



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

ANÁLISIS DE LA PIEDRA PÓMEZ UTILIZADA COMO FILTRO EN
EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE
LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS “PÍLLARO” UBICADA
EN EL CANTÓN PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR: Moya Toscano Daniel Eduardo

TUTOR: Ing. Mg. Lenin Maldonado

AMBATO – ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Lenin Maldonado certifico que la presente tesis de grado “**ANÁLISIS DE LA PIEDRA PÓMEZ UTILIZADA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS “PÍLLARO” UBICADA EN EL CANTÓN PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA**”, realizado por el Sr. Daniel Eduardo Moya Toscano, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Agosto de 2007

Ing. Mg. Lenin Maldonado

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Daniel Eduardo Moya Toscano, con C.I. 180478358-5, Egresado de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo experimental con el tema: **“ANÁLISIS DE LA PIEDRA PÓMEZ UTILIZADA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS “PÍLLARO” UBICADA EN EL CANTÓN PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, es de mi autoría.

Ambato, Agosto de 2017

Daniel Eduardo Moya Toscano

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Trabajo de Titulación 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, Agosto de 2017

AUTOR

Daniel Eduardo Moya Toscano

CI: 180478358-5

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“ANÁLISIS DE LA PIEDRA PÓMEZ UTILIZADA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS “PÍLLARO” UBICADA EN EL CANTÓN PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, realizado por Daniel Eduardo Moya Toscano, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Ing. Mg. Rodrigo Acosta
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Geovanny Paredes
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar este presente trabajo a Dios, por estar siempre conmigo brindándome sabiduría, fortaleza y amor para cumplir todas las anheladas metas.

A mis padres Daniel y Carmen por darme siempre su apoyo incondicional en todo momento y adversidad por apoyarme económicamente haciendo un esfuerzo para mis estudios.

A mi familia que siempre ha estado junto a mí y me ha apoyado emocionalmente, dándome consejos para tomar decisiones de la mejor manera, gracias por el esfuerzo que han hecho para poder seguir adelante en mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios y a la vida que me han permitido alcanzar un sueño que es culminar la Universidad.

A mis padres por ser un pilar fundamental en mi vida ya que en todo momento no me han dejado solo, y siempre me han apoyado para salir adelante en cualquier circunstancia.

A mi familia que siempre me ha apoyado y que ha estado pendiente de mi caminar por la vida, los cuales me han sabido aconsejar de la mejor manera y darme ánimos para triunfar en las etapas de la vida.

A mis compañeros de la facultad por ayudarme y compartir sus conocimientos sobre algún tema no entendido explicándolo adecuadamente sin egoísmo, empleando su tiempo para aquello.

A todos los ingenieros del área de Hidráulica, por ayudarme en el desarrollo de este trabajo experimental despejándome cualquier duda e inquietud sobre temas relacionados al desarrollo del trabajo de la mejor manera posible impartiendo sus conocimientos.

Al Ingeniero Lenin Maldonado, por ser una guía en la realización del trabajo experimental, por su apoyo y conocimientos impartidos.

ÍNDICE

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
EXECUTIVE SUMMARY.....	xvii
1. ANTECEDENTES	1
1.1. TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	1
1.2. ANTECEDENTES	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS	4
2. FUNDAMENTACIÓN.....	5
2.1.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1.1. Aguas Residuales.....	5
2.1.1.1 Tipos de Aguas Residuales.....	5
2.1.1.2. Tratamientos.....	6
2.1.2 Filtro.....	7
2.1.2.1 Filtración.....	7
2.1.2.1.1. Los sistemas de filtración se pueden clasificar por:	8
2.1.2.1.1.1 Gravedad o presión:	8
2.1.2.1.1.2. Velocidad de filtración:	8
2.1.2.1.1.2.1. Filtración Lenta o de Gravedad.....	8
2.1.2.1.1.2.2. Filtración Rápida.....	8
2.1.2.1.1.3. Filtración de torta o en profundidad:	9
2.1.3 Industria Láctea.....	9

2.1.3.1 Producción de leche de consumo.	9
2.1.3.2 Producción del queso de consumo.	10
2.1.3.3 Consumos de agua en productos lácteos.	11
2.1.4. Parámetros y vertidos de composición general.	12
2.1.5 Piedra Pómez.....	15
2.1.5.1 Características de la Piedra Pómez.	15
2.1.5.2 Propiedades de la Piedra Pómez.	16
2.2 HIPÓTESIS.....	17
2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLE DE HIPÓTESIS	17
2.3.1. Variable dependiente.....	17
2.3.2. Variable independiente.....	17
3. METODOLOGÍA	18
3.1. Nivel o Tipo de Investigación.	18
3.1.2. Investigación Explorativa.....	18
3.1.3. Investigación Experimental.	19
3.1.4. Investigación de Laboratorio.	19
3.1.5. Investigación Aplicada.....	19
3.2. Población y Muestra	20
Población	20
Muestra	20
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	21
3.3.1. Variable Independiente.....	21
3.3.2. Variable Dependiente.	22
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	23
Preguntas Básicas	23
Explicación	23
3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.	24
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	25
4.1. Recolección de Datos.	25
4.1.1. Ubicación del lugar de estudio.	25
4.1.2. Determinación del Caudal.	26

4.1.2.1. Lecturas del Medidor durante 8 días. (Caudal Medio Diario).	26
4.1.2.2. Cálculo de Caudal Máximo que consume los Aparatos Sanitarios de la Industria de Productos Lácteos "Píllaro".	27
4.1.3. Diseño del Filtro.	29
4.1.3.1. Modelo Gráfico del Filtro.	30
4.1.4. Material para la elaboración del filtro.	31
4.1.4.1. Granulometría del Material.	31
4.1.4.2. Densidad del Material.	33
4.1.4.3. Cálculo de Porcentajes para la Reducción de Vacíos.	33
4.2. Límites de Concentración para la Descarga al Alcantarillado Público.	36
4.2.1. Parámetros establecidos por el TULSMA.	36
4.2.2. Análisis de los Resultados.	37
4.2.2.1. Recolección de las Muestras.	37
4.2.3. Resultados de los Análisis del Parámetro Demanda Química de Oxígeno.	48
4.2.3.1. Gráficos de Resultados de todos los Análisis.	49
4.2.4. Resultados de los Análisis del Parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno.	50
4.2.4.1. Gráficos de Resultados de todos los Análisis.	51
4.2.5. Resultados de los Análisis del Parámetro Aceites y Grasas.	52
4.2.5.1. Gráficos de Resultados de todos los Análisis.	53
4.2.7. Eficiencia del filtro.	54
4.2.7.1. Eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno.	54
4.2.7.1.1. Eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno.	55
4.2.7.2. Eficiencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.	57
4.2.7.2.1. Eficiencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.	58
4.2.7.3. Eficiencia de Aceites y Grasas.	60
4.2.7.3.1. Eficiencia de Aceites y Grasas.	61
4.3. Verificación de Hipótesis.	63
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	64
5.1. Conclusiones.	64
5.2. Recomendaciones.	65
6. MATERIALES DE REFERENCIA.	67
1. Bibliografía.	67
2. Anexos.	71

