

**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**

**TEMA:**

---

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO SEPARADOR DE GRASAS Y ELIMINADOR DE IMPUREZAS PARA LA LAVADORA COMERCIAL DE AUTOS LUBRICAR CON UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 15 METROS CÚBICOS MENSUALES EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, CANTÓN AMBATO EN EL PERÍODO 2018-2019”

---

**AUTOR:** Alberto Javier Galarza Pérez

**TUTOR:** Ing. Mg. Luis Escobar

**AMBATO – ECUADOR**

**2019**

## **CERTIFICACIÓN**

En mi calidad de Tutor del presente Proyecto Técnico previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, bajo el tema; “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO SEPARADOR DE GRASAS Y ELIMINADOR DE IMPUREZAS PARA LA LAVADORA COMERCIAL DE AUTOS LUBRICAR CON UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 15 METROS CÚBICOS MENSUALES EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, CANTÓN AMBATO EN EL PERÍODO 2018-2019”, presentado por el señor Alberto Javier Galarza Pérez, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, CERTIFICO que el presente proyecto técnico, fue elaborado en su totalidad por el autor, revisado en todos sus capítulos y reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el Consejo Directivo.

Certifico:

- El presente proyecto de investigación es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes
- Esta concluido en su totalidad

Ambato, Abril 2019

---

Ing. Mg. Luis Escobar

TUTOR

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

Yo, Alberto Javier Galarza Pérez, expreso que el contenido del trabajo “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO SEPARADOR DE GRASAS Y ELIMINADOR DE IMPUREZAS PARA LA LAVADORA COMERCIAL DE AUTOS LUBRICAR CON UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 15 METROS CÚBICOS MENSUALES EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, CANTÓN AMBATO EN EL PERÍODO 2018-2019”, así como sus ideas, opiniones, análisis, resultados, conclusiones son auténticos y de responsabilidad exclusiva de mi persona en calidad de autor del presente proyecto.

Ambato, Abril 2019

---

Alberto Javier Galarza Pérez

C.C: 180318031-2

**EL AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o de parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los Derechos en línea patrimonial de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto Técnico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Abril 2019

---

Alberto Javier Galarza Pérez

C.C: 180318031-2

**EL AUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico realizado por el estudiante Alberto Javier Galarza Pérez de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO SEPARADOR DE GRASAS Y ELIMINADOR DE IMPUREZAS PARA LA LAVADORA COMERCIAL DE AUTOS LUBRICAR CON UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 15 METROS CÚBICOS MENSUALES EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, CANTÓN AMBATO EN EL PERÍODO 2018-2019”

Ambato, Abril 2019

Para constancia Firman:

---

Ing. Mg. Mayorga Alex

---

Ing. Mg. Jorge López

## **DEDICATORIA**

Dedico la elaboración del presente proyecto a mis abuelitos, Alberto Pérez y Elvia Acosta, que desde el cielo me cuidan y protegen, quienes fueron un pilar fundamental en mi vida.

A mi madre, Marianita Pérez, quién desde el cielo siempre derrama bendiciones para que pueda convertirme en un hombre de bien.

A mi novia, Tatiana Vinueza, quién se convirtió en la persona más importante de mi vida, debido a que gracias a su apoyo incondicional y desinteresado he alcanzado las metas que me he propuesto.

A mi hermano Andrés Galarza, quien ha sabido apoyarme cuando más lo necesite durante toda mi vida y seguimos creciendo juntos.

A mi familia, quienes siempre están pendientes de mí y velan por mi bienestar.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, a la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, en especial a los laboratorios de Hidráulica, por las facilidades prestadas para concluir mi proyecto.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Mecánica por sus enseñanzas impartidas durante toda mi carrera universitaria.

Al Ing. Luis Escobar por su ayuda y apoyo incondicional en la elaboración del presente proyecto, uno de los mejores docentes que he tenido la oportunidad de conocer.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### PÁGUINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN .....	II
AUTORÍA DE TRABAJO .....	III
DERECHOS DE AUTOR .....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTOS .....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv

### CAPÍTULO I

1.1. tema .....	1
1.2. antecedentes.....	1
1.3. justificacion .....	5
1.4. objetivos .....	7
1.4.1. general .....	7
1.4.2. específicos .....	7

### CAPÍTULO II

2.1. investigaciones previas.....	8
2.2. fundamentación legal .....	10
2.2.1. normas y códigos.....	10
2.3. Fundamentación teórica .....	11



231.	Propiedades y características de las aguas residuales.....	11
232.	Agua residual proveniente del lavado de autos .....	12
233.	Características químicas de las aguas residuales.....	13
234.	Características físicas de las aguas residuales .....	14
235.	Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.....	15
236.	Filtración .....	15
237.	Biofiltración.....	15
238.	Funcionamiento teórico de los biofiltros.....	16
239.	Adsorción .....	16
23.10.	Carbón activado.....	16
23.11.	La turba.....	17
23.12.	Piroclasto volcánico .....	18
23.13.	Criterios de diseño para trampa de aceites y grasas .....	18
23.14.	Dimensionamiento.....	19
2.3.14.1.	Área del tanque.....	19
2.3.14.2.	Ancho del tanque.....	19
2.3.14.3.	Largo del tanque .....	20
2.3.14.4.	Tiempo de retención hidráulica .....	20

### **CAPÍTULO III**

3.1.	Selección de alternativas .....	22
3.1.1.	Selección de materiales filtrantes. ....	22
3.1.2.	Selección del material del filtro.....	24
3.1.3.	Selección del diseño de la trampa de grasa. ....	25
3.2.	Cálculos .....	29
3.2.1.	Consumos .....	29

3.2.2. Caudal de diseño .....	30
3.2.3. Cálculo de espesor de pared. ....	33
3.3. Presupuesto.....	35
3.3.1. Costo de los materiales y recursos humanos .....	35
3.4. Especificaciones técnicas y puesta en marcha.....	36
3.1. Utilización de software.....	45

## **CAPÍTULO IV**

4.1. Conclusiones .....	51
4.2. Recomendaciones .....	52
BIBLIOGRAFÍA .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del filtro .....	2
Figura 2: Filtro de grasa simple .....	26
Figura 3: Filtro eliminador de grasa.....	26
Figura 4: Filtro de grasa con deflectores .....	27
Figura 5: Vista superior del filtro de grasa con deflectores .....	27
Figura 6: Dimensionamiento.....	31
Figura 7: Largo de tanque .....	32
Figura 8: Dimensionamiento de contenedores.....	33
Figura 9: Turba y Carbón Activado.....	38
Figura 10: Preparación de las piedras volcánicas, el tamizado debe ser menor a $\frac{3}{4}$ '' .....	38
Figura 11: Filtro separador de grasas armado en su totalidad.....	39
Figura 12: Medición del caudal de ingreso .....	39
Figura 13: Recolección del agua a ser tratada, un total de 55 galones.....	40
Figura 14: Muestra del agua antes de ingresar al filtro para llevarla al laboratorio.....	40
Figura 15: El nivel mínimo de agua para su funcionamiento. ....	41
Figura 16: Filtro separador de grasas y eliminador y eliminador de impurezas en funcionamiento.....	41
Figura 17: Separación y acumulación de grasas .....	42
Figura 18: Sistema de distribución del agua sin grasas para ser filtrado.....	42
Figura 19: Tiempo total de procesamiento de 55 galones fue de 1.2 horas. ....	43
Figura 20: El espesor de la grasa acumulada fue de 4.8 cm de altura.....	43
Figura 21: Grasas acumuladas .....	44
Figura 22: Muestra del agua procesada después de ser filtrada. ....	44
Figura 23: Ingreso de datos al software .....	45
Figura 24: Ingreso de datos al software .....	46
Figura 25: Ingreso de datos al software .....	46
Figura 26: Ingreso de datos al software. ....	47
Figura 27: Ingreso valor de caudal .....	47
Figura 28: Ingreso valor de presión atmosférica.....	48
Figura 29: Selección de paredes adiabáticas.....	48

Figura 30 Refinado de la malla. ....	49
Figura 31: Obtención de resultados. ....	49
Figura 32: Diferencias de presiones y comportamiento del fluido. ....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades DBO.....	4
Tabla 2: Propiedades DQO .....	5
Tabla 3: Propiedades Aceites y Grasas .....	5
Tabla 4: Características Químicas del Agua Residual .....	13
Tabla 5: Características Físicas del Agua Residual .....	14
Tabla 6. Límite de descarga al Sistema de Alcantarillado .....	15
Tabla 7: Propiedades de la turba negra y rubia .....	17
Tabla 8: Criterios de diseño de la trampa de grasa.....	18
Tabla 9: Valores DBO.....	21
Tabla 10: Valores DQO.....	23
Tabla 11: Aceites y Grasas .....	23
Tabla 12: Ponderación de materiales.....	24
Tabla 13: Ponderación de diseño de la trampa de grasa .....	28
Tabla 14: Consumo de agua en metros cúbicos .....	29
Tabla 15: Tiempo de consumo en horas .....	30
Tabla 16: Detalle de materiales e insumos utilizados .....	35
Tabla 17: Resultados de las pruebas de laboratorio .....	37

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto técnico se basa en el cálculo de las dimensiones de la trampa de grasa de acuerdo al consumo de agua registrado por el medidor de la Lavadora de carros Lubricar, estableciendo el dimensionamiento de las tuberías de entrada a las trampa y a la salida, para asegurar un flujo constante evitando desbordamientos y garantizando el buen funcionamiento del filtro.

Se determinó el volumen de consumo de la lavadora mediante el medidor de agua exclusivo que posee solo para lavar vehículos, con un consumo mensual de 15 metros cúbicos, debido a que poseen bombas que minimizan el consumo de agua para lavar vehículos.

Para el dimensionamiento de la trampa de grasa se utiliza las fórmulas de la Norma: OPS/CEPIS., 2003 y Norma RAS., 2000., Título E.4.3., Pág. 28, en donde estas basan las medidas de largo, ancho y alto dependiendo de su consumo registrado. Las dimensiones de los recipientes para los materiales filtrantes se basaron en el retardo hidráulico necesario para que cada material pueda actuar. Se escogió la turba, piedra volcánica y carbón activado como elementos filtrantes, utilizando el ancho de la trampa de grasa se calculó el largo del recipiente.

Los conductos empleadas en la trampa de grasa son tuberías de desagüe, ya que dentro de estos no existe presión alguna. Por lo tanto únicamente se utiliza la gravedad y diferencia de alturas entre las tuberías de ingreso y salida de agua, para poder circular, filtrar y descargar al sistema de alcantarillado.

## **SUMMARY**

The present technical project is based on the calculation of the dimensions of the grease trap according to the water consumption registered by the Lubricar car washer meter, establishing the dimensioning of the inlet pipes to the trap and the outlet, for ensure a constant flow avoiding overflows and ensuring the proper functioning of the filter.

The volume of consumption of the washing machine was determined by the exclusive water meter that has only to wash vehicles, with a monthly consumption of 15 cubic meters, because they have pumps that minimize the consumption of water to wash vehicles.

For the sizing of the grease trap the formulas of the Standard are used: OPS / CEPIS. 2003 and Norma RAS., 2000. Title E.4.3., Pág. 28, where these base the measurements of length, width and height depending on your registered consumption. The dimensions of the containers for the filtering materials were based on the hydraulic delay necessary for each material to act. Peat, volcanic stone and activated carbon were chosen as filter elements, using the width of the grease trap the length of the container was calculated.

The pipes used in the grease trap are drain pipes, since there is no pressure inside them. Therefore, only the gravity and height difference between the water inlet and outlet pipes are used, in order to circulate, filter and discharge to the sewer system.

## **CAPÍTULO I**

### **ANTECEDENTES**

#### **1.1. TEMA**

*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO SEPARADOR DE GRASAS Y ELIMINADOR DE IMPUREZAS PARA LA LAVADORA COMERCIAL DE AUTOS LUBRICAR CON UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 15 METROS CÚBICOS MENSUALES EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, CANTÓN AMBATO EN EL PERÍODO 2018-2019.*

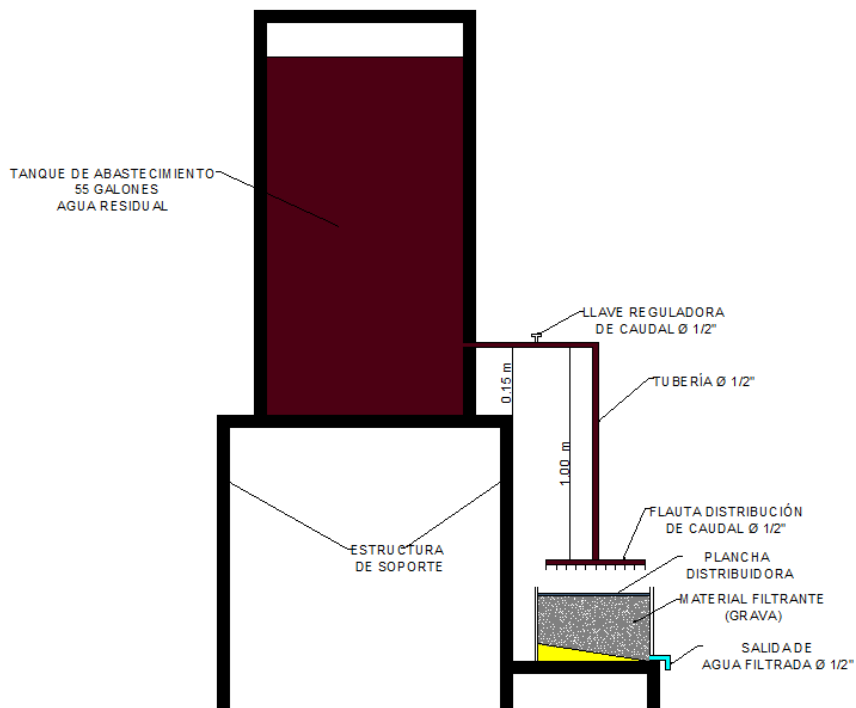
#### **1.2. ANTECEDENTES**

Para el diseño y construcción de un filtro separador de grasas y eliminador de impurezas existen investigaciones previas donde varios autores: [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], proponen una serie de materiales filtrantes, que posteriormente se determinan aquellos con los que se consigan mejores resultados, basados en el retardo hidráulico:

- Zeolita.
- Ladrillo
- Turba
- Fibra de coco
- Aserrín
- Piroclasto volcánico
- Grava
- Carbón activado



En donde la metodología de los estudios constaba de la construcción de un filtro para llevar a cabo este trabajo. El filtro estuvo compuesto por un tanque plástico de 55 galones, un recipiente donde se encuentra el material filtrante, conectados mediante una tubería de PVC de ½ pulgada en la cual se acoplo una llave de paso, la que realizaba el papel de reguladora de caudal, todo esto sobre una estructura metálica de 1,80 m de altura. El filtro estuvo funcionando durante 90 días, en los cuales se observa el comportamiento del material, los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos fueron comparados con los Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.



**Figura 1:** Estructura del filtro  
Fuente: [1]

## Materiales Filtrantes

### ❖ Zeolita

“Se realizó el análisis granulométrico de la zeolita, usándose para el mismo las dimensiones que corresponden a los tamices N.10, N.16 y N.30 los cuales retienen tamaños de 2,00 mm, 1,18 mm y 0,60 mm” [1].

#### ❖ **Ladrillo triturado**

“Al obtener el ladrillo en estado de fabricación, es decir en bloque, este se lo procedió a triturar de manera manual con la ayuda de apisonadores y una superficie dura que permita la trituración del material.

Este material se lo obtuvo al pasar una malla de 3/8” y retenida por la malla #4, es decir el material está comprendido entre 9,50 mm y 4,75 mm de diámetro.

Antes de someterlo al proceso de filtración se requirió lavarlo para eliminar impurezas existentes en el ladrillo triturado” [2].

#### ❖ **Turba**

“Se utilizó turba rubia al 100% de pureza en una sola capa, la cual es fácilmente accesible en locales de agronomía y jardinería” [3].

#### ❖ **Fibra de coco**

“Este material fue tallado, cortado en pequeñas partes entre 1 – 2 cm, y posteriormente secado durante 3 semanas” [4].

#### ❖ **Aserrín**

“El aserrín utilizado se obtuvo de un aserradero. Con una malla metálica de 3 mm de apertura permitió tamizar y separar la viruta del aserrín” [5].

#### ❖ **Piroclasto Volcánico**

“El piroclasto volcánico que se utilizó, son producto de la erupción del volcán Tungurahua del año 2016, para la preparación del material, se lo lavó con agua potable evitando dañar o destruir las muestras. Su tamaño para la utilización del piroclasto volcánico sigue la especificación de la Norma NTE INEN 696” [6].

#### ❖ **Grava**

“La grava que se utilizó comprende las medidas en 2 mm y 64 mm, la cual fue obtenida en el Cantón Ambato.

Para su uso se realizó un tamizado bajo la Norma NTE INEN 696, con los tamices correspondientes entre 2” y 3/8”, en donde el material tamizado pasó por 3/8” correspondiente al #4, debido a que la grava presenta un espesor medio” [7].

## ❖ Carbón Activado

“El carbón activado que se utilizó fue el Norit GCN 612 G, que es un carbón que cumple las especificaciones de ser activado por vapor y obtenido a partir de cáscara de coco. Una condición muy significativa es que no necesita preacondicionamiento debido al bajo contenido de plateles” [8].

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

“Es la cantidad de oxígeno necesaria para que la materia orgánica que se encuentra en las aguas se pueda degradar u oxidar. Cuando se mide este parámetro se debe tratar de eliminar en lo posible la materia inorgánica presente. Los compuestos que pueden oxidar por medio químico son mayores a los que lo harían por la vía de la degradación biológica” [8].

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

“Es un parámetro cualitativo el cual sirve para medir el oxígeno disuelto que requieren los microorganismos de las aguas residuales para oxidar de manera bioquímica a la materia orgánica para que se logre estabilizar” [8].

### **Método de análisis**

En las tablas que se disponen a continuación se encuentran resumidos los valores obtenidos de las muestras analizadas, tomadas de la siguiente manera: 1 muestra sin filtrar y las otras 9 recogidas cada 10 días aproximadamente. Todas ellas fueron analizadas en base a los parámetros DBO, DQO, Aceites y Grasas.

