



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DE ACEITES  
LUBRICANTES EN ALCANTARILLAS DE TALLERES Y  
LUBRICADORES AUTOMOTRICES EN LA CIUDAD DE  
RIOBAMBA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTOR:**

**ALEX GEOVANNY CEVALLOS MUÑOZ**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DE ACEITES  
LUBRICANTES EN ALCANTARILLAS DE TALLERES Y  
LUBRICADORES AUTOMOTRICES EN LA CIUDAD DE  
RIOBAMBA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTOR: ALEX GEOVANNY CEVALLOS MUÑOZ**

**DIRECTORA: Dra. OLGA BEATRIZ BARRERA CÁRDENAS**

Riobamba – Ecuador

2022

**©2022, Alex Geovanny Cevallos Muñoz**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, ALEX GEOVANNY CEVALLOS MUÑOZ, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y que los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de marzo del 2022.



**Alex Geovanny Cevallos Muñoz**

C.C. 0603997438

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

El Tribunal del trabajo de -Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DE ACEITES LUBRICANTES EN ALCANTARILLAS DE TALLERES Y LUBRICADORES AUTOMOTRICES EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA**, realizado por el señor: **ALEX GEOVANNY CEVALLOS MUÑOZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Juan Carlos Castelo Valdivieso <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-03-14
Dra. Olga Beatriz Barrera Cárdenas <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACION</b>		2022-03-14
Ing. Celin Abad Padilla Padilla <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>		2022-03-14

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron su conocimiento.

Alex

## **AGRADECIMIENTO**

La universidad me dio la bienvenida al mundo como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables, y antes de todo esto ni pensaba que fuera posible que algún día si quiera me topada con una de ellas.

Agradezco mucho por toda la ayuda de mis Ingenieros, mis compañeros y a mi universidad en general por todo lo anterior en conjunto con todos los conocimientos que me ha otorgado a lo largo de mi estudio.

Alex

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
SUMMARY.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
1.1. Problemática.....	2
1.2. Efectos del aceite lubricante en la salud.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Alcance.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	4
1.5.2. <i>Objetivo Específicos</i> .....	4
1.6. Hipótesis.....	4
1.7. Estado del arte.....	4
1.8. Marco Teórico.....	7
1.8.1. <i>Aceites Lubricantes</i> .....	7
1.8.1.1. <i>Función de los lubricantes</i> .....	7
1.8.1.2. <i>Clasificación de los aceites lubricantes por su origen</i> .....	8
1.8.1.3. <i>Clasificación de los aceites lubricantes según la Norma SAE</i> .....	8
1.8.1.4. <i>Clasificación API</i> .....	9
1.8.1.5. <i>Clasificación de según el sistema AGMA</i> .....	10
1.8.1.6. <i>Composición del aceite usado</i> .....	10
1.8.2. <i>Contaminación Ambiental</i> .....	11
1.8.2.1. <i>Contaminación del agua</i> .....	12



1.8.2.2.	<i>Contaminación del agua por aceite</i> .....	12
<b>1.8.3.</b>	<b><i>Aguas Residuales</i></b> .....	13
1.8.3.1.	Componentes de aguas Residuales .....	13
1.8.3.2.	<i>Aguas residuales provenientes de talleres y lubricadoras</i> .....	13
<b>1.8.4.</b>	<b><i>Límite de descarga al sistema de alcantarillado publico</i></b> .....	14
<b>1.8.5.</b>	<b><i>Normativas para el manejo del aceite</i></b> .....	14
1.8.5.1.	<i>Normativa ISO 14001</i> .....	14
1.8.5.2.	<i>Normativa técnica Ecuatoriana INEN 2266</i> .....	15
1.8.5.3.	<i>Propuesta de ordenanza del manejo ambiental adecuado de aceites usados, filtros, waipes y otros.</i> .....	15
<b>1.8.6.</b>	<b><i>Trampa de aceite</i></b> .....	16
1.8.6.1.	<i>Mantenimiento</i> .....	17
1.8.6.2.	<i>Pasos para la Instalación de Trampa de Grasa</i> .....	17
1.8.6.3.	<i>Normativas para el diseño de trampas de aceite</i> .....	18
<b>1.8.7.</b>	<b><i>Materiales para el análisis del agua</i></b> .....	18
1.8.7.1.	<i>Densímetro</i> .....	18
1.8.7.2.	<i>FluidScan</i> .....	19
1.8.7.3.	<i>Pipeta</i> .....	19
1.8.7.4.	<i>Software</i> .....	20

## CAPITULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	21
<b>2.1.</b>	<b>Tipo de Investigación</b> .....	21
<b>2.2.</b>	<b>Métodos de investigación</b> .....	21
<b>2.2.1.</b>	<b><i>Método deductivo</i></b> .....	21
<b>2.2.2.</b>	<b><i>Método Inductivo</i></b> .....	21
<b>2.2.3.</b>	<b><i>Método Inductivo Deductivo</i></b> .....	22
<b>2.3.</b>	<b>Métodos Empíricos</b> .....	22
<b>2.3.1.</b>	<b><i>Medición</i></b> .....	22
<b>2.3.2.</b>	<b><i>Población de talleres y lubricadoras en Riobamba</i></b> .....	22
<b>2.4.</b>	<b>Diagrama de Flujo</b> .....	23
<b>2.5.</b>	<b>Método Gravimétrico</b> .....	24
<b>2.6.</b>	<b>Utilización de software</b> .....	27

## **CAPITULO III**

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	32
<b>3.1.</b>	<b>Resultados y análisis de resultados</b> .....	32
<b>3.2.</b>	<b>Nomativas para el diseño de la trampa de Grasa</b> .....	37
<b>3.3.</b>	<b>Diseño de dispositivo de retención de agua contaminada</b> .....	38
<b>3.4.</b>	<b>Discusión de Resultados</b> .....	41
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	43
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	44
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Impacto Ambiental de una fábrica de aceites. ....	5
<b>Tabla 2-1:</b>	Clasificación de los lubricantes según norma SAE. ....	9
<b>Tabla 3-1:</b>	Clasificación de aceite norma API para motores a gasolina. ....	9
<b>Tabla 4-1:</b>	Clasificación de aceite norma API para motores a Diesel. ....	9
<b>Tabla 5-1:</b>	Clasificación del lubricante según AGMA. ....	10
<b>Tabla 6-1:</b>	Composición del aceite usado. ....	11
<b>Tabla 7-1:</b>	Limites de Descarga al Sistema de Alcantarillado. ....	15
<b>Tabla 1-3:</b>	Resultados de Contaminación del agua. ....	33
<b>Tabla 2-3:</b>	Densidad de las Muestras en g/cm <sup>3</sup> . ....	34
<b>Tabla 3-3:</b>	Propiedades de las muestras. ....	36
<b>Tabla 4-3:</b>	Tiempo de retención hidráulicos. ....	40
<b>Tabla 5-3:</b>	Dimensionamiento para la trampa de grasa según el cual de diseño. ....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Contaminación del agua con aceite lubricante.....	2
<b>Figura 2-1:</b>	Aceite Lubricante.....	7
<b>Figura 3-1:</b>	Contaminación Ambiental.....	12
<b>Figura 4-1:</b>	Contaminación del agua.....	12
<b>Figura 5-1:</b>	Trampa de grasa de sistema de casa.....	16
<b>Figura 6-1:</b>	Mantenimiento de trampa de grasa.....	17
<b>Figura 7-1:</b>	Equipo de medición de densidad.....	19
<b>Figura 8-1:</b>	Equipo de análisis de aceite FluidScan.....	19
<b>Figura 9-1:</b>	Pipetas para la recolección de muestras.....	20
<b>Figura 10-1:</b>	Solidworks y Excel.....	20
<b>Figura 1-2:</b>	Ubicación de los establecimientos automotrices.....	23
<b>Figura 2-2:</b>	Hexano.....	24
<b>Figura 3-2:</b>	Pesado de las muestras y medida de volumen.....	25
<b>Figura 4-2:</b>	Separación de las moléculas de aceite del agua.....	25
<b>Figura 5-2:</b>	Aceite extraído del agua.....	26
<b>Figura 6-2:</b>	Método de extracción del Hexano.....	26
<b>Figura 7-2:</b>	Capa de aceite después de la extracción del Hexano.....	27
<b>Figura 8-2:</b>	Ingreso de la gravedad al software.....	27
<b>Figura 9-2:</b>	Ingreso de los datos y tipo de fluido.....	28
<b>Figura 10-2:</b>	Ingresando parámetros de las paredes de la propuesta.....	28
<b>Figura 11-2:</b>	Ingreso de Temperatura y Presión.....	29
<b>Figura 12-2:</b>	Datos de caudal en la simulación.....	29
<b>Figura 13-2:</b>	Selección de la presión de salida.....	30
<b>Figura 14-2:</b>	Mallado de la trampa de aceite.....	30
<b>Figura 15-2:</b>	Comportamiento del fluido en la trampa de agua.....	31
<b>Figura 1-3:</b>	Dispositivo para la retención del aceite.....	39
<b>Figura 2-3:</b>	Secciones del dispositivo.....	39
<b>Figura 3-3:</b>	Dispositivo (vista de recorte).....	40
<b>Figura 4-3:</b>	Simulación del comportamiento del agua.....	41

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Gráfico de la cantidad de gramos en un litro.....	33
<b>Gráfico 2-3:</b>	Gráfico de la densidad de las muestras (g/cm <sup>3</sup> ). .....	35
<b>Gráfico 3-3:</b>	Gráfico de aditivos e integridad del residuo de aceite. ....	36
<b>Gráfico 4-3:</b>	Gráfico de presencia de agua en el aceite.....	37

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** INFRAESTRUCTURA DE TALLER
- ANEXO B:** UBICACIÓN DEL ACEITE LUBRICANTE
- ANEXO C:** ANÁLISIS DE MUESTRAS CON EL DENSÍMETRO
- ANEXO D:** ANÁLISIS DE MUESTRA CON VISCOSÍMETRO
- ANEXO E:** MÉTODO GRAVIMÉTRICO
- ANEXO F:** NORMA RASS 2000
- ANEXO G:** NORMA OPS/CEPIS 2003

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue analizar la contaminación de aceites lubricantes por medio de un muestreo de tal manera que se determine el grado de polución existente en el agua de los talleres y lubricadoras automotrices en la ciudad de Riobamba, a fin de diseñar un sistema que permita su purificación. Para la identificación del grado de contaminación del agua se utilizó el método gravimétrico mediante el uso del Hexano, reactivo que se añadió a las muestras para separar el aceite del agua, luego se procedió a medir el peso del recipiente vacío y después medir el recipiente con el líquido para determinar la cantidad de aceite recuperado que esta medido en g/l. Además, se utilizó el densímetro y el viscosímetro para analizar las propiedades físicas de las muestras para comprobar si existió cambios en sus propiedades originales. Por lo tanto, se obtuvo que el 40% de las muestras tiene elevada cantidad de aceite, el más alto es 51.13 g/l, en la densidad se obtuvo que 50% de las muestras de aceite con agua tiene un valor de 0.865 g/cm<sup>3</sup> que se aproxima al valor de la densidad del agua, por último, en el viscosímetro se encontró gran cantidad de agua en 1 gota de aceite. Se concluyó que el agua tiene un alto porcentaje de aceite por lo que puede ser perjudicial para la salud, pero gracias al prototipo diseñado se puede llegar a mejorar la calidad del agua que sale de los talleres hacia las alcantarillas. Se recomienda para esta investigación contar con la cantidad exacta del reactivo ya que existe un control.

**Palabras Clave:** <MECÁNICA> <CONTAMINACIÓN AMBIENTAL>  
<CONTAMINACIÓN DEL AGUA> <ACEITES LUBRICANTES> <MÉTODO GRAVIMÉTRICO>.

1279-DBRA-UTP-2022



**REVISADO**

**04 JUL 2022**

Ing. Jhonatan Parreño Uquillas, MBA  
(ANALISTA DE BIBLIOTECA 1)

## SUMMARY

This research objective was to analyze the contamination of lubricating oils through a test that determines the degree of pollution in the water of the automotive workshops and lubricators in the city of Riobamba to design a system that allows its purification. For the identification of the degree of contamination of the water, the gravimetric method was used through the use of Hexane, a reagent that was added to the samples to separate the oil from the water. Then the weight of the empty container was measured, and then the container with the liquid to determine the amount of recovered oil measured in g/l. In addition, the densimeter and the viscometer were used to analyze the physical properties of the samples to check if there were changes in their original properties. Therefore, it was obtained that 40% of the samples had a high amount of oil. The highest is 51.13 g/l density. It was obtained that 50% of the oil samples with water have a value of 0.865 g/l. cm<sup>3</sup>, which is close to the value of the density of water. Finally, in the viscometer, a large amount of water was found in 1 drop of oil. It was concluded that the water has a high percentage of fat, so that it can be harmful to health, but thanks to the designed prototype, the quality of the water that leaves the workshops towards the sewers can be improved. It is recommended for this investigation to have the exact amount of the reagent since there is a control.

Keywords: <MECHANICAL>, <ENVIRONMENTAL POLLUTION>,  
<WATER POLLUTION>, <LUBRICATING OILS>, <GRAVIMETRIC METHOD>.



Lcda. Sandra Leticia Guijarro P. Mgs

C.I.: 0603366113



## INTRODUCCIÓN

En el mundo el parque automotor ha tenido un drástico crecimiento, y cada uno de estos vehículos necesitan un mantenimiento periódico produciendo así, un aumento de la contaminación. “El índice de contaminación ambiental es uno de los problemas más importantes y comunes que se presentan en el mundo, los aceites residuales generados por los diferentes vehículos tanto livianos como pesados, así como también maquinaria estacionaria utilizadas en termoeléctricas, petroleras, entre otras, representan más del 60% de los aceites lubricantes consumidos, esto hace que los aceites usados sean uno de los residuos contaminantes más abundantes que se generan actualmente, pudiendo alcanzarse la cifra de 24 millones de toneladas al año (Padilla, 2018).

El Ecuador en los últimos años incrementó su producción en la industria automotriz generando mayores consumos de aceites lubricantes que generalmente se utilizan en motores, cajas, coronas siendo esto útil para que los componentes no tengan fricción y puedan moverse sin ninguna dificultad.

En el Ecuador, existen diversas empresas que formulan aceites son: PETROECUADOR, Mobil Oil, Valvoline, Texaco y Repsol. Donde el valor de las importaciones de bases de aceite lubricantes ronda aproximadamente 63.497 ton/año para la elaboración de 53.273.360 litros/año de aceites (Peñañiel, 2017).

La ciudad de Riobamba se incrementó en los vehículos ya que estos generan un ingreso económico, siendo así que los talleres y lubricadoras han ido en aumento, de cuales la mayoría no cuentan con el Plan de manejo de estos desechos, se puede decir que no tienen un sistema técnico de separación de aceites y lodos que contaminen el agua que fluye hacia las alcantarillas.

Las instalaciones de dichos negocios no son adecuadas, cierto porcentaje no cuenta con los espacios físico-necesarios para realizar las actividades como cambio de aceite, pulverizado, mantenimiento y su opción es ocupar las vías públicas, causando molestias a la ciudadanía por la interrupción del paso en las aceras con la maquinaria y por los vehículos estacionados impidiendo la fluidez del tránsito vehicular.

En Riobamba existe una ordenanza municipal para el tratamiento de los desechos que está vigente desde el 2008, pero la mayoría de los talleres y lubricadoras no la ejecutan, por lo que lleva al manejo inadecuado de los desechos que fácilmente provoca serios daños en el ambiente según (Gualán, 2019).

Para reducir el nivel de contaminación producido por las actividades antropogénicas, sobre todo del sector automotriz enfocándose en los aceites lubricantes, es necesario realizar un análisis del grado de contaminación que estos generan en los talleres y lubricadoras de forma que se genere un plan que permita el manejo de este tipo de residuos evitando así la obstrucción de los ductos en las alcantarillas de la ciudad de Riobamba.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Problemática

En la ciudad de Riobamba existe un incremento en talleres y lubricadoras, lo cual produce un aumento de los residuos de aceites lubricantes. Muchos propietarios, dueños o encargados de estos negocios, no tienen el conocimiento sobre el almacenaje de los restos de aceites por lo que son desechados en lugares aledaños a la alcantarilla, el aceite usado no puede verterse en el agua, 1 litro de aceite contamina 1.000.000 litros de agua (López 2016).

La contaminación de este tipo se da cuando se lleva a cabo un cambio de aceite de motor, caja o corona y no se tiene un buen manejo de los residuos del aceite, también se pueden dar cuando se hace una reparación de las partes antes mencionadas ya que al momento de limpiar las piezas se utiliza un compresor de aire para pulverizar, siendo esto una de varias causas que desencadenan que los aceites lleguen a las alcantarillas.

#### 1.2. Efectos del aceite lubricante en la salud

Los aceites lubricantes utilizados en la industria automotriz son muy perjudiciales ya que depende de las propiedades de las sustancias que se encuentran en el aceite. Cada maca de aceite contiene mezclas de aceites y aditivos que se diferencian ligeramente. Además, se debe tener presente las características del motor en las que se encuentre ya que varía la composición final del aceite, ya que puede existir presencia de partículas de metal en los aceites (ATSDR, 2016).