2.1. Imágenes del Material Filtrante.	71
2.2. Granulometría del Material.	72
2.2.Densidad del Material.....	73
2.3.Elaboración de la estructura del Filtro.....	74
2.5. Toma de Muestras para su Respectivo Análisis en el laboratorio.....	75
2.6. Realización del Análisis del Parámetro de Aceites y Grasas en el Laboratorio de Química.....	76
2.7. Gráfico de la estructura del filtro.	77
2.7.1. Recipiente Plástico (57x42x34 cm).	77
2.7.2. Proceso de Circulación del Agua.....	84
2.8. Anexos de los informes emitidos por el laboratorio de las análisis físicos-químicos de agua residual.	85
2.8.1. Agua antes del filtrado.	85
2.8.2. Agua Filtrada (10 Días).	86
2.8.3. Agua Filtrada (43 Días).	87
2.8.4. Agua Filtrada (50 Días).	88
2.8.5. Agua Filtrada (57 Días).	89
2.8.6. Agua Filtrada (64 Días).	90
2.8.7. Agua Filtrada (71 Días).	91
2.8.8. Agua Filtrada (78 Días).	92
2.8.9. Agua Filtrada (85 Días).	93
2.8.10. Agua Filtrada (92 Días).	94
2.8.11. Análisis Aceites y Grasas Laboratorio de Química.	95
Anexo 3.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de monitoreo de las descargas industriales.	12
Tabla 2. Límites de Descarga al Alcantarillado Público	14
Tabla 3. Características	15
Tabla 4. Propiedades.	16
Tabla 5. Operacionalización de la variable Independiente.....	21
Tabla 6. Operacionalización de la variable dependiente.....	22
Tabla 7. Recolección de Información.	23
Tabla 8. Determinación del Caudal Medio Diario.....	26
Tabla 9. Caudales Máximos de Aparatos Sanitarios.	27
Tabla 10. Tamaño de la Muestra para el Ensayo del Árido Grueso.	31
Tabla 11. Granulometría del Agregado Grueso.....	32
Tabla 12. Determinación de la Densidad Real del Agregado.	33
Tabla 13. Cálculo de Pesos de Cada Tamiz.	35
Tabla 14. Porcentajes de Material.....	35
Tabla 15. Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.	36
Tabla 16. Ficha:De Análisis del Agua Residual.	37
Tabla 17. Resultado del Agua del Afluente (Cruda).....	38
Tabla 18. Resultado del Agua Filtrada 10 Días.	39
Tabla 19. Resultado del Agua Filtrada 43 Días.	40
Tabla 20. Resultado del Agua Filtrada 50 Días.	41
Tabla 21. Resultado del Agua Filtrada 57 Días.	42
Tabla 22. Resultado del Agua Filtrada 64 Días.	43
Tabla 23. Resultado del Agua Filtrada 71 Días.	44
Tabla 24. Resultado del Agua Filtrada 78 Días.	45
Tabla 25. Resultado del Agua Filtrada 85 Días.	46
Tabla 26. Resultado del Agua Filtrada 92 Días.	47
Tabla 27. Resultados de la Demanda Química de Oxígeno.	48
Tabla 28. Resultados Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	50
Tabla 29. Resultados de Aceites y Grasas.....	52
Tabla 30. Eficiencia DQO.	55
Tabla 31. Eficiencia de DBO ₅	58
Tabla 32. Eficiencia de Aceites y Grasas.	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Proceso de elaboración de leche tratada térmicamente, Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL),2002.....	10
Gráfico 2. Utilización de materiales para elaboración de queso, Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL),2002.....	11
Gráfico 3. Interpretación de Resultados.....	38
Gráfico 4. Interpretación de Resultados.....	39
Gráfico 5. Interpretación de Resultados.....	40
Gráfico 6. Interpretación de Resultados.....	41
Gráfico 7. Interpretación de Resultados.....	42
Gráfico 8. Interpretación de Resultados.....	43
Gráfico 9. Interpretación de Resultados.....	44
Gráfico 10. Interpretación de Resultados.....	45
Gráfico 11. Interpretación de Resultados.....	46
Gráfico 12. Interpretación de Resultados.....	47
Gráfico 13. Comportamiento de la Demanda Química de Oxígeno en el transcurso del Tiempo.....	49
Gráfico 14. Comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el Transcurso del Tiempo.....	51
Gráfico 15. Comportamiento de Aceites y Grasas en el Transcurso del Tiempo.....	53
Gráfico 16. Eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno.	54
Gráfico 17. Eficiencia de DQO.	56
Gráfico 18. Eficiencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	57
Gráfico 19. Eficiencia de DBO ₅	59
Gráfico 20. Eficiencia de Aceites y Grasas.	60
Gráfico 21. Eficiencia de Aceites y Grasas.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del proceso de tratamiento, Interapas, 2015.....	6
Figura 2. Filtración con Medios Granulares, E. Rocha Castro, 2010.	7
Figura 3. Localización del lugar de la Industria de Productos Lácteos, 2017.....	25
Figura 4. Ensayo de Granulometría de la Piedra Pómez, 2017.....	33
Figura 5. Vista Superior de La bandeja de Plástico.....	77
Figura 6. Vista Frontal de la bandeja de plástico.	77
Figura 7. Vista Lateral de la Bandeja de plástico con las medidas.	77
Figura 8. Tanque de Reservorio de 55 Galones.	77
Figura 9. Recipiente de Plástico.	77
Figura 10. Tanque de 55 galones.....	81

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Industria de Productos Lácteos "Píllaro", 2017	26
Imagen 2. Lavado del Material.	71
Imagen 3. Secado del Material.	71
Imagen 4. Vaciado del Material en el Recipiente.	71
Imagen 5. Enraizado del Material.	71
Imagen 6. Orden de Tamices.	72
Imagen 7. Tamizado.	72
Imagen 8. Puesta de Material en el Tamiz.	72
Imagen 9. Material Tamizado.	72
Imagen 10. Secado del Material.	73
Imagen 11. Peso Canastilla vacía.	73
Imagen 12. Peso Canastilla con Material.	73
Imagen 13. Peso Canastilla en el agua con Material.	73
Imagen 14. Acople Hermético con llave.	74
Imagen 15. Prueba de filtración con 35 litro de agua.	74
Imagen 16. Filtro en la estructura.	74
Imagen 17. Filtro en Funcionamiento con el material.	74
Imagen 18. Toma de la Muestra Cruda.	75
Imagen 19. Agua del Afluente (Agua Cruda)	75
Imagen 20. Muestras para realizar el análisis.	75
Imagen 21. Toma de muestras.	75
Imagen 22. Colocación de 150 ml de Agua Filtrada.	76
Imagen 23. Colocación de 1 ml de Ácido Sulfúrico.	76
Imagen 24. Destilación de Hexano.	76
Imagen 25. Peso de Aceites y Grasas.	76

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “Análisis de la Piedra Pómez utilizada como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Industria de Productos Lácteos “Píllaro” ubicada en el cantón Píllaro provincia de Tungurahua.”

