				Fecha	Nombre	Título:		
				Dibujó: 2017/09/09	Fernanda Escobar	FILTRO		
				Revisó:		Escala:		
				2017/09/11		1:10		
				Aprobó:		Registro:		
				2017/09/11		Número de lámina:		
						01 de 02		
				U.T.A. INGENIERÍA CIVIL		Sustitución:		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					





### UBICACION



**PLANTA**  
ESCALA 1 : 100

**IMPLANTACION**  
ESCALA 1 : 500

PROYECTO: <b>SR. EDUARDO SANCHEZ</b>		
CONTIENE: <b>PLANTA, IMPLANTACION Y CUADRO DE AREAS</b>		
PROYECTO:	DIRECCION TECNICA:	PROPIETARIO:
ING. GALO SANCHEZ C.O.B. 184-462	ING. FABRICIO PEREZ I.P. 18-026-PM 21/12	SR. EDUARDO SANCHEZ
	ESCALA: INDICADAS FECHA: ABRIL / 2011 ELABORACION: FABRICIO PEREZ UBICACION: TONLEO (SAN FRANCISCO)	LAMINA: <b>1</b> A3 DE:
DELCOS MUNICIPALES:		