**Figura 1-1.** Contaminación del agua con aceite lubricante.

Fuente: Padilla, C.; Barrera O. 2018

Algunas personas que estuvieron en contacto cercano con aceites lubricantes usados presentaron problemas, leve irritación de la nariz y la garganta, también sufrieron irritación de los ojos. Esto se debe a que ciertos lugares donde trabajan con este tipo de aceites no cuentan con los equipos de seguridad que se necesita para el manejo de aceites.

Para el tratamiento de una tonelada de aceite se requiere una demanda biológica de oxígeno igual que para el tratamiento de aguas residuales de una población con 40.000 habitantes, de esta forma, la demanda biológica de oxígeno (DBO) de las aguas aumenta por la existencia de microbios para el tratamiento biológico del aceite (ETAPA EP, 2017).

### **1.3. Justificación**

El agua es uno de los principales recursos no renovables que el ser humano posee, de tal manera que su cuidado es de gran prioridad, su gasto se ve ligado a la densidad poblacional del planeta la cual se ha incrementado en los últimos años y que a su vez ha producido un aumento no solo en el consumo automovilístico, sino también en el nivel de contaminación, haciendo que la huella ecológica de cada individuo se eleve.

Además, en la ciudad de Riobamba se tiene un aumento de automóviles en el 2018 se tiene un número de vehículos matriculados de 26255 y en el 2019 se incrementó el número a 37342 vehículos matriculados, por lo que la contaminación por residuos de aceites lubricantes, gases de escape de los vehículos ha ido aumentando.

### **1.4. Alcance**

Con esta investigación se determinará el grado de contaminación que tiene los aceites lubricantes en la ciudad de Riobamba y se propondrá posibles soluciones. Además, se analizará el tratamiento y proceso de recolección de los residuos que tienen dichos lugares.

Por lo tanto, se tendrá en cuenta la funcionalidad de las propuestas y el seguimiento que tiene cada propietario de los diferentes locales ya sea talleres como lubricadoras, de cómo es el procedimiento que se debe tener para los residuos de aceites lubricantes.

Se propondrá un mecanismo que se pueda implementar en los talleres y lubricadoras el cual purifique el agua mediante la utilización de un sistema de filtración que logre retener las partículas de aceite que se encuentren en esta.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Analizar la contaminación de aceites lubricantes por medio de un muestreo de tal manera que se determine el grado de polución existente en el agua de los talleres y lubricadoras automotrices en la ciudad de Riobamba a fin de diseñar un sistema que permita su purificación.

### **1.5.2. Objetivo Específicos**

- Investigar las normativas vigentes internacionales, nacionales y municipales, por medio de la recolección de información para conocer la situación de los aceites lubricantes provenientes de los talleres y lubricadoras de la ciudad de Riobamba.
- Realizar la recolección de muestras de aguas contaminadas de los talleres y lubricadoras, utilizando envases especializados a fin de ser analizadas.
- Analizar la muestra recolectada, a través de equipos e instrumentos especializados para determinar el grado de contaminación y propiedades físicas.
- Determinar una propuesta de remediación y mitigación a fin de purificar el agua contaminada con aceites lubricantes a través de un mecanismo de filtración que podría ser implementado en los talleres de la ciudad de Riobamba.

## **1.6. Hipótesis**

Los residuos de aceites lubricantes de talleres y lubricadoras contaminan el agua que fluye hacia las alcantarillas de la ciudad de Riobamba.

## **1.7. Estado del arte**

En el mundo existió un gran impacto ambiental por la contaminación del agua debido a que muchas de las regulaciones que generaron, no se les dio el seguimiento adecuado por lo que esto sigue siendo un tema de gran controversia, los países industrializados son los principales causantes de esta contaminación alrededor de 2 millones de aguas residuales desembocan en los ríos o mares. En la industria automotriz que aumento su producción en los últimos años, utiliza diversas sustancias derivadas de petróleo también es un factor de contaminación ya que los residuos contienen ciertas partículas de metal de los diferentes componentes y que generalmente se utiliza termina en los suelos o en las calles.

También este tipo de contaminación que generan la industria automotriz como es en el aire, al momento de que el aceite se quema origina importantes problemas de contaminación y emite gases muy tóxicos, debido a la presencia en este aceite compuesto de plomo cloro, fosforo, azufre, etc. La tierra también

sufre por este tipo de contaminante, esto perjudica tanto al suelo ya que se tiene aguas superficiales y subterráneas, por lo que afecta gravemente a la fertilidad del suelo (SIGAUS, 2018).

En América latina la mayoría de la población vive en la ciudad por lo que existe un aumento en la contaminación de las alcantarillas, además de que muchos de los automotores de las ciudades tienen vehículos de segunda mano lo cual indica que tiene un mayor consumo de aceite que un vehículo generado en una concesionaria, siendo esto un causante para que tenga unos residuos de aceite en los centros automotrices.

En Ecuador los puntos a tratar sobre los desechos generados por los diferentes centros automotrices, el más importante es el aceite lubricante automotriz ya que existe falta de información la cual no fue proporcionada por el GAD municipal hacia los dueños y trabajadores de los talleres y lubricadoras, además no se cuenta con zonas de almacenamiento seguro, también no se cuenta con un camión cisterna que impida la contaminación según lo dicho en el artículo de (Padilla, 2018).

Estas sustancias al no tener el manejo adecuado normalmente son vertidos de forma directa a los ríos, el aceite se concentra en la superficie del agua, siendo esto la consecuencia principal para la contaminación, logrando así que termine en nuestras manos siendo causa de problemas en el agua potable o de riego.

Existen personas que realizan sus propios cambios de aceite en sus hogares y muchas de esas personas se deshacen del aceite usado en conjunto con otros desechos domésticos y todo esto termina en los botaderos de basura contaminando más el ambiente ya que el proceso de reciclaje de la basura se hace más dificultoso y ellos no reciclan aceite por ende el aceite terminara en los suelos y en cuerpos hídricos (Torres, 2016).

El impacto ambiental que se ha tomado como referencia un estudio realizado sobre una empresa productora de aceites y grasas lubricantes, ya que este es un ejemplo de su manejo y del tratamiento, ya que en algunos procesos de fabricación tiene una cierta pérdida del 0.3%, las materias primas, aditivos y productos terminados son eco tóxicos (Vale, Pérez y Ramírez, 2016).

**Tabla 1-1: Impacto Ambiental de una fábrica de aceites.**

<b>Actividad, Producto o servicio</b>	<b>Aspectos Ambientales</b>	<b>Impacto potencial</b>
Recepción de Materia prima	Derrame de hidrocarburo por mala manipulación	Contaminación del suelo y aguas subterráneas
Producción de aceites	Manejo de materias primas, aditivos y productos terminados	Contaminación del suelo, aguas subterráneas, emisiones
Producción de grasas	Emisiones de gases, partículas y ruido	Calidad del aire y calidad de vida de los trabajadores
Limpieza de tanque de almacenamiento	Generación de lodo petrolizado	Contaminación del suelo
Sistema de colección de residuales	Derrame por colmatación	Contaminación del suelo y aguas subterráneas

Actividades de mantenimientos	Generación de aceite usado	Contaminación del suelo y aguas subterráneas
Limpieza de la planta	Generación de aguas oleosas	Colapso del colector, Contaminación suelo y aguas subterráneas
Actividades administrativas	Generación de papel, toner y/o cintas de impresoras	Calidad de vida de los trabajadores

Fuente: Vale, Pérez y Ramírez, 2016.

Debido a la deficiente para recuperación biológica del aceite, cierta cantidad puede contaminar el agua subterránea por varios años, dejándola deteriorada y no apta para su aprovechamiento en la preparación de agua potable y riego.

Existen diversas formas en como las personas pueden estar involucradas con los aceites lubricantes usados, estas formas son:

- Al utilizarlo como herbicida e insecticida;
- Bañarse en aguas contaminadas sin estar al tanto por recreación;
- Beber agua contaminada sin estar al tanto;
- Jugar en suelos contaminados con aceite usado;
- Cambio de aceite del automóvil;
- Emisiones del sistema de escape de los vehículos.
- En las carreteras de tercer orden cuando el aceite usado es utilizado para controlar los polvos

En la actualidad varias empresas recicladoras de aceite usado cuentan con un plan de manejo adecuado para el reciclaje del aceite, añadiendo en su plan un sistema adecuado que va de lo siempre a lo complejo y sobre todo cuenta con una organización total en lo que respecta al día de recepción del aceite, etiquetando, almacenamiento y tratamiento.

El aceite usado en los talleres y lubricadoras tiene ciertos beneficios, por lo cual se le reutiliza como:

- Combustible en calderas, ya que el aceite usado tiene un gran poder calorífico, que esta una característica similar a la de los combustibles de alto poder.
- Algunos talleres que no cuentan con los recursos suficientes utilizan este aceite para controlar el polvo, además también lo usan en la construcción de vías, este beneficio tiene una gran desventaja que al utilizarlo en gran cantidad puede provocar emisiones hacia el ambiente y perjudica a la salud de personas aledañas.
- El uso común y no tan recomendado que se le da al aceite usado del automóvil es para esparcir estos aceites en el ámbito agrícola, para utilizar en maquinaria como motosierras, postes y estacas de cultivo y como desmoldado de concreto en construcción.

## 1.8. Marco Teórico

### 1.8.1. Aceites Lubricantes

Los aceites tienen una función muy importante en el automóvil que es la de lubricar los componentes mecánicos de un automóvil, ya que dichos componentes son fabricados de acero y no tienen la lubricación correcta puede llegar a tener fricción entre ellos siendo así que puede llegar a sufrir desgaste, además de generar una falla mecánica, existen diferentes tipos de aceites lubricantes como son los minerales y sintético (CONUEE, 2018).



**Figura 2-1.** Aceite Lubricante.

Fuente: Ecologismo, 2010

#### 1.8.1.1. Función de los lubricantes

Además de reducir el rozamiento entre piezas, el aceite lubricante cumple con otras funciones que aseguran el funcionamiento adecuado de la maquinaria ya que crean una capa protectora rellenando las imperfecciones microscópicas. Según el Manual técnico de aceites Gulf, realizado en el año 2015, estas funciones son (Gulf Oil, 2015).

- Eliminar las impurezas
- Refrigerante
- Sellante
- Transmisor de energía
- Anticorrosivo y anti desgastante

### *1.8.1.2. Clasificación de los aceites lubricantes por su origen*

- **Aceites Minerales**

Los aceites minerales provienen del Petróleo, son fabricados de este después de varios procesos en sus plantas de producción, en las Refinerías. El petróleo bruto tiene diferentes componentes que lo hace indicado para distintos tipos de producto final, siendo el más adecuado para obtener Aceites el Crudo Paranífnico (Liceos UdeSantiago, 2020).

- **Aceites Sintéticos**

Este tipo de aceites lubricantes no tienen su origen directo del Crudo o petróleo, sino que son creados de subproductos petrolíferos combinados en procesos de laboratorio. Al ser más largo y complejo su elaboración, resultan más caros que los aceites minerales (Liceos UdeSantiago, 2020).

### *1.8.1.3. Clasificación de los aceites lubricantes según la Norma SAE*

La SAE (Society of Automotive Engineers) define el grado de viscosidad del aceite, que depende de la temperatura. La viscosidad se refiere a un valor que indica la estabilidad de un aceite lubricante con los cambios de temperatura por ende se clasifican en aceites monogrado y multigrado (Compralubricantes, 2016).

- **Monogrado**

Este tipo de aceite está diseñado para trabajar a temperatura menores, por lo que se buscara un aceite cuya numeración este acompañada de la letra W que en ingles quiere decir invierno, estos tipos de aceites no son muy utilizado en el mercado por el cambio de temperatura que existe en diferentes regiones (Gualán, 2019).

- **Multigrado**

Los aceites multigrados, pueden trabajar en un rango más variado de temperaturas porque están elaborados por un aceite base de baja viscosidad, incluyendo los aditivos que evitan que el lubricante pierda viscosidad al calentarse. Así, para una mayor protección en frío, se deberá recurrir a un aceite que tenga el primer número lo más bajo posible y para obtener mayor grado de protección en caliente, un aceite que posea un número elevado para el segundo (Compralubricantes, 2016).



**Tabla 2-1:** Clasificación de los lubricantes según norma SAE.

<b>Aceites para Motores</b>	<b>Rango de viscosidad a 25 °C en cSt</b>	<b>Rango de viscosidad a 100°C en cSt</b>
SAE 10	60 – 90	5.75 – 4.19
SAE 20	90 – 180	9.65 – 5.75
SAE 30	180 – 280	13.00 – 9.65
SAE 40	280 – 450	16.83 – 13.00
SAE 50	450 – 800	22.70 – 16.83

Fuente: Torres, 2014.

#### 1.8.1.4. Clasificación API

Esta clasificación fue desarrollada por el Instituto Americano del Petróleo y categoriza a los aceites de acuerdo con el tipo de motor en el cual será usado. La nomenclatura se compone por dos letras, la primera letra puede ser S para motores a gasolina o C para motores a diésel; en tanto que la segunda letra especifica la calidad de aceite según orden alfabético, mientras mayor es la letra mayor calidad tiene el aceite. (Petroleum, 2018).

**Tabla 3-1:** Clasificación de aceite norma API para motores a gasolina.

<b>Categoría</b>	<b>Estado</b>	<b>Aplicación</b>
SJ	Vigente	Para motores después del año 2001 y anteriores.
SL	Vigente	Para motores después del año 2004 y anteriores.
SM	Vigente	Para motores después del año 2010 y anteriores.
SN	Vigente	Para motores después del año 2010 y anteriores.

Fuente: Torres, 2014.

**Tabla 4-1:** Clasificación de aceite norma API para motores a Diesel.

<b>Categoría</b>	<b>Estado</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Observación</b>
CH-4	Vigente	Se comenzó a utilizar en el año 1998.	Motores Alta velocidad - 4 tiempos, contenido de azufre menos de 0.5% en su combustible. Normas emisiones 1998. Puede utilizarse en lugar de aceites CD, CE, CF-4 y CG-4.
CI-4	Vigente	Se comenzó a utilizar en el año 2002.	Motores - alta velocidad, 4 tiempos, contenido de azufre menos de 0.5% en su combustible. Normas emisiones 2002. Pueden utilizarse en lugar de aceites CD, CE, CF-4, CG-4 y CH-4.

CJ-4	Vigente	Se comenzó a utilizar en el año 2010.	Motores - alta velocidad, 4 tiempos, contenido de azufre menos de 0.05% - 500 p.p.m. en su combustible. Normas emisiones 2010 para vehículos de carretera y Tier 4 para extravíaes. Pueden utilizarse en lugar de aceites CI-4, CH-4, CG-4 y CF-4.
------	---------	---------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Torres, 2014.

#### 1.8.1.5. Clasificación de según el sistema AGMA

En la lubricación de engranes se toman muchas características para seleccionar el mejor lubricante, respecto a la clasificación de viscosidad de aceites industriales para engranajes, AGMA (American Gear Manufacturers Association) especifica los grados de alta viscosidad también. AGMA ha adoptado un número de viscosidad especificando la viscosidad cinemática de 40°C a 100°C para la aplicación de engranajes (Miranda, 2016).

**Tabla 5-1:** Clasificación del lubricante según AGMA.

Grado AGMA					VISCOSIDAD				Grado ISO correspondiente
A	B	C	D	E	cSt @ 40°C		cSt @ 100°C		
0				0S	28.8	35.2			32
1				1S	41.4	50.6			46
2	2 EP			2S	61.2	74.8			68
3	3 EP			3S	90	110			100
4	4 EP			4S	135	165			150
5	5 EP			5S	198	242			220
6	6 EP			6S	288	352			320
7	7 EP			7S	414	506			460
	8 EP	7 COMP		8S	612	748			680
		8 COMP			900	1100			1000
		8A/COMP							
9	9 EP			9S	1350	1650			1500
10	10 EP			10S	2880	3520			3200
11	11 EP			11S	4140	5060			
12	12 EP			12S	6120	7480			
13	13 EP			13S			190	220	
			14R				428	856	
			15R				857	1714	

Fuente: PDVSA, 2020

#### 1.8.1.6. Composición del aceite usado

Los aceites usados son una mezcla de productos diversos ya que en el motor existe un desgaste o averías que los provoca. Durante su uso, el aceite nuevo se contamina con diversas sustancias que se mencionaran a continuación (Tormos, 2005).

- Agua.
- Partículas metálicas.
- Compuestos órgano-metálicos, esto se debe al contenido de plomo procedente de la gasolina usada en el motor.
- Ácidos orgánicos o inorgánicos originados por la oxidación y por el azufre contenido en la gasolina.
- Compuestos de azufre.
- Restos de aditivos, que contienen fenoles, compuestos de zinc, cloro y fosforo.
- Hidrocarburos polinucleares aromáticos (PNA).
- Compuestos aromáticos policíclicos.

Debido a procesos de refinación del petróleo, adicionando la reacción del aceite con los compuestos halogenados contenidos en los aditivos, los aceites usados contienen con frecuencia solventes clorados, entre los que se mencionan: Tricloroetano, tricloroetilo y percloroetilo (Peñafiel, 2017).