AUTOR: Moya Toscano Daniel Eduardo

TUTOR: Ing. Mg Lenin Maldonado.

Para el desarrollo de este trabajo de experimentación se localizó una Industria de Productos Lácteos con la finalidad de proveernos del agua residual proveniente del proceso de producción de los derivados de la leche, posteriormente se elabora una estructura metálica de perfiles la cual sirve como soporte de un filtro de aguas residuales, el contenedor del filtro es de plástico. A continuación, se obtuvo el material que en este caso es Piedra Pómez a la cual se le realizó el ensayo de granulometría y densidad en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, el volumen de material utilizado para la elaboración del filtro es de 35 litros de material granular, con un caudal de 0,105 lt/min.

El proceso de filtración se lo realizará por un tiempo de 90 días en el cual el filtro deberá estar funcionando constantemente del cual se obtendrá muestras del agua filtrada como también del agua sin filtrar para su respectivo análisis de 3 parámetros importantes como los son: Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días, Aceites y Grasas.

Los análisis físico-químicos del agua se lo realizó con las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98; en los laboratorios de control de calidad: Lacquanálisis y en la Universidad Nacional de Chimborazo.

Una vez finalizado el tiempo de funcionamiento del filtro se procedió a verificar el funcionamiento del material como medio filtrante, mediante los resultados obtenidos de los análisis del agua residual, como también en que porcentajes disminuye o aumenta el valor de los parámetros para demostrar la eficiencia del filtro teniendo en cuenta el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

EXECUTIVE SUMMARY

TOPIC: It is about the analysis of the pumice stone as a filter in the treatment of wastewater from Dairy Industry "Píllaro". It is located in Píllaro City -Tungurahua Province.

AUTHOR: Daniel Eduardo Moya Toscano.

TUTOR: Ing. Mg. Lenin Maldonado

To develop this experimental work, I located a dairy industry with the purpose of providing us with residual water coming from the production process of the milk derivatives. After that, a metallic structure of profiles is elaborated which serves as a support of a filter of sewage. The filter container is plastic. Next, we obtained the material that in this case is pumice stone. The test was carried out in a granulometry and density ways. It was done in the laboratory of the Faculty of Civil and Mechanical Engineering. The volume of material used for the elaboration of the filter is of 35 liters of granular material, with a flow rate of 0.105 liters per minute.

The filtration process will be performed during 90 days. The filter must be constantly running from which it will get samples of filtered water as well as unfiltered water. It has been analyzed 3 important parameters such as, Chemical Demand of Oxygen, Biochemical Demand of Oxygen after's days, oils and fats.

The physical-chemical analyzes of the water were carried out with the specifications of the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 2 169: 98; In the laboratories of quality control: Lacquanálisis and in the National University of Chimborazo.

At the end of the filter operating time, the material was tested as a filter medium, using the results obtained from the residual water analysis, as well as the percentages that decrease or increase the value of the parameters to demonstrate the efficiency of the filter. Filter taking into account the Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment (TULSMA).

CAPÍTULO I.

ANTECEDENTES

1.1 . TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

ANÁLISIS DE LA PIEDRA PÓMEZ UTILIZADA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS “PÍLLARO” UBICADA EN EL CANTÓN PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

1.2 . ANTECEDENTES

Una de las principales prioridades a nivel mundial es la protección ambiental para la prevención y control de la contaminación del recurso “agua”, por lo cual existe la necesidad de tratar las aguas residuales provenientes de las industrias lácteas. [1]

La industria láctea genera cantidades significativas de residuos líquidos, las cuales están compuestas de sustancias orgánicas resultantes del proceso que sufren las materias primas y de varios productos químicos que son utilizados para los tratamientos de limpieza y sanitarios, dando origen a aguas residuales. [1]

En el artículo [2], describe que la cantidad de agua residual que genera un producto lácteo, es de 2 a 3 litro de agua residual/kg de producto derivado de la leche. Mediante análisis se determina la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno entre 2000 y 3000 mg/l, mientras que la Demanda Química de Oxígeno de 2000 a 4000 mg/l.

En la investigación [3], se realizó la aplicación de electrocoagulación dando como resultado la disminución de DQO del 94% y de grasas y aceites del 99%, en un tiempo de tratamiento de 15 minutos.

La Industria de Productos Lácteos “Píllaro”, ofrece una gran variedad de productos derivados de la leche, por lo cual es necesario adoptar medidas de tratamiento de aguas residuales generadas por la empresa. [4]

La preocupación ambiental y salubre por los daños observados del manejo inadecuado de los residuos domésticos e industriales, se ha visto reflejada desde que las ciudades comenzaron a industrializarse y con ello a crecer el grado de residuos producidos, así como su peligrosidad, para el medio ambiente y para la salud de las personas. [5]

La piedra pómez tiene su origen volcánico, le da características propias una aglomeración de poros y células cerradas originan una porosidad, esta porosidad le permite absorber y retener el agua, además de hacerla ligera y otorgarle condiciones particulares, especialmente para el filtrado de aguas residuales industriales. También sirve para remover olores indeseados o para absorber productos químicos provenientes de aguas residuales.[6]

Por lo cual la piedra pómez se convertirá en objeto de estudio para el análisis de un filtro que permita segregar los ácidos grasos que contienen los productos lácteos y en qué porcentaje los desechos de los derivados lácteos pueden ser disminuidos por la biohidrogenación microbiana de la materia prima que es la leche. [7]

1.3 . JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo experimental busca realizar un análisis de la piedra pómez utilizada como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Industria de Productos Lácteos “Píllaro”, ubicada en el cantón Píllaro provincia de Tungurahua para mejorar la infraestructura y funcionamiento de filtros en la industria láctea.

En la Provincia de Tungurahua, cantón Píllaro es necesario el tratamiento de las aguas residuales provenientes de Industria de Productos Lácteos “Píllaro”, para poder garantizar que el afluente tratado que se vierte en el alcantarillado público como también para ayudar al medio ambiente y a conservar el agua que es un recurso no renovable el cual se encuentra desperdiciado en la zona láctea es por eso que se pretende realizar un filtro que permita optimizar el recurso del agua.