**Tabla 1.** Propiedades Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

PARÁMETRO	DBO (mg / L)							
	ZEOLITA	LADRILLO	TURBA	FIBRA DE COCO	ASERRIN	PIROCLASTO VOLCÁNICO	GRAVA	CARBON ACT.
Muestra cruda	370.65	1328	917	407	1481	14822	1680	348
A los 10 días	298.5	387	59	358	494	170	244.3	59
A los 20 días	180.33	734	48	1255	289.87	193	121	43
A los 30 días	181.25	646	58	1286	216.94	198	249	57
A los 40 días	155.48	520	37	1026	108	214	209	39
A los 50 días	148.52	515	26	751	75	209	71	43
A los 60 días	133.87	548	29.6	694	81	103.6	81.75	31
A los 70 días	125.75	553	18	341	92	107.6	90	23
A los 80 días	71.71	405	2.2	228	119	127	209	7
A los 90 días	64.5	624	4.1	194	110	97	433	1.2

**Fuente:** [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]

**Tabla 2.** Propiedades Demanda Química de Oxígeno (DQO)

PARÁMETRO	DQO (mg / L)							
MATERIAL	ZEOLITA	LADRILLO	TURBA	FIBRA DE COCO	ASERRIN	PIROCLASTO VOLCÁNICO	GRAVA	CARBON ACT.
Muestra cruda	450.82	2715	2095	980	2955	35950	3390	808
A los 10 días	400.55	930	127	760	1070	342	311	127
A los 20 días	310.1	1560	97	2670	707	366	264	92
A los 30 días	315.33	1125	31	2625	481	413	506	121
A los 40 días	215.5	1118	83	1850	287	468	411	87
A los 50 días	210.28	1275	53	1430	155	434	165	100
A los 60 días	197.32	1462	80	1082	146	296	218	78
A los 70 días	153.35	1467	40	972	335	292	200	65
A los 80 días	133.78	948	7	609	387	301	552	18
A los 90 días	130.25	1258	13	401	456	243	900	3

**Fuente:** [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]

**Tabla 3.** Propiedades Aceites y Grasas

PARÁMETRO	ACEITES Y GRASAS (mg / L)							
MATERIAL	ZEOLITA	LADRILLO	TURBA	FIBRA DE COCO	ASERRIN	PIROCLASTO VOLCÁNICO	GRAVA	CARBON ACT.
Muestra cruda	672	246	266.86	268	528	486	369	232
A los 10 días	670	236	1.43	260	203	102	282	30
A los 20 días	204	214	22	192	168	138	232	26
A los 30 días	189	188	42	174	143	126	198	34
A los 40 días	209	146	46	152	133.32	132	174	28
A los 50 días	199	82	34	122	76	104	88	22
A los 60 días	187	47	0.00005	108	66.67	42	0.000098	2.1
A los 70 días	104	5,2	0.01	0.069	81	13	0.02	0.65
A los 80 días	88	0,16	0.24	0.063	90	7	0.16	0.74
A los 90 días	66.66	0,11	0.26	0.058	105	0.19	0.23	0.35

**Fuente:** [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]

Se puede observar que los valores DQO, DBO, Aceites y Grasas en las muestras crudas presentan un valor elevado. Al pasar por los materiales filtrantes, dichas cantidades disminuyen con respecto a los períodos de recolección.

### 1.3. JUSTIFICACION

Hoy en día existe gran dificultad al momento de tratar de manera adecuada y efectiva las aguas residuales, volviéndose este un tema de interés para de la comunidad. Cuestiones como la salubridad y el aspecto sanitario podrían comprometer la calidad de vida de las

personas. Es por ello que el origen de la presente investigación se dirige hacia el empleo adecuado de las aguas residuales, de tal forma que el control de saneamiento sea óptimo y contribuya a la disminución de contaminación existente en las diferentes empresas, dedicadas a lavadoras de automóviles cuando el agua es descartada posterior a su uso.

Tomando en cuenta el contenido dañino de las aguas residuales, así como el contacto que podríamos tener con ellas, asuntos relacionados con el tratamiento de los desechos se convierten en un tema trascendental y objetivo puesto que gran parte de las aguas residuales en la industria y algunas dentro del hogar mantienen insuficientes procedimientos de saneamiento mayormente como causa de la expansión urbana y de la pobre cultura de cuidado del agua. Las instituciones que poseen el compromiso de regular y controlar este proceso son: Municipios, Ministerio del Ambiente del Ecuador, (MAE) y Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA). [11]

En la ciudad de Ambato según [17], existen 683 fábricas que contaminan el agua en sus procesos industriales y 85 que corresponde a lavadoras y lubricadoras, afectando con cantidades elevadas de aceites y grasas la pureza de las fuentes hídricas. “Según [10] indica que un litro de aceite empleado utilizado y quemado en automóviles representa una fuente contaminante para un millón de galones de agua aproximadamente”. Por lo que resulta imprescindible realizar una filtración del agua residual que se obtiene del lavado de los autos previo a su desecho en el alcantarillado con el fin de manejar la expulsión de impurezas y evitar el contacto hacia el medio externo. Conseguir un aspecto favorable puede volverse una realidad mientras se produzca un adelanto en la ciencia e investigación, proponiendo novedosos procedimientos y la utilización de materiales de mejor calidad mientras se realiza la filtración, cumpliendo siempre con las disposiciones señaladas por entidades normativas y de control. El proyecto aquí referido resulta posible gracias al empleo tanto de saberes de carácter básico como conocimientos especializados relacionados al tema como en el ámbito hidráulico, medioambiental, y de diseño, de igual manera se utilizan materiales al alcance de quien lo ejecuta, como adicional cabe destacar que existe disposición total de la lavadora comercial de autos para ejecutar el proyecto, pruebas y ensayos con el objetivo de conseguir un resultado de alta calidad y óptimo rendimiento.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **141. General**

Diseñar y construir un filtro separador de grasas y eliminador de impurezas para una lavadora comercial de autos “Lubricar” con una capacidad máxima de 15 metros cúbicos mensuales.

### **142. Específicos**

- Diseñar el filtro de acuerdo al volumen especificado.
- Determinar la funcionalidad de las diferentes clases de gravas como purificadores.
- Construir el filtro separador de grasa y eliminador de impurezas
- Ejecutar pruebas de funcionamiento

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS**

Katherine Daniela Avalos Rodríguez. [8], el objetivo de esta tesis fue utilizar el carbón activado como material filtrante para el procesamiento del agua de la lavadora de autos “Heredia”, después de ser utilizada. En esta investigación la autora detalla el experimento que consistía en la recolección manual del agua utilizada para lavar los vehículos, para posteriormente pasarla por el carbón activado y realizar los análisis respectivos. Como conclusiones de la investigación se describe que la lavadora de autos no mantiene un proceso de tratamiento del agua empleada en sus actividades al momento de realizar la descargada al sistema de alcantarillado público. En cuanto a los resultados de los análisis a las muestras de agua antes y después de pasarla por el carbón activado los valores obtenidos en el parámetro Aceites y Grasas que comprende entre 232mg/l desde el inicio del análisis hasta 0.35 mg/l cuando se concluyó el proceso de filtración, cumpliendo así con el límite de 70 mg/l propuesto por el TULSMA. En referencia a la demanda Química de Oxígeno los resultados que arrojaron las pruebas se encuentran en los 808 mg/l a partir del inicio del análisis hasta 3 mg/l al culminar la prueba, hallándose nuevamente en concordancia con el límite de 500 mg/l propuesto por el TULSMA. Los valores correspondientes a la Demanda Bioquímica de Oxígeno en un inicio registraron 348 mg/l y posteriormente descendieron a 1.2 mg/l al terminar el proceso de filtración.

Torres Jaya Jean Carlo. [6], en esta investigación el autor realiza la filtración del agua proveniente de la lavadora de autos “AMBATO” con piroclasto volcánico como material filtrante. El autor realizó la recolección del agua después de lavar los vehículos en un tanque

de 55 galones para luego procesarla en el filtro, esto lo hizo por noventa días en donde se obtuvo las conclusiones: Se consiguió reducir los niveles de contaminación de las aguas residuales mediante el empleo del piroclasto volcánico como material filtrante durante un período de noventa días y se corrobora mediante el análisis físico-químico realizado al agua residual de la lavadora y lubricadora “Ambato” debido a las características de los parámetros estudiados fueron variando antes y después del proceso de filtración, ya que en su origen tenían grandes concentraciones DBO de 14822 mg/l, DQO 35959 mg/l, Aceites y Grasas 486 mg/l, mientras que luego de que las aguas residuales pasaran por el material filtrante dichos valores se redujeron hasta DBO 97 mg/l, DQO 243 mg/l, aceites y grasas 0,19 mg/l,.

Sánchez Ruales José Andrés. [3], el autor realizó una investigación utilizando la turba como material filtrante para el procesamiento del agua proveniente de la lavadora de autos “LAVAUTO”, así mismo establece los espesores necesarios para que el material filtrante realice un filtrado correcto. Como conclusiones el autor detalla que la trampa de grasas existente en la lavadora, no es suficiente para eliminar los contaminantes existentes en el efluente producido, debido a su mal diseño. En la parte de filtración el autor detalla que la turba rubia cumple de manera adecuada el proceso de tratamiento de aguas residuales indicando el punto máximo de eficacia se halla alrededor de los 80 días, con efectividad de entre 90 y 100%. Respecto a los valores de los análisis en los días en que se inició la filtración la turba logró eliminar el material contaminante alcanzado un valor de 7 mg/l, mismo que se ubica debajo de los valores establecidos por la norma TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente)”.



## **2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

En lo que concierne a la instalación de una trampa de grasa y elementos filtrantes hay que tomar en cuenta los reglamentos, requisitos y aspectos legales vigentes en las normas que a continuación se detallará.

### **2.2.1. Normas y Códigos**

Al no existir normativa nacional para el diseño de una trampa de grasa y selección de materiales filtrantes se toma como referencia normas extranjeras de países como: Colombia y Perú que se detallan a continuación.

**a) Norma RAS 2000 título E.**

“La presente documentación técnico normativa señala los requisitos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos operativos que se utilicen en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y sus actividades complementarias. Se expide en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 142 de 1.994, que establece el régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios en Colombia, y busca garantizar su calidad en todos los niveles.”

**b) Norma OPS/ CEPIS 2003.**

“La disposición sanitaria de excretas y aguas residuales, especialmente en localidades rurales y urbano-marginales, es una de las prioridades programáticas de la cooperación técnica que brinda la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) a través del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). En este marco, y con el auspicio de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), la Unidad de Apoyo Técnico al Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR) viene realizando diversas acciones de apoyo al sector agua y saneamiento en el Perú, entre las que se destaca la preparación del documento titulado “Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa”. Con la publicación de este documento, la UNATSABAR pretende contribuir a la actualización, modernización y ampliación de la base normativa del Perú para la atención eficiente

de las áreas más deprimidas del Perú. Asimismo, aspira a que tanto los funcionarios de los organismos públicos como los profesionales de la actividad privada, tengan un instrumento guía en su propósito de asegurar diseños adecuados.

## **2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **231. Propiedades y características de las aguas residuales**

Las aguas residuales están consideradas como aguas de composición variada, derivadas de las descargas de usos industriales, municipales, comerciales, de servicios domésticos, agrícolas y/o de otra índole; que requieren de un tratamiento adecuado antes de verterla a un sistema de alcantarillado o cuerpo receptor. Se considera que el agua está contaminada cuando sus características físicas, químicas, biológicas o su composición sufren alteraciones, perdiendo su potabilización o impidiendo la reutilización de la misma. Los tipos de aguas residuales se las clasifican de acuerdo a su proveniencia:

- **Aguas negras:** Se refiere como aguas negras, a aquel tipo de agua que se encuentra contaminada con sustancia fecal y orina, la cual es procedente de los desechos orgánicos tanto de animales como de los humanos. La denominación de aguas negras tiene sentido porque justamente la coloración que presentan las mismas es negra, como consecuencia de la alta presencia de agentes tóxicos, contaminantes y nocivos para la salud pública [10].
- **Aguas grises:** Las aguas grises son aquellas que salen por los desagües de bañeras, lavabos, lavavajillas o lavadoras. Estas aguas, con un tratamiento sencillo, pueden ser fácilmente reutilizadas para diversidad de usos. El más común de estos usos es emplearla para rellenar las cisternas de los inodoros, que no requieren aguas de gran calidad. Pero también se pueden emplear para otros usos, como el riego de zonas verdes o la limpieza de exteriores [10].
- **Aguas blancas:** Son aguas procedentes de drenajes o de escorrentía superficial, caracterizándose por grandes aportaciones intermitentes y escasa contaminación. Las cargas contaminantes se incorporan al agua al atravesar la lluvia la atmósfera, o por el lavado de superficies y terrenos. Suponen grandes caudales, pero

intermitentes y menor contaminación que las aguas negras. Las aguas de lluvia incorporan en su caída elementos en suspensión en la atmósfera debidos a la contaminación atmosférica [10].

- **Aguas residuales industriales:** Son las que proceden de cualquier taller o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de refrigeración. Los líquidos Residuales son los que se derivan de la fabricación de productos, siendo principalmente disoluciones de productos químicos. Se originan en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa y que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales. Se puede considerar dos tipo de vertidos industriales: Continuos: Proviene de procesos en los que existe una entrada y una salida continua de agua (Procesos de Transporte, lavado, refrigeración). Discontinuos: Proceden de operaciones intermedias. Son los más contaminados (Baños de decapado, baños de curtidos, lejías negras, emulsiones) [10].

### **2.3.2 Agua residual proveniente del lavado de autos**

Estos contaminantes provocan problemas en los procesos de depuración biológica urbanos y en los desagües del alcantarillado, haciendo muy recomendable su tratamiento en el propio lugar de su uso. Todos los contaminantes presentan las siguientes características:

- **Aceites y Grasas:** Se observa un elevado grado de contaminación a la transparencia del agua debido a que se puede observar turbiedad aceitosa lo que reduce la Demanda Química de Oxígeno impidiendo deshacer materia orgánica. Los detergentes también aparecen como contaminantes, debido a la formación de químicos como fósforo y nitrógeno, lo que provoca el crecimiento de algas y materia orgánica impidiendo la oxigenación del agua.
- **Metales pesados:** Son el cromo o plomo, los cuales son usados en aceites lubricantes y causan grandes prejuicios para el medio ambiente [3].

### 233. Características Químicas de las aguas residuales

En aguas residuales algunas de las características químicas más importantes son las siguientes:

**Tabla 4:** Características Químicas del Agua Residual

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN	PROCEDENCIA EN AGUAS RESIDUALES
PH	Es la medida que alcalinidad o de acidez que tiene una muestra. Las aguas residuales suelen tener una concentración ácida la cual es adversa para que se pueda tratar por medios naturales y biológicos sino por lo contrario altera la concentración de las aguas en los efluentes naturales.	Domésticas Industriales
Oxígeno Disuelto	Los microorganismos y las formas de vida aerobias existentes en las aguas residuales necesitan de este parámetro para poder respirar. Se caracteriza por evitar los olores desagradables, aunque depende también de ciertas características físicas que deben ser propias del agua.	Industriales En descomposición
Aceites y Grasas	Las grasas para los organismos son ser fuentes de energía o combustible y suelen ser sólidos, mientras que los aceites son la reacción entre ácidos grasos y alcoholes y son generalmente líquidos. No se descomponen de manera fácil, sino sólo cuando son atacados por ácidos minerales logrando que se establezca de manera satisfactoria la materia orgánica que se encuentre presente.	De suministro Domésticas Industriales
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Es la cantidad de oxígeno necesaria para que la materia orgánica que se encuentra en las aguas se pueda degradar u oxidar. Cuando se mide este parámetro se debe tratar de eliminar en lo posible la materia inorgánica presente. Los compuestos que pueden oxidarse por el medio químico son mayores a los que lo harían por la vía de la degradación biológica.	De suministro Domésticas Industriales
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Es un parámetro cualitativo el cual sirve para medir el oxígeno disuelto que requieren los microorganismos de las aguas residuales para oxidar de manera bioquímica a la materia orgánica para que se logre estabilizar.	Domésticas Industriales

**Fuente:** [8]

## 234. Características Físicas de las aguas residuales

Las características más sobresalientes de las aguas residuales son:

**Tabla 5:** Características Físicas del Agua Residual

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PROCEDENCIA EN AGUAS RESIDUALES</b>
Color	Cuando el agua residual es fresca suele tener un color gris y a medida que se va descomponiendo y el oxígeno disuelto reduciendo se oscurece hasta volverse negra. Dependiendo de la industria las aguas residuales pueden tener otros colores debido a componentes químicos.	Domésticas Industriales
Olor	La materia orgánica mientras se va descomponiendo genera gases que producen olores. El agua residual fresca tiene un olor desagradable aunque tolerable y a medida de que el agua está en proceso de descomposición se vuelve intolerable dependiendo de la industria de la cual provenga y los químicos que se usen.	Industriales En descomposición
Sólidos	Materia residual que se encuentra en suspensión debido a la separación de algunas sustancias en los procesos realizados en las industrias.	De suministro Domésticas Industriales
Temperatura	En el agua fría es más soluble, contrario a temperaturas altas que hacen que las reacciones químicas se realicen más rápido de lo normal y den cabida a la proliferación de hongos, bacterias y de plantas acuáticas.	Domésticas Industriales

**Fuente:** [8]

### 235. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) en la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, rige los límites permisibles para las descargas de los diferentes tipos de aguas hacia cuerpos de agua o sistema de alcantarillado público.

**Tabla 6:** Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado público

<b>PARÁMETRO</b>	<b>EXPRESIÓN</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO</b>
Aceites 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:** [12]

### 236. Filtración

La filtración se define al proceso de tratamiento de aguas residuales, en donde se emplea, con el fin de eliminar la mayoría de sólidos en suspensión, materiales filtrantes. Existen varios tipos de filtración:

- Filtros rápidos: los cuales tienen una alta carga superficial
- Filtros lentos: tienen una carga de manera baja y se dan por medios biológicos, inorgánicos, presión o gravedad [8].