**Tabla 6-1:** Composición del aceite usado.

Contaminante	Concentración en ppm		
	Aceites Lubricantes		Aceite Industrial
	Motor Diesel	Motor Gasolina	
Cadmio	1.1	1.7	6.1
Cromo	2.0	9.7	36.8
Plomo	29.0	2.2	217.7
Zinc	332.0	951.0	373.3
Cloro	3600.0	3600.0	6100.0
Bifenilos Policlorado (PCB's)	20.7	20.7	957.2

Fuente: Torres, 2014

### 1.8.2. Contaminación Ambiental

La contaminación es la introducción de varias sustancias químicas que son nocivas para el entorno que nos rodea, este fenómeno afecta al equilibrio del entorno y convierte en un ambiente inseguro, la causas que crean la contaminación ambiental dependen de algunos agentes y varia depende del ecosistema al que afecten (AQUAE Fundación, 2020).

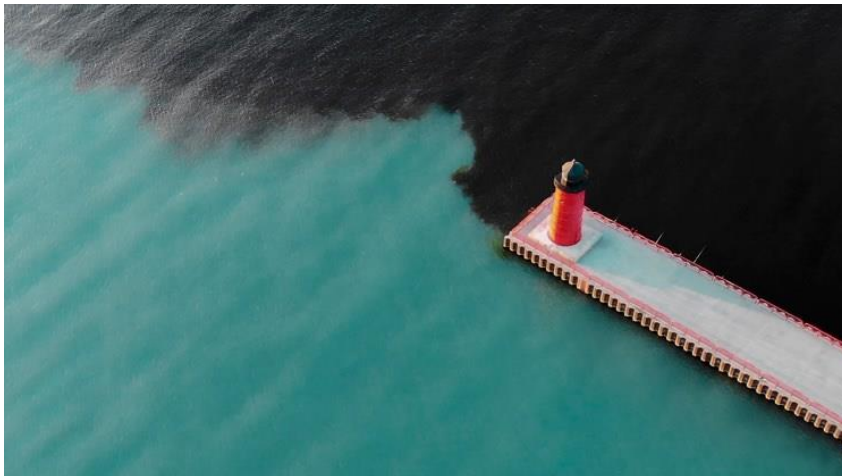


**Figura 3-1.** Contaminación Ambiental.

**Fuente:** Foro Nuclear, 2020

#### *1.8.2.1. Contaminación del agua*

La contaminación del agua es como aquella que sufre cambios en su composición hasta quedar inservible. Esto quiere decir que el agua contaminada no es apta para el consumo humano, ni tampoco para la agricultura, además de una fuente de insalubridad que provoca más de 500.000 muertes anuales a nivel mundial por diarrea y transmite algunas enfermedades como el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis (Iberdrola S.A., 2021).



**Figura 4-1.** Contaminación del agua.

**Fuente:** Iberdrola S.A., 2021

#### *1.8.2.2. Contaminación del agua por aceite*

Los aceites usados están conformados por hidrocarburos saturados que no son biodegradables, son insolubles en agua y forman películas en el agua que impiden el paso de oxígeno, afectando la vida

acuática y terrestre. Los aceites arrojados a las aguas se propagan rápidamente con una película visible que al revisarlas tienen un grosor aproximado entre 0.2 a 1 mm (Llanos Correa, 2013).

El efecto del aceite usado en el agua potable es el de alterar su sabor, por lo que es imprescindible evitar la contaminación por el mismo en aguas superficiales y aguas subterráneas. El doctor K. Reimann, del Instituto Biológico Experimental Bavaro de Munich, menciona que las concentraciones de aceite usadas iguales y mayores a 1 mg/l convierten el agua en inadecuada para el consumo humano. Es así como, el doctor J. Holluta establece un valor límite de 0.44 mg/l para alterar el sabor del agua potable considerablemente (Rosales, 2008).

### ***1.8.3. Aguas Residuales***

Las aguas residuales están compuestas de diferentes orígenes, domésticos e industriales, principalmente. De esta manera estas aguas residuales pueden contener elementos contaminantes originarios de desechos urbanos o industriales (ECOMAR, 2020).

#### ***1.8.3.1. Componentes de aguas Residuales***

Los componentes que tiene las aguas residuales son los siguientes:

#### **Físicos**

Los componentes físicos que tienen estas aguas son el color, el olor, los sólidos y la temperatura.

#### **Químicos**

Estos componentes químicos tienden a ser más comunes en las aguas residuales ya que son orgánicos (carbohidratos, grasas animales, aceites, pesticidas, fenoles, proteínas, compuestos orgánicos volátiles), también pueden existir inorgánicos (alcalinidad, cloruros, metales pesados, nitrógeno, PH) (ECOMAR, 2020).

#### **Biológicos**

Los componentes biológicos con más habituales o que se encuentran muy a menudo son los animales y plantas. Porque a veces existe sobrepoblación en ciertas épocas y no existe una regulación para ello.

#### ***1.8.3.2. Aguas residuales provenientes de talleres y lubricadoras***

Este tipo de contaminantes provocan problemas en el sistema de alcantarillado, por lo que se hace muy recomendable su tratamiento en el propio lugar de utilización. Los contaminantes presentan las siguientes características:

## **Aceite y Grasa**

Se puede observar un elevado grado de contaminación a la transparencia del agua por lo que se puede visualizar una película de aceite en la superficie lo que reduce la demanda química de oxígeno, impidiendo deshacer la materia orgánica. Además, se puede tener presencia de detergentes que también son contaminantes ya que la formación de químicos como el fosforo y nitrógeno, lo que provoca el crecimiento de algas y materia orgánica.

## **Metales Pesados**

Estos metales son el cromo o plomo, los cuales son empleados para la fabricación de aceites lubricantes y causan grandes prejuicios para el medio ambiente.

### **1.8.4. Límite de descarga al sistema de alcantarillado público**

En el texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) en la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso de agua, rige los siguientes límites de descarga de los diferentes tipos de aguas hacia cuerpos de agua o sistema de alcantarillado (Galarza, 2019).

**Tabla 7-1:** Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado.

<b>Parámetro</b>	<b>Expresión</b>	<b>Límite Máximo</b>
Aceite y grasas	Solubles en hexano	70 mg/l
Demanda Química de Oxígeno	DQO	500 mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	350 mg/l

Fuente: Galarza, 2019

### **1.8.5. Normativas para el manejo del aceite**

#### **1.8.5.1. Normativa ISO 14001**

La norma ISO 14001 proporciona a las organizaciones un marco con el que proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, siempre guardando el equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Se especifican todos los requisitos para establecer un Sistema de Gestión Ambiental eficiente, que permite a la empresa conseguir los resultados deseados (FDIS, 2015).

Establecer un enfoque sistémico para gestionar el medio ambiente puede generar que la gerencia de la organización tenga información suficiente para construirlo a largo plazo con éxito. Existen diferentes opciones que contribuyen con el desarrollo mediante:

- Protección del medio ambiente utilizando la prevención.
- Mitigación de los impactos ambientales.
- Mitigarlos efectos secundarios según las condiciones ambientales de la empresa.
- Ayuda a la empresa a cumplir con la legislación.
- Controla la forma en la que se diseñan los productos y servicios que ofrece la organización.
- Consigue beneficios financieros y operaciones que pueden resultar de aplicar alternativas ambientales relacionadas que fortalecen el posicionamiento del mercado.
- Comunica la información ambiental a las partes interesadas (FDIS, 2015).

#### 1.8.5.2. *Normativa técnica Ecuatoriana INEN 2266*

Para el transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.

La elevada producción de bienes y servicios en el país requiere de una inmensa y variada gama de materiales peligrosos que han logrado ocupar un destacado lugar por su cantidad y diversidad de aplicaciones y con la finalidad de cumplir con las responsabilidades y tomar las medidas oportunas sobre la gestión, se deben conocer todas las fases de su manejo, incluyendo las actividades que se realizan fuera del establecimiento como el transporte y disposición final (Norma INEN, 2013).

En el procedimiento se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- La clasificación de los productos químicos.
- Clasificación de envases y embalajes.
- Requisitos como: personal, transportista, comercialización y selección de ruta.
- Operación de carga y descarga.
- Almacenamiento.
- Tratamiento y disposición final.

#### 1.8.5.3. *Propuesta de ordenanza del manejo ambiental adecuado de aceites usados, filtros, waipes y otros.*

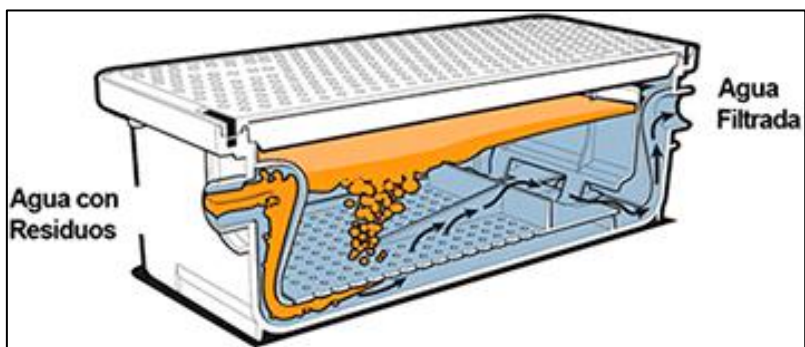
### **Almacenamiento**

Según el Artículo 5 de la Propuesta de ordenanza del manejo ambiental adecuado de aceite usado dice, El área donde se localicen los recipientes de almacenamiento, deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos: (Mecánicos de Chimborazo, 2019)

- Contar con un cubeto de retención.
- Deberá tener techo.
- Tener facilidad de acceso y maniobras de carga y descarga.
- El suelo debe ser impermeabilizado para evitar filtraciones.
- Contar con una trampa de grasa construida en base a especificaciones técnicas y ambientales.
- No debe existir ninguna conexión al sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua.
- Deberá disponer de un canal o dique perimetral capaz de contener un volumen igual o superior del recipiente de mayor capacidad de almacenamiento de aceites, grasas lubricantes usadas y/o solventes hidrocarburos saturados ubicado en esa área.
- Contar con un plan de contingencia donde se determine las medidas necesarias y suficientes para el control de incendios, de acuerdo con las regulaciones establecidas por el Cuerpo de Bomberos.
- Identificar los tanques, para la recolección utilizando cintas fijadas o placas permanentes con denominaciones como: “ACEITE USADO”, “SÓLIDOS”, “LODOS”, “ACEITE FILTRADO” FILTROS, GUAYPES, ETC. Conforme lo establece la Norma INEN 2266-2013.

#### 1.8.6. Trampa de aceite

Las trampas de grasas normalmente son utilizadas en restaurantes, hoteles, cafeterías, cines o lugares donde se cocine, también puede utilizarse en lavado de autos y otros establecimientos automotrices. Su diseño consiste en una caja que tiene como objetivo interceptar grasas y jabones o espumas que estén presentes en el fluido, para evitar así que el suelo se contamine (QUIMA, 2018).



**Figura 5-1.** Trampa de grasa de sistema de casa.

Fuente: Quima, 2018.

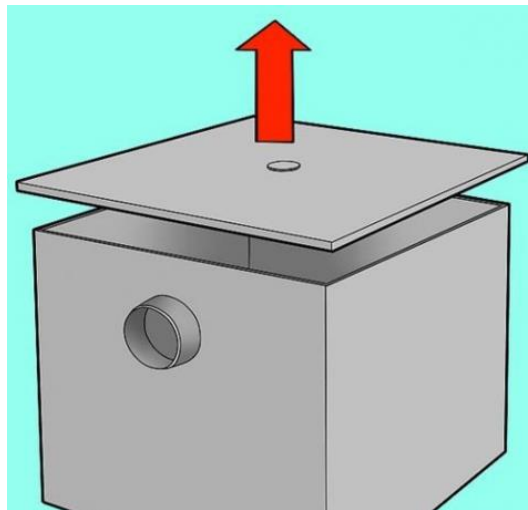


La función de este dispositivo tiene que ir conectada al tubo de un lavamanos y el agua entra por la tubería hasta llegar a la trampa después de llegar a la trampa se baja el material pesado y sube todas las grasas, en medio se queda el agua que servirá para los cultivos. No se debe conectar a aguas sanitarias o aguas negras ya que se debe separar los residuos sólidos. Están diseñados para evitar que las grasas y aceites lleguen a los desagües lo cual puede provocar problemas a largo plazo ya que la grasa hace que se obstruyan los drenajes. Generalmente son fabricadas en acero o cemento, sus dimensiones irán en proporción a las necesidades de cada establecimiento (QUIMA, 2018).

#### 1.8.6.1. *Mantenimiento*

Todas las trampas de grasa deben ser limpiadas con regularidad. La frecuencia con que se debe sacar la grasa depende de la capacidad de la trampa y de la cantidad de grasa en el agua de desecho. Previa inspección del nivel de natas o grasas en la superficie de la trampa siendo esta mayor a 3 cm iniciar con el mantenimiento.

Cuando el intervalo para sacar la grasa ha sido determinado para una instalación dada, la limpieza regular a esos intervalos es necesaria para mantener el rendimiento nominal de la trampa. Una vez que la grasa y los materiales de desperdicio acumulados han sido sacados, la trampa debe ser cabalmente revisada para asegurar que la entrada, la salida y el escape de aire estén libres de obstrucciones (Hidroplayas 2020).



**Figura 6-1.** Mantenimiento de trampa de grasa.

**Fuente:** Quima, 2018.

#### 1.8.6.2. *Pasos para la Instalación de Trampa de Grasa*

- La instalación debe realizarse cerca del punto generador de grasa como sea posible.
- Pueden ser colocadas según el espacio disponible sobre el suelo parcialmente o empotradas.

- Debe haber espacio libre suficiente para retirar la tapa de la trampa de grasa y facilitar su inspección y mantenimiento.
- Deberá ser ubicada en lugares seguros y no expuestas a riesgos por fugas o derrames.
- La distancia total de las tuberías entre el punto generador de grasas más lejanas y la entrada a la trampa de grasa nunca deberá ser mayor a 7 metros.
- Lavabos, duchas y retretes no deben conectarse a la trampa de grasas.

#### *1.8.6.3. Normativas para el diseño de trampas de aceite*

En el Ecuador no cuenta con una normativa para el diseño de una trampa de aceite o grasa por lo que se puede mencionar las normas de Colombia y Perú que se detallan a continuación:

#### **Norma RAS 2000**

En el documento técnico normativo señala todos los requisitos que deben tener las obras, equipos y procedimientos operativos de alcantarillado, acueducto y aseo además también las actividades complementarias. Se expide un cumplimiento de los dispuesto en la Ley 142 de 1994, lo cual establece el régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios en Colombia, en busca de garantizar su calidad en todos los niveles.

#### **Norma OPS/CEPIS del 2003**

En esta norma anuncia que la disposición de excretas y aguas residuales, especialmente en localidades rurales y urbano-marginales, es una prioridad programática de la cooperación técnica que brinda la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud o en su abreviatura OPS/OMS por lo que el centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Gracias al auspicio de la Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación (COSUDE), la Unidad de Apoyo Técnico al Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR) viene realizando varias acciones de apoyo al sector agua y saneamiento en el Perú, una de las más destacadas es el documento titulado “Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa”.

#### ***1.8.7. Materiales para el análisis del agua***

##### *1.8.7.1. Densímetro*

El densímetro es muy útil en este caso, ya que con las muestras recolectadas no son 100 por ciento aceite son mezcladas con diferentes sustancias por lo que se verificara su densidad, se debe introducir el instrumento de medición en la muestra además también se puede introducir con una jeringa la muestras porque mínimo es 2 ml, recolecta por medio de succión para realiza el análisis de su densidad, se debe

dejar reposar para obtener mejores resultados, después de cada medición se debe limpiar con alcohol industrial y se trabaja a una temperatura ambiente de 24.5 grados centígrados.



**Figura 7-1.** Equipo de medición de densidad.

**Fuente:** American Pharmaceutical, 2021.

#### 1.8.7.2. *FluidScan*

El instrumento que se menciona es muy importante ya que se puede realizar comparaciones con la base de datos que viene integrada en el equipo con las muestras recolectadas, En el interior del equipo se encuentra un espectrómetro infrarrojo rango medio, patentado, con óptica de grating y un arreglo de detectores lineales.

El espectrómetro colecta la luz infrarroja transmitida a través del fluido en la celda a una guía de ondas, la que lleva la luz a un grating de difracción tipo prisma que refleja la luz hacia un arreglo de detectores de alto rendimiento, el que registra el espectro infrarrojo del fluido. El equipo entrega un rango espectral, resolución y razón señal/ruido más que adecuado para el análisis de lubricantes en uso.



**Figura 8-1.** Equipo de análisis de aceite FluidScan.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

#### 1.8.7.3. *Pipeta*

Este instrumento de laboratorio sirve para recolectar una pequeña cantidad de muestra para los instrumentos que no requieren de grandes cantidades, y facilita el trabajo para esta investigación. Su

funcionamiento es que tiene una capsula de aire en la cual se presiona y el tubo sirve para succionar el líquido que en este caso es aceite.

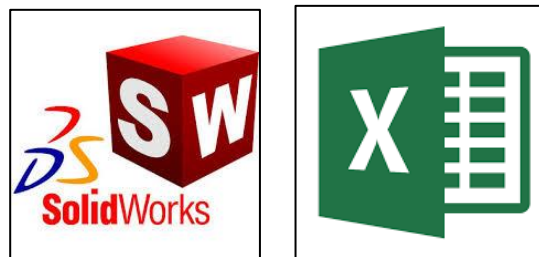


**Figura 9-1.** Pipetas para la recolección de muestras.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

#### 1.8.7.4. *Software*

Con los resultados obtenidos se procederá en el software Excel para la tabulación para realizar sus diagramas y determinar la relación que existe con cada una de las muestras, para llegar a un mejor resultado.