Una solución para reducir la contaminación de los cuerpos de agua puede ser mediante tecnologías alternativas de tratamiento de aguas, para el estudio se realizará con material de piedra pómez para el análisis de un filtro que permita segregar los ácidos grasos que contienen los productos lácteos, el cual pueda aprobar que, se logre optimizar la calidad de agua mediante biofiltros, porque se considera que el diseño de tratamientos para agua residual es una alternativa para la depuración de la misma.

1.4. OBJETIVOS

Objetivo general

- Analizar la Piedra Pómez como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Industria de Productos Lácteos “Píllaro”, ubicada en el cantón Píllaro provincia de Tungurahua.

Objetivos específicos:

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la Industria de Productos Lácteos “Píllaro”.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la Industria de Productos Lácteos “Píllaro”.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO₅, DQO), Grasas y Aceites de las aguas residuales provenientes de la Industria de Productos Lácteos “Píllaro”, en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si la Piedra Pómez puede utilizarse para el tratamiento de aguas residuales de la Industria de Productos Lácteos “Píllaro”.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Aguas Residuales.

Las aguas residuales son el resultado del uso doméstico o industrial del agua, son conocidas también como aguas negras. “El agua usada constituye un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente adquieren” En materia ambiental se puede hablar de residuos líquidos con altos niveles de cargas orgánicas y patógenas, que se da en el sector agroalimentario porque no muchas industrias poseen plantas para tratamiento de aguas, el 30% del agua residual es por el proceso lácteo. [8]

2.1.1.1 Tipos de Aguas Residuales.

Los tipos de aguas residuales pueden ser:

Domésticas se originan por medio del proceso metabólico del ser humano así también como el de sus actividades tales como: Aseo personal, cocción de alimentos y la limpieza de sus viviendas. Su composición es de gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, también detergentes y grasas. [9]

Industriales es el agua que procede del procesamiento realizado por fábricas y establecimientos industriales estas aguas contienen aceites, grasas, detergentes antibióticos, ácidos y productos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición depende directamente de cada actividad industrial. [10]

Se hace énfasis en las aguas residuales industriales las mismas que proceden de cualquier actividad industrial las cuales se crean por el proceso de producción, transformación o manipulación que utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje.

2.1.1.2. Tratamientos.

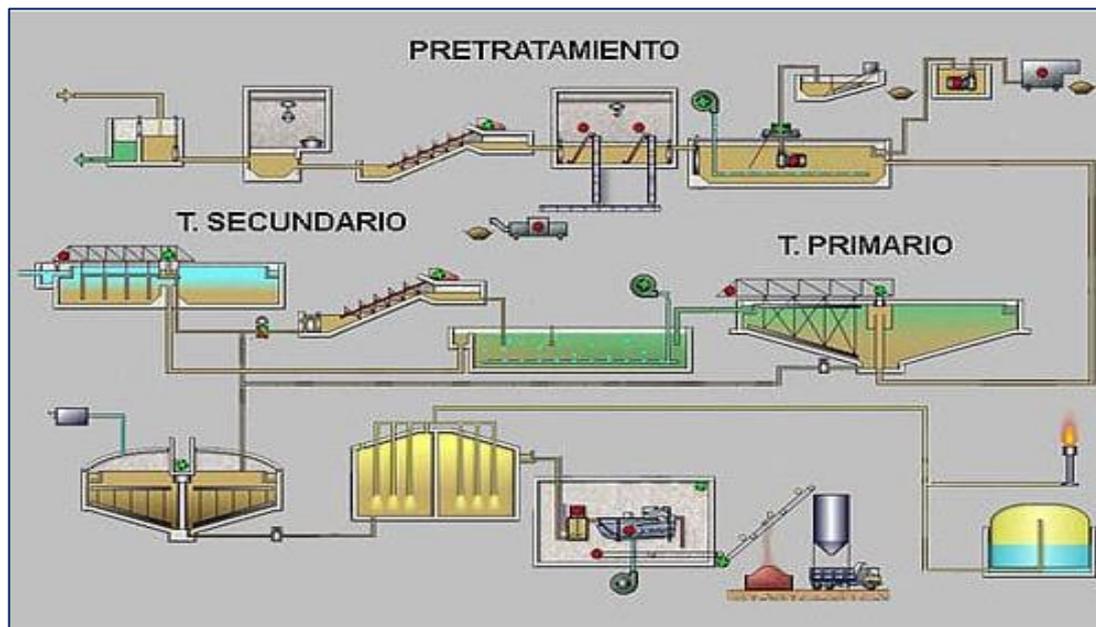


Figura 1. Etapas del proceso de tratamiento, Interapas, 2015.

Fase de pre-tratamiento es físico, consiste en la descontaminación, eliminar los residuos sólidos presentes en las aguas residuales a través de desarenadores (partículas pesadas como gravas, arena). [11]

Tratamiento primario, es en el cual se reduce aceites, grasas y solidos gruesos este es realizado por maquinaria también se lo conoce como tratamiento mecánico.[12]

Tratamiento secundario, Es la eliminación de materia orgánica, radica en atenuar el crecimiento de micro organismos que se alimentan de materia orgánica, de forma que lo transforman en micro organismos insolubles fáciles de eliminar, puede producirse en tanques de estabilización, aireación, percolación, lodos activos y digestores anaeróbicos.[13]

Tratamiento terciario, se lo realiza cuando el agua va a ser reutilizada elimina el 99% de sólidos y emplea procesos químicos para garantizar que es libre de impurezas. [14]

2.1.2 Filtro.

Un filtro es una unidad de tratamiento biológico, elaborado en forma de tanque cilíndrico o rectangular compuesto de material grueso como piedras, gravas o materiales sintéticos sobre el cual se aplica agua residual para eliminar la población bacteriana mediante la sedimentación que es el proceso de separación de materia orgánica. [15]

2.1.2.1 Filtración.

La filtración genera la formación de una biocapa sobre la superficie del tanque, capa que es responsable de remover o separar los microorganismos o residuos del agua que no han sido retenidos en otros procesos. [16]

Filtración es un proceso donde el flujo de líquido se hace pasar por un medio poroso que permitirá que el líquido atraviese dicho material, mientras las partículas más grandes se acumularan en la entrada. [14]

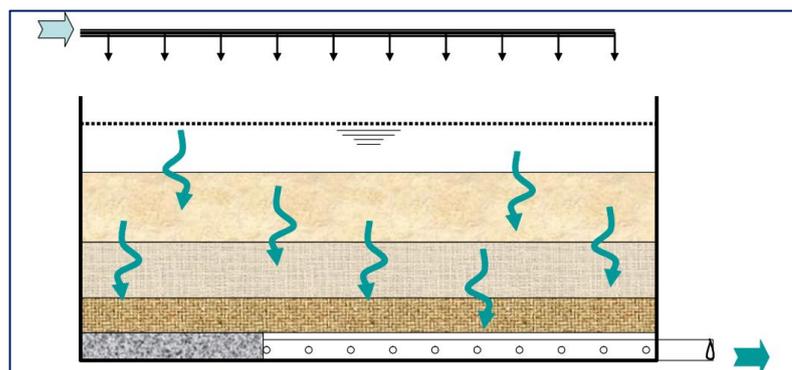


Figura 2. Filtración con Medios Granulares, E. Rocha Castro, 2010.