### 237. Biofiltración

Representa un proceso de origen biológico que permite realizar el tratamiento de materiales orgánicos e inorgánicos presentes en el agua con el objetivo de adecuar sus características físicas y químicas hasta concordar con la normativa ambiental propuesta, de modo que éstas se encuentren adecuadas para su flujo en la naturaleza o el caso de que vuelvan a ser utilizadas. Mientras se efectúa la biofiltración se elabora una película de microorganismos

que cumplen la función de consumir y descomponer el material contaminante convirtiéndolo en sustancias que no resulte un riesgo por su presencia en el medio ambiente y al contacto con el ser humano [8].

### **23.8. Funcionamiento teórico de los biofiltros**

Para conseguir el óptimo funcionamiento del biofiltro, en primer lugar es necesario determinar el potencial que posee para recoger y absorber contaminantes específicos y conformar microorganismos hasta degradar la materia. Dependiendo de la clase de agua que se vaya a tratar se determina el tipo de medio filtrante que será empleado [8].

### **23.9. Adsorción**

Esta característica permite que los átomos superficiales de un material consigan atraer y retener algunas de las moléculas que forman parte de otro tipo de materiales, a este proceso se los identifica como Fuerzas de Van Der Waals y que se encuentran relacionadas estrechamente con la superficie o área del material, a continuación se detallan los dos tipos de adsorción de existen

- Adsorción Química: Tiene modificaciones irreversibles en las estructuras químicas tanto del material que actúa como adsorbente como en el que es adsorbido al haber intercambio de electrones; por lo que es una técnica no muy frecuente.
- Adsorción Física: Se caracteriza porque entre el adsorbente y el adsorbido no existe intercambio de electrones, ni cambios en las propiedades de los materiales, por lo que se considera reversible y su uso es más frecuente [8].

### **23.10. Carbón activado**

Este material representa uno de los recursos que logra mejores resultados en cuanto a la eliminación de sustancias contaminantes presentes en las aguas residuales, este recurso se lo puede obtener ya sea de origen físico o químico mediante la transformación de los componentes carbonaceos que generan porosidad en el material con la suficiente demoniacos y potencia para convertirlo en un absorbente universal

Las partículas que conforman cualquier fluido que se encuentre relacionado con el carbón activado son retenidas al adherirse a la superficie del carbón con el fin de purificar, reducir, y desaparecer olores que contenga el líquido [8].

### **23.11. La turba**

Este tipo de material se encuentra compuesto por la desintegración vegetal siempre y cuando exista alto nivel de humedad y poca acción del aire, según sea su origen se encuentra determinadas sus propiedades químicas y físicas. Una de las mejores alternativas para realizar el tratamiento de las aguas residuales resulta a través de la biofiltración donde se emplea la turba utilizando filtros tanto para el control de olores como precoladores y rociadores. Previo al tratamiento de aguas residuales la turba tiene que encontrarse lavada y debe haber pasado por un tamiz. Se debe realizar un pretratamiento de carácter químico o térmico según sea el caso para elevar la calidad de los resultados obtenidos. El uso principal de la turba es para desaparecer impurezas como: sólidos en suspensión, materia orgánica y metales pesados de efluentes que provienen de aguas residuales.

Podemos mencionar dos tipos específicos de turba: rubia y negra. La primera contienen mayor cantidad de materia orgánica y se encuentran en un porcentaje menor de descomposición, esta se caracteriza por presentar un nivel considerable de retención de líquido y ventilación, depende básicamente de su origen mientras que la turba negra contiene menor cantidad de material orgánico y está mineralizada. El siguiente cuadro muestra las propiedades de la turba negra y rubia [3].

**Tabla 7:** Propiedades de la turba negra y rubia

<b>Propiedades</b>	<b>Turbas Rubias</b>	<b>Turbas negras</b>
Densidad aparente ( $g/cm^3$ )	0,06 - 0,1	0,3 – 0,5
Densidad real ( $g/cm^3$ )	1,35	1,65 – 1,85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 – 84
Capacidad de absorción de agua ( $g/cm^2$ )	1049	287



<b>Propiedades</b>	<b>Turbas Rubias</b>	<b>Turbas negras</b>
Aire (% volumen)	29	7,6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	33,5	24
Agua de reserva Aire (% volumen)	6,5	4,7
Agua difícilmente disponible Aire (% volumen)	25,3	47,7

**Fuente:** [3]

### **23.12. Piroclasto volcánico**

Los piroclastos son fragmentos sólidos de material volcánico expulsados al aire a través de la columna eruptiva durante explosiones volcánicas, que tienen una extensa variedad de partículas de distinto tamaño, variando desde finas partículas (<0,001 mm) hasta bombas o bloques de 5 metros de diámetro. Los piroclastos se clasifican según su tamaño como: ceniza (<0,001 - 2 mm), lapilli (2 - 64 mm) y bombas o bloques (>64 mm). Por lo general, estos fragmentos sólidos tienden a ser muy porosos [6].

### **23.13. Criterios de diseño para trampa de aceites y grasas**

Para poder dimensionar las medidas de ancho, largo y profundidad de la trampa de grasas, los diámetros de las tuberías tanto de ingreso como de salida y las alturas que deben tener, se tomó en cuenta parámetros de diseño, valores y unidades a que se detallan a continuación:

**Tabla 8:** Criterios de diseño de la trampa de grasa

<b>PARÁMETRO DE DISEÑO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
Área horizontal del tanque (a)	1:4 - 1:18	m <sup>2</sup>
* Tiempo de retención	2.5 - 3	min
*Profundidad	< 0.80	m
Velocidad ascendente mínima	4	mm/s
*Ingreso	Codo de 90° diámetro mínimo de 75	mm

PARÁMETRO DE DISEÑO	VALOR	UNIDAD
*Parte inferior del codo de entrada	0.15 por debajo del nivel de líquido.	m
* Parte superior de la tubería de salida deberá tener una ventilación	No menor de 0.05	m
* El espacio sobre el nivel del líquido	0.30 Mínimo	m
*Salida	Tee con diámetro mínimo de 75	mm
* Pendiente	45 a 60	°
* Diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y tubería de salida	>0.05	m
Diámetro de tuberías de entrada	>Mínimo 50	mm
* Parte inferior de la tubería de salida	No menos de 0.075 ni más de 0.15 del fondo.	m
Diámetro de tuberías de salida	> 100 por lo menos	mm

\*Fuente: [13].

Fuente: [14].

### 2314. Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la trampa de grasa y aceites se procede con las siguientes fórmulas de las Normas: OPS/CEPIS., 2003 y Norma RAS., 2000., Título E.4.3., Pág.28

#### 2.3.14.1. Área del tanque

$$A = \frac{Q \cdot a}{60 \frac{L}{min}} = \frac{Q \cdot a}{0.001 \frac{m^3}{s}} \quad (\text{Ecuación 2.1}) \quad [13], [14]$$

Dónde:

A=área del tanque ( $m^2$ ).

Q = caudal ( $\frac{m^3}{s}$ ).

a= área horizontal del tanque ( $m^2$ ).

#### 2.3.14.2. Ancho del tanque

$$b = \sqrt{\frac{A}{0.25}} \quad (\text{Ecuación 2.2}) \quad [13], [14]$$

Dónde:

b = Ancho del tanque (m).

A=Área del tanque ( $m^2$ ).

### 2.3.14.3. Largo del tanque

$$L = b * 4 \quad \text{(Ecuación 2.3) [13], [14]}$$

Dónde:

L = Largo (m).

b = Ancho del tanque (m).

### 2.3.14.4. Tiempo de retención hidráulica

El tiempo de retención hidráulica es un parámetro que mide la relación expresada en horas entre el caudal a tratar y el volumen del depósito de aireación, en el tratamiento de aguas residuales. [6]

$$TRH = \frac{V_{material}}{Q_{diseño}} \quad \text{(Ecuación 2.4) [6]}$$

Dónde:

TRH = Tiempo de retención hidráulica (s)

V material = Volumen del material para filtrar ( $m^3$ ).

Q diseño = Caudal de diseño ( $\frac{m^3}{s}$ ).

## CAPÍTULO III

### DISEÑO DEL PROYECTO

#### 3.1. SELECCION DE ALTERNATIVAS

##### 3.1.1. Selección de materiales filtrantes.

Para la selección de los materiales filtrantes se escogieron aquellos cuyos valores de DBO, DQO, aceites y arasas fueron los más bajos durante los 90 días de pruebas realizadas que se detallan en las siguientes tablas.

**Tabla 9:** Valores DBO

PARÁMETRO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (mg / L)							
	ZEOLITA	LADRILLO	TURBA	FIBRA DE COCO	ASERRIN	PIROCLASTO VOLCÁNICO	GRAVA	CARBON ACT.
Muestra cruda	370.65	1328	917	407	1481	14822	1680	348
A los 10 días	298.5	387	59	358	494	170	244.3	59
A los 20 días	180.33	734	48	1255	289.87	193	121	43
A los 30 días	181.25	646	58	1286	216.94	198	249	57
A los 40 días	155.48	520	37	1026	108	214	209	39
A los 50 días	148.52	515	26	751	75	209	71	43
A los 60 días	133.87	548	29.6	694	81	103.6	81.75	31
A los 70 días	125.75	553	18	341	92	107.6	90	23
A los 80 días	71.71	405	2.2	228	119	127	209	7
A los 90 días	64.5	624	4.1	194	110	97	433	1.2

**Fuente:** [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]

**Tabla 10: Valores DQO**

PARÁMETRO	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (mg / L)							
	ZEOLITA	LADRILLO	TURBA	FIBRA DE COCO	ASERRIN	PIROCLASTO VOLCÁNICO	GRAVA	CARBON ACT.
Muestra cruda	450.82	2715	2095	980	2955	35950	3390	808
A los 10 días	400.55	930	127	760	1070	342	311	127
A los 20 días	310.1	1560	97	2670	707	366	264	92
A los 30 días	315.33	1125	31	2625	481	413	506	121
A los 40 días	215.5	1118	83	1850	287	468	411	87
A los 50 días	210.28	1275	53	1430	155	434	165	100
A los 60 días	197.32	1462	80	1082	146	296	218	78
A los 70 días	153.35	1467	40	972	335	292	200	65
A los 80 días	133.78	948	7	609	387	301	552	18
A los 90 días	130.25	1258	13	401	456	243	900	3

Fuente: [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]

**Tabla 11: Aceites y Grasas**

PARÁMETRO	ACEITES Y GRASAS (mg / L)							
	ZEOLITA	LADRILLO	TURBA	FIBRA DE COCO	ASERRIN	PIROCLASTO VOLCÁNICO	GRAVA	CARBON ACT.
Muestra cruda	672	246	266.86	268	528	486	369	232
A los 10 días	670	236	1.43	260	203	102	282	30
A los 20 días	204	214	22	192	168	138	232	26
A los 30 días	189	188	42	174	143	126	198	34
A los 40 días	209	146	46	152	133.32	132	174	28
A los 50 días	199	82	34	122	76	104	88	22
A los 60 días	187	47	0.00005	108	66.67	42	0.000098	2.1
A los 70 días	104	5,2	0.01	0.069	81	13	0.02	0.65
A los 80 días	88	0,16	0.24	0.063	90	7	0.16	0.74
A los 90 días	66.66	0,11	0.26	0.058	105	0.19	0.23	0.35

Fuente: [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]

Los indicadores en amarillo que son: la turba, el piroclasto volcánico y el carbón activado presentan características idóneas en los tres parámetros medidos para ser usados como material en los filtros, ya que los valores registrados son inferiores.

### 3.1.2. Selección del material del filtro.

Para poder escoger el material se realiza una tabla de ponderación con los siguientes factores:

- Costo: Involucra el valor de adquisición e instalación, incluida mano de obra.
- Mantenimiento: Proceso mediante el cual se puede recibir tratamientos para su correcto trabajo en función del tiempo sin que condiciones exteriores los afecten.
- Apreciación: Capacidad del material para que atravesase la luz y se pueda visualizar claramente
- Facilidad de Instalación: Indica el nivel de dificultad que presentan los materiales para ser dispuestos en el sitio que se desea realizar las pruebas.
- Resistencia: Es la capacidad del material para soportar esfuerzos.

Se pondera cada factor con un peso relativo de acuerdo a su importancia y a las alternativas, se las evalúa en una escala donde 5 es el valor que menos afectación posee y 10 el que mayor afectación posee.

**Tabla 12:** Ponderación de materiales

FACTORES	PESO RELATIVO (%)	ALTERNATIVAS		
		ACRÍLICO	VIDRIO	FIBRA DE VIDRIO
COSTO	30	6	7	5
MANTENIMIENTO	10	8	7	7
APRESIACIÓN VISUAL	20	9	8	7
FACILIDAD DE INSTALACIÓN	20	9	5	8
RESISTENCIA	20	7	8	7
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>		<b>7,6</b>	7	6,6

**Fuente:** Autor.

Para realizar el cálculo del puntaje se multiplica cada valor de las alternativas por su peso relativo y se suma cada factor:

$$\text{Acrílico} = (6 * 0,3) + (8 * 0,1) + (9 * 0,2) + (9 * 0,2) + (7 * 0,2) = 7,6$$

Se escoge el acrílico como material para realizar el filtro debido a que presenta las mejores propiedades en cuanto al costo de adquisición, facilidad para poder cortar y armar todas las piezas del filtro así como para realizar las perforaciones necesarias para las tuberías.

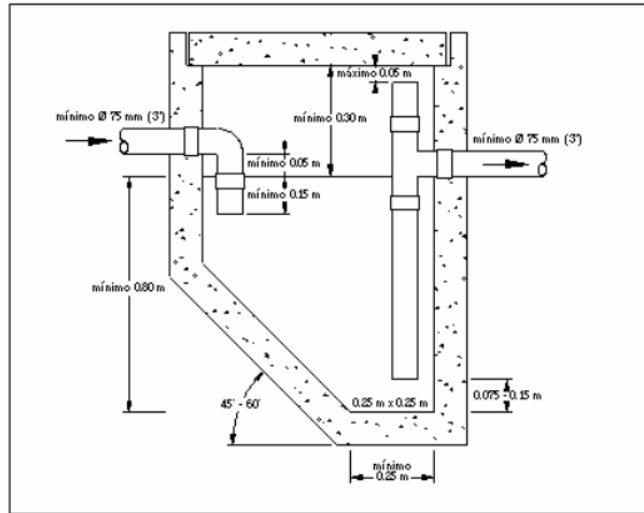
### 3.1.3. Selección del diseño de la trampa de grasa.

Para diseñar la trampa de grasa se basó en diseños previos que se detallan:

- **Diseño de trampa de grasa simple**

Las características de este tipo de trampa de grasa son:

- La determinación del caudal de diseño se ejecutará a partir de las unidades de consumo del establecimiento.
- El volumen de la trampa de grasa se calculará para un período de retención entre 2,5 a 3,0 minutos.
- La relación largo ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2.
- La profundidad no deberá ser menor a 0,80 m.
- 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.
- En 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.
- La parte inferior de la tubería de salida deberá estar no menos de 0,075 m ni más de 0,15 m del fondo.
- 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.
- La parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0,15 m por debajo del nivel de líquido [15].



**Figura 2:** Filtro de grasa simple  
**Fuente:** [15]]

○ **Dispositivo de eliminación de grasa**

Los dispositivos de eliminación de grasa son un tipo de interceptor de grasa hidromecánico que trata aguas residuales de la cocina de establecimientos de servicio de alimentos y están equipados con características automáticas de eliminación de grasa. Por lo general, se instalan en interiores y conectados de uno a cuatro fregaderos en la cocina. Se acumulan grasas, aceites y residuos de alimentos en un tanque separador relativamente pequeño. Los restos de desperdicios acumulados se eliminan automáticamente del dispositivo [16].

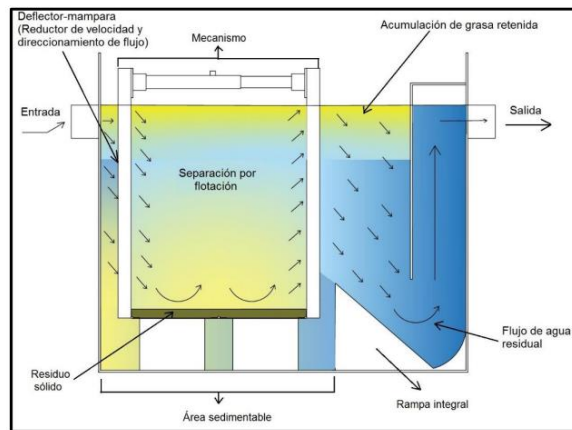


**Figura 3:** Filtro eliminador de grasa  
**Fuente:** [16]]



- **Trampa de grasa con deflectores.**

El nuevo diseño ha llevado al desarrollo de una trampa de grasa con uso eficiente del espacio externo e interno, en donde los residuos son manejables dentro de la geometría interna, dicho diseño se adapta a una mejor y eficiente gestión de los residuos al no esparcirse por la superficie de trabajo, de esta manera se logra un diseño que no compromete a ninguna de las necesidades de las generaciones futuras, en donde si los operadores y encargados de mantenimiento de estas trampas gestionan los residuos en los contenedores correctos en comparación con una trampa del mercado, esta realiza un proceso para lograr la sustentabilidad, higiene y sanidad en las trampas de grasa.



**Figura 4:** Filtro de grasa con deflectores  
**Fuente:** [16]



**Figura 5:** Vista superior filtro de grasa con deflectores  
**Fuente:** [16]

Para poder escoger el diseño que más se ajuste a las necesidades que presenta la lavadora de autos se realiza una ponderación con los siguientes parámetros:

- Costo: Involucra el valor de los materiales que se utiliza en su fabricación.
- Construcción: Se detalla la complejidad y el uso de herramientas que se emplea para fabricar el filtro
- Mantenimiento: Períodos de tiempo que se emplea para limpiar los filtros y logara su correcto funcionamiento.
- Facilidad de Instalación: Indica el nivel de dificultad que presenta el filtro para ser colocado en su lugar de trabajo.

Se pondera cada factor con un peso relativo de acuerdo a su importancia y a las alternativas se las denomina: Para trampa de grasa simple “A”, para Dispositivo de eliminación de grasa “B” y Trampa de grasa con deflectores “C”, se las evalúa en una escala donde 5 es el valor que menos afectación posee y 10 el que mayor afectación posee.