**Figura 10-1.** Solidworks y Excel.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Tipo de Investigación**

Este trabajo de investigación este situado dentro del tipo de investigación aplicada ya que se centra en mecanismo o estrategias que permiten encontrar el objetivo de estudio, en este caso es un análisis de la contaminación de aceites lubricantes de los talleres y lubricadoras automotrices.

“La investigación aplicada, por tanto, permite solucionar problemas reales. Además, se apoya en la investigación básica para conseguirlo. Esta le aporta los conocimientos teóricos necesarios para resolver problemas o mejorar la calidad de vida” (Rus, 2021).

#### **2.2. Métodos de investigación**

##### **2.2.1. Método deductivo**

El método deductivo se referirá a una forma específica de pensamiento o razonamiento, que extrae conclusiones lógicas y válidas a partir de un conjunto dado de premisas o proposiciones. Es, dicho de otra forma, un modo de pensamiento que va de lo más general o global a lo más específico. las conclusiones de un razonamiento están dadas de antemano en sus propias premisas, por lo que sólo se requiere de un análisis o desglose de éstas para conocer el resultado (Raffino, 2020).

Se empleará este método para analizar el tema global de la contaminación del agua por aceites lubricantes usado y se va enfocando en un lugar específico que es la ciudad de Riobamba, por lo que se afirma que la premisa sobre el tema de la contaminación del agua por aceites en Riobamba.

##### **2.2.2. Método Inductivo**

Consiste en una estrategia de razonamiento que se guía en la inducción, para ello, procede a partir de premisas particulares para generar conclusiones o resultados generales. El método inductivo opera realizando generalizaciones amplias apoyándose en observaciones específicas. Esto es así porque en el razonamiento inductivo las premisas son las que proporcionan la evidencia que dota de veracidad una conclusión (7Graus, 2019).

Este trabajo de investigación utiliza el método inductivo el cual se hace referencia a que el aceite que es un elemento partículas genera una contaminación y se parte de esta premisa para poder llevar a cabo todo el análisis para determinar un tema global como es la contaminación del agua que es un tema de suma importancia en la actualidad.

### **2.2.3. Método Inductivo Deductivo**

Con la unión de estos dos sistemas, utiliza la lógica y el razonamiento ya que consigue un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos (CIMEC, 2020).

Con este método se puede verificar las hipótesis creadas dando lugar a un análisis inductivo para llegar a una conclusión que reflejara la parte deductiva teniendo un todo en lo que se planteara una solución para este tema de investigación y reduciendo lo mayor posible su impacto en el medio ambiente.

## **2.3. Métodos Empíricos**

### **2.3.1. Medición**

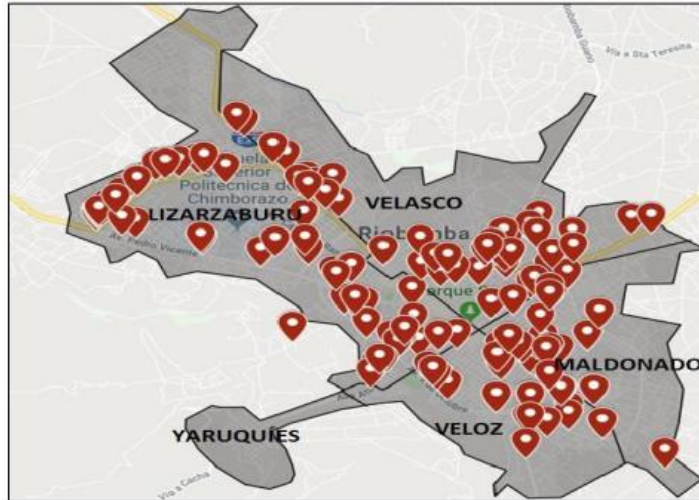
Es el método empírico que se desarrolla con el objetivo de obtener información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto, proceso o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles conocidas. Es la asignación de valores numéricos a determinadas propiedades del objeto, así como relaciones para evaluarlas y representarlas adecuadamente. Para ello se apoya en procedimientos estadísticos (Velasco, 2011).

En el presente trabajo se empleará este método, ya que se obtendrá resultados numéricos de muestras tomadas de los diferentes establecimientos para su análisis y tabulación, con la finalidad de obtener datos fiables y exactos de cuanto es el porcentaje de contaminación que existe en el agua de la ciudad de Riobamba.

### **2.3.2. Población de talleres y lubricadoras en Riobamba**

La muestra que se va a utilizar en este trabajo es una población finita se utilizara una fórmula para tener el tamaño de la muestra de estudio, con la ayuda de la aplicación Maps de Google, se plantea identificar los talleres más la realización de un reconocimiento en la ciudad de Riobamba, ya que existe establecimiento que no son identificados por esta ampliación.

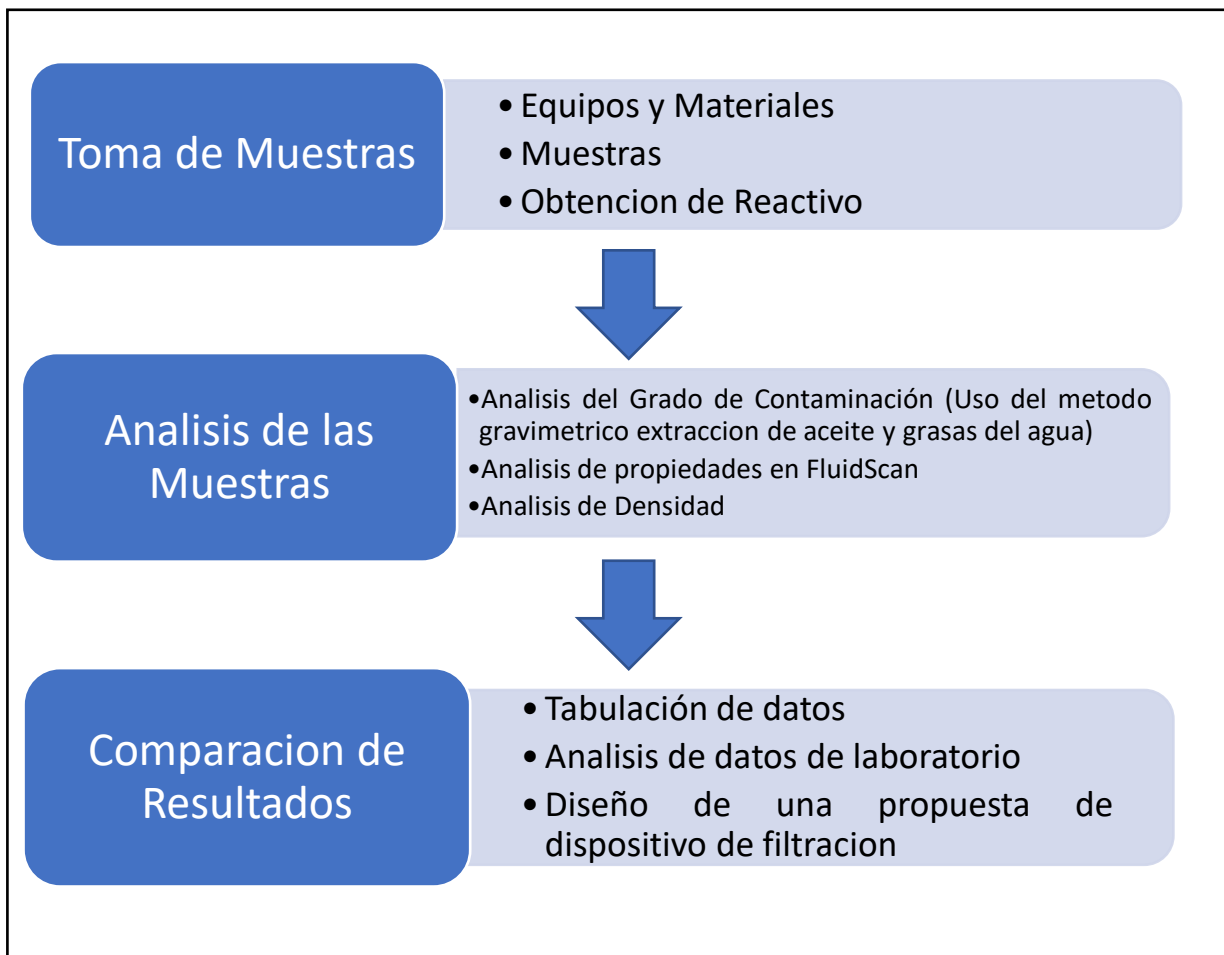
Se realizo un muestreo en el cual se tomó 10 muestras en total de cada agua de los talleres y lubricadoras, estas muestras no son probabilísticas, siendo esto que las muestras no se tomaron al azar, se las selecciono en función de la accesibilidad.



**Figura 1-2.** Ubicación de los establecimientos automotrices.

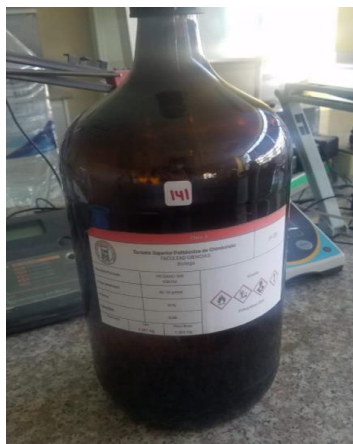
Fuente: Torres, 2014.

#### 2.4. Diagrama de Flujo



## 2.5. Método Gravimétrico

Extrae el aceite y las grasas contenidas en el agua mediante el uso de un solvente y métodos químicos. En este caso, se hizo uso del Hexano como solvente y con la gravimetría se determina la masa del aceite luego de un proceso de destilación que recupera el solvente.



**Figura 2-2.** Hexano.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

Este método se le puede usar tanto para aguas residuales domésticas, superficiales e industriales. Algunas grasas y ácidos grasos especialmente no saturados extraíbles se oxidan con una rapidez elevada, lo que causa que se incluyan precauciones especiales con respecto a la temperatura y desplazamiento de vapor del disolvente para reducir este efecto.

### **Procesos**

Lo que se debe realizar es pesar las muestras que se van a analizar para saber cuánto tiene en total con el envase y luego de pasar el líquido a otro recipiente, se debe pesar cuando este vacío ya que queda residuo de aceite en las paredes del recipiente, se mide el volumen de cada muestra para con ellos utilizar la cantidad recomendada de hexano y llevar a su posterior proceso.





**Figura 3-2.** Pesado de las muestras y medida de volumen.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

Luego de poner el hexano junto con la muestra en un balón de separación se debe realizar un movimiento por 2 minutos para que logre separar el aceite del agua, teniendo cuidado con los gases que eso produce se debe destapar, para el próximo paso dejaremos reposar el balón por 5 minutos hasta que se estabilice se le ubica en un soporte. Con mucho cuidado se abre la llave para sacar el agua en un vaso medidor, este proceso se debe hacer 2 veces para lograr separar la mayor cantidad de aceite.



**Figura 4-2.** Separación de las moléculas de aceite del agua.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

Cuanto ya se realiza el proceso de extracción se logra obtener el aceite, el cual se procederá a pesar el balón con el contenido de aceite para realizar después el proceso de diferencia de pesos.



**Figura 5-2.** Aceite extraído del agua.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

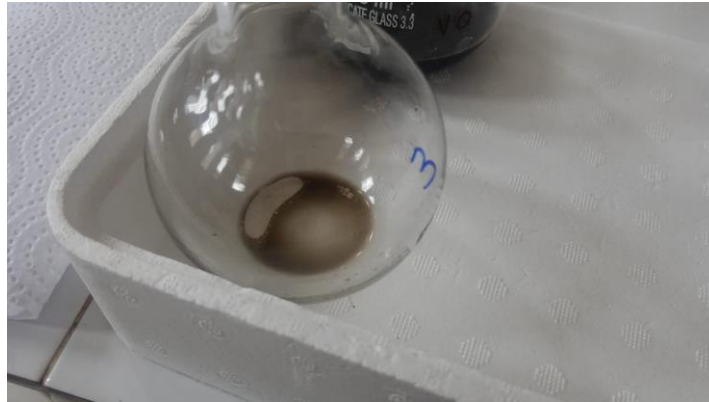
Una vez logrado la separación se utiliza una máquina para extraer el hexano del aceite esta tiene que está a una temperatura de 30°C para que comience a evaporar el hexano mediante el tubo que es de condensación se recupera el hexano, pero no en su totalidad, este hexano extraído solo se utiliza para limpieza y mantenimiento de algunos equipos de laboratorio.



**Figura 6-2.** Método de extracción del Hexano.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

Una vez extraído el hexano como se muestra en la Figura 6-2, en las muestras se puede ver una capa de aceite que se queda en el balón de vidrio, se deberá dejar en la estufa por 1 hora para que se elimine el restante de hexano que sobro y otras sustancias y esto ayuda para realizar el cálculo de diferencia de masas y con ello llegar a cuanto es el porcentaje de contaminación que existe en 1 litro de agua.



**Figura 7-2.** Capa de aceite después de la extracción del Hexano.

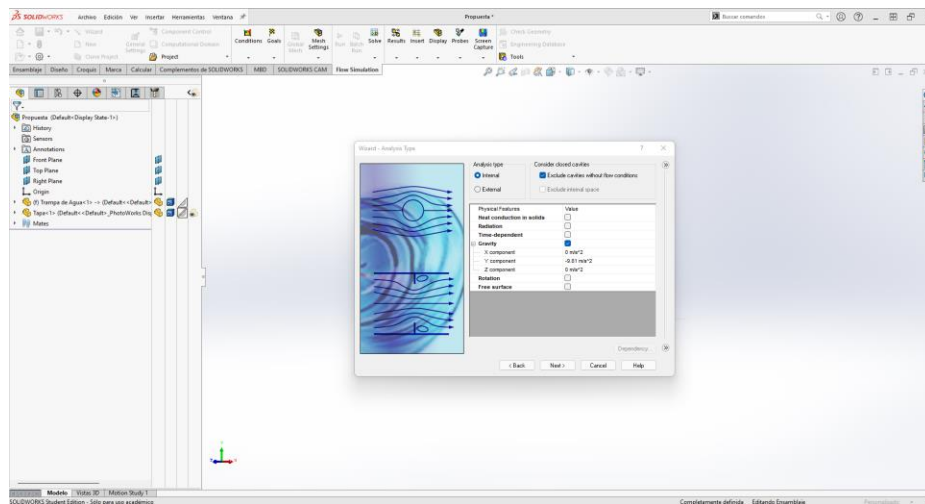
**Fuente:** Cevallos A.

## 2.6. Utilización de software

Se emplea el software SolidWorks para la comprobación del diseño y el comportamiento del fluido en la trampa de grasa. Para ello se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Presión atmosférica
- Caudal de ingreso
- Temperatura del fluido

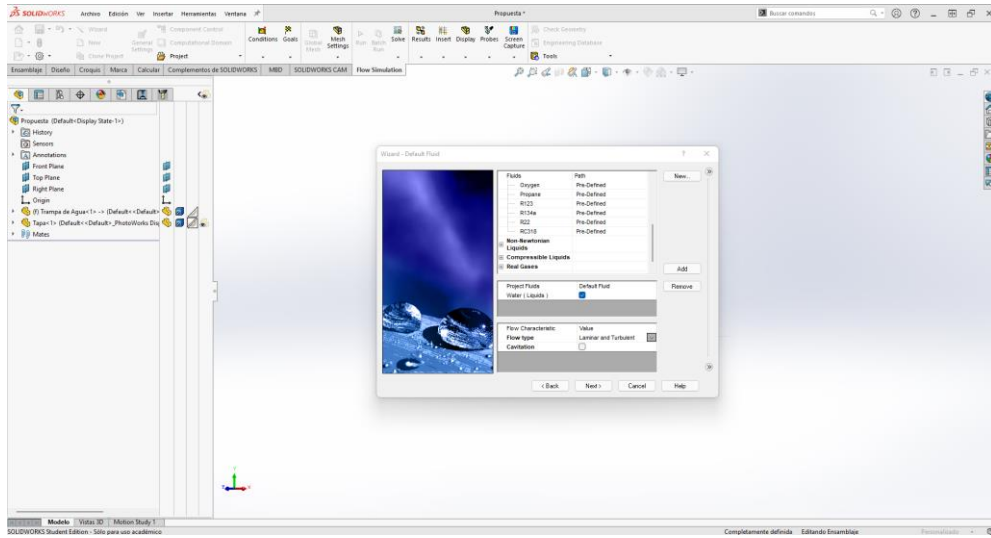
Se escogió el tipo de simulación que se necesita, se trabajó con la opción de Flow Simulation además de que en este análisis está presente la gravedad.