2.1.2.1.1. Los sistemas de filtración se pueden clasificar por:

2.1.2.1.1.1 Gravedad o presión:

La filtración por gravedad es el proceso en el cual se hace pasar el agua por un filtro, y el proceso se realiza por efectos de la gravedad. Los filtros de presión están contenidos en recipientes y el agua fluye forzada por efectos de presión a través del medio filtrante. [16]

2.1.2.1.1.2. Velocidad de filtración:

Rápida, lenta o variable. La filtración lenta es aquella que se da a velocidades entre 0,1 y 0,2 m/h, mientras que la filtración rápida se da a velocidades entre 5 y 20 m/h. [16]

2.1.2.1.1.2.1. Filtración Lenta o de Gravedad.

Un filtro lento es aquel que tiene un lecho de grava y arena y el agua fluye a través de este lecho por el solo efecto o acción de la gravedad y por tal motivo se les conoce también como filtros de gravedad. La velocidad de filtración en este tipo de filtros es muy lenta, por lo que se requiere de una gran área o superficie de filtración para un flujo determinado. [14]

2.1.2.1.1.2.2. Filtración Rápida.

El filtro a presión es similar a un filtro de gravedad en lo referente al empleo de diferentes capas de grava y arena, disponiendo la arena fina en la parte superior del filtro y la grava más gruesa en la parte inferior del mismo. También, el flujo de agua es descendente y se distribuye desde la parte superior del filtro, y el efluente o agua filtrada es colectada en un arreglo de tuberías o colectores en el fondo del filtro. [17]

2.1.2.1.1.3. Filtración de torta o en profundidad:

La filtración de torta es el proceso en filtros lentos de arena, en los que, sobre la superficie del filtro, se desarrolla una torta filtrante y la filtración, a través de esa superficie, es por mecanismos físicos y biológicos. La filtración en profundidad se produce cuando la mayor parte del espesor del medio filtrante está activo para el proceso de filtración y la calidad del filtrado mejora con la profundidad. Es el caso de los filtros rápidos de arena. [16]

2.1.3 Industria Láctea.

En Ecuador se consumen alrededor de 100 litros de leche por año por habitante y se debería consumir por lo menos 150 en el país se transportan 4,5 millones de litros de leche diarios para abastecer el consumo alimenticio de la población .[18]

La industria láctea genera cantidades significativas de residuos líquidos, los que son su principal fuente de contaminación y por tanto existe una mayor preocupación por el impacto ambiental que pueda producir. [1]

2.1.3.1 Producción de leche de consumo.

Actualmente la leche destinada para el consumo humano sufre el proceso general de obtención de leche que es tratada térmicamente, empieza con la recepción y almacenamiento temporal en tanques refrigerados hasta su entrada en proceso. Después la leche se filtra para remover los sólidos extraños visibles y se clarifica para eliminar la suciedad y coágulos de proteína. Consecutivamente, se procede a un desnatado para aislar la nata de la leche y se realiza la normalización para ajustar el contenido graso final de la leche, se procede al tratamiento térmico y homogeneización de estabilización microbiológica, que en función de las condiciones de tiempo-temperatura podrá considerarse como pasteurización, esterilización o tratamiento de uperización conocido como Ultra High Temperature (UHT) traducido al español

temperatura ultra alta finalmente se realiza el almacenamiento en el cual reposa hasta llegar a los consumidores. [19]



Gráfico 1. Proceso de elaboración de leche tratada térmicamente, Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL),2002.

2.1.3.2 Producción del queso de consumo.

Para la elaboración de queso la operación básica de la coagulación produce un efecto de consumo de energía térmica, sin embargo, el molde y prensado genera vertido de lacto suero continuando con el lavado y limpieza que causa un consumo mayor de agua y el volumen de vertido de aguas residuales ya contiene carga contaminante de 2-4 litros de agua residual / 1litro de leche. [19]