**Tabla 13:** Ponderación de diseño de la trampa de grasa

FACTORES	PESO RELATIVO (%)	ALTERNATIVAS		
		A	B	C
COSTO	30	6	9	7
CONSTRUCCION	20	9	7	8
MANTENIMIENTO	25	6	8	7
FACILIDAD DE INSTALACIÓN	25	9	6	7
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>		<b>7,35</b>	6,2	5,7

**Fuente:** Autor.

Para realizar el cálculo del puntaje se multiplica cada valor de las alternativas por su peso relativo y se suma de cada factor:

$$A = (6 * 0.3) + (9 * 0.2) + (6 * 0.25) + (9 * 0.25) = 7.35$$

Se escoge la opción “A” como diseño para la trampa de grasa debido a que presenta mayores beneficios para su construcción gracias a su configuración y mantenimiento simple.

## 3.2. CÁLCULOS

### 3.2.1. Consumos

El diseño del filtro se basó en la recolección de datos obtenidos por el medidor de agua que posee la lavadora Lubricar, se recolectó las planillas de agua de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA), ya que este establecimiento cuenta con un medidor de uso exclusivo para lavar vehículos. Se analizó el consumo anual de dicho medidor y se obtuvo un consumo promedio, el mismo que se detalla en la siguiente tabla,

**Tabla 14:** Consumo de agua en metros cúbicos

MES	CONSUMO ( $m^3$ )
Enero	12
Febrero	10
Marzo	12
Abril	16
Mayo	15
Junio	14
Julio	15
Agosto	16
Septiembre	14
Octubre	16
Noviembre	16
Diciembre	15
<b>Promedio</b>	<b>15</b>

**Fuente:** Autor.

### 3.2.2. Caudal de diseño

Una trampa de aceites y grasas, es una cámara pequeña de flotación en la que los aceites y grasas flotan a la superficie libre, mientras que el agua más clara es descargada. Para el adecuado funcionamiento del sistema se debe evitar que las cargas hidráulicas súbitas generen agitación en el contenido del fluido ya a que pueden impedir la flotación normal de la grasa.

Para el cálculo del caudal se tomó en cuenta el volumen de agua que se fue registrado con el medidor equivale al consumo por mes:

$$Q = 15 \frac{m^3}{mes}$$

Al momento de tomar en cuenta el número de días que se utiliza el medidor de agua se debe tomar en cuenta que solo se trabaja en promedio 20 días al mes y el resto son de descanso. Así mismo se realizaron varias mediciones para tomar en cuenta el número de horas que se emplea el medidor y se realizó una ponderación:

**Tabla 15:** Tiempo de consumo de agua en horas

Día	Tiempo (horas)
1	3,5
2	3,8
3	3,3
4	3,4
5	3,6
6	3,1
7	3,6
8	3,6
9	3,8
10	3,6
<b>Promedio</b>	<b>3,53</b>

**Fuente:** Alberto Javier Galarza Pérez.

$$Q = 15 \frac{m^3}{mes} * \frac{1 mes}{20 dias} * \frac{1 dia}{3.53 horas} * \frac{1 hora}{60 min} * \frac{1000 lt}{1m^3} = 3.57 \frac{lt}{min} = 0.00006 \frac{m^3}{s}$$

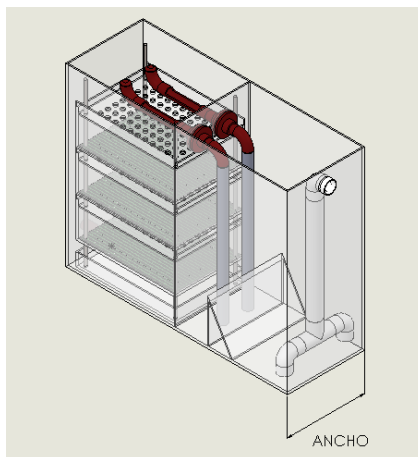
### Área del tanque

EL valor de  $a$  está comprendido entre las cantidades de  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{18}$ . Se escoge el mayor valor que es de  $\frac{1}{4} = 0.25$  debido a que se desea obtener las mayores dimensiones posibles para la trampa.

$$A = \frac{Q * a}{60 \frac{L}{min}}$$
$$A = \frac{3.57 \frac{lt}{min} * 0.25m^2}{60 \frac{L}{min}}$$
$$A = 0.015 m^2$$

### Ancho del tanque

$$b = \sqrt{\frac{A}{0.25}}$$
$$b = \sqrt{\frac{0.015}{0.25}}$$
$$b = 0.25 m$$



**Figura 6:** Dimensionamiento del ancho del tanque

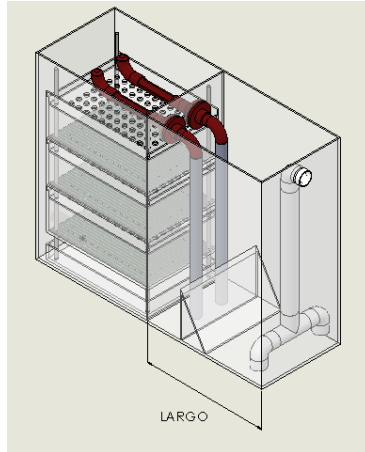
**Fuente:** Autor

## Largo del tanque

$$L = b * 4$$

$$L = 0.15 * 4$$

$$L = 0.63 \text{ m}$$



**Figura 7:** Dimensionamiento del largo del tanque

**Fuente:** Autor

## Volumen de materiales filtrantes

En la ecuación 2.4 de Tiempo de retención hidráulica se despeja el volumen del material, porque a que es la incógnita que se desconoce:

$$TRH = \frac{V_{material}}{Q \text{ diseño}} \quad (\text{Ecuación 2.4})$$

$$V_{material} = TRH * Q \text{ diseño}$$

Para el valor de Tiempo de Retardo Hidráulico (TRH), se escoge 5 min. [3], [6], [8].

$$V_{material} = 5 \text{ min} * 3.57 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$$

$$V_{material} = 17.85 \text{ lt} = 0.01785 \text{ m}^3$$

### Largo contenedores de gravas

Para el cálculo de las dimensiones de los contenedores se utiliza el volumen del material para calcular el largo del recipiente. El ancho es el mismo de la trampa de grasa y para el espesor se escoge de 10 cm. [3], [6], [8].

$$V = l * a * e \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Donde:

V = volumen del recipiente ( $m^3$ )

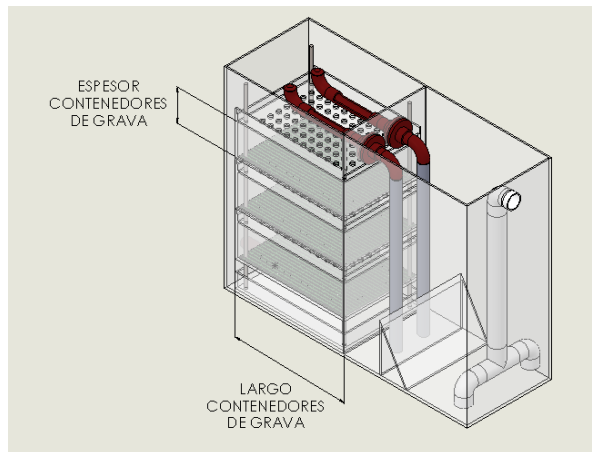
a = ancho del contenedor ( $m$ )

e = espesor del contenedor ( $m$ )

l = largo del contenedor ( $m$ )

$$0.01785 \text{ m}^3 = l * 0.25 * 0.1 \text{ m}$$

$$l = 0.7 \text{ m}$$



**Figura 8:** Dimensionamiento contenedores de grava

**Fuente:** Autor

### 3.2.3. Cálculo de espesor de pared.

Al momento de determinar correctamente el espesor de pared necesaria, primero se realiza el cálculo de la presión a la cual estará sometido, mediante la siguiente fórmula:

$$P = \gamma * h \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

Donde:

P = Presión (Pa)

$\gamma$  = peso específico del agua ( $\frac{Kgf}{m^3}$ )

h = altura ( $m$ )

En cuanto al cálculo de la presión del recipiente, se escoge el peso específico del agua, debido que es de  $1000 \frac{Kg}{m^3}$ . La altura será los 0.7 m anteriormente determinados de la trampa de grasas.

$$P = 1000 \frac{Kgf}{m^3} * 0.7 m * \frac{9.81 N}{1 Kgf}$$

$$P = 6867 [Pa].$$

Una vez obtenida la presión que debe soportar la pared del tanque, se calcula el espesor de placa, para este cálculo se incurrirá en la teoría de las placas planas conseguidas a partir del libro texto RESISTENCIA DE MATERIALES por FRED B. SEELY (1954) en el capítulo XVI página 459, el cual sugiere aplicar para estos casos un espesor promedio para placas con bordes simplemente apoyados, cuyo esfuerzo máximo en la placa se halla en sus ejes diagonales. El esfuerzo máximo en estas diagonales (área crítica) se lo determina empleando la fórmula:

$$S = \frac{1}{2} * \frac{a^2}{a^2 + b^2} * \frac{w * b^2}{t^2} \quad (\text{Ecuación 3.3}) [8]$$

Donde:

S: Es el módulo de elasticidad del material, que en este caso será acrílico de moldeo, cuyo valor es de 50 KPa. [16]

t: Es el espesor de placa expresada en metros para la consistencia de unidades.

w: Es la carga distribuida por unidad de área determinada anteriormente, 6867 [Pa].

a: Es el lado mayor de la placa expresada en metros.

b: Es el lado menor de la placa expresada en metros.

$$50\,000 Pa = \frac{1}{2} * \frac{0.25^2}{0.25^2 + 0.63^2} * \frac{6867 Pa * 0.63^2}{t^2}$$

$$50000 Pa = 0.069 * \frac{6867 Pa * 0.63^2}{t^2}$$

$$724637.68 = \frac{2725.51}{t^2}$$

$$t = 3.76 \cdot 10^{-3} m = 3.76 mm$$



### 3.3. PRESUPUESTO

#### 3.3.1. Costo de los materiales y recursos humanos

Para estimar el costo de la trampa de grasa y el filtro, se debe organizar una lista de los componentes que serán utilizados y consultar a los proveedores los valores comerciales para realizar una sumatoria del costo al que llegará.

**Tabla 16:** Detalle de materiales e insumos utilizados

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Total</b>
Plancha de Acrílico de 1.2 x 2.4 m y espesor 6mm	3	90	270
Tubos de Silicona	12	4.5	54
Corte de acrílico	2	60	120
Pegamento UHU	10	3	30
Codos de desagüe de 2 plg de diámetro	5	0.50	2.5
Válvula para tanque de 2 plg de diámetro	2	5	10
Válvula para tanque de 1 plg de diámetro	4	3	12
Tubos de 2 plg de diámetro	1	3	3
Codos de desagüe roscados de 1 plg de diámetro	5	1.2	6
Tubos roscables de 1 plg de diámetro	1	3.5	3.5
Uniones roscados de 1 plg de diámetro	4	1.2	4.8
Material filtrante turba	1	28	28
Material filtrante piedra volcánica	1	15	15
Material filtrante carbón activado	1	50	50
Tiras de madera	10	1.2	12
Caja de tornillos para madera	1	2.5	2.5
Broca de 3 mm	2	1.4	2.8
Punta para tornillos	3	2	6
Manguera plástica	1	2	2
Pruebas de la laboratorio DBO, DBQ, y grasas	2	55	110
<b>TOTAL</b>			<b>728</b>

**Fuente:** Autor.

### 3.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PUESTA EN MARCHA

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Para la entrada de agua a la trampa de grasa se utiliza tubería de 2 pulgadas de diámetro, la cual es de desagüe ya que no soporta elevadas presiones. El agujero se localizara en la mitad de la pared de ingreso del fluido.
- Para la salida del agua de la trampa de grasa se utiliza tubería de 1 pulgada de diámetro, esta es de origen roscable, cédula 40, la que se encuentra comercialmente cuando se emplean accesorios roscados para su montaje y desmontaje, todos los accesorios como tapa válvulas y codos son roscados.
- Se utiliza dos tuberías de salida del agua de la trampa de grasa para obtener una mayor zona de cobertura de los materiales filtrantes. Los agujeros deben ubicarse con distancias simétricas entre sus centros y al filo de la pared de salida del fluido.
- La diferencia de alturas que debe existir entre los centros de las tuberías de entrada y salida de agua en la trampa de grasa puede ser mayor o igual a 5 cm.
- En la tubería de ingreso consta al final una válvula tee que permite una mejor separación de las grasas con el agua, y a sus extremos consta de dos codos de 90° con dirección al piso del separador. La distancia entre los codos de descarga y la válvula tee, debe ser menor del ancho del contenedor.
- La altura del tanque será menor o igual a 70 cm, para que exista mayor volumen de almacenamiento de grasas, mismas que se recolectan de forma continua y su extracción se la realiza mediante el empleo de una bomba para poder retirarlas hacia su posterior tratamiento.
- La altura entre el piso de la trampa de grasa y los codos de salida del separador de grasas dentro de la trampa tiene que ser mayor o igual a 4 cm.
- La rampa o pendiente dentro de la trampa de grasas necesita poseer un ángulo de 60 grados, permitiendo así dirigir el caudal y facilitar la separación de grasas del agua. La distancia entre la pared de ingreso y el filo de la rampa debe ser mayor a los 25 cm, de tal manera que permita crear una zona de protección para la tubería de absorción de agua sin grasas.

- La altura entre el piso y entrada de la tubería de succión de 1 pulgada, puede oscilar entre 3 – 5 cm.
- La disposición de los materiales filtrantes obedece al siguiente orden: turba, piedra volcánica y carbón activado. Para la ubicación de la turba en el contenedor esta necesita estar compactada de forma que abarque todo el espacio posible, puesto que una de las características de este material es su gran capacidad de absorción. En cuanto a la piedra volcánica se recomienda una granulometría menor a  $\frac{3}{4}$  de pulgada. El carbón activado se coloca según la presentación comercial en la que se encuentre en el mercado
- Los agujeros en la base de los contenedores de los materiales de filtración deben poseer un diámetro menor a 3 mm además de una distancia entre centros no mayor 2 cm. El número de agujeros en la base de cada contenedor puede variar entre 10 a 15 agujeros
- Para el funcionamiento del separador de grasas, el nivel del agua tiene que ubicarse 5 cm sobre el tope del plano inclinado para que pueda separar las grasas del agua.
- Se tomó las muestras del agua a tratar antes y después del proceso y se obtuvo:

**Tabla 16:** Resultados de las pruebas de laboratorio

PARÁMETROS	UZO	
	Antes (mg / L )	Después (mg / L )
<b>D.B.O</b>	1752	371
<b>D.Q.O</b>	2416	272
<b>GRASAS</b>	1041	42

**Fuente:** Autor.

Basados en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (Tulsma) en el Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes se verifica que el líquido tratado cumple con los parámetros para poder ser vertida al sistema de alcantarillado.

En los anexos se encuentran los resultados del Laboratorio que corrobora la investigación.

## PUESTA EN MARCHA

La prueba del filtro se la realizó en el laboratorio de Hidráulica de la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, se contó con todas las gravas necesarias. La turba como el carbón activado se las adquirió comercialmente, ya que se encuentran en presentaciones para su uso.



**Figura 9:** Turba y Carbón Activado  
**Fuente:** Autor

La piedra volcánica se la consiguió en la ciudad de Baños, provincia de Tungurahua. Para poder ponerla en el filtro es necesario triturarla y así obtener la granulometría menor a  $\frac{3}{4}$  de pulgada.



**Figura 10:** Preparación de las piedras volcánicas, el tamizado debe ser menor a  $\frac{3}{4}$ ".  
**Fuente:** Autor.

Se armó el filtro separador de grasas con todas las tuberías de ingreso y salida, así mismo se dispuso los contenedores con las gravas en orden: turba, piedra volcánica y carbón activado.



**Figura 11:** Filtro separador de grasas armado en su totalidad.  
**Fuente:** Autor.

Mediante el uso de una probeta graduada se regula el ingreso del caudal al filtro de 0.16 litros por segundo, debido a que este es el volumen de recolección del agua después de ser utilizada en las lavadoras de autos. [3], [6], [8].



**Figura 12:** Medición del caudal de ingreso.  
**Fuente:** Autor.

Se recolectó el agua a ser tratada de la lavadora Lubricar, donde se observa la presencia de natas de grasas y su color rojizo correspondiente a la existencia de aceites de transmisión de autos automáticos.



**Figura 13:** Recolección del agua a ser tratada, un total de 55 galones.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 14:** Muestra del agua antes de ingresar al filtro para llevarla al laboratorio.  
**Fuente:** Autor.

Para la puesta en marcha del filtro, este debe tener el nivel mínimo de líquido requerido para su correcto funcionamiento, mismo que es 5 cm sobre el tope del plano inclinado.



**Figura 15:** El nivel mínimo de agua para su funcionamiento.  
**Fuente:** Autor.



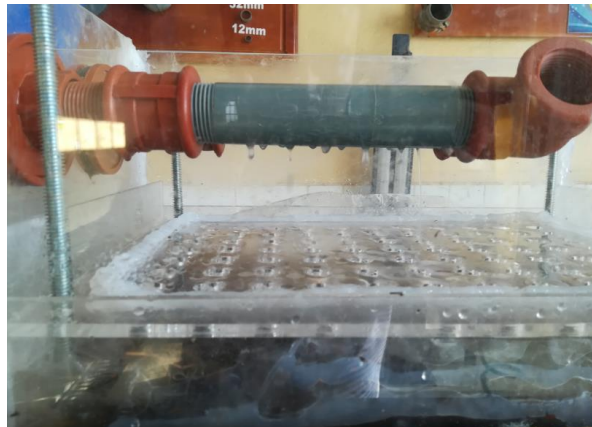
**Figura16:** Filtro separador de grasas y eliminador y eliminador de impurezas en funcionamiento.  
**Fuente:** Autor.

Se observó la acumulación de grasas desde el primer momento de funcionamiento del filtro, estas se ubican en el primer contenedor del filtro.



**Figura 17:** Separación y acumulación de grasas  
**Fuente:** Autor.

Después de pasar por la trampa de grasa, el líquido es distribuido mediante las tuberías de aspersión por toda el área de los contenedores de las gravas.