**Figura 8-2.** Ingreso de la gravedad al software.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

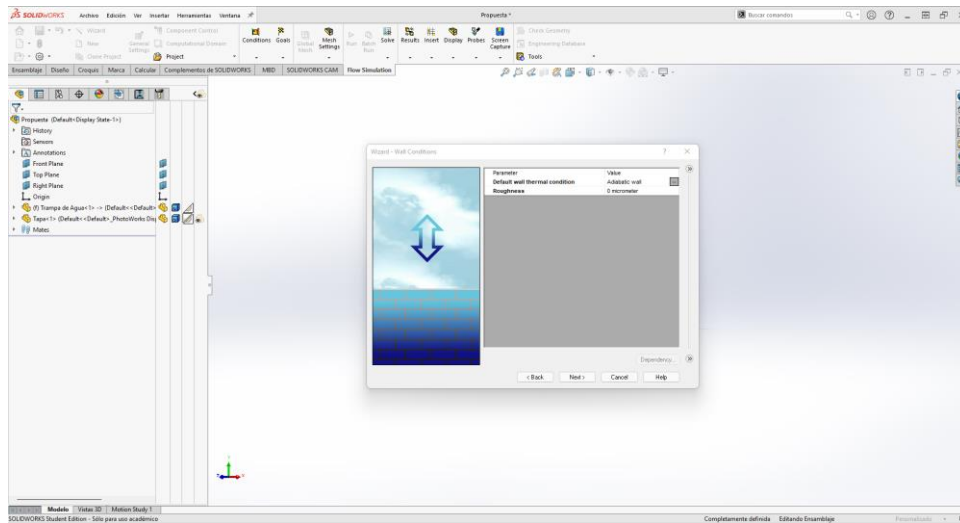
El tipo de fluido que se utilizo es el de un flujo laminar y turbulento porque se va a trabar como es el comportamiento del agua.



**Figura 9-2.** Ingreso de los datos y tipo de fluido.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021.

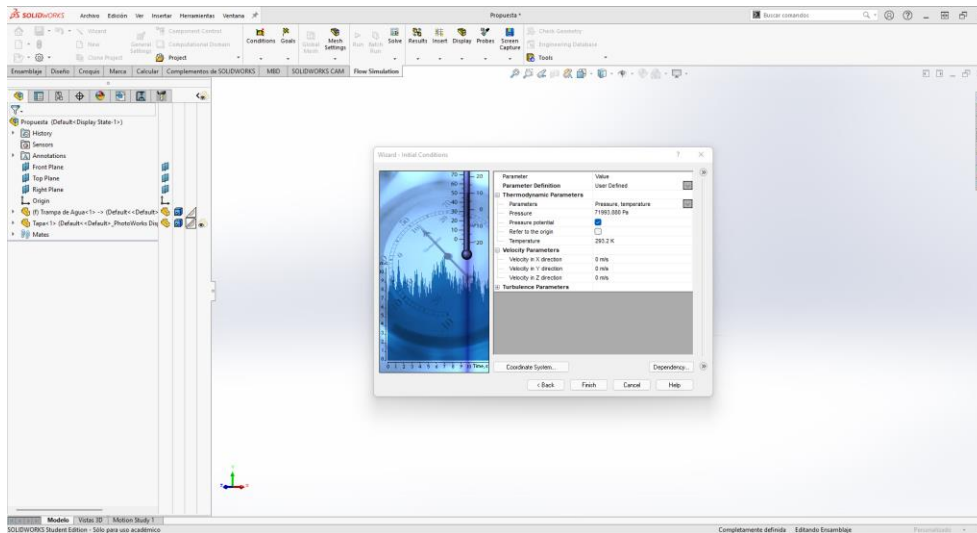
En la simulación de la trampa se dispondrá que todas las paredes del contenedor sean adiabáticas y que no tengo rugosidad, por lo que se usa el acero inoxidable.



**Figura 10-2.** Ingresando parámetros de las paredes de la propuesta.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021.

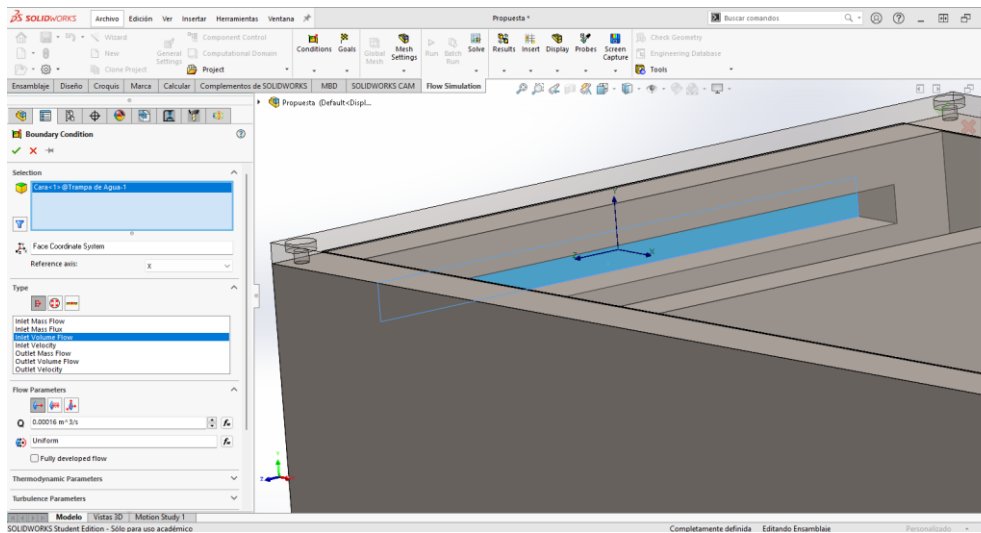
Se ingreso los valores correspondientes a la presión atmosférica para la ciudad de Riobamba y es de 102.400 Pa, este dato fue obtenido por medio del barómetro del laboratorio de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, además se está trabajando a temperatura experimental de 20 °C que es 292.2 K.



**Figura 11-2.** Ingreso de Temperatura y Presión.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021.

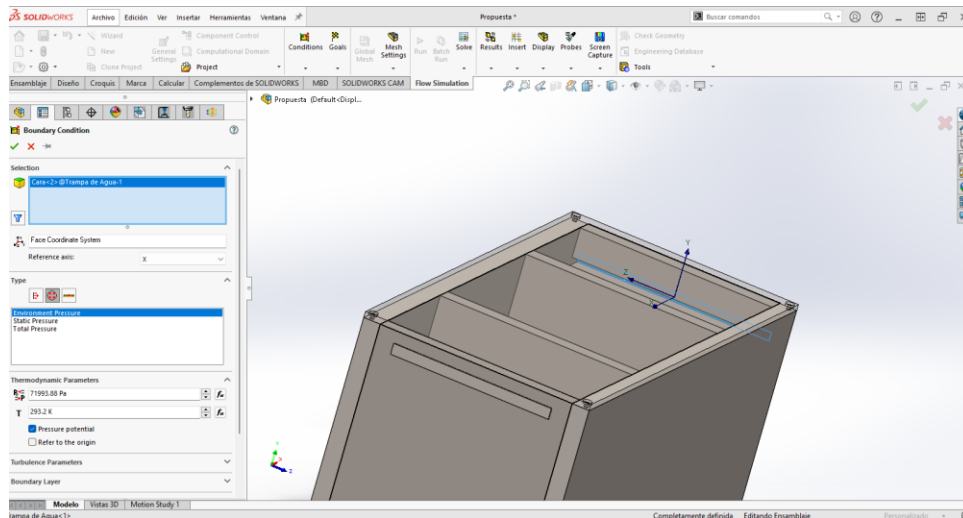
Se identifico la entrada y se selecciona la cara para dar el inicio del caudal el cual tiene un valor de  $0.00016 \text{ m}^3/\text{s}$ , el cual se ingresa en la simulación.



**Figura 12-2.** Datos de caudal en la simulación.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021.

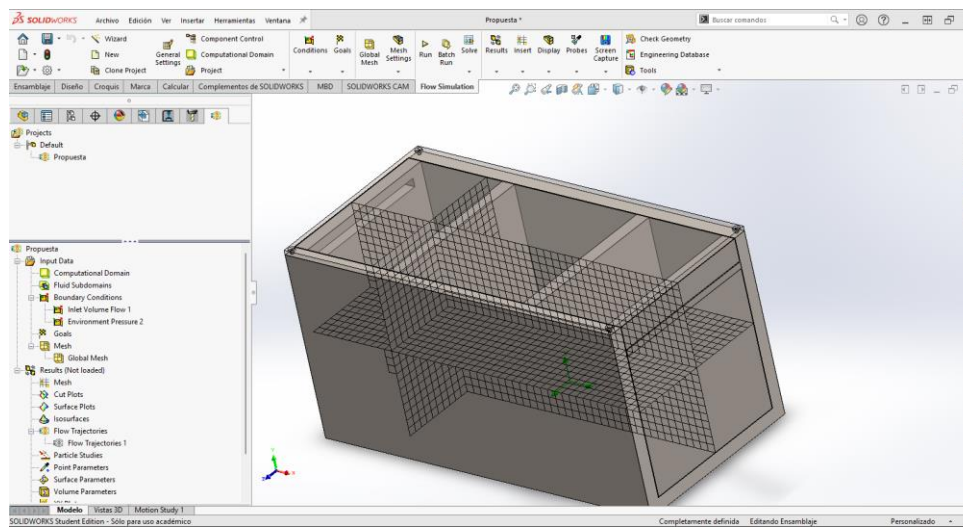
Las presión y temperatura ya se asignaron anteriormente, pero para la simulación se debe seleccionar la salida para ubicar los valores que se ingresó.



**Figura 13-2.** Selección de la presión de salida.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021

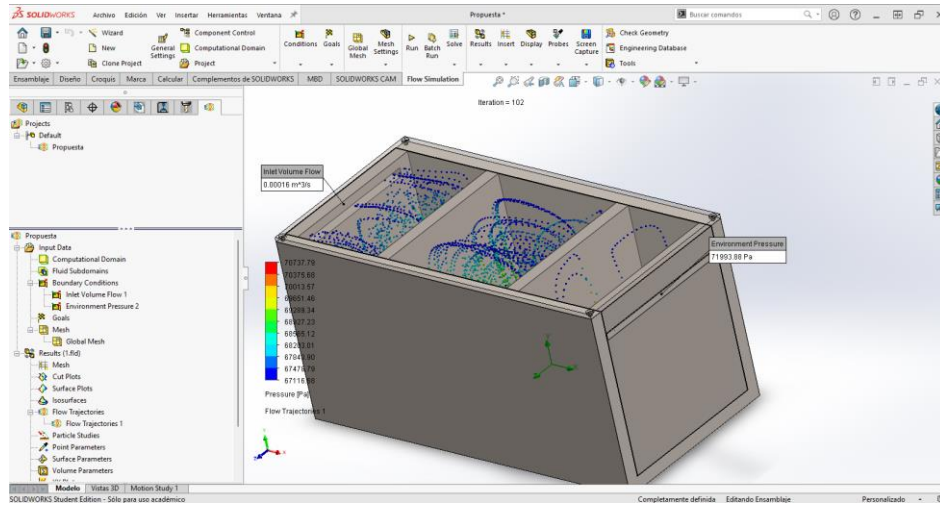
Para obtener mejores resultados se realizó un mallado más fino, para ello se debe aumentar la calidad a un número 4 a 6 dependiendo siempre de la computadora en la que se esté realizando porque consume recursos y puede llegar a fallar.



**Figura 14-2.** Mallado de la trampa de aceite.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021

Se obtienen los resultados que genera el programa en donde se puede escoger varios tipos de respuestas. El objeto de realizar la simulación es ver el comportamiento del fluido que en este caso es agua para determinar si es válido el funcionamiento de la trampa de aceite.



**Figura 15-2.** Comportamiento del fluido en la trampa de agua.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021

## **CAPITULO III**

### **3. Resultados y Discusión de los resultados**

#### **3.1. Resultados y análisis de resultados**

En la investigación los resultados que se pudieron notar diversos parámetros que se considera importante en el tratamiento y contenido de los residuos de aceites lubricantes, en el Ecuador existe diversas normativas que tiene como objetivo dar un buen tratamiento de los residuos por lo que se reduciría en gran porcentaje esta contaminación, pero con el tiempo los dueños no dieron a conocer a sus empleados sobre el manejo.

Los datos obtenidos después de hacer un proceso de extracción se puede observar en la siguiente tabla que muestra como tiene la variación ya que existe un residuo en las paredes de los recipientes el cual se debe considerar para el análisis de la contaminación del agua ya que después de dejar que se logre quitar el hexano se mostró una capa de aceite super fina además de que en algunas muestras que se realizó este proceso de descubrió que presentan otro tipo de sustancias como es la Gasolina o Diesel ya que se obtuvo de manera visual que no se lograba tener la capa de grasa.

Además, cada una de las muestras tiene diferentes residuos de aceite lubricante ya que no presentaban una capa muy pronunciada en su parte superior del agua, esto quiere decir que el resulta daría que en el último proceso de extracción el agua salía completamente limpia y no se tiene variación por lo que la medida es muy baja.



**Tabla 1-3:** Resultados de Contaminación del agua.

N Muestra	Envase + Grasa	Envase Vacío	Grasa 1	Peso Balon	Balon + Grasa	Grasa 2	Suma de Grasa	Gramos en 1 litro
1	29,827	28,932	0,895	101,498	110,42	8,922	9,817	51,13020833
2	29,142	29,042	0,1	106,489	106,603	0,114	0,214	1,07
3	28,909	28,772	0,137	100,19	104,758	4,568	4,705	20,91111111
4	29,684	29,078	0,606	101,575	102,65	1,075	1,681	9,551136364
5	29,235	28,592	0,643	102,583	112,569	9,986	10,629	48,31363636
6	29,125	28,598	0,527	103,589	108,658	5,069	5,596	28,26262626
7	28,952	28,235	0,717	100,1987	107,986	7,7873	8,5043	43,61179487
8	29,235	28,905	0,33	102,598	108,693	6,095	6,425	28,55555556
9	29,053	28,568	0,485	101,598	109,235	7,637	8,122	40,61
10	29,265	28,987	0,278	100,985	105,465	4,48	4,758	22,65714286

Fuente: Cevallos A.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021

De la Tabla 1-3 se utiliza la medida de gramos en 1 litro de agua que eso se hace referencia a la medida de contaminación que se puede tener mediante la interpretación de este valor se obtiene que en la muestra 1 debido a que no se tuvo su debido control puede llegar a contaminar 51.13 g por cada litro que entre en contacto mientras que la muestra 6 es la segunda que logra contaminar 48.31 g por cada litro que este en contacto, por lo que se puede deducir que el 40% de las muestras son potencialmente contaminantes para el agua de las alcantarillas de la ciudad de Riobamba.



**Gráfico 1-3.** Gráfico de la cantidad de gramos en un litro.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021.

En la Tabla 2-3 que se muestra a continuación es la densidad de las muestras que se obtuvo en la medición a diferentes temperaturas, al momento de realizar este proceso de medida se logró que se pueda obtener la medida del aceite por lo que se puede observar que la mayoría de las muestras tiene una variación no muy elevada una con la otro, pero la muestra 6 tiene menor densidad que las demás por lo que se puede entender que no puede ser se disuelta en el agua.

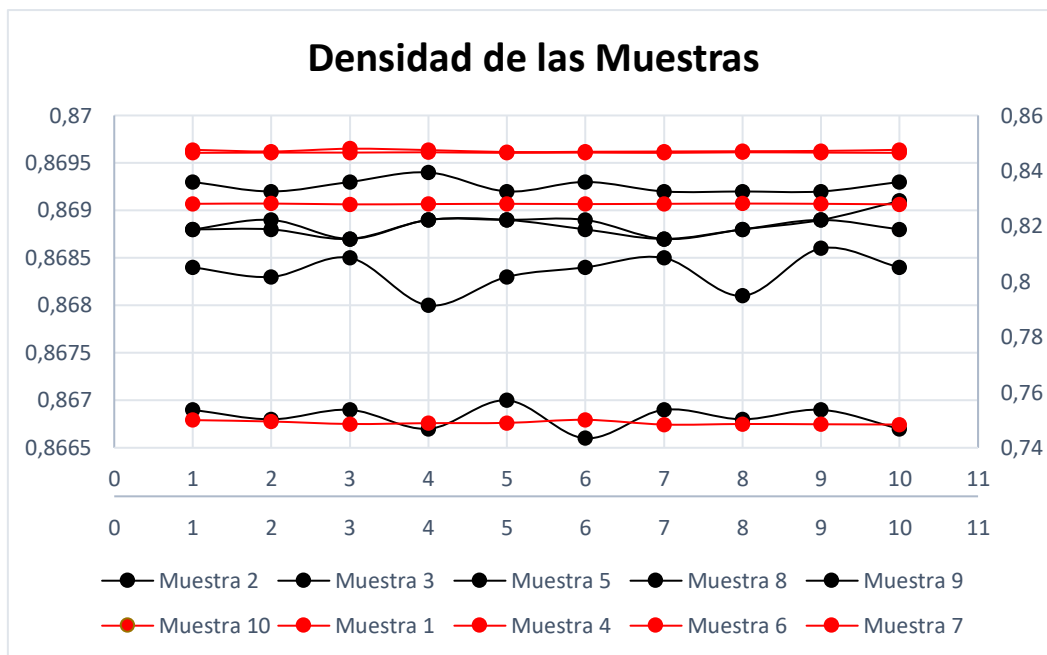
**Tabla 2-3:** Densidad de las Muestras en g/cm<sup>3</sup>.