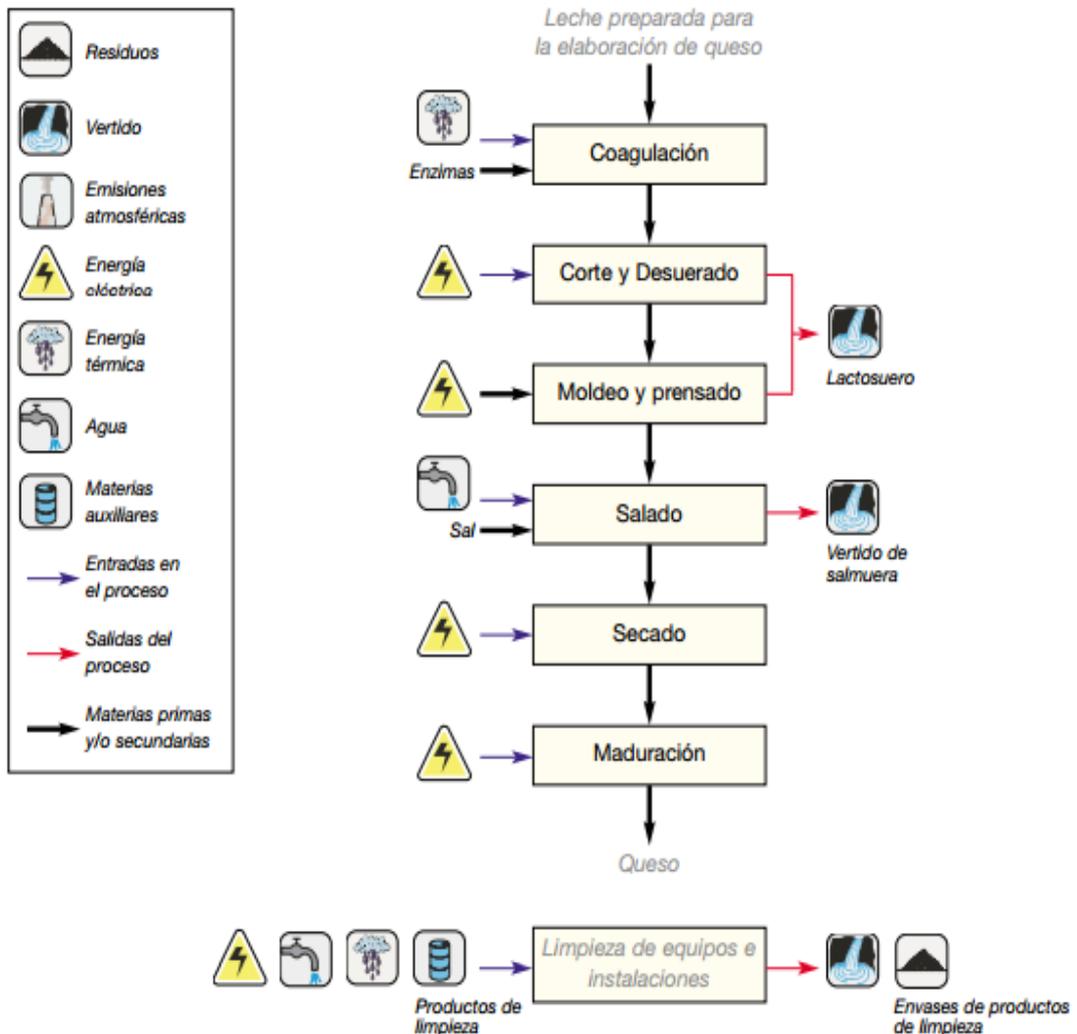


Gráfico 2. Utilización de materiales para elaboración de queso, Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL),2002.

2.1.3.3 Consumos de agua en productos lácteos.

A nivel mundial la industria láctea, tiene como principal labor la producción de leche y a la elaboración de quesos, yogures y mantequillas entre otros productos, genera una gran cantidad de agua residual producto de las mismas actividades. En la actualidad durante la producción de leche se genera una gran cantidad de aguas residuales que tiene de promedio entre 1 y 2 litros por litro de leche producida. Dichas aguas residuales se producen por fugas y derrames de materias primas, durante las limpiezas de los equipos de proceso (tanques, pasteurizadores, tinas de cuajo, etc.), en el lavado de superficies (suelos y paredes) y en el vertido de las salmueras agotadas. [20]

2.1.4. Parámetros y vertidos de composición general.

Existen parámetros para las industrias identificados según el Código Internacional Industrial Uniforme (CIU) los cuales son análisis físicos, químicos y bacteriológicos que deben obligatoriamente ser muestras compuestas como se señala a continuación:

Tabla 1. Parámetros de monitoreo de las descargas industriales.

CIU	ACTIVIDAD INDUSTRIAL	PARÁMETROS DE MONITOREO
1530	Elaboración de productos lácteos	Caudal, DBO, DQO, SST, SAAM, Grasas y aceites, Fenoles, Cloruros (Cl), Sulfatos (SO ₄)

Fuente: Tabla N°12 del Libro VI, Anexo 1 del TULSMA, 2010.

Caudal: Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, o canal) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. [21]

DQO: Es la Demanda Química de Oxígeno que mide la cantidad de materia orgánica del agua, mediante la determinación del oxígeno necesario para oxidarla. Este parámetro no puede ser menor que la DBO, ya que es mayor la cantidad de sustancias oxidables por vía química que por vía biológica. La demanda química de oxígeno en la industria láctea está en el orden de 2000-4000 mg O₂/l. [22]

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno mide la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos en la transformación de la materia orgánica en CO₂. [23]

Es por tanto una medida del componente orgánico que puede ser degradado mediante procesos biológicos. Este análisis se realiza durante 5 días a 20°C. En el proceso lácteo la DBO₅ está entre 2000-3000 mg O₂/l. [24]

Sólidos Suspendidos Totales (SST): Es el material constituido por los sólidos sedimentables, los sólidos suspendidos y coloidales, que son retenidos por un filtro. [25]

SAAM: Sustancias Activas al Azul de Metileno es el principal responsable de la formación de espuma en el agua residual, dificultando la aireación del agua. [14]

Grasas y Aceites: La grasa animal y los aceites son ésteres compuestos de alcohol o glicerina y ácidos grasos. Los ésteres de ácidos grasos que son líquidos en las temperaturas ordinarias, se llaman aceites y los sólidos se llaman grasas. [26]

Las grasas y aceites interfieren en la transferencia de materia orgánica soluble a través de la pared celular de los organismos al envolverlos, por lo cual mueren por falta de alimento. [27]

Fenoles: Los compuestos fenólicos pueden afectar a las especies de peces de variadas formas: por toxicidad tanto a los peces como a los organismos que les sirven como alimento y por la disminución de la cantidad de oxígeno disponible por la elevada demanda de oxígeno de los compuestos. [28]

Cloruros (Cl): Responsable del sabor salobre en el agua, es un indicador de posible contaminación del agua residual debido al contenido de cloruro de amoníaco presente en la orina. [24]

Sulfatos (SO₄): Los sulfatos sirven como fuente de oxígeno a las bacterias, en condiciones anaeróbicas, convirtiéndose en sulfuro de hidrógeno. [28]

Las descargas al Sistema de Alcantarillado provenientes de actividades sujetas a regularización deberán cumplir, al menos, con los valores establecidos en la **TABLA 9**, en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios. [29]

Tabla 2. Límites de Descarga al Alcantarillado Público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Solución Soluble	mg/l	70,00
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Compuestos Fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,00
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,00
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220,00
Sulfatos	SO ₄	mg/l	400,00
Tensoactivos	Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/l	2,00

Fuente: Tabla N°9 del Libro VI, Anexo 1 del TULSMA, 2010.

Para este trabajo experimental se tomará en énfasis los parámetros más sobresalientes y significativos los cuales son: DQO, DBO₅, Aceites y Grasas.

2.1.5 Piedra Pómez

Investigaciones recientes comprueban que la piedra pómez sirve como tratamiento de agua porque ayuda a la filtración ya que es un medio poroso por el cual el líquido penetra fácilmente, además de que es un material de bajo costo obteniendo beneficio para la industria.

La piedra pómez llamada también pumita es de origen volcánico, es una roca con alta porosidad, ligera, friable, eficaz, aislante térmico, y con propiedades puzolánicas, es un ingrediente principal para la elaboración del cemento (Portland), aumentando su durabilidad química (resistencia frente al ataque de aguas puras). Aparte de su uso industrial, se le emplea en la fabricación de filtros de agua. [30]

2.1.5.1 Características de la Piedra Pómez.

Tabla 3. Características

Nombre de la roca, mineral o piedra	<ul style="list-style-type: none">• Piedra pómez (pumita o pumicita)
Tipo básico	<ul style="list-style-type: none">• Piedra volcánica
Aspecto y Forma	<ul style="list-style-type: none">• Color blanco y grisáceo• Buena flotabilidad• Muy porosa
Características Térmicas	<ul style="list-style-type: none">• Mala conductividad térmica• Buena resistencia al fuego

Fuente: Los Materiales en la Construcción, 2012.

2.1.5.2 Propiedades de la Piedra Pómez.

Tabla 4. Propiedades.