**Figura 18:** Sistema de distribución del agua sin grasas para ser filtrado.  
**Fuente:** Autor.



El tiempo total utilizado para poder procesar los 55 galones fue de 1.2 horas en donde se pudo observar la acumulación de grasas en el primer contenedor y que el sistema funcionó perfectamente tomando en cuenta que el agua después de pasar por todo el sistema cambió de color y no se observó presencia de grasas.



**Figura 19:** Tiempo total de procesamiento de 55 galones fue de 1.2 horas.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 20:** El espesor de la grasa acumulada fue de 4.8 cm de altura  
**Fuente:** Autor.



**Figura 21:** Grasas acumuladas  
**Fuente:** Autor.

Como resultado final el agua al pasar por el filtro cambió su color de rojizo a blanco transparente, lo que visualmente permite deducir que no existe presencia de grasas.



**Figura 22:** Muestra del agua procesada después de ser filtrada.  
**Fuente:** Autor.

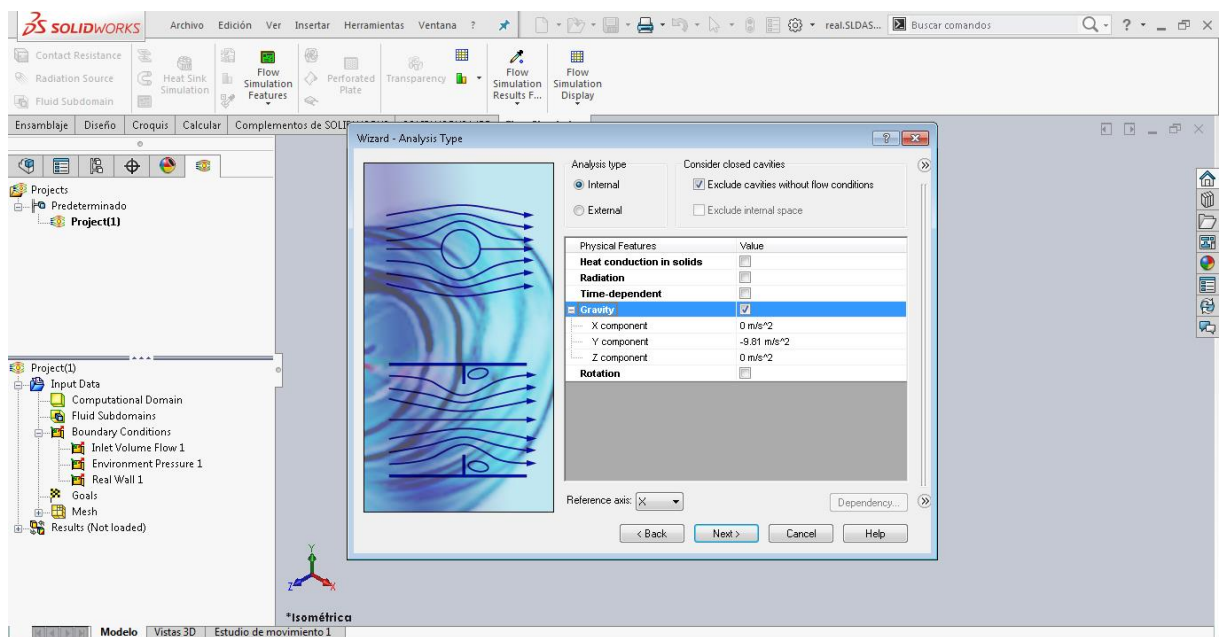
### 3.1. UTILIZACIÓN DE SOFTWARE

Se utiliza el Software Solid Works para realizar la validación del diseño y el comportamiento del fluido en la trampa de grasa.

Se toma en cuenta los siguientes parámetros:

- Presión atmosférica
- Temperatura promedio del fluido
- El valor del caudal de ingreso

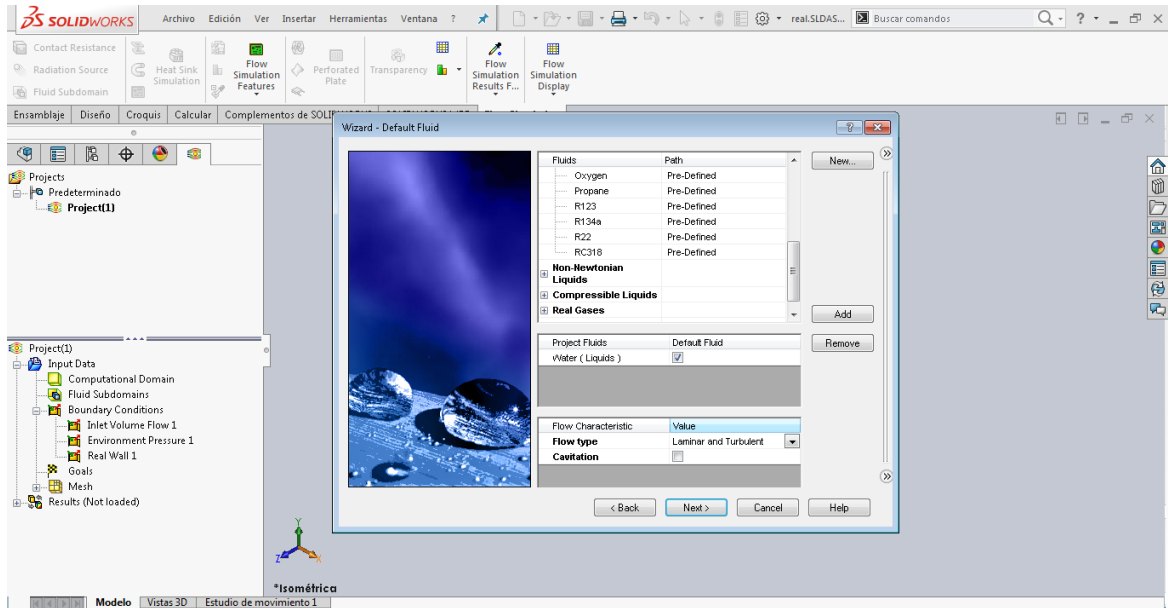
En el software Solid Works se escoge el tipo de simulación que se necesita, en este caso el fluido va a estar contenido y existe la presencia de gravedad.



**Figura 23:** Ingreso de datos al software.

**Fuente:** Autor

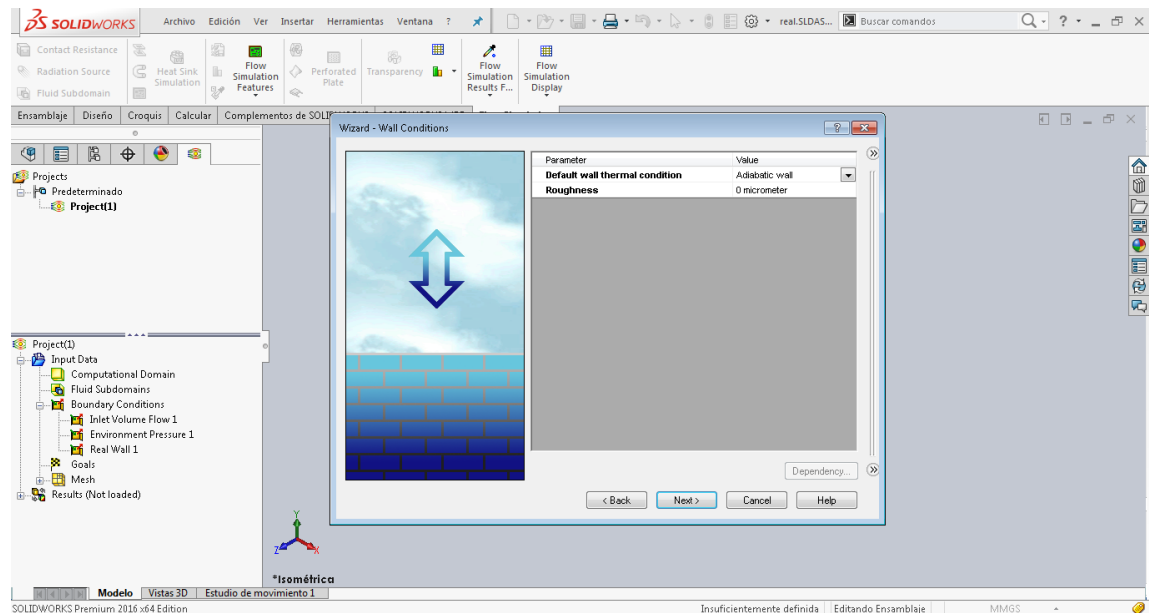
Se escoge el tipo de fluido que se requiere para la simulación, en este caso es agua con las opciones activadas para que el flujo sea laminar y turbulento.



**Figura 24:** Ingreso de datos al software.

**Fuente:** Autor

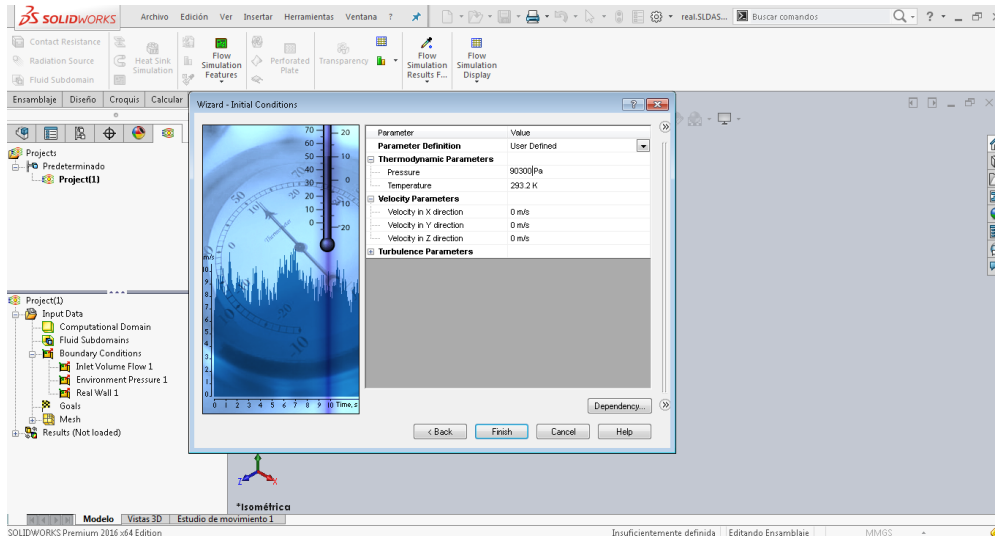
Para la simulación de la trampa de grasa se dispondrá que todas las paredes del contenedor sean adiabáticas y sin rugosidad debido a que el acrílico se considera liso



**Figura 25:** Ingreso de datos al software.

**Fuente:** Autor

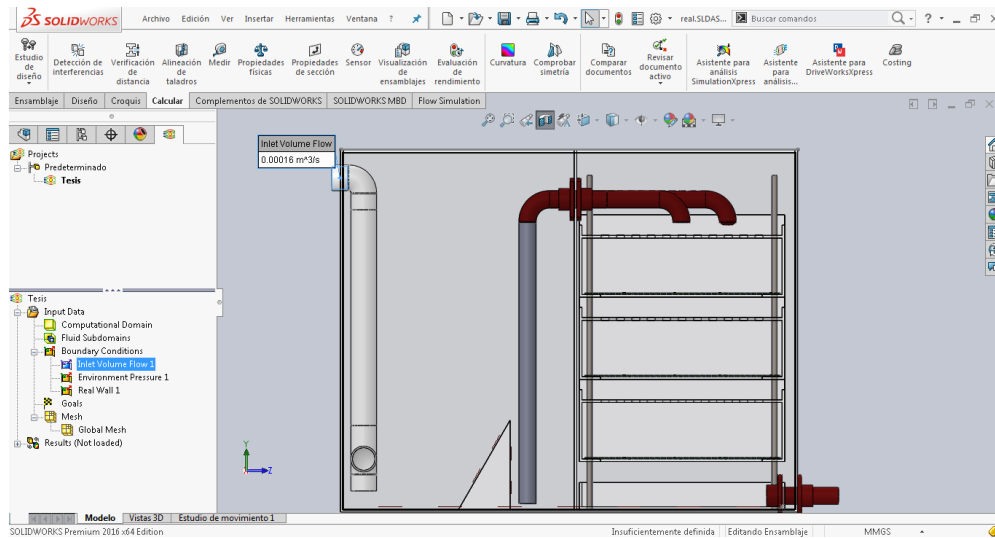
Se ingresa los valores correspondientes a la presión atmosférica, para la ciudad de Ambato corresponde a Ambato que es 90300 [ Pa ], este dato fue obtenido mediante el uso del barómetro del laboratorio de Hidráulica de la Universidad Técnica de Ambato de las Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. La temperatura promedio del experimento es de 20°C que es igual a 293.2 K.



**Figura 26:** Ingreso de datos al software.

**Fuente:** Autor

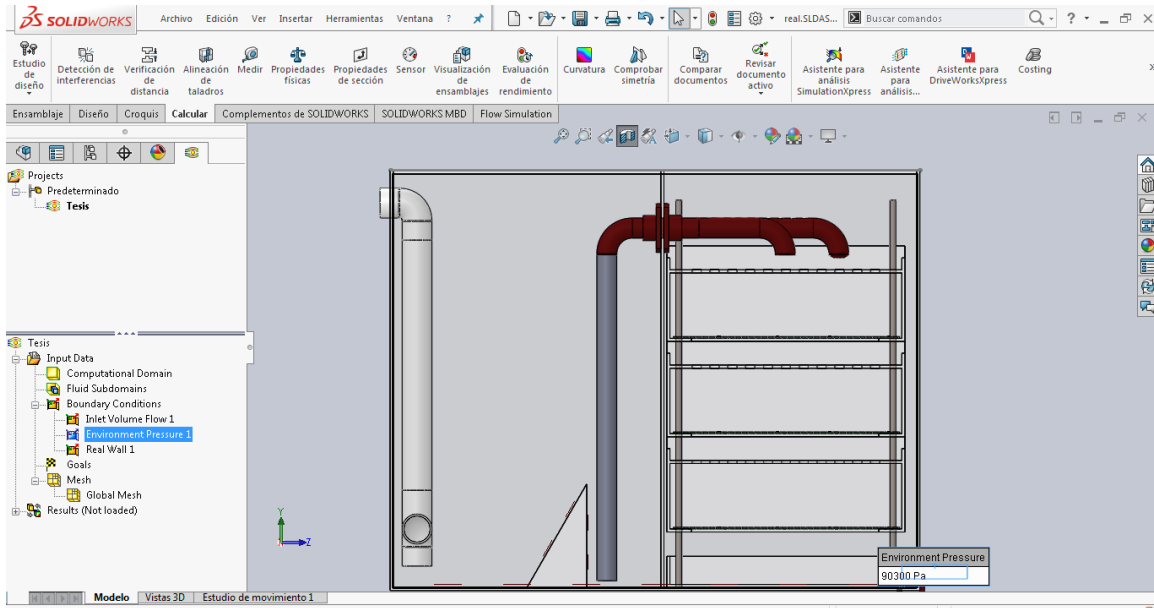
Una vez modelado todos los componentes de la trampa de grasa se selecciona la tubería de ingreso y se le asigna el caudal. Para la simulación se ingresa el valor de  $0.00016 \frac{m^3}{s}$



**Figura 27:** Ingreso valor de caudal

**Fuente:** Autor

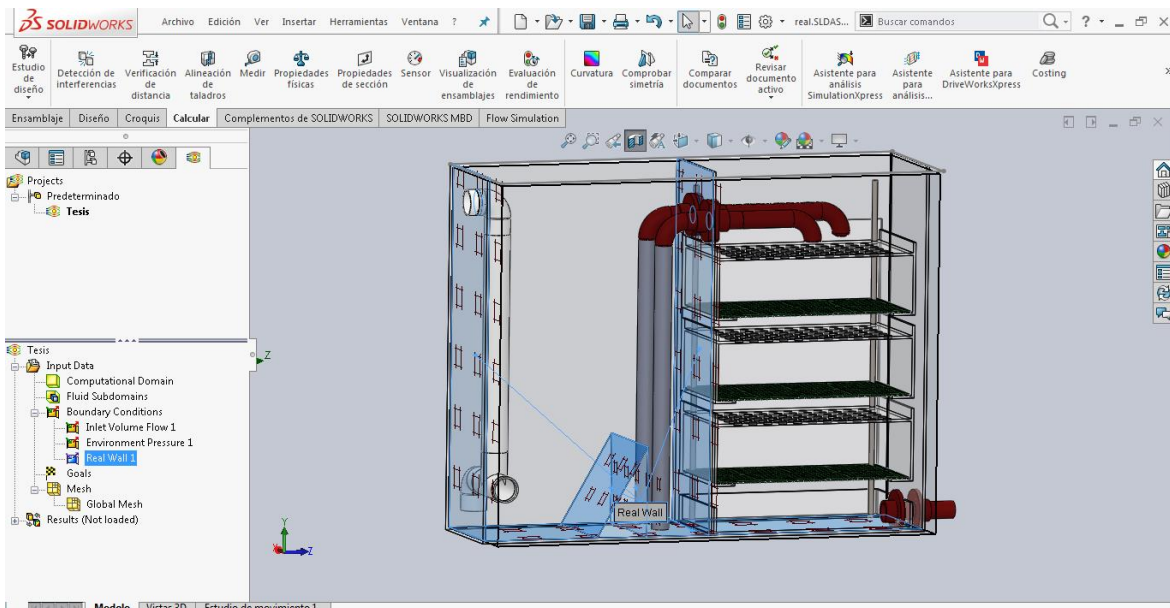
Se selecciona la tubería de salida del fluido y se le asigna el valor de la presión atmosférica, el valor ingresado corresponde a la ciudad de Ambato que es 90300 [ Pa ].