Muestra/N	M 1 T=21,8 C	M 2 T=23,4 C	M 3 T=23,5 C	M 4 T=23,2 C	M 5 T=23,2 C	M 6 T=23,3 C	M 7 T=22,2 C	M 8 T=22,9 C	M 9 T=22,9 C	M 10 T=22,8 C
1	0,8476	0,8684	0,8688	0,8465	0,8465	0,75	0,8281	0,8688	0,8693	0,86432
2	0,847	0,8683	0,8688	0,8466	0,8466	0,7495	0,8282	0,8689	0,8692	0,8643
3	0,848	0,8685	0,8687	0,8466	0,8466	0,7486	0,8279	0,8687	0,8693	0,86431
4	0,8475	0,868	0,8689	0,8467	0,8467	0,7489	0,828	0,8689	0,8694	0,86432
5	0,8468	0,8683	0,8689	0,8465	0,8465	0,749	0,8281	0,8689	0,8692	0,86433
6	0,8469	0,8684	0,8688	0,8466	0,8466	0,7501	0,828	0,8689	0,8693	0,86432
7	0,847	0,8685	0,8687	0,8465	0,8465	0,7484	0,8281	0,8687	0,8692	0,86431
8	0,8471	0,8681	0,8688	0,8467	0,8467	0,7486	0,8282	0,8688	0,8692	0,86432
9	0,8472	0,8686	0,8689	0,8466	0,8466	0,7485	0,8281	0,8689	0,8692	0,86433
10	0,8476	0,8684	0,8688	0,8465	0,8465	0,7484	0,8279	0,8691	0,8693	0,8643

Fuente: Cevallos A.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021

A continuación, se detallará los resultados que se obtuvo con los diferentes equipos de análisis para notar los aspectos fundamentales en los residuos de aceites lubricantes. La Grafica 2-3 que se presenta a continuación se utiliza en 2 ejes por comodidad de visualización por lo que las líneas de densidad de color negro usan el eje izquierdo para su medición y las líneas de color rojo utilizan el eje derecho y que existe una variación en su medición. Además, se realizó varios procesos de medición para así obtener una mejor fiabilidad de los datos de densidad de las muestras tomada por lo que en la gráfica se puede visualizar las variaciones que existen.



**Gráfico 2-3.** Gráfico de la densidad de las muestras (g/cm<sup>3</sup>).

Realizado por: Cevallos Alex, 2021.

Esta prueba se le realizó a las muestras y se puede ver que han perdido cierto porcentaje de su densidad al estar mezcladas con otras sustancias que logran disolverlas por lo que se acerca a la densidad del agua que es 0.998 g/cm<sup>3</sup>, en el Gráfico 1-3 se puede observar que una muestra tiene un aproximado de 0.87 g/cm<sup>3</sup> por lo que es la más propensa a generar un gran impacto ambiental en el agua residual que va hacia la alcantarilla.

Además, se puede observar que el 50% de las muestras tienen una densidad mayor a 0.867 por lo que estas muestras son potencialmente contaminantes ya que cierta cantidad de la muestra puede mezclarse con el agua, siendo esto perjudicial para el ser humano y plantas, ya que muchas de las aguas se utilizan para uso doméstico o agrícola.

En el Gráfico 2-3 también se puede apreciar que al momento de recolectar no tuvo ningún contacto con el agua o el vehículo del cual se lo extrajo no presentaba fallas o su mantenimiento era el correcto ya que aún tenía una densidad menor que se puede realizar un método para su extracción del agua con la que se tenía contacto.

Para el posterior análisis se realizó en el equipo FluidScan y se obtuvieron los siguientes valores de las propiedades que aún poseen o que perdieron después de su uso y de su mal manejo que se tiene.

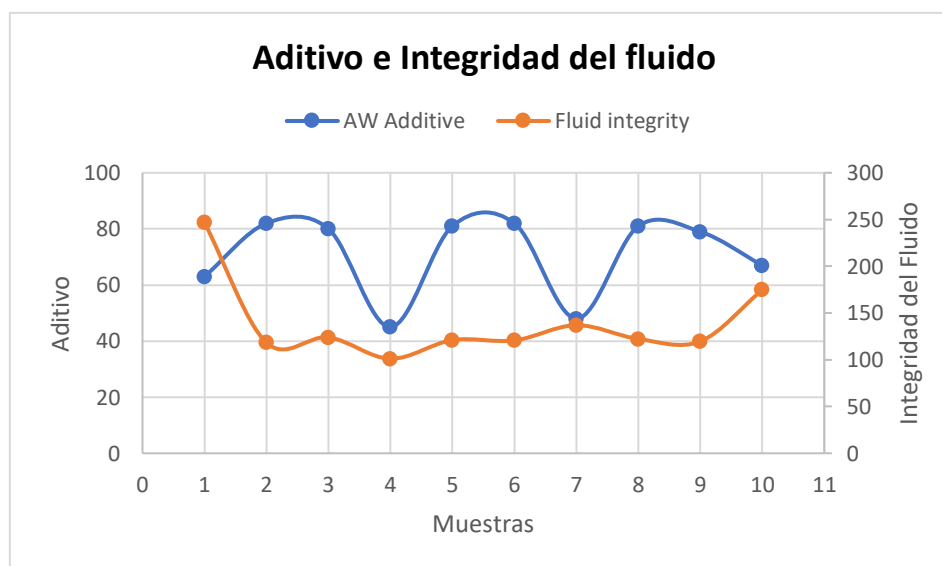
**Tabla 3-3:** Propiedades físicas de las muestras.

	Propiedades						
	AW Additive (%)	Fluid Integrity	Fuel Dilution (%)	Nitration (abs/cm)	Oxidation (abs/mm)	Sulfation (abs/mm)	Water (ppm)
<b>Muestra 1</b>	63	246,8	1	37,4	20,2/0,1	24,2/0,1	16853
<b>Muestra 2</b>	82	118,4	1	5,1	12,3/0,1	21,3/0,1	496
<b>Muestra 3</b>	80	124	1	7,4	12,5/0,1	21,3/0,1	1434
<b>Muestra 4</b>	45	101,1	1	12,3	21,7/0,1	24,9/0,1	34
<b>Muestra 5</b>	81	121,1	1	8,4	13,4/0,1	22,9/0,1	1949
<b>Muestra 6</b>	82	120,7	1	7,7	13,2/0,1	21,7/0,1	1175
<b>Muestra 7</b>	48	137	1	12,2	11,3/0,1	20,2/0,1	5364
<b>Muestra 8</b>	81	122,3	1	6,6	12,4/0,1	21,5/0,1	1413
<b>Muestra 9</b>	79	119,7	1	5,1	12,2/0,1	21,2/0,1	597
<b>Muestra 10</b>	67	174,9	1	23,1	23,1/0,1	22,4/0,1	10381

Fuente: Cevallos, 2021.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021.

Después de obtener los datos se realizó la siguiente la gráfica que se representa en el Grafico 3-3. en el cual la línea de azul está utilizando el eje de la izquierda que es el primario y la línea naranja utiliza el eje secundario que es el de la derecha, por ende, se puede observar que el 60 % de las muestras tiene un aditivo que se les añadió cuando estaban en uso y por ende se hace presente después, aunque en menor porcentaje ya que culmino su uso.



**Gráfico 3-3.** Gráfico de aditivos e integridad del residuo de aceite.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021.

En el Grafico 3-3. que se presenta a continuación se puede notar que el 20 por ciento de las muestras presentan una gran cantidad de agua en su composición por lo que este es un índice de contaminación y a su vez se puede ver en su medida que es partes por millón, por otro lado, se puede evidenciar que aún no son tan contaminadas otras muestras porque tienen un correcto manejo de los residuos para su almacenamiento.



**Gráfico 4-3.** Gráfico de presencia de agua en el aceite.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021.

### 3.2. Normativas para el diseño de la trampa de Grasa

#### Norma RAS 2000 de Colombia

Además, Se tiene que tomar para el dimensionamiento se debe tomar en cuenta el tiempo de retención.

**Tabla 4-3:** Tiempo de retención hidráulicos.

Tiempo de retención (minutos)	Caudal de entrada (L/s)
3	2-9
4	10-19
5	20 o mas

Fuente: Norma RAS, 2000

Las dimensiones de la trampa de grasa se determinan por la relación de ancho: El largo que propone la norma es de 1:4.

### Norma OPS/CEPIS 2003

Anuncia sobre el diseño de trampa de grana que se tenga la relación de 2:1 a 3:2 entre el largo/ ancho del área superficial, además de que el volumen inferior no debe ser inferior a 300 L, la profundidad no deberá ser menor de 0.80 m, la diferencia del nivel de entrada y salida debe ser no menor a 0.05 m (Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural, 2003).

Se presenta la siguiente tabla para la relación de ancho largo y profundidad para el dimensionamiento de la trampa de grasas.

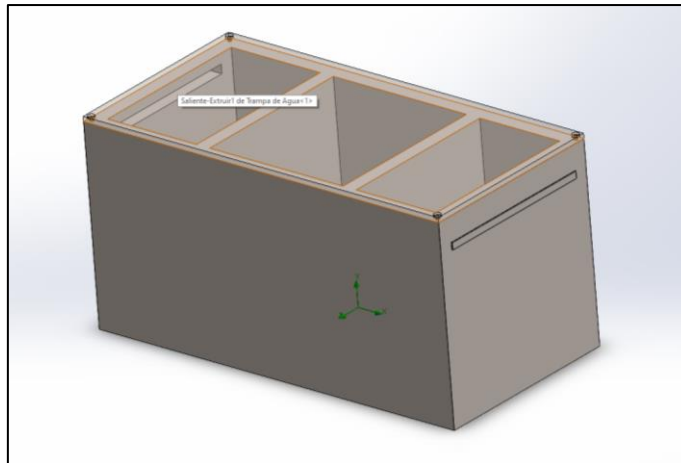
**Tabla 5-3:** Dimensionamiento para la trampa de grasa según el cual de diseño.

Rango de caudales (L/s)	Volumen de la trampa de grasa (m <sup>3</sup> )	Dimensiones Estimadas (m)		
		Profundidad	Ancho	Largo
Menor a 1	1.8	1.5	1	1.2 a 1.8
1 a 2	3.6	1	1.1	2.2
2 a 3	5.4	1.5	1.13	2.4
3 a 4	7.2	2	1.45	2.5
4 a 5	8.1	2	1.5	2.7
5	9.12	2	1.6	2.85

Fuente: (UNAD, 2016)

### 3.3. Diseño de dispositivo de retención de agua contaminada

El prototipo que se presenta como solución para la contaminación del agua de alcantarilla de la ciudad de Riobamba tiene un diseño óptimo, puesto que se realizó con los parámetros de las normas investigadas, además cuenta con una separación que ayuda para que el agua siga su curso, pero impide el paso de aceite, gracias a la densidad que tiene el aceite permanece en la parte superior mientras que el agua pasa por la parte inferior además este diseño sirve también para la separación de residuos sólidos como es la arena.

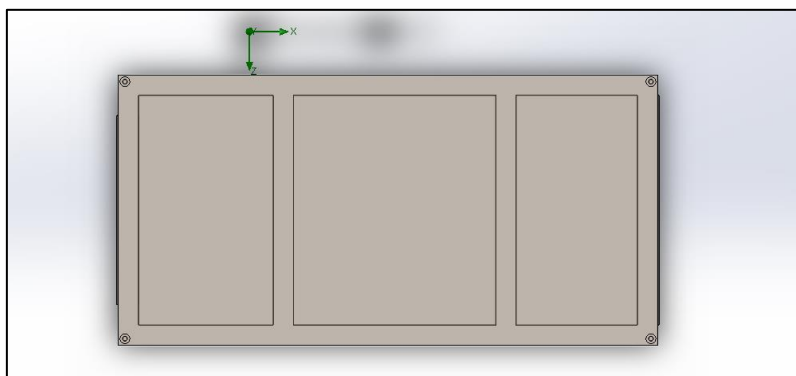


**Figura 1-3.** Dispositivo para la retención del aceite.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

Los canales que se tiene en los diferentes establecimientos de servicio automotriz son tubos cuadrados largos los cuales van dirigidos para la alcantarilla por lo que el diseño para la entrada y salida del agua contaminada es de un mejor uso y mayor facilidad porque los diseño que se plantearon en diferentes investigaciones lo realizan para tubería doméstica.

Este diseño tiene dos separación para que el agua contaminada con aceite comience a separarse del agua limpia, y por la parte inferior de estas divisiones se tiene una apertura por la cual pasara el agua hacia el alcantarillado, la primera sección cumple una función de sedimentador, la segunda sección es la trampa de aceite con lo que el aceite queda en la superficie y el agua sigue fluyendo, la tercera sección es la caja de inspección donde se realizara las pruebas en el agua para que fluya hacia las alcantarillas.

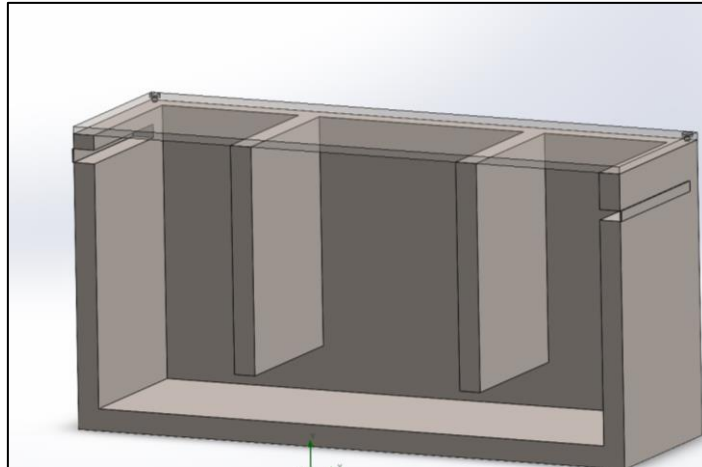


**Figura 2-3.** Secciones del dispositivo.

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

El material que cumple con las expectativas y con una mayor duración es el acero de transmisión se creara con planchas de tol y después se realizara su soldadura en las uniones de las paredes de la trampa

de aceite que comúnmente se le nombra a este dispositivo, se realizó una tapa para dar un mejor mantenimiento, por las dimensiones de este modelo su mantenimiento se lo realizará de manera diaria de acuerdo con la visualización de la sección de inspección.



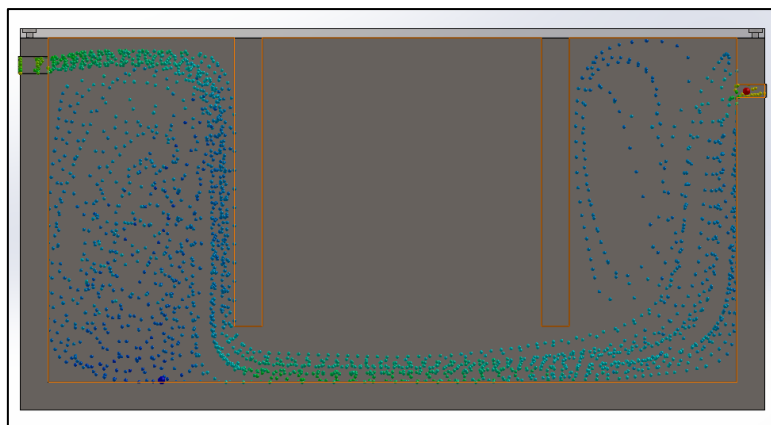
**Figura 3-3.** Dispositivo (vista de recorte).

**Realizado por:** Cevallos Alex, 2021.

Para que el dispositivo funcione correctamente se debe llenar hasta el nivel que según investigaciones es al 70 u 80 por ciento de su capacidad para que cuando las partículas de aceite que ingresen estas se queden en la primera división y no logren pasar por la parte inferior.

En la simulación realizada se puede observar cómo se comporta el agua con las diferentes secciones y es la adecuada para la función de la trampa de aceite ya que como se investigo debe ser llenada con anterioridad, las moléculas de aceite al ser menos densas que el agua se quedaría en la parte superior de la primera y segunda sección ya que el diseño hidráulico logra que el agua fluya sin dificultad, también puede cumplir con otra función que es para solidos que se quedarían en la parte inferior. Por lo que se comprueba que la funcionalidad de la propuesta es válida con los parámetros adecuados y satisface la necesidad de mejorar la calidad del agua que fluye hacia las alcantarillas.





**Figura 4-3.** Simulación del comportamiento del agua.

Realizado por: Cevallos Alex, 2021.

### 3.4. Discusión de Resultados

En las muestras analizadas se pudo observar un gran número de lugar o establecimientos que no cuentan con todas las medidas para el manejo y logra llegar los residuos al agua, además de que no siguen con las normas dispuestas por el GAD municipal de Riobamba. Por lo que se puede notar que la contaminación ha incrementado en los últimos años.

Muchas de las empresas o establecimiento que brindan el servicio automotriz, la mayoría de los talleres automotrices y lubricadoras de la ciudad de Riobamba recolectan en el mismo envase todos los líquidos usados que salen del vehículo, además que el uso adecuado del aceite residual ayudaría en gran parte para controlar la contaminación por este desecho, para ello los dueños de los talleres y lubricadoras automotrices y autoridades del Cantón deberían conocer el destino del aceite residual, menos del 50% de los dueños de los locales no conocen el destino final del residuo. (Gualán, 2019).

Por lo que se puede corroboran en el análisis que se realizó que existe diferentes sustancias distintas del aceite y eso causa variaciones en su densidad y propiedades que posee. Siendo esto una influencia muy clara para que se propague la contaminación ya que muchos de los destinos de los aceites son para la agricultura, por lo que esto puede llegar a contaminar más el agua ya que es contacto directo con los canales de riego que desembocan en los ríos.