Propiedades Físicas	<ul style="list-style-type: none">• Buena absorción.• Mala impermeabilidad.
Densidad-Baja	<ul style="list-style-type: none">• (0,4 a 0,9) g/cm³
Propiedades Mecánicas	<ul style="list-style-type: none">• Gran dureza.• Baja resistencia a compresión (51-513 kg/cm²).• Baja resistencia a la tracción (5-15 kg/cm²).• Muy abrasiva.• Buena resistencia a los agentes atmosféricos.• Fácil corte.• Fácil de tallar.

Fuente: Los Materiales en la Construcción, 2012.

2.2 HIPÓTESIS

La Piedra Pómez puede ser utilizada como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Industria de Productos Lácteos “Píllaro”.

2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLE DE HIPÓTESIS

2.3.1. Variable dependiente

Elaboración de un filtro utilizando como material piedra pómez.

2.3.2. Variable independiente

Niveles de contaminación del agua residual provenientes de la Industria Láctea “Píllaro”.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Nivel o Tipo de Investigación.

Es la acción de investigar, de intentar descubrir, conocer o averiguar algo, estudiando, para obtener conocimientos para la solución de problemas .[31]

El presente trabajo experimental consta de los siguientes tipos de investigaciones:

3.1.2. Investigación Explorativa.

Es la que trata de encontrar indicadores que puedan servir para precisar con mayor certeza un fenómeno o evento, desconocido o poco estudiado. Esta clase de investigación se lleva acabo cuando se carece de mucha información o ninguna .[32]

El empleo de filtros elaborados con materiales amigables con el medio ambiente ha tenido un escaso estudio y empleo en nuestro país por el cual este trabajo experimental va encaminado a la contaminación que genera el agua residual proveniente de la Industria de Productos Lácteos “Píllaro”, y que mediante un análisis químico nos permitirá verificar la funcionalidad del material “Piedra Pómez”, empleado como filtro.

3.1.3. Investigación Experimental.

En la investigación de enfoque experimental el investigador opera una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en los compartimientos observados.[33]

Se empleará investigación experimental porque se tomarán muestras periódicas de agua residual filtrada para analizar y determinar si disminuye los agentes contaminantes y si se encuentran en los límites permisibles para la descarga al sistema de alcantarillado.

3.1.4. Investigación de Laboratorio.

Es cuando se lo realiza un lugar artificial, para realizar la investigación, sea un laboratorio, centros tecnológicos, etc. Ahí se realiza una investigación de laboratorio.[34]

Será de laboratorio porque se utilizará las instalaciones de los laboratorios de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato para la granulometría del material como también la realizar un parámetro muy importante que es Aceites y Grasas.

3.1.5. Investigación Aplicada.

Es la utilización de los conocimientos adquiridos en la práctica, para aplicarlos, en la realización de una investigación, en provecho de la sociedad.[31]

Es investigación aplicada porque se busca disminuir los medios contaminantes del afluente de agua residual producto del proceso que genera la Industria Láctea mediante un filtro de fácil elaboración y de bajo coste para la economía de cualquier persona dando lugar a la disminución del Impacto Ambiental.

3.2. Población y Muestra

Población

La población, es el conjunto de todos los individuos (objetos, personas, eventos, situaciones, etc.) en los que se desea investigar algunas propiedades.[35]

Para este presente trabajo experimental el objeto de estudio será el efluente producido por la Industria de Productos Lácteos Píllaro, el cual tiene que estar expresado en función del tiempo de funcionamiento del filtro.

$$V_{AR} = x * t$$

Donde:

V_{AR} =Volumen del Efluente.

x = Cantidad de Agua.

t = Tiempo de Funcionamiento del Filtro.

$$V_{AR} = 4,29 \frac{m^3}{día} * 92 \text{ días}$$

$$V_{AR} = 394,68 m^3$$

Muestra

La muestra, es el conjunto de casos extraídos de una población, seleccionados por algún método de muestreo.[36]

$$V_{AR} = x * t$$

$$V_{AR} = 55 \frac{glns}{día} * 92 \text{ días}$$

$$V_{AR} = 5060 \text{ galones}$$

$$V_{AR} = 19,15 m^3$$

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Variable Independiente.

Elaboración de un filtro utilizando como material piedra pómez.

Tabla 5. Operacionalización de la variable Independiente.

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Un filtro de aguas residuales es una estructura que tiene como función mejorar la calidad del agua mediante sistemas que retienen o separan partículas contaminantes que posee el agua.	Calidad del agua	Descarga al sistema de alcantarillado público.	¿El agua descargada cumple con los valores permisibles?	Análisis de laboratorio TULSMA
	Sistemas que retienen o separan partículas contaminantes.	Filtración	¿Qué parámetro retiene la mayor cantidad de partículas contaminadas después del proceso de filtrado?	Ensayos de laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

3.3.2. Variable Dependiente.

Niveles de contaminación del agua residual provenientes de la industria láctea “Píllaro”.

Tabla 6. Operacionalización de la variable dependiente.

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentación
Los análisis de los parámetros del agua residual son procesos que determinan el tipo y grado de contaminación que posee el agua residual estos análisis son físicos-químicos.	Tipo de contaminación	Agua residual proveniente de una industria láctea.	¿Cuál parámetro produce una mayor contaminación?	Investigación Bibliográfica Norma TULSMA
	Parámetros	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	¿Qué valor posee de DQO el agua residual filtrada de la industria de lácteos en estudio?	Análisis de Laboratorio
		Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	¿Qué valor posee de DBO ₅ el agua residual filtrada de la industria de lácteos en estudio?	Análisis de Laboratorio
		Aceites y Grasas	¿Qué valor posee de Aceites y Grasas el agua residual filtrada de la industria de lácteos en estudio?	Análisis de Laboratorio

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 7. Recolección de Información.

Preguntas Básicas	Explicación
¿Que evaluar?	Un filtro utilizando como material piedra pómez para el tratamiento de agua residual de una industria láctea.
¿Sobre qué evaluar?	Evaluar el comportamiento eficiente del filtro elaborado.
¿Sobre qué aspectos?	Los parámetros físico-químicos del agua: DQO, DBO ₅ , Aceites y Grasas, los cuales deben estar dentro del límite permisible para la descarga al sistema de alcantarillado público.
¿Quién evalúa?	Moya Toscano Daniel Eduardo
¿A qué se evalúa?	Se evalúa al agua residual proveniente de la industria láctea "Píllaro", antes y después de un proceso de filtrado.
¿Dónde evalúa?	Al lado de la Industria de Productos Lácteos "Píllaro".
¿Cómo y con qué?	Mediante análisis físico-químico del agua residual, realizado en un laboratorio acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo, en el laboratorio Lacquanálisis S.A y en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

- Conocer la infraestructura y el funcionamiento básico de los procesos de producción de la Industria de Productos Lácteos "Píllaro" en especial la circulación y empleo del agua.
- Calcular los caudales del agua potable entrante a la Industria, el caudal empleado en los aparatos sanitarios y el caudal de agua empleado en el proceso de elaboración de productos.
- Realizar y calcular la granulometría y densidad del material Piedra Pómez utilizado en la elaboración del filtro para la disminución del porcentaje de vacíos.
- Construir el filtro utilizando como material piedra pómez para el tratamiento de agua residual proveniente de la Industria de Productos Lácteos.
- Realizar las tomas de muestras antes y después del proceso de filtrado.
- Realizar los análisis correspondientes de las muestras en un laboratorio certificado.
- Tabular los resultados de los análisis y comparar.
- Realizar el cálculo de la eficiencia del filtro.
- Determinar si el material Piedra Pómez utilizado en la elaboración del filtro sirve para disminuir concentraciones contaminantes del agua residual proveniente de la Industria Láctea.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.1. Recolección de Datos.