**Figura 28:** Ingreso valor de presión atmosférica

**Fuente:** Autor

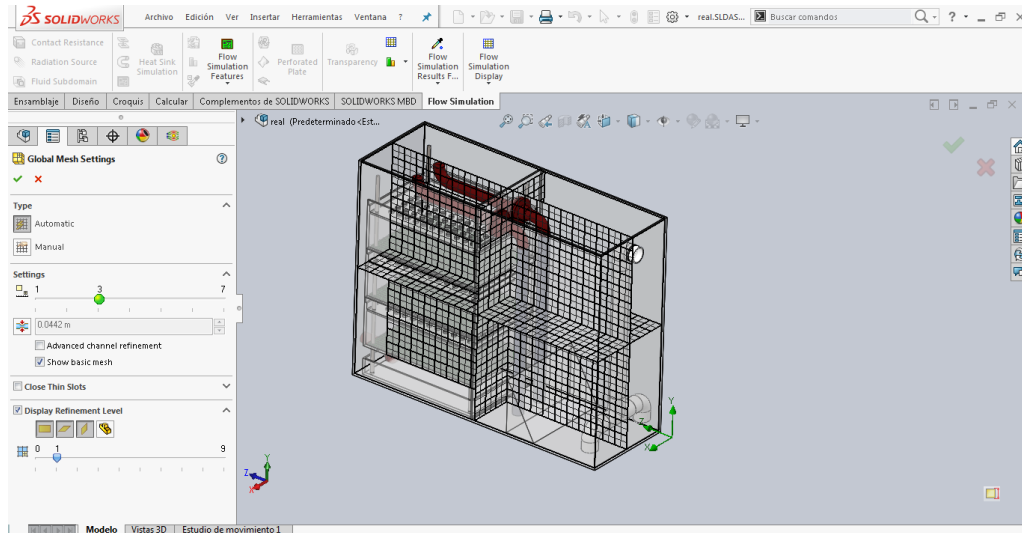
Se determina en el modelo cuales son las paredes con las cuales el fluido va a estar en contacto.



**Figura 29:** Selección de paredes adiabáticas.

**Fuente:** Autor

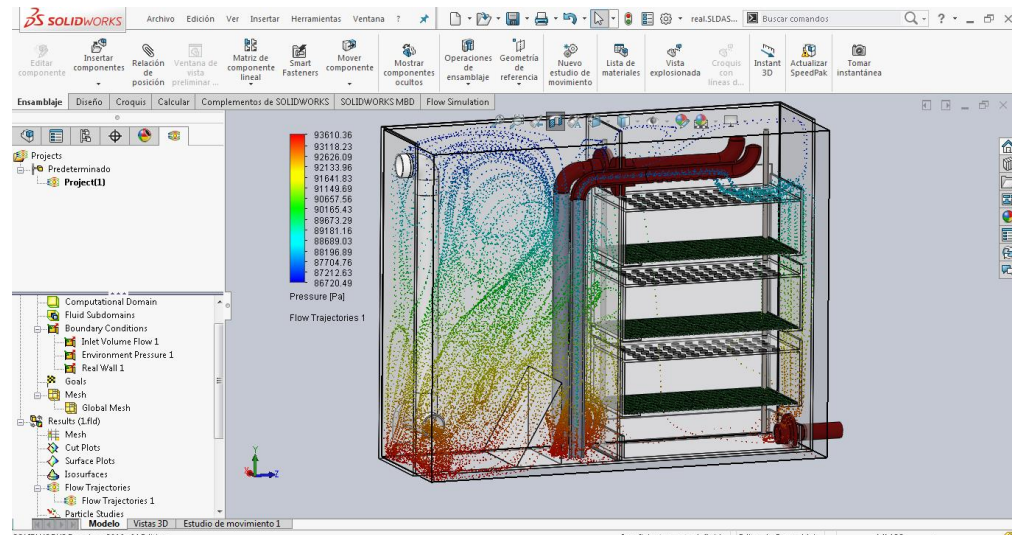
Se realiza un mallado más fino con el fin de lograr mejores resultados, el software permite definir la calidad y tamaño de la malla, se define un mallado con calidad 5 de 7 debido a que el computador donde se realiza la simulación no tiene capacidad en memoria para realizar análisis más definidos



**Figura 30:** Refinado de la malla.

**Fuente:** Autor

Se obtiene los resultados del programa en donde se puede escoger varios tipos de respuestas, el objetivo del estudio es observar las diferencias de presiones que se obtiene para el funcionamiento de la trampa de grasa.



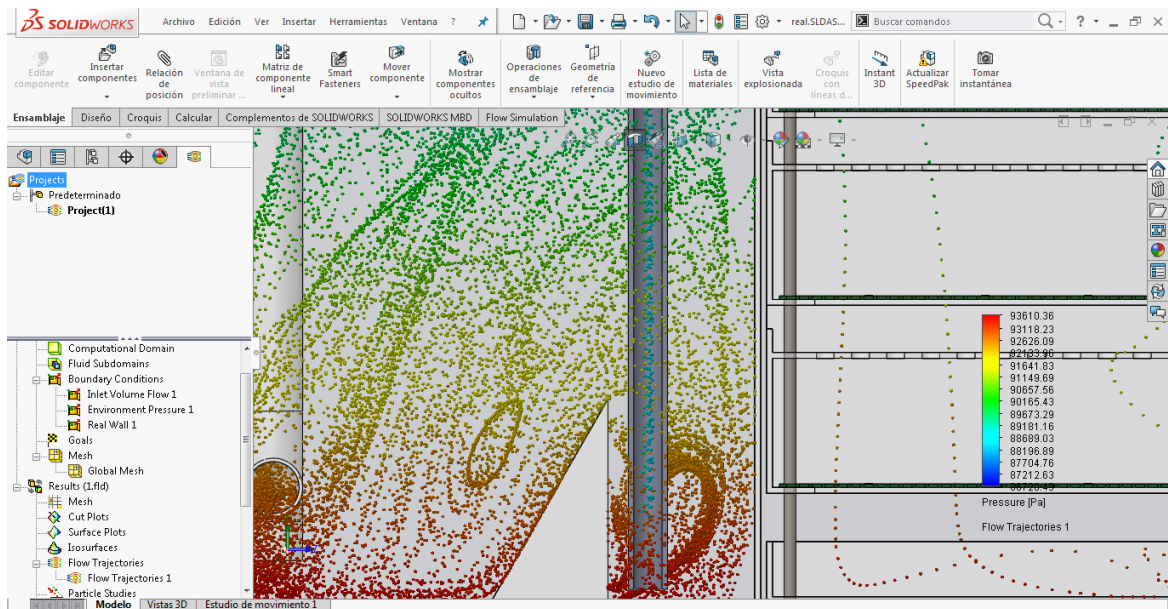
**Figura 31:** Obtención de resultados.

**Fuente:** Autor

Se puede observar que las caídas de presiones dentro de la trampa de grasa registran valores en la parte superior que varían desde 86 KPA hasta los 91 KPA.

En cambio en la parte inferior de la trampa de grasa se anotan presiones mayores que varían desde los 91 KPA hasta los 93 KPA.

Se aprecia que dentro de la tubería de salida de agua de la trampa de grasa existe mayor presión, la misma que es de 93.6 KPA, ya a que este punto es el más bajo dentro de la trampa de grasa.



**Figura 32:** Diferencias de presiones y comportamiento del fluido.

**Fuente:** Autor



## **CAPÍTULO IV**

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

- Se diseñó y construyó el filtro separador de grasas de acuerdo a la capacidad especificada tomando en cuenta los criterios de dimensionamiento para las trampas de grasa de las Normas OPS/CEPIS., 2003 y Norma RAS., 2000., Título E.4.3., las cuales funcionaron perfectamente en el diseño del filtro, según indican las relaciones ancho largo y la altura que el contenedor de grasas debe tener, así como los diámetros que necesitan poseer las tuberías de ingreso y salida del fluido.
- Los tres tipos de gravas empleados como purificadores del filtro se colocaron en orden según su funcionalidad: donde la turba al ser un material orgánico presenta alto nivel de retención de agua, a continuación de dispusieron las piedras volcánicas ya que al presentar una superficie porosa logran absorber contaminantes presentes en el líquido y finalmente se ubica el carbón activado, que se caracteriza por su capacidad purificadora y aclaradora del agua.
- Se construye el filtro utilizando como material fundamental el acrílico, debido a que se necesita analizar visualmente el comportamiento del fluido, la separación de grasas y el funcionamiento de la pendiente que permite que las grasas floten a la superficie del filtro. En la parte de filtración se observó una adecuada retención de detergentes en la turba y piedra volcánica.

- Los efectos contaminantes de las aguas residuales representan un aproximado del 30 por ciento en cuanto a daños al ambiente humano y natural se refiere, con la implementación del filtro en lavadoras de autos y otras industrias se pueden disminuir dichos efectos para generar un impacto positivo sobre el medio ambiente lo que incluye limitaciones en peligros para la salud pública y el mejoramiento hasta en un 90 por ciento en la calidad de las aguas residuales obtenidas después de su tratamiento.
- Las pruebas de funcionamiento del filtro se las desarrollaron en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Técnica de Ambato debido a que se requería constatar el comportamiento del fluido durante su funcionamiento. En el caso de que se lo hubiera hecho en una lavadora solo se podía observar el ingreso y salida del agua, más no el proceso de separación de grasas.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

- Para mantener el óptimo funcionamiento del filtro y que este cumpla con sus funciones de separar grasas y eliminar impurezas es necesario retirar periódicamente las grasas acumuladas en su interior, proceso que se lo realiza empleando una bomba de succión. Sin dejar de lado la mínima cantidad de agua que debe mantenerse en el filtro para que este continúe con su funcionamiento
- Para evitar posibles taponamientos e ingreso de desperdicios en la entrada de la trampa de grasa se puede colocar una rejilla que filtre el material y los líquidos que se incorporan al flujo de agua
- Al momento previo de agregar la turba al contenedor dentro del filtro es imprescindible verificar su estado, la misma que debe encontrarse seca y con ningún tipo de contaminación ya sea ambiental u orgánica. La inspección del material se debe realizar de forma visual y física
- Las piedras volcánicas que se empleen en funcionamiento del filtro deben ser granuladas hasta obtener una medida específica y comprobado este proceso utilizando un tamizador, por lo que no es adecuado colocar dentro del contenedor del filtro piedras que no cumplan con esta característica ya que el retardo hidráulico disminuirá y el agua no se filtrará de la manera esperada

- Para que el acrílico se adhiera de forma correcta se lo debe tratar previamente con una lija de grano grueso en los extremos a pegar, de modo que la superficie que se obtenga sea rugosa y se pueda fijar el silicón transparente industrial anti hongos. Para evitar la aparición de burbujas de aire en las uniones de las planchas de acrílico se lo debe regletear de forma pareja hasta cubrir todas las uniones. El espesor de solución depositado debe encontrarse entre 3 y 4 cm
- Para evitar que la estructura del filtro se desprenda o existan fugas por la presión del agua, se construye un armazón exterior de madera que contenga a la trampa de grasa y a los materiales filtrantes. La altura de este armazón debe ser inferior a la salida del afluente de la trampa de grasa, para sujetar los listones de madera se utilizan tornillos autorroscantes de modo que no se astille la madera y se mantengan fijos en su lugar

## BIBLIOGRAFÍA


- [1] M. D. V. Montero, “Análisis De La Zeolita Como Material Filtrante En El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes De La Curtiembre “Promacc” Ubicada En La Ciudad De Ambato Provincia De Tungurahua”. 2017. Repositorio Universidad Técnica de Ambato Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil.
- [2] W. J. J. Tutasig, Análisis Del Ladrillo Triturado Como Filtro En El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes De La Fábrica De Lácteos “El Ranchito “Ubicada En La Ciudad De Salcedo., 2018. Repositorio Universidad Técnica de Ambato Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil.
- [3] S. R. J. Andrés, Análisis De La Cama De Turba Como Filtro En El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes De La Lavadora Y Lubricadora De Autos “Lavauto” Ubicada En La Ciudad De Latacunga Provincia De Cotopaxi, 2017. Repositorio Universidad Técnica de Ambato Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil.
- [4] Q. P. H. Roberto, Análisis De Cenizas Vegetales Como Filtro En El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes De La Lavadora De Autos “Reina Del Cisne” Ubicada En El Cantón Pillaro, 2017. Repositorio Universidad Técnica de Ambato Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil.
- [5] E. F. Ponluisa Patiño, Análisis Del Aserrín Como Material Filtrante En El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes De La Lavadora De Jeans “Lavajeans” En El Cantón Ambato, Provincia De Tungurahua., 2017. Repositorio Universidad Técnica de Ambato Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil.
- [6] T. J. J. Carlo, Análisis Del Piroclasto Volcánico Como Filtro En El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes De La Lavadora Y-Lubricadora De Autos “Ambato” Ubicada En La Ciudad De Ambato Provincia De Tungurahua., 2017. Repositorio Universidad Técnica de Ambato Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil.
- [7] A. I. T. Yanchaliquin, Análisis De Grava Como Filtro En El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes De La Lavadora Y Tinturadora De Jeans Dayantex, Ubicada En El Cantón Pelileo, Provincia Tunguraha., 2018. Repositorio Universidad Técnica de Ambato Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil.

- [8] K. D. A. Rodríguez, Análisis De Carbón Activado Como Filtro En El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes De La Lavadora Y Lubricadora De Autos “Heredia” De La Ciudad De Riobamba, 2017. Repositorio Universidad Técnica de Ambato Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil.
- [9] A. M. S. J. I. U. O. D. G. Miriam Janet Gil, Contaminantes Emergentes En Aguas, Efectos Y Posibles Tratamientos, Diciembre 2012. <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>.
- [10] I. J. Lizarazo, Fibras Y Normas De Colombia S. A. S. Aguas Negras Definición, Tratamiento, Procesos De Cambio, Colombia, 2004.
- [11] Ministerio Del Ambiente, Anexo 1 Del Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente. 2010.
- [12] Senagua, Texto Unificado Legislacion Secundaria, Medio Ambiente, Parte I Norma: Decreto Ejecutivo # 3516, 26 JULIO 2006 <https://www.agua.gob.ec>
- [13] Organización Panamericana De La Salud, Guía Para El Diseño De Tanques Sépticos, Tanques Imhoff Y Lagunas De Estabilización 2005 LIMA. <http://www.bvsde.paho.org>
- [14] D. G. d. A. P. y. S. B. República De Colombia, Normas Ras 2000. Documentación Técnico Normativa Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico, 17 11 200. <http://www.minvivienda.gov>.
- [15] C. P. d. I. S. y. C. d. A. D. d. S. y. Ambiente, Especificaciones Técnicas para el Diseño de Trampa de Grasa, 2003 LIMA. [WWW.OPS/CEPIS/03.81.COM](http://WWW.OPS/CEPIS/03.81.COM).
- [16] L. Automation Creations. MatWeb, MATWEB USA, 2019. <http://www.matweb.com>.
- [17] Instituto Nacional de Estadística y Censos, Número de Empresas Por Cada Provincia, Año 2018. [http:// www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec).

# **ANEXOS**

# RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL AGUA TRATADA

Análisis de la muestra antes de ser procesada




## LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

---

INFORME DE RESULTADOS
Ambato, Octubre 24 / 2018

ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES				
Informe de Laboratorio		AQAR -116-10		
Orden de trabajo	No.	117		
Presentación	envase	vidrio ambar		
Contenido	ml.	1000		
Identificación	No. 1	Agua		
Tipo de muestra		Simple		
Sitio de muestreo		Lavadora de Vehículos		
Solicita		Sr. Alberto Galarza		
Fecha de muestreo		17-10-18		
Fecha de informe		24-10-18		
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO	INCERTIDUMBRE METODO
D.B.O. (5) *	mg / L.	1752	S.M. Apha - 5210 - B	+/- 5 %
D.Q.O. *	"	2416	S.M. Apha - 5220 - B	+/- 10%
Aceltes - Grasas *	"	10 41	EPA 41B 1	---
* Parámetro Lab. Subcontratado Acreditado				
OBSERVACIONES				
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por el solicitante. El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de la muestra, transportación y veracidad en cuanto a la información proporcionada por el cliente. La Normativa está basada en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el Libro VI -Anexo 1 tabla 9 de la Norma de Calidad Ambiental y De Descarga de efluentes del Recurso Agua.				




LAQUIFARVA  
LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
DR. ENRIQUE VAYAS L. M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc.

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
 CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
 Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telefax: (03) 2422366 - 2423054 - 0984 069372  
 E-mail: envayas0@hotmail.es \* Ambato - Ecuador

## Análisis de la muestra después de ser procesada




# LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

---

INFORME DE RESULTADOS
Ambato, Octubre 24 / 2018

ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES				
Informe de Laboratorio		AQAR -116-10		
Orden de trabajo	No.	116		
Presentación	envase	vidrio ambar		
Contenido	ml.	1000		
Identificación	No. 1	Agua		
Tipo de muestra		Simple		
Síto de muestreo		Lavadora de Vehículos		
Solicita		Sr. Alberto Galarza		
Fecha de muestreo		17-10-18		
Fecha de informe		24-10-18		
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO	INCERTIDUMBRE METODO
D.B.O. (5) *	mg / L.	371	S.M. Apha - 5210 - B	+/- 5 %
D.Q.O. *	"	272	S.M. Apha - 5220 - B	+/- 10%
Ácidos - Grasas *	"	42	EPA 418 1	—
* Parámetro Lab. Subcontratado Acreditado				
OBSERVACIONES				
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por el solicitante. El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de la muestra, transportación y veracidad en cuanto a la información proporcionada por el cliente. La Normativa está basada en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el Libro VI -Anexo 1 tabla 9 de la Norma de Calidad Ambiental y De Descarga de efluentes del Recurso Agua.				