Cuanto se realizó el análisis muchas de las muestras se pudieron evidenciar que por medio de dar el aceite a otras personas ajenas al municipio para su debido almacenamiento y se denoto que el vehículo no contaba con las condiciones para el transporte y queda rastros de aceite cercado a las alcantarillas por lo que el agua de lluvia se mezcla con el residuo el cual está contaminado y genera una alteración en su composición. Además, en un estudio realizado en el 2013 que dice que muchas de los talleres automotrices y lubricadoras prefieren vender el aceite ya que el precio de un tanque de 55 galones de aceite usado puede alcanzar un valor entre 20 y 30 USD (Lara, 2013).

El número de talleres y lubricadoras van en aumento cada año por lo que esto influye mucho en el grado de contaminación ya que algunos de ellos no cuenta con la infraestructura, y al momento de almacenar el residuo de aceite que generan tiene fugas y no tiene el debido cuidado para su transporte provocando que el aceite llegue a la tierra o al agua que está cerca de ellos, en el estudio que se realiza en el 2015 por Barrera Luis y Velecela Francisco, que mediante la recopilación de información de los centros automotrices la tercera parte de dichos establecimientos no cuenta con un espacio suficiente para poder implementar una correcta zona de almacenamiento de aceites usados (Barrera and Velecela 2015).

El prototipo planteado está diseñado para que se pueda implementar en cada taller, se lo ubique antes de la salida hacia la alcantarilla, ya que empresas que se dedican a la fabricación de este método lo crean a gran escala por lo que se ubica al final de las alcantarillas ya que las medidas son de 2 m de largo, 0.7 m de alto por lo que se requiere más mano de obra y material, se recomienda que la tapa sea de un material que sea de fácil manipulación al momento de realizar el mantenimiento de la trampa de aceite (Hidroplayas, 2020).

En el diseño de una trampa de aceite se debe tomar en cuenta mucho el sistema de mantenimiento ya que existe la posibilidad de que se acumule el aceite en la segunda parte y comience a existir fugas, para que tengan un correcto funcionamiento es que el exceso de grasa es removido cada día o cada 2 días (ISA, 2022).

Los puntos importantes que se deben utilizar para el diseño de la trampa de aceite son para que establecimientos se va a utilizar además de la clasificación que tienen los interceptores hidromecánicos que se utiliza el término máximo de drenaje permitido en galones por minuto. Generalmente los receptores hidromecánicos tienen una capacidad de manejo de 100 GPM, y si excede esto se tendría que dejarse en manos del receptor de gravedad (QUIMA, 2018).

## CONCLUSIONES

El agua lluvia que fluye hacia las alcantarillas, debido a que visualizo que tiene muchos de los talleres y lubricadoras no cumplen con la Ordenanza 0009-2019 que existen en el GAD Municipal, esto se debe a que la infraestructura no es la adecuada, además del almacenamiento que tiene fugas, por lo tanto, el agua de la lluvia entra en contacto con los residuos de aceite.

En el análisis de las muestras se pudo observar que del 60 al 70% de las muestras que se recolectaron, tiene un grado de contaminación alta ya que el valor obtenido se realiza la equivalencia de gramos de aceite que puede presentar en 1 litro de agua, además de que se observó que tenía presencia de combustibles debido a que al momento de dejarle en el horno de secado para evaporar el restante de hexano se notó que aun contiene algún líquido.

La densidad que se obtuvo que la mitad de las muestras tienen un valor mayor a  $0.865 \text{ g/cm}^3$ , teniendo en cuenta que está próximo a la del agua que es del  $0.998 \text{ g/cm}^3$  por lo que si se le deja más tiempo en contacto con el agua puede cambiar sus propiedades y en el FluidScan se pudo notar una gran presencia de agua en 1 gota de aceite y a su vez notar las pérdidas de propiedades de los residuos.

El sistema de purificación investigado y diseñado cumple con las normativas de retención de aceite, y el material utilizado en el diseño es el acero inoxidable el cual es material resistente a la corrosión, por lo es apto para su construcción futura. Además, para logra una mayor efectividad a este sistema se le debe realizar un mantenimiento diario.

## **RECOMENDACIONES**

Se debe realizar la calibración correcta de los equipos que se utilizara para obtener una mejor medición y no tener valores erróneos para su debida interpretación ya que esto puede llevar a realizar un análisis equivocado.

Para el uso del reactivo para la separación del aceite del agua, es recomendable utilizar guantes protectores, mandil y un entorno que tenga buena ventilación, ya que esto puede ser perjudicial para la salud.

Mediante la realización de medidas en el equipo FluidScan realizar su debida limpieza para que no quede ninguna partícula de aceite de la muestra anterior, por lo que esto puede tener una gran influencia en nuestra medición y para su posterior análisis.

En el diseño que se plantea se debe tener en cuanto el tiempo de mantenimiento ya que ese es un factor crucial para las dimensiones y su construcción, un diseño pequeño requiere mantenimiento constante mientras que un diseño medio a grande puede tener lapsos de mantenimiento en un tiempo más amplio.

Para realizar el método gravimétrico se debe contar con la cantidad de mililitros exactos para realizar el método de separación ya que existe un debido control por parte del estado.

Se puede presentar el prototipo en las reuniones de presupuestos participativos convenios del GAD ya que en estas se realizan la presentación de alternativas o propuestas para el bienestar de la ciudad y de la población.

## GLOSARIO

**Tricloroetano:** Es una sustancia química artificial que carece de color y posee un olor dulce característico. A temperaturas y presiones ordinarias se presenta como un líquido sumamente volátil y fácilmente evaporable en la atmósfera (PRTR España, 2022).

**Tricloroetilo:** Es un líquido denso e incoloro, no inflamable, de aroma más bien dulce y sabor dulce ardiente. Se caracteriza por presentar una baja solubilidad en agua y baja inflamabilidad, sin embargo, posee una elevada volatilidad (PRTR España, 2022).

**Percloroetilo:** Es un disolvente líquido incoloro no inflamable con un olor dulce, parecido al éter. Se utiliza principalmente en entornos industriales y también para la limpieza en seco de telas y el desengrasado de metales (ChemicalSafetyFacts.org, 2022).

**Hidrocarburos:** Son compuestos químicos orgánicos que cuentan con una estructura molecular conformada tan solo por uniones entre átomos de hidrógeno y de carbono. Están presentes tanto en estado líquido como gaseoso e incluso sólidos (Hello Insurance Group, 2022).

**Viscosidad:** Es una propiedad de los fluidos equivalente al concepto de espesor, es decir, a la resistencia que tienen ciertas sustancias para fluir y para sufrir deformaciones graduales producto de tensiones cortantes o tensiones de tracción

**Densidad:** Es la relación entre el peso (masa) de una sustancia y el volumen que ocupa (esa misma sustancia). Entre las unidades de masa más comúnmente utilizadas están kg/m<sup>3</sup> o g/cm<sup>3</sup> para los sólidos, y kg/l o g/ml para los líquidos y los gases (GreenFacts 2021).

**Presión atmosférica:** Es el peso que ejerce el aire en la atmósfera de la Tierra. Cuando hablamos de presión atmosférica, estamos hablando de la presión ejercida en un punto dado por la columna de aire desde el suelo en ese punto hasta la parte superior de la atmósfera (Netatmo 2022)

**Caudal:** es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo (FISICA DE FLUIDOS Y TERMODINAMICA, 2022).

**Rugosidad:** Es una medida empleada para caracterizar la textura de la superficie. La rugosidad evalúa las pequeñas desviaciones verticales de la superficie nominal que vienen normalmente determinadas por las características del material, el proceso de transformado de la pieza o las aportadas por el propio recubrimiento (Neurtek 2022).

**Fenoles:** El fenol es un sólido incoloro a blanco cuando ocurre en forma pura. La preparación comercial es un líquido que se evapora más lentamente que el agua. El fenol tiene un olor repugnantemente dulce y alquitranado característico (ATSDR, 2016).

**Espectrómetro Infrarrojo:** Es un tipo de espectrometría de absorción que utiliza la región infrarroja del espectro electromagnético. Como las demás técnicas espectroscópicas, puede ser utilizada para identificar un compuesto o investigar la composición de una muestra (Pérez 2022).

**Grating de diafragma:** Es un componente óptico con una estructura periódica que difracta la luz en varios haces que viajan en diferentes direcciones (es decir, diferentes ángulos de difracción) (Loewen and Popov 1997).

## BIBLIOGRAFÍA

- 7GRAUS.** Significado de Método inductivo (Qué es, Concepto y Definición) - Significados. [en línea]. 2019. [Consulta: 29-06-2021]. Disponible en: <https://www.significados.com/metodo-inductivo/>.
- AQUAE FUNDACIÓN.** ¿Qué es la contaminación ambiental? | Fundación Aquae. [en línea]. 2020. [Consulta: 14-06-2021]. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/causas-contaminacion-ambiental/>.
- ATSDR.** Resumen de Salud Pública: Fenol (Phenol). [en línea]. 2016a. [Consulta: 23-05-2022]. Disponible en: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs115.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs115.html).
- ATSDR.** Resúmenes de Salud Pública - Aceite usado de cárter (Crankcase Motor Oil) | PHS | ATSDR. [en línea]. 2016b. [Consulta: 12-06-2021]. Disponible en: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs102.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs102.html).
- BARRERA, L. and VELECELA, F.** *Diagnóstico de la contaminación ambiental causada por aceites usados provenientes del sector automotor y planteamiento de soluciones viables para el GAD del cantón Azogues* [en línea]. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. 2015. [Consulta: 31-08-2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7691/1/UPS-CT004551.pdf>.
- CHEMICALSAFETYFACTS.ORG.** Percloroetileno. [en línea]. 23 mayo 2022. [Consulta: 23-05-2022]. Disponible en: <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/percloroetileno/>.
- CIMEC.** Métodos científicos distintos. [en línea]. 2020. [Consulta: 30 June 2021]. Disponible en: <https://www.cimec.es/metodos-cientificos-diferentes/>.
- COMPRALUBRICANTES.** Clasificación de los Aceites y Lubricantes para Motor. [en línea]. 2016. [Consulta: 02-06-2021]. Disponible en: <https://compralubricantes.com/blog/clasificacion-de-los-aceites-y-lubricantes-para-motor/>.
- CONUEE,** 2018. Aceites Lubricantes. [en línea]. México: [Consulta: 02-06-2021]. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395704/2.\\_Lubricantes.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395704/2._Lubricantes.pdf).
- ECOMAR.** Fundación Ecomar - ¿Qué son las aguas residuales? [en línea]. 2020. [Consulta: 07-03-2022]. Disponible en: <https://fundacionecomar.org/que-son-las-aguas-residuales/>.
- ETAPA EP.** Programa de recolección y disposición de aceites usados. [en línea]. 2017. [Consulta: 13-06-2021]. Disponible en: <https://www.etapa.net.ec/informacion/gestion-ambiental/gestion-de-desechos-y-calidad-ambiental/programa-de-recoleccion-y-disposicion-de-aceites-usados>.
- FDIS.** ISO 14001. [en línea]. 2015. [Consulta: 14-06-2021]. Disponible en: <https://www.nueva-iso-14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf>.
- FISICA DE FLUIDOS Y TERMODINAMICA.** CAUDAL. [en línea]. 23 mayo 2013 [Consulta: 23-05-2022]. Disponible en: <https://mauriciomedinasierra.wordpress.com/primer-corte/conceptos/caudal/>.
- FORO NUCLEAR.** ¿Qué se entiende por contaminación ambiental? - Foro Nuclear. [en línea]. 2020. [Consulta: 14-06-2021]. Disponible en: <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia->

nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-energia-nuclear-y-medio-ambiente/que-se-entiende-por-contaminacion-ambiental/.

**GALARZA PÉREZ, A.J.** *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA PROYECTO TÉCNICO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO* [en línea]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2019. [Consulta: 07-03-2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29866/1/Tesis%20I.%20M.%20529%20-%20Galarza%20P%c3%a9rez%20Alberto%20Javier.pdf>.

**GREENFACTS.** Densidad. [en línea]. 2021. [Consulta: 23-05-2022]. Disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/densidad.htm>.

**GUALÁN, E.** *ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE ACEITES VEHICULARES RESIDUALES A TRAVÉS DEL ESTUDIO ESTADÍSTICO EN LA ZONA URBANA DEL CANTON RIOBAMBA.* [en línea]. Riobamba: 2019. [Consulta: 17-04-2021]. Disponible en: <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/13583/1/65T00338.pdf>.

**GULF OIL.** Manual Técnico Aceites Gulf. [en línea]. 2015. [Consulta: 02-06-2021]. Disponible en: [http://www.gulfoil.com.ar/faq/manual\\_tecnico.pdf](http://www.gulfoil.com.ar/faq/manual_tecnico.pdf).

**HELLO INSURANCE GROUP.** ¿Qué es un Hidrocarburo? [en línea]. 23 mayo 2022. [Consulta: 23-05-2022]. Disponible en: <https://helloauto.com/glosario/hidrocarburo>.

**HIDROPLAYAS.** TRAMPA DE GRASAS. [en línea]. Guayaquil: 2020 [Consulta: 12-09-2021]. 2762193–2762194. Disponible en: <http://hidroplayas.gob.ec/leydetransparencia/trampasdegrasa.pdf>.

**IBERDROLA S.A.** ¿Qué es la contaminación del agua? | Causas y consecuencias - Iberdrola. [en línea]. 14 junio 2021. [Consulta: 14-06-2021]. Disponible en: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/contaminacion-del-agua>.

**ISA.** Trampas de grasa un pre tratamiento de aguas residuales. [en línea]. 07-03-2022. [Consulta: 07-03-2022]. Disponible en: <https://isa.ec/trampas-de-grasa-un-pre-tratamiento-de-aguas-residuales/>.

**LARA, C.** *Propuesta de un plan de gestión sobre la adecuada manipulación de los residuos contaminantes producidos en los talleres automotrices de la ciudad de Azogues.* [en línea]. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. 2013. [Consulta: 31-08-2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6279/1/UPS-CT002835.pdf>.

**LICEOS UDESANTIAGO.** TIPOS Y CLASIFICACION DE LOS ACEITES LUBRICANTES CLASIFICACION DE LOS ACEITES LUBRICANTES POR SU ORIGEN. [en línea]. Santiago de Chile: 2020. [Consulta: 02-06-2021]. Disponible en: <http://industrialangol.cl/wp-content/uploads/recursos/Tipos%20y%20clasificaci%C3%B3n%20de%20los%20aceites%20lubricantes.pdf>.

**LLANOS CORREA, J.** *Propuesta para el manejo del aceite usado de vehículos automotores en el cantón Sigsig* [en línea]. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. 2013. [Consulta: 13-06-2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5174/1/UPS-CT002737.pdf>.



- LOEWEN, E.G. (Erwin G.) and POPOV, E.**, 1997. Diffraction gratings and applications. , pp. 601.
- LÓPEZ, J.** APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE ACEITES USADOS Y SU CONTRIBUCIÓN A LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL MEDIANTE EL COPROCESAMIENTO EN HORNOS CEMENTEROS. Riobamba: 2016
- MECÁNICOS DE CHIMBORAZO.** PROPUESTA DE ORDENANZA DEL MANEJO AMBIENTAL ADECUADO DE ACEITES USADOS, FILTROS, WAIPES Y OTROS. EL CONCEJO CANTONAL DE RIOBAMBA. [en línea]. Riobamba: 2019. [Consulta: 14-06-2021]. Disponible en: [https://www.mecanicosdechimborazo.com/uploads/1/4/0/1/14012012/propuesta\\_de\\_ordenanza\\_del\\_manejo\\_ambiental\\_adechado\\_de\\_aceites\\_usados.pdf](https://www.mecanicosdechimborazo.com/uploads/1/4/0/1/14012012/propuesta_de_ordenanza_del_manejo_ambiental_adechado_de_aceites_usados.pdf).
- MIRANDA, C.** CLASIFICACION DE LOS ACEITES LUBRICANTES. [en línea]. 2016. [Consulta: 14-06-2021]. Disponible en: <https://apuntes-ing-mecanica.blogspot.com/2016/08/clasificacion.html>.
- NETATMO.** Presión atmosférica. [en línea]. 23 mayo 2022. [Consulta: 23-05-2022]. Disponible en: <https://www.netatmo.com/es-es/glosario/presion-atmosferica>.
- NEURTEK.** Rugosidad. [en línea]. 23 mayo 2022. [Consulta: 23-05-2022]. Disponible en: <https://www.neurtek.com/es/pintura-recubrimientos/tratamiento-superficies/rugosidad>.
- NORMA INEN.** TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS. [en línea]. S.l.: 2013. [Consulta: 14-06-2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/NTE-INEN-2266-Transporte-almacenamiento-y-manejo-de-materiales-peligrosos.pdf>.
- PADILLA, C., MORENO, L., BUENAÑO, L., CUAICAL, B. and BARRERA, O.** Análisis situacional del tratamiento de aceites automotrices residuales. *Polo del Conocimiento*, 2018, vol. 3, no. 7, pp. 172. ISSN 2550-682X. DOI 10.23857/pc.v3i7.536.
- PEÑAFIEL, L.** CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE ACEITES DE DESECHO DE AUTOMÓVILES E HIDRÁULICOS DE ORIGEN INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE CUENCA. [en línea]. Cuenca: 2017. [Consulta: 17 April 2021]. Disponible en: [https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27177/1/Trabajo de Titulación.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27177/1/Trabajo%20de%20Titulaci3n.pdf).
- PÉREZ, G.** Espectrometría infrarroja. [en línea]. 23 mayo 2022. [Consulta: 23-05-2022]. Disponible en: [https://www.espectrometria.com/espectrometra\\_infrarroja](https://www.espectrometria.com/espectrometra_infrarroja).
- PETROLEUM.** API Engine Oil Classification. [en línea]. 2018. [Consulta: 02-06-2021]. Disponible en: <http://www.pqiamerica.com/apiserviceclass.htm>.
- PRTR ESPAÑA.** Tricloroetano (TCE). [en línea]. 23 mayo 2022. [Consulta: 23-05-2022]. Disponible en: <https://prtr-es.es/Tricloroetano-TCE,15642,11,2007.html>.
- PRTR ESPAÑA.** Tricloroetileno. [en línea]. 23 mayo 2022. [Consulta: 23-05-2022]. Disponible en: <https://prtr-es.es/Tricloroetileno,15644,11,2007.html>.
- QUIMA.** Trampas de Grasa. [en línea]. 2018. [Consulta: 12-09-2021]. Disponible en: <https://quima.com/blogs/blog/trampas-de-grasa>.