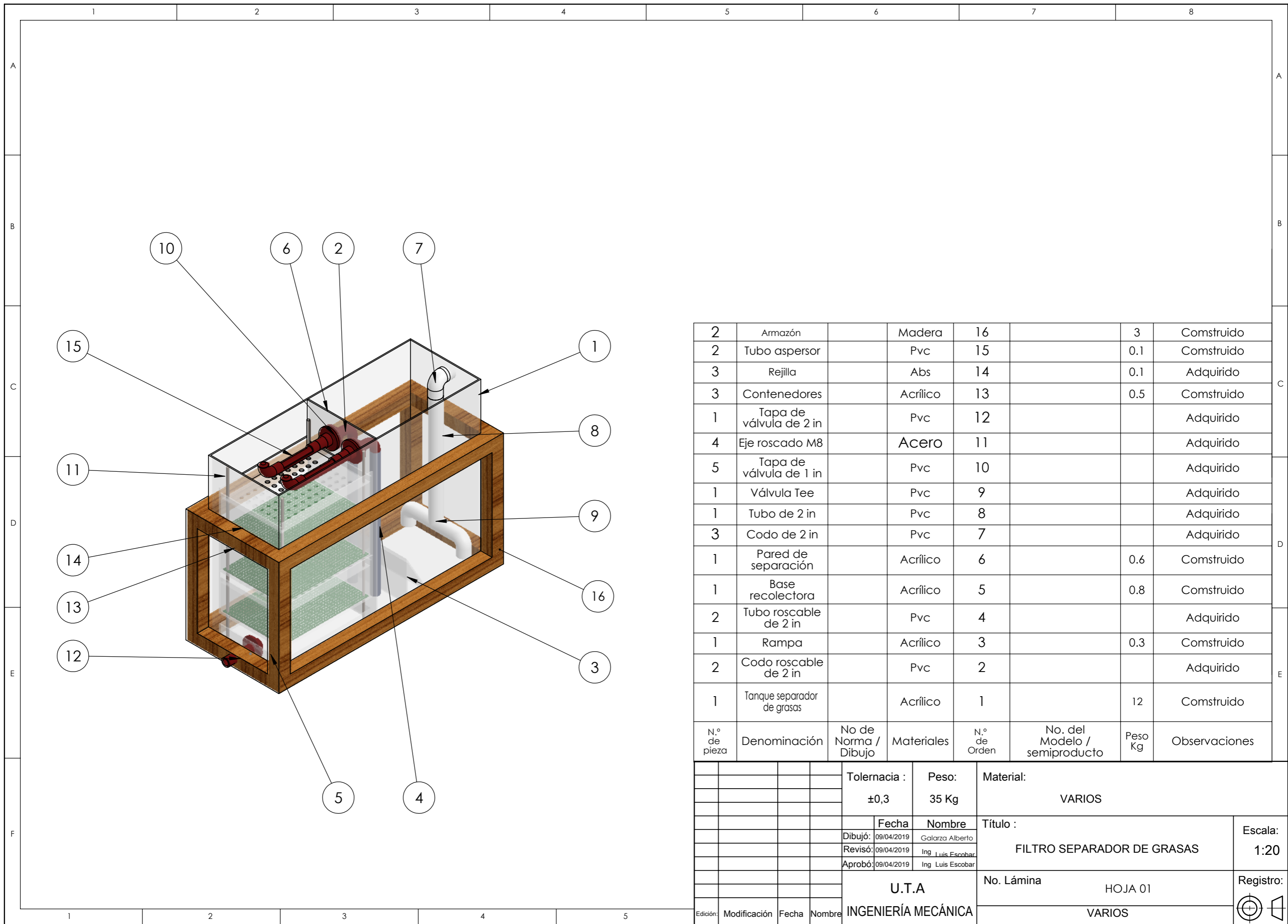
LAQUIFARVA  
LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
DR. ENRIQUE VAYAS L. M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc.

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
 CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
 Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telefax: (03) 2422366 - 2423054 - 0984 069372



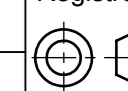


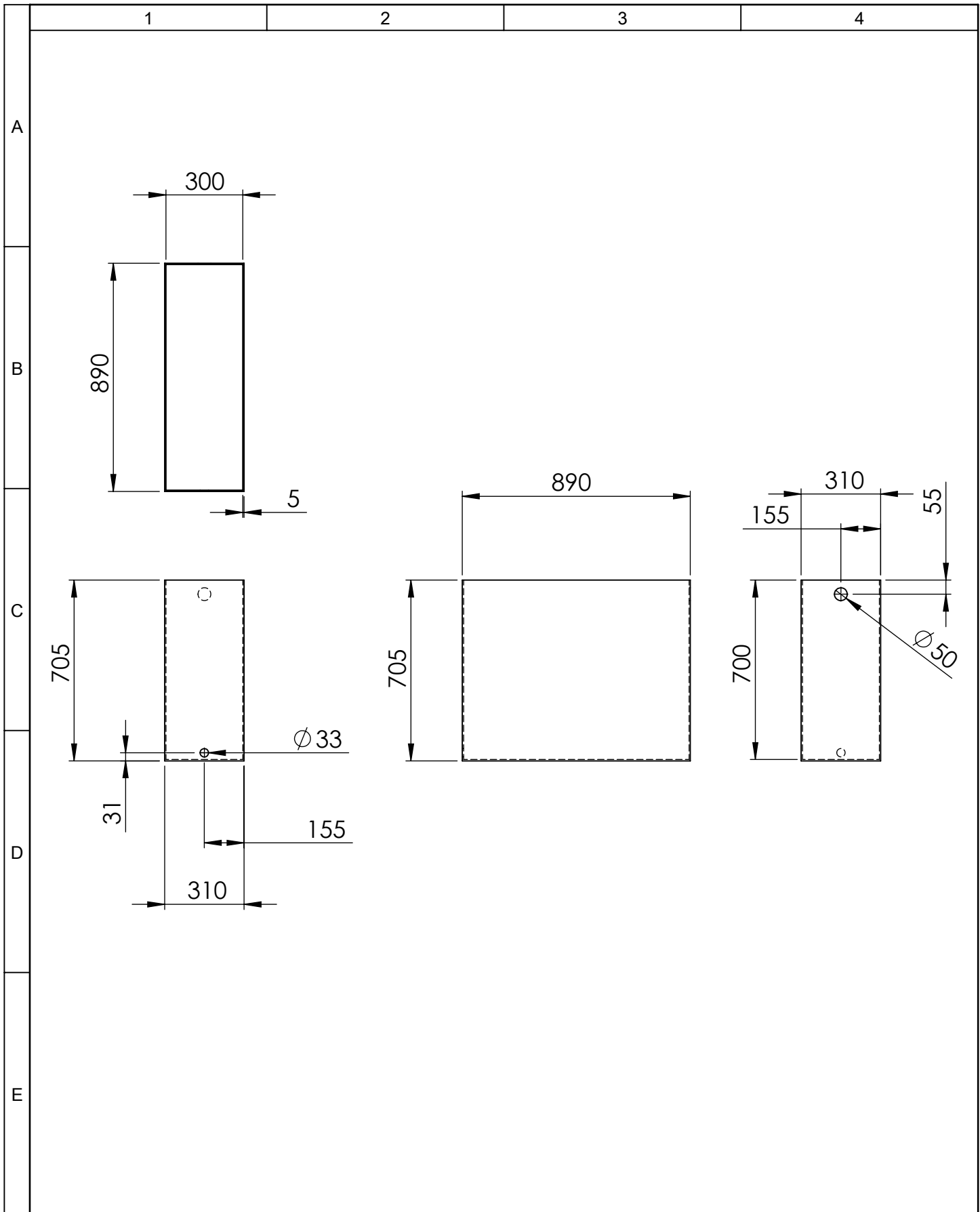


N.º de pieza	Denominación	No de Norma / Dibujo	Materiales	N.º de Orden	No. del Modelo / semiproducto	Peso Kg	Observaciones
2	Armazón		Madera	16		3	Comstruido
2	Tubo aspensor		Pvc	15		0.1	Comstruido
3	Rejilla		Abs	14		0.1	Adquirido
3	Contenedores		Acrílico	13		0.5	Comstruido
1	Tapa de válvula de 2 in		Pvc	12			Adquirido
4	Eje roscado M8		Acero	11			Adquirido
5	Tapa de válvula de 1 in		Pvc	10			Adquirido
1	Válvula Tee		Pvc	9			Adquirido
1	Tubo de 2 in		Pvc	8			Adquirido
3	Codo de 2 in		Pvc	7			Adquirido
1	Pared de separación		Acrílico	6		0.6	Comstruido
1	Base recolectora		Acrílico	5		0.8	Comstruido
2	Tubo roscable de 2 in		Pvc	4			Adquirido
1	Rampa		Acrílico	3		0.3	Comstruido
2	Codo roscable de 2 in		Pvc	2			Adquirido
1	Tanque separador de grasas		Acrílico	1		12	Comstruido

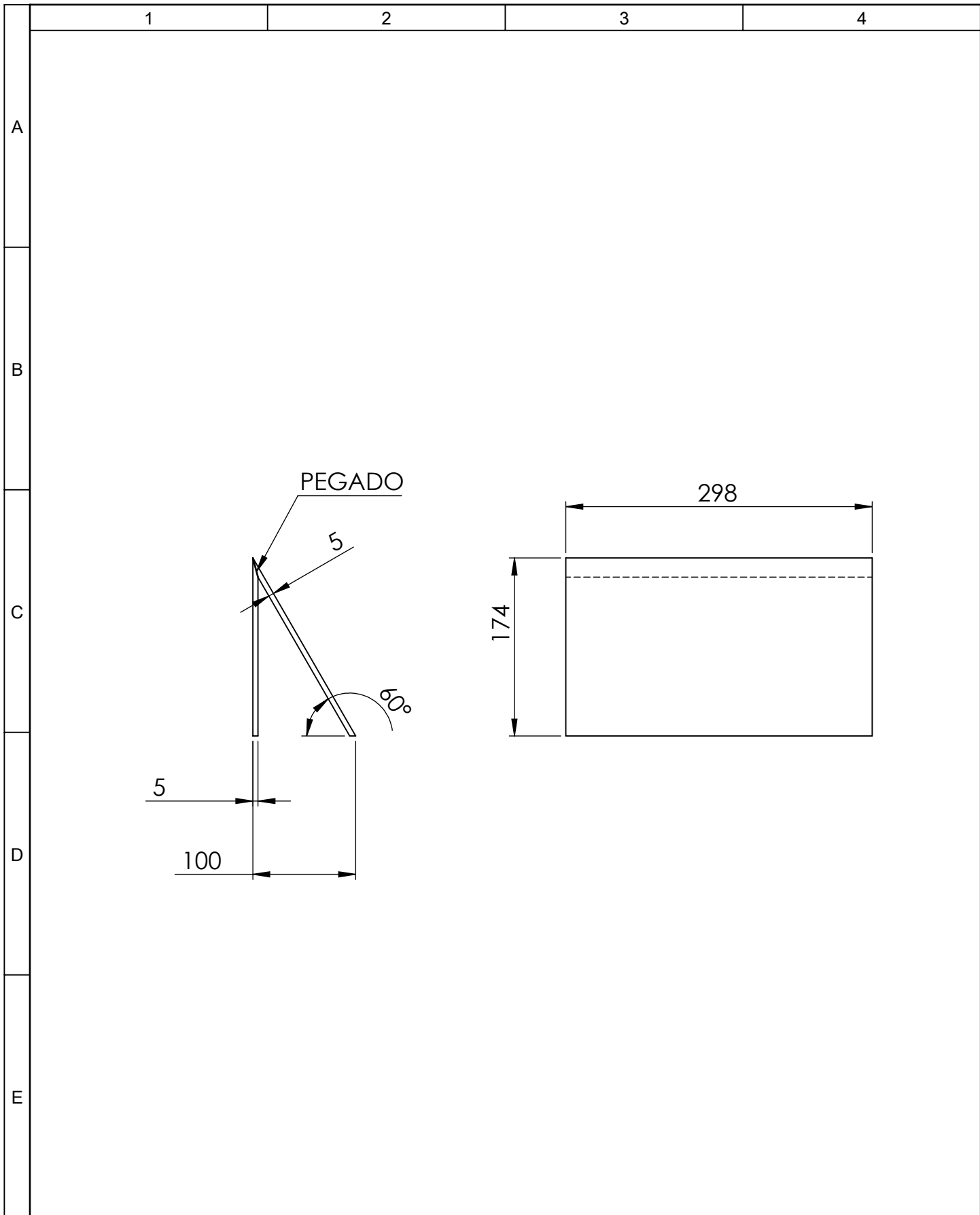
Tolernacia :		Peso:		Material:		Escala:
±0,3		35 Kg		VARIOS		
Fecha		Nombre		Título :		1:20
Dibujó: 09/04/2019		Galarza Alberto		FILTRO SEPARADOR DE GRASAS		
Revisó: 09/04/2019		Ing Luis Escobar				
Aprobó: 09/04/2019		Ing Luis Escobar				Registro:
U.T.A		No. Lámina		HOJA 01		
INGENIERÍA MECÁNICA		VARIOS				

Edición:	Modificación	Fecha	Nombre

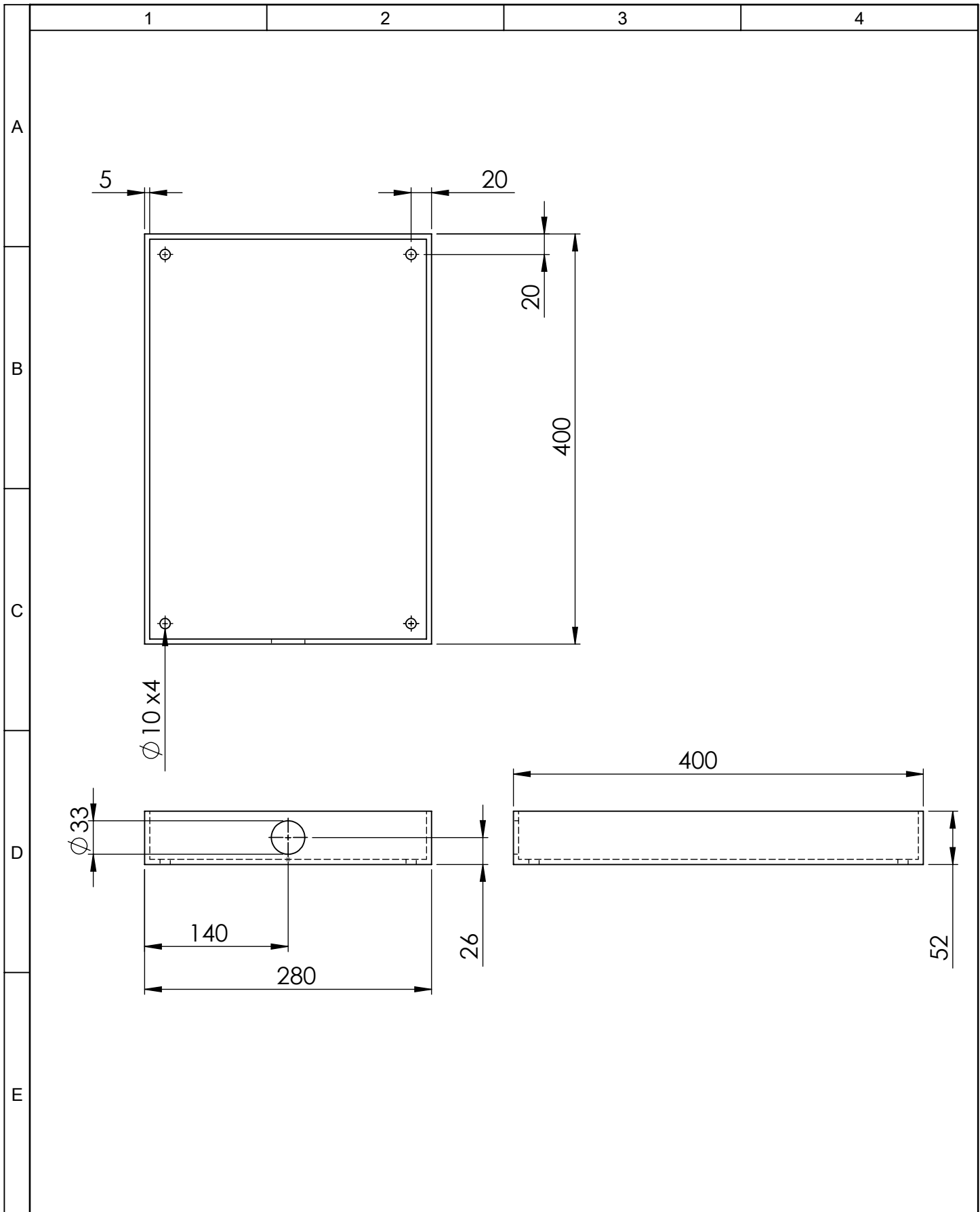




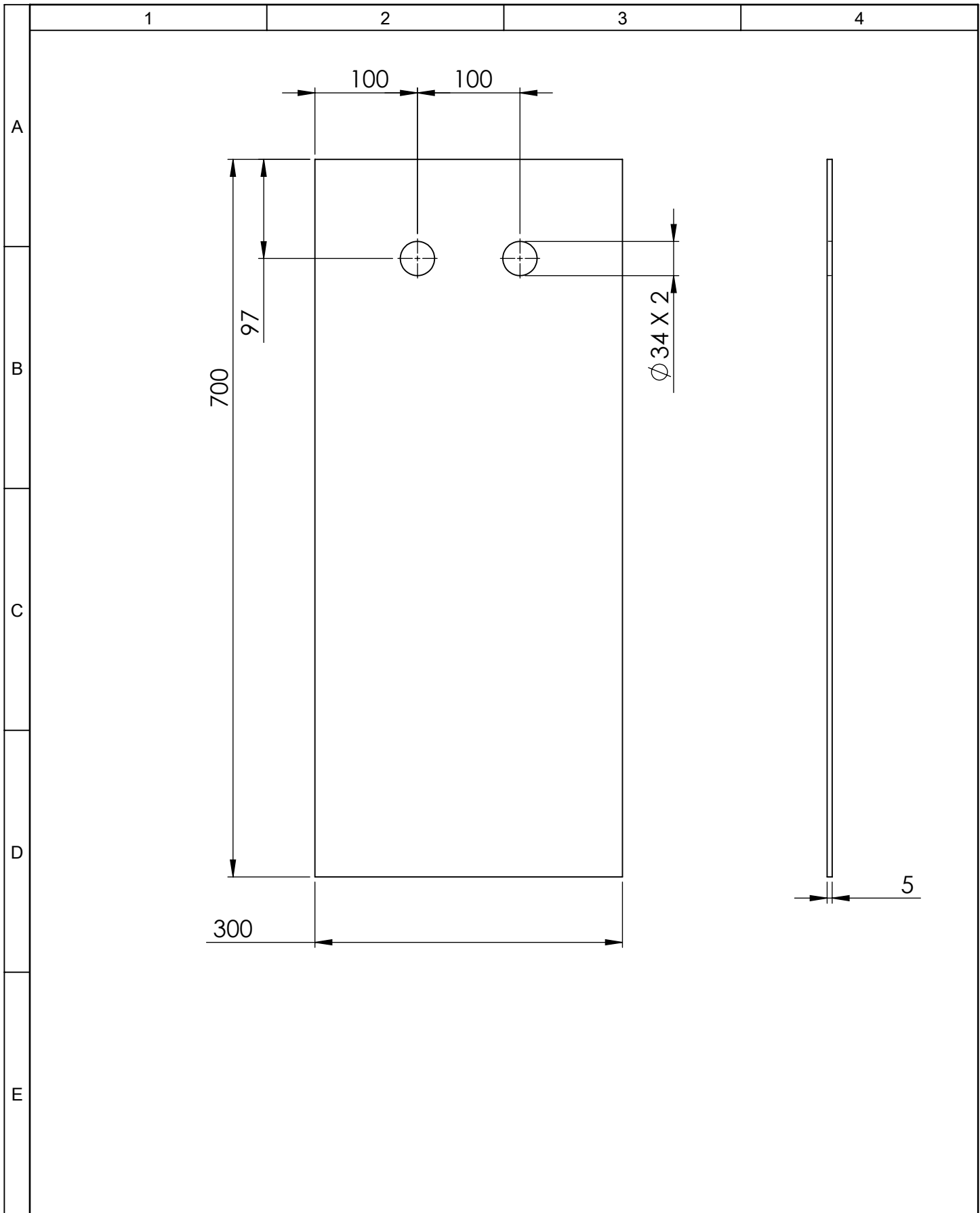
				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				$\pm 0,1$	12 Kg	Acrílico	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 08/04/2019	Galarza Alberto	Tanque	
				Revisó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	Escala:	
				Aprobó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	1:20	
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 02	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	