- RAFFINO, M.E.** Método Deductivo. *Argentina* [en línea]. 2021. [Consulta: 29-06-2021]. Disponible en: <https://concepto.de/metodo-deductivo/>.
- ROSALES, L.** Biorremediación de suelos contaminados con aceite usado de automóvil con el hongo de la pudrición blanca *Pleurotus ostreatus* (setas) en Durango. [en línea]. México: 2008. [Consulta: 13-06-2021]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3622/BIORROMEDIACIONESUELOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- RUS, E.** Investigación aplicada - Qué es, definición y concepto | Economipedia. [en línea]. 2021. [Consulta: 07-03-2022]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-aplicada.html>.
- SIGAUS.** El aceite usado es un residuo peligroso - SIGAUS. [en línea]. 2018. [Consulta: 02-06-2021]. Disponible en: <https://www.sigaus.es/un-residuo-peligroso>.
- TORMOS, B.** *Diagnóstico de motores diesel mediante el análisis del aceite usado - Bernardo Tormos Martínez - Google Libros* [en línea]. España: Reverté. 2005. [Consulta: 13-06-2021]. ISBN 84-291-4702-0. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books/about/Diagn%C3%B3stico\\_de\\_motores\\_diesel\\_mediante.html?id=DqJuqL\\_UzjkC&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books/about/Diagn%C3%B3stico_de_motores_diesel_mediante.html?id=DqJuqL_UzjkC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).
- TORRES, P.** Diseño de un plan de recolección y el re-refinamiento de los aceites lubricantes usados en la ciudad de Loja. [en línea]. Quito: 2016. [Consulta: 12-04-2021]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/146/1/T-UIDE-0105.pdf>.
- UNIDAD DE APOYO TECNICO PARA EL SANAAMIENTO BASICO DEL AREA RURAL.** Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa. 2003.
- VALE, M., PÉREZ, R. and RAMÍREZ, M.** Valoración del impacto ambiental en una productora de aceites y grasas lubricantes. [en línea], 2016. [Consulta: 09-06-2021]. ISSN 2224-5421. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-54212016000200014#t3](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212016000200014#t3).
- VELASCO, X.** METODOS DE INVESTIGACION CIENTIFICA. [en línea]. S.l.: 2011. [Consulta: 30-06-2021]. Disponible en: [https://www.ecotec.edu.ec/documentacion/investigaciones/docentes\\_y\\_directivos/articulos/4937\\_Fcevallos\\_00004.pdf](https://www.ecotec.edu.ec/documentacion/investigaciones/docentes_y_directivos/articulos/4937_Fcevallos_00004.pdf).

## ANEXOS

### ANEXO A: INFRAESTRUCTURA DE TALLER



**ANEXO B: UBICACIÓN DEL ACEITE LUBRICANTE**

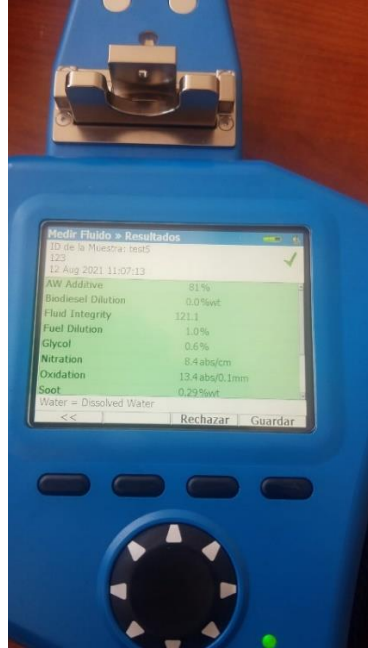


## ANEXO C: ANALISIS DE MUESTRAS CON EL DENSIMETRO



## ANEXO D: ANÁLISIS DE MUESTRA CON VISCOSÍMETRO

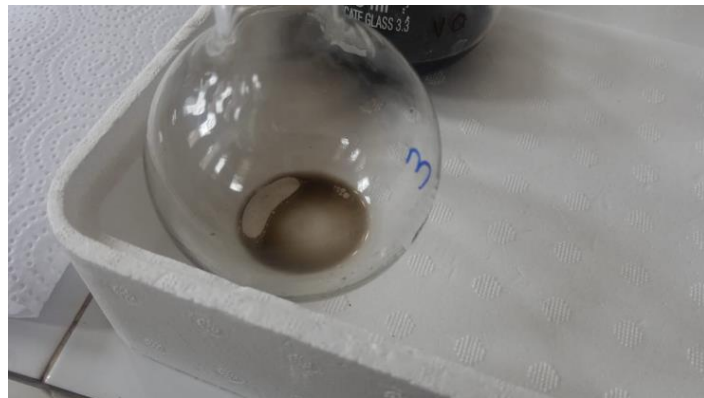




## ANEXO E: MÉTODO GRAVIMÉTRICO







## CAPITULO E.3

### **E.3. SISTEMAS DE TRATAMIENTO EN EL SITIO DE ORIGEN**

---

#### **E.3.1 ALCANCE**

En este capítulo se establece el procedimiento que debe seguirse y los criterios básicos que deben tenerse en cuenta para la implantación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en el sitio de origen.

Las prescripciones establecidas en el presente capítulo deben aplicarse a los cuatro **niveles de complejidad del sistema** a menos que se especifique lo contrario.

#### **E.3.2 GENERALIDADES**

##### **E.3.2.1 Definición, información necesaria, estudios mínimos**

###### **E.3.2.1.1 Definición**

Los sistemas de tratamiento en el sitio son aquellos que se utilizan en lugares aislados, donde no existen redes de alcantarillado, o donde se requiere remover la cantidad de sólidos suspendidos antes de verter el agua residual al sistema de alcantarillado. Para comunidades de más de 200 habitantes se deben hacer estudios y recopilar información necesaria.

###### **E.3.2.1.2 Información necesaria**

Antes de proceder a diseñar un sistema de tratamiento en el sitio, es necesario obtener la siguiente información:

1. Cantidad y calidad del agua residual.
2. Tipo de suelo y permeabilidad
3. Temperatura (media mensual y anual)
4. Uso de la tierra
5. Zonificación
6. Prácticas agrícolas
7. Requerimientos de calidad para descargas superficiales y subsuperficiales
8. Nivel freático
9. Información de los cuerpos de agua de la zona

###### **E.3.2.1.3 Estudios mínimos**

Antes de proceder a implantar un sistema de tratamiento en el sitio, deben realizarse los siguientes estudios:

1. Inspección visual
2. Estudio de suelos: humedad, permeabilidad, granulometría, conductividad hidráulica saturada
3. Topográficos: pendiente del terreno
4. Hidrológicos: precipitación (promedio máximo mensual), evapotranspiración y evaporación (promedio mensual)

5. Revisión de estudios previos hechos en la zona.
6. Vulnerabilidad sísmica.
7. Inundaciones.

### **E.3.3 TRAMPAS DE GRASA**

Son tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico. Recibe nombres específicos según al tipo de material flotante que vaya a removerse.

1. Domiciliar : Normalmente recibe residuos de cocinas y está situada en la propia instalación predial del alcantarillado.
2. Colectiva : Son unidades de gran tamaño y pueden atender conjuntos de residencias e industrias
3. En Sedimentadores : Son unidades adaptadas en los sedimentadores (primarios en general), las cuales permiten recoger el material flotante en dispositivos convenientemente proyectados, para encaminarlo posteriormente a las unidades de tratamiento de lodos.

#### **E.3.3.1 Localización**

Deben localizarse lo más cerca posible de la fuente de agua residual (generalmente la cocina) y aguas arriba del tanque séptico, sedimentador primario o de cualquier otra unidad que requiera este dispositivo para prevenir problemas de obstrucción, adherencia a piezas especiales, acumulación en las unidades de tratamiento y malos olores. Debe tenerse en cuenta, que independientemente de su localización, deben existir condiciones favorables para la retención y remoción de las grasas.

#### **E.3.3.2 Parámetros de diseño**

El diseño debe realizarse de acuerdo con las características propias y el caudal del agua residual a tratar, teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento mínimo expresada en kg. de grasa debe ser de por lo menos una cuarta parte del caudal de diseño (caudal máximo horario) expresado en litros por minuto.

El tanque debe tener 0.25m<sup>2</sup> de área por cada litro por segundo, una relación ancho/longitud de 1:4 hasta 1:18, una velocidad ascendente mínima de 4mm/s. En las tablas E.3.1y E.3.2 se pueden ver los caudales y capacidades de retención y los tiempos de retención hidráulica típicos que se deben usar para trampas de grasa respectivamente.

TABLA E.3.1  
Capacidades de retención de grasa

Tipo de afluente	Caudal (L/min)	Capacidad de retención de grasa (kg)	Capacidad máxima recomendada (L)
Cocina de restaurante	56	14	190
Habitación sencilla	72	18	190
Habitación doble	92	23	240
Dos habitaciones sencillas	92	23	240
Dos habitaciones dobles	128	32	330
Lavaplatos para restaurantes			
Volumen de agua mayor de 115 litros	56	14	115
Volumen de agua mayor de 190 litros	92	23	240
Volumen entre 190 y 378 litros	144	36	378

### E.3.3.3 Entradas y salidas

Deben colocarse elementos controladores de flujo en las entradas para protección contra sobrecargas o alimentaciones repentinas. El diámetro de la entrada debe ser de un diámetro mínimo de 50 mm y el de la salida de por lo menos 100 mm. El extremo final del tubo de entrada debe tener una sumergencia de por lo menos 150 mm. El tubo de salida haga la recolección debe localizarse por lo menos a 150 mm del fondo del tanque y con una sumergencia de por lo menos 0.9m.

TABLA E.3.2  
Tiempos de retención hidráulicos

Tiempo de retención (minutos)	Caudal de entrada (L/s)
3	2 - 9
4	10 - 19
5	20 o más

### E.3.3.4 Operación y mantenimiento

Las trampas de grasa deben operarse y limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades apreciables de grasa y la generación de malos olores. La frecuencia de limpieza debe determinarse con base en la observación. Generalmente, la limpieza debe hacerse cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención de grasa como mínimo. Para restaurantes, la frecuencia de bombeo varía desde una vez cada semana hasta una vez cada dos o tres meses. Estas unidades deben ser dotadas de las siguientes características:

1. Capacidad suficiente de acumulación de grasa entre cada operación de limpieza
2. Condiciones de turbulencia mínima suficiente para permitir la flotación del material.
3. Dispositivos de entrada y salida convenientemente proyectados para permitir una circulación normal del afluente y el efluente.
4. Distancia entre los dispositivos de entrada y salida, suficiente para retener la grasa y evitar que este material sea arrastrado con el efluente.
5. Debe evitarse el contacto con insectos, roedores, etc.

### E.3.4 TANQUE SÉPTICO

Son tanques generalmente subterráneos, sellados, diseñados y construidos para el saneamiento rural. Deben llevar un sistema de postratamiento. Se recomiendan solamente para:

- Áreas desprovistas de redes públicas de alcantarillados.
- Alternativa de tratamiento de aguas residuales en áreas que cuentan con redes de alcantarillado locales.
- Retención previa de los sólidos sedimentables, cuando la red de alcantarillado presenta diámetros reducidos.
- No está permitido que les entre:
- Aguas lluvias ni desechos capaces de causar interferencia negativa en cualquier fase del proceso de tratamiento.
- Los efluentes a tanques sépticos no deben ser dispuestos directamente en un cuerpo de agua superficial. Deben ser tratados adicionalmente para mejorar la calidad del vertimiento.

#### E.3.4.1 Tipos

Se permiten los siguientes tipos de pozos sépticos :

- Tanques convencionales de dos compartimentos.
- Equipados con un filtro anaerobio.
- Según el material: de concreto o de fibra de vidrio o de otros materiales apropiados.
- Según la geometría: rectangulares o cilíndricos

#### E.3.4.2 Localización

Deben conservarse las siguientes distancias mínimas:

- 1.50 m distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros y campos de infiltración.
- 3.0 m distantes de arboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua.
- 15.0 m distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza.

#### E.3.4.3 Dimensionamiento

##### E.3.4.3.1 Volumen útil

El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del sistema teniendo en cuenta los siguientes criterios :

- Rendimiento del proceso de tratamiento.
- Almacenamiento de lodos.
- Amortiguamiento de caudales pico.

En el anexo E se tiene una metodología de cálculo usual.

##### E.3.4.3.2 Geometría

Los tanques pueden ser cilíndricos o prismáticos rectangulares. Los cilíndricos se utilizan cuando se quiere minimizar el área útil aumentando la profundidad, y los prismáticos rectangulares en los casos en que se requiera mayor área horizontal o mayor profundidad.

- i) Las trampas de grasa se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionadas y con fácil acceso para limpiarlas. No se permitirá colocar encima o inmediato a ello maquinarias o equipo que pudiera impedir su adecuado mantenimiento.

#### 5. Diseño de la trampa de grasa

- a) La determinación del caudal de diseño se ejecutará a partir de las unidades de gasto según lo indicado en el cuadro 1.

**Cuadro 1: Unidades de gasto de los aparatos sanitarios que descargan a la trampa de grasa.**

Aparato Sanitario	Tipo	Unidad de Gasto (*)
Lavadero de cocina	Múltiple	2
Lavadero de repostería	Hotel restaurante	4
Lavadero de ropa		3

(\*) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada grifo instalado en el lavadero.

- b) El caudal máximo se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 0.3 \sqrt{\sum p}$$

Donde:

Q = Caudal máximo en lt/seg.

$\sum p$  = Suma de todas las unidades de gasto a ser atendido por la trampa de grasa

- c) El volumen de la trampa de grasa se calculará para un período de retención entre 2,5 a 3,0 minutos.

#### 6. Características de la trampa de grasa

- a) La relación largo:ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2.
- b) La profundidad no deberá ser menor a 0,80 m.
- c) El ingreso a la trampa de grasa se hará por medio de codo de 90° y un diámetro mínimo de 75 mm. La salida será por medio de una tee con un diámetro mínimo de 75 mm.

- d) La parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0,15 m por debajo del nivel de líquido.
- e) La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y de salida deberá de ser no menor a 0,05 m.
- f) La parte superior del dispositivo de salida deberá dejar una luz libre para ventilación de no más de 0,05 m por debajo del nivel de la losa del techo.
- g) La parte inferior de la tubería de salida deberá estar no menos de 0,075 m ni más de 0,15 m del fondo.
- h) El espacio sobre el nivel del líquido y la parte inferior de la tapa deberá ser como mínimo 0,30 m.
- i) La trampa de grasa deberá ser de forma tronco cónica o piramidal invertida con la pared del lado de salida vertical. El área horizontal de la base deberá ser de por lo menos 0,25 x 0,25 m por lado o de 0,25 m de diámetro. Y el lado inclinado deberá tener una pendiente entre 45° a 60° con respecto a la horizontal (ver figura 1).
- j) Se podrá aceptar diseños con un depósito adjunto para almacenamiento de grasas, cuando la capacidad total supere los 0,6 m<sup>3</sup> o donde el establecimiento trabaje en forma continua por más de 16 horas diarias.
- k) La trampa de grasa y el compartimento de almacenamiento de grasa estarán conectados a través de un vertedor de rebose, el cual deberá estar a 0,05 m por encima del nivel de agua. El volumen máximo de acumulación de grasa será de por lo menos 1/3 del volumen total de la trampa de grasa (ver figura 2).

## 7. Bibliografía

- R. Franceys, J. Pickford & R. Reed: "Guía para el desarrollo del saneamiento *in situ*" – Water, Engineering and Development Centre Loughborough University of technology Loughborough, Inglaterra – Organización Mundial de la Salud – Ginebra 1994.
- Centro Regional de Ayuda Técnica – Administración de Cooperación Internacional (ICA): "Manual para el diseño, operación y mantenimiento de Tanques Sépticos" – U. S. Department of health, education, and welfare, México 1960.
- Ing. L. Quispe Castañeda (Dirección de Salud y bienestar social Sub Región Piura/ Ministerio de Salud – Perú) Dr. M. Azzariti (Dirección General para la cooperación al desarrollo - Italia), "Depuración de las aguas servidas disposición y eliminación de excretas en zonas rurales y urbano marginales", Perú, 1993.