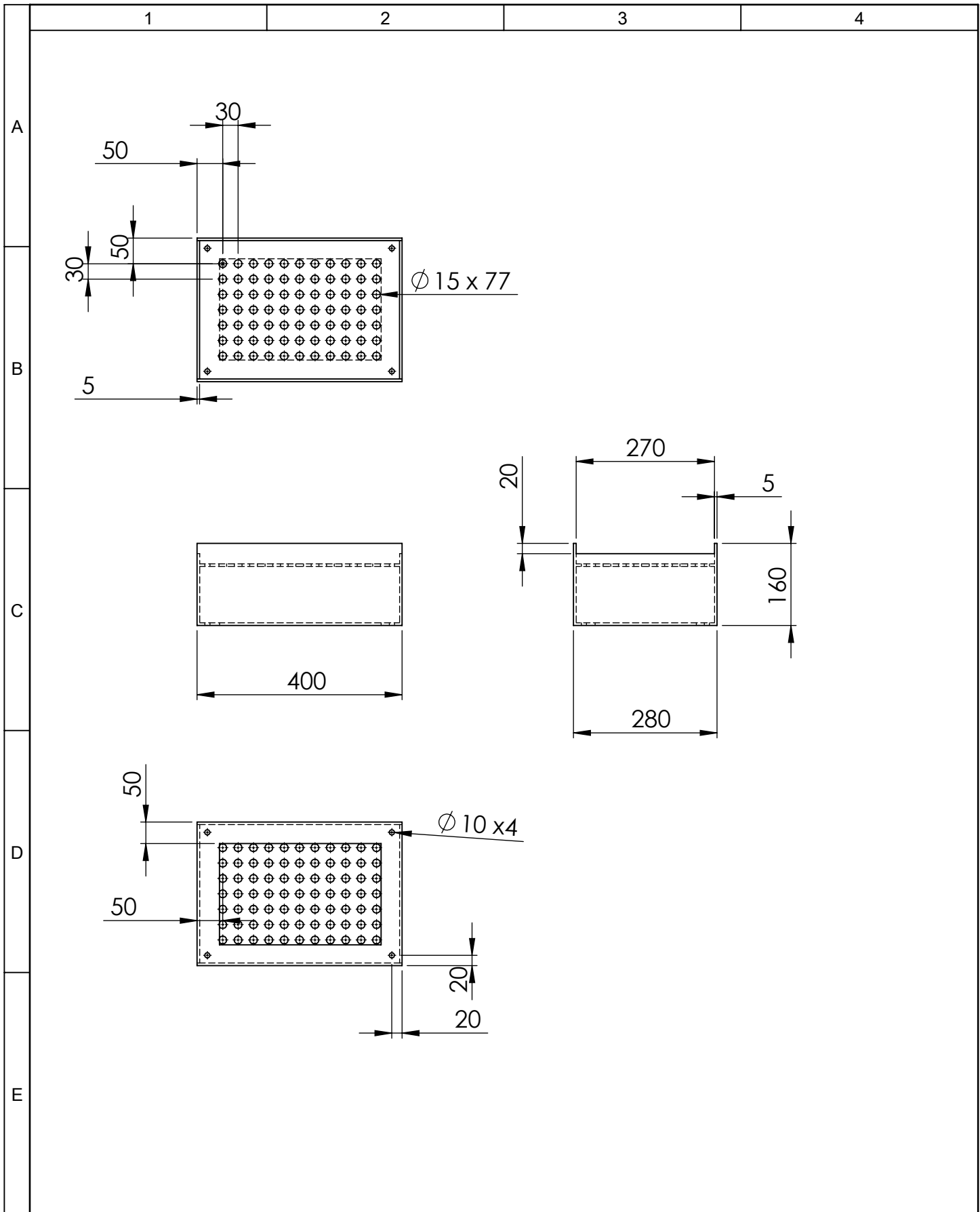
				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±0,1	0.3 Kg	Acrílico		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 08/04/2019	Galarza Alberto			
				Revisó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis			
				Aprobó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	Rampa		1:5
				U.T.A				No. Lámina
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 03		
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )		



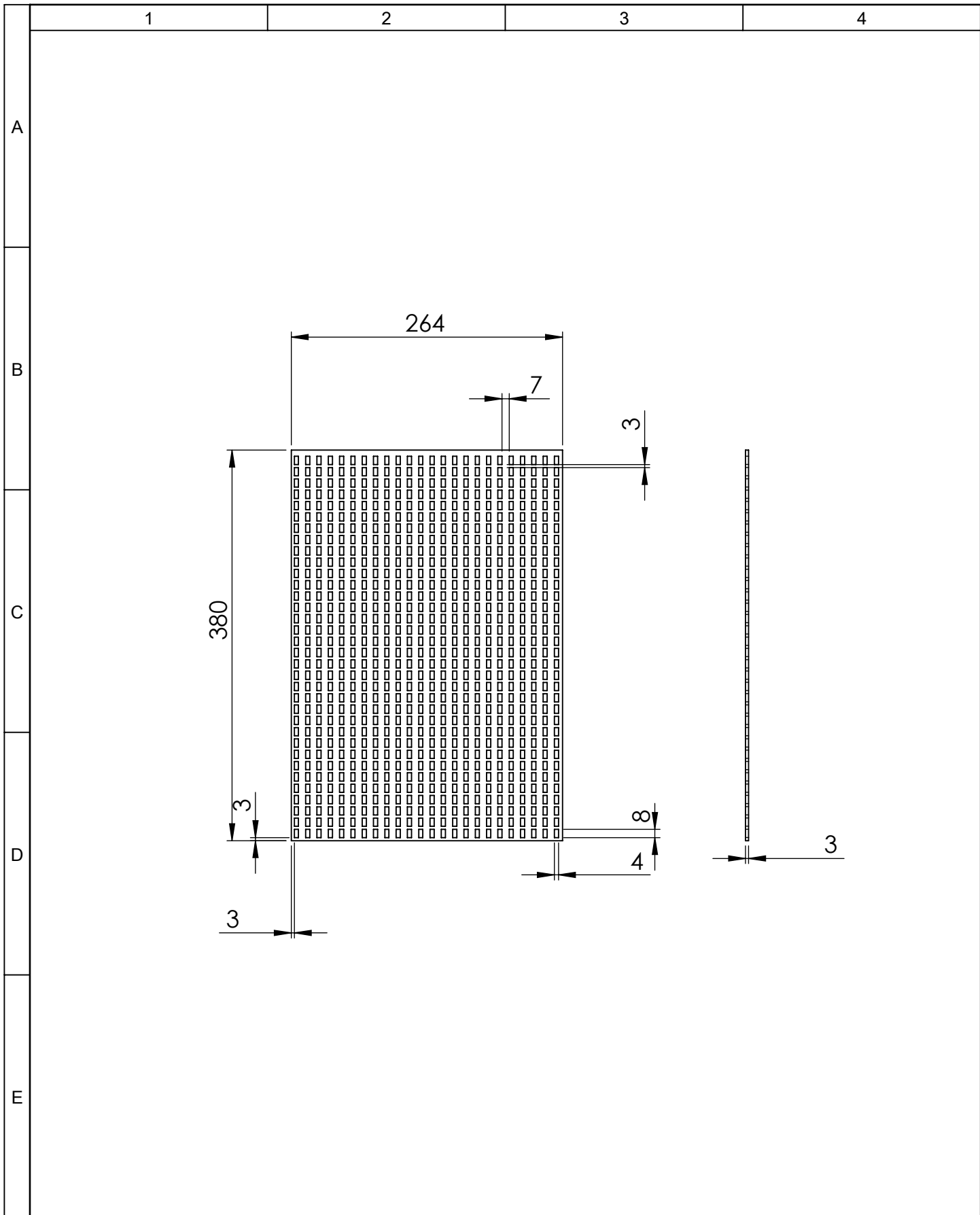
				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,1	0.8 Kg	Acrílico	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 08/04/2019	Galarza Alberto	Base Colector	
				Revisó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	Escala:	
				Aprobó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	1 :5	
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 04	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	



				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,1	0.6 Kg	Acrílico	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 08/04/2019	Galarza Alberto	Pared de Separación	
				Revisó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	Escala:	
				Aprobó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	1 : 5	
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 05	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	

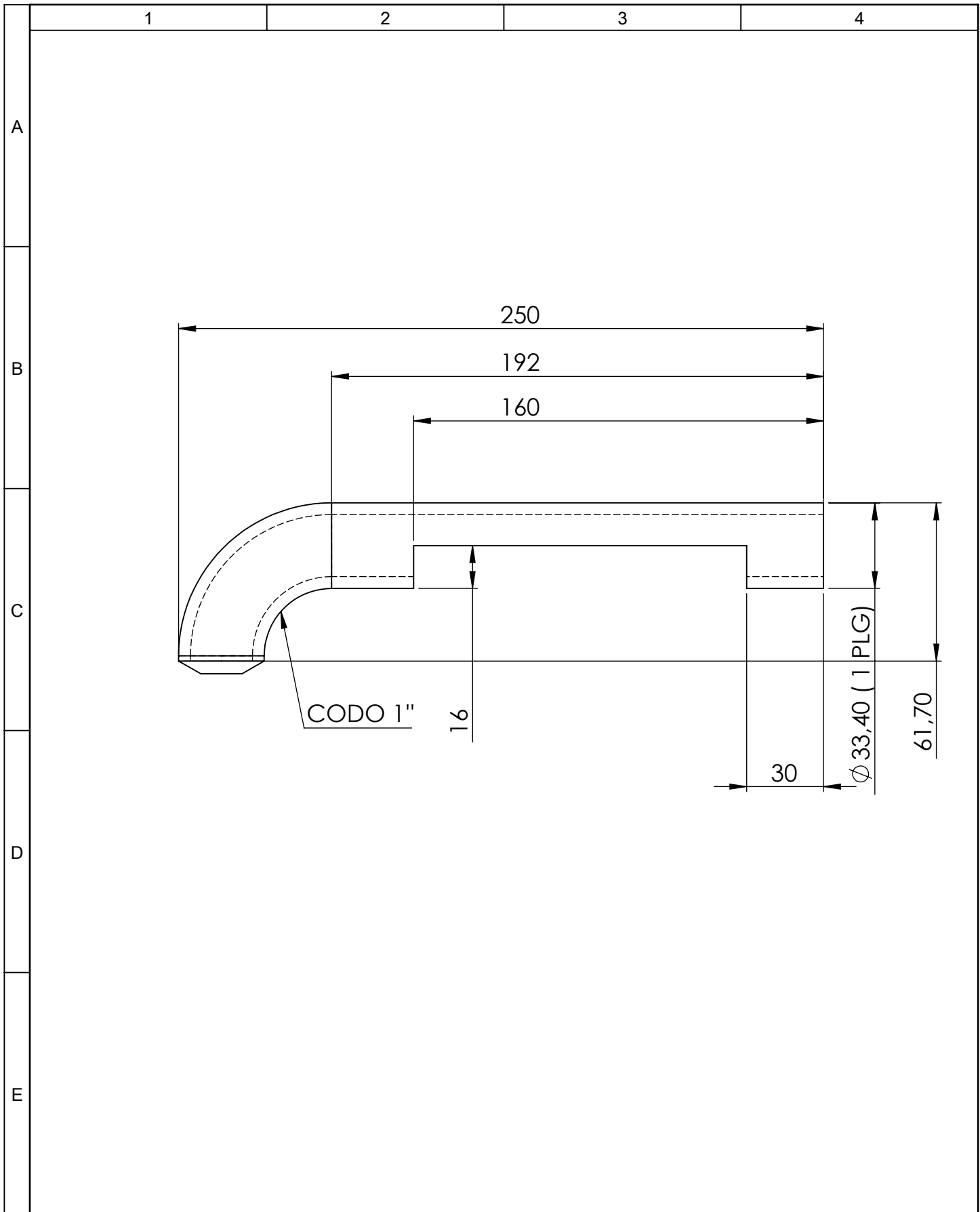


				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				$\pm 0,1$	0.5 Kg	Acrílico	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 08/04/2019	Galarza Alberto	Contenedores	
				Revisó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	Escala:	
				Aprobó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	1 : 10	
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 05	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	

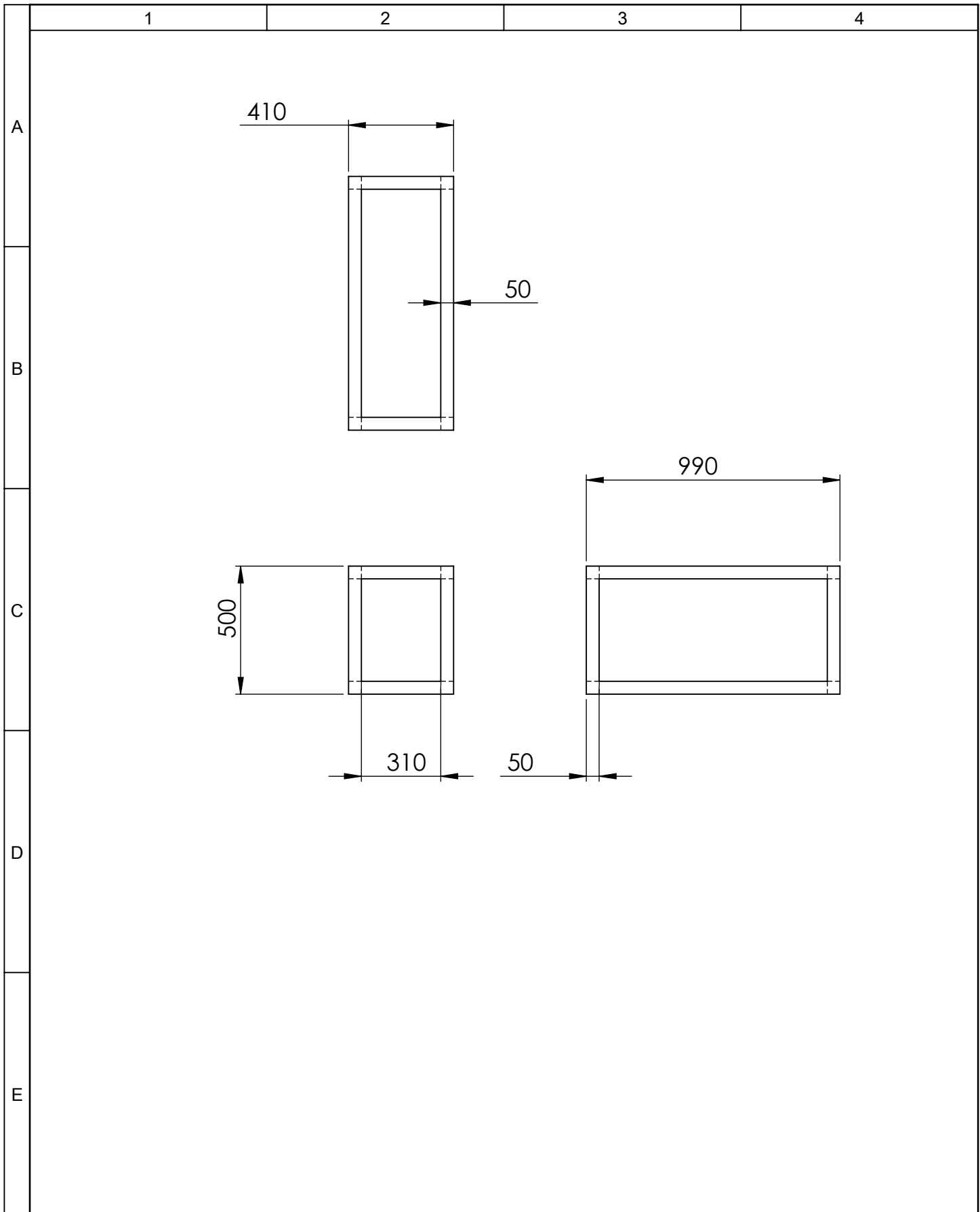


				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,1	0.1 Kg	ABS	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 08/04/2019	Galarza Alberto	Rejilla	
				Revisó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	Escala:	
				Aprobó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	1 : 2	
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 07	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	





				Tolernacia :	Peso:	Material:	
				$\pm 0,1$	0.1 Kg	PVC	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 08/04/2019	Galarza Alberto	Contenedores	
				Revisó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	Escala:	
				Aprobó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis	1 : 2	
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 08	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	



				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,1	3 Kg	Madera	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
				Dibujó: 08/04/2019	Galarza Alberto	Armazón	1 : 20
				Revisó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis		
				Aprobó: 08/04/2019	Ing Escobar Luis		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 08	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	