El diseño del filtro consta de un material no convencional como medio filtrante que es Piedra Pómez, evaluando su eficiencia como filtro para el tratamiento de Aguas Residuales provenientes de una Industria de Lácteos. El filtro empleado en este trabajo experimental consta de un solo material.

4.1.1. Ubicación del lugar de estudio.

La Industria de Productos Lácteos "Píllaro", se encuentra ubicada en el barrio Rocafuerte de la Parroquia Marcos Espinel del Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua.

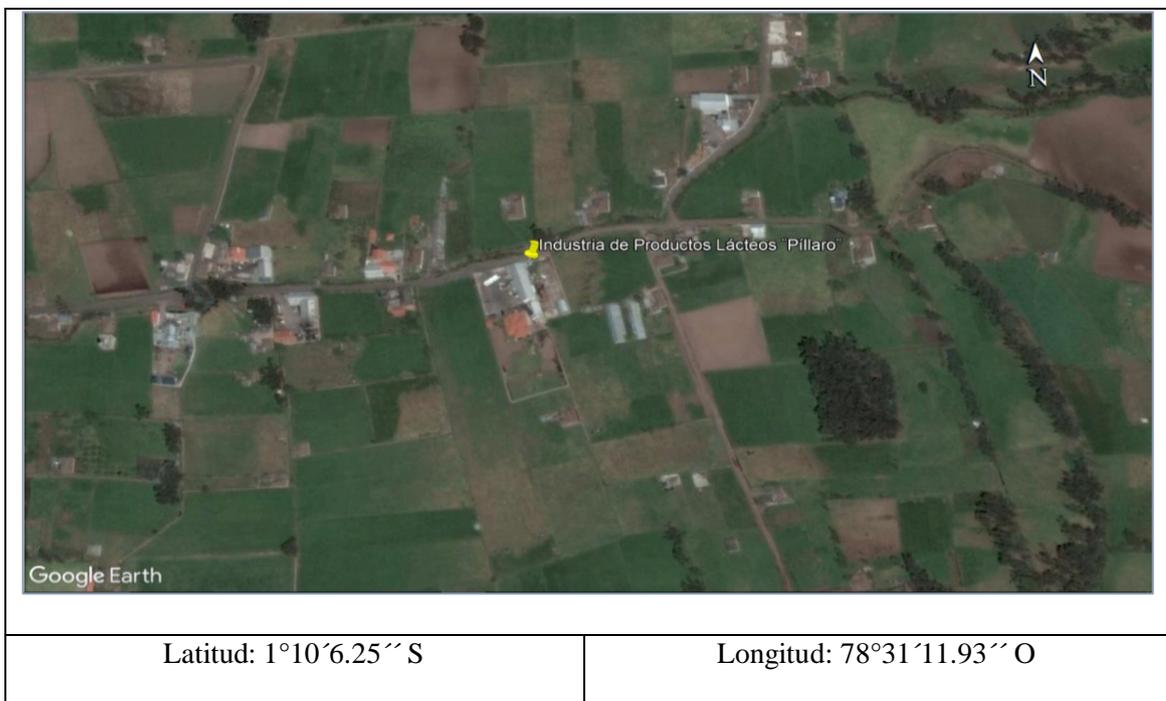


Figura 3. Localización del lugar de la Industria de Productos Lácteos, 2017.

Fuente: Google Earth.



Imagen 1. Industria de Productos Lácteos "Píllaro", 2017

4.1.2. Determinación del Caudal.

4.1.2.1. Lecturas del Medidor durante 8 días. (Caudal Medio Diario).

Tabla 8. Determinación del Caudal Medio Diario.

Determinación del Caudal Medio Diario Utilizado en La Industria de Lacteos "PÍLLARO"					
Realizado por: Moya T. Daniel E.			MEDIDOR: Volumétrico Qn 1,5 BAR METERS		
Período: 18/04/2017-27/04/2017			HOJA N°: 1		
DIA	FECHA	HORA	LECTURA	CONSUMO m ³ /d	OBSERVACIONES
LUNES	17/04/2017	17H00	23437,8792	2,9748	Producción Normal
MARTES	18/04/2017	17H00	23440,854		
MIÉRCOLES	19/04/2017	17H00	23444,6594	3,7922	Producción Normal
JUEVES	20/04/2017	17H00	23448,4516		
VIERNES	21/04/2017	17H00	23452,5623	4,223	Producción Normal
SÁBADO	22/04/2017	17H00	23456,7853		
DOMINGO	23/04/2017	17H00	23459,9809	3,1985	Producción Normal
LUNES	24/04/2017	17H00	23463,1794		
MARTES	25/04/2017	17H00	23467,9518	7,2704	Producción de Refrescos
MIÉRCOLES	26/04/2017	17H00	23475,2222		
JUEVES	27/04/2017	17H00	23490,7135	10,4026	Producción de Refrescos
VIERNES	28/04/2017	17H00	23501,1161		
SÁBADO	29/04/2017	17H00	23512,6185	13,2300	Producción de Refrescos
DOMINGO	30/04/2017	17H00	23525,8485		
CAUDAL MEDIO DIARIO=				4,29178	m³/d

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.1.2.2. Cálculo de Caudal Máximo que consume los Aparatos Sanitarios de la Industria de Productos Lácteos "Píllaro".

Tabla 9. Caudales Máximos de Aparatos Sanitarios.

NIVEL	USO	BLOQUE	TIPO APARATO SANITARIO	UNIDAD u	CAUDAL		
					METÓDO BRITANICO lt/sg	METÓDO ALEMAN lt/sg	METÓDO RACIONAL lt/sg
1,5	INDUSTRIA	LATERAL DERECHA	INODORO				
			LAVAMANOS				
			URINARIO				
			LAVAPLATOS				
			RIEGO				
			OTRO	10	1,26	10,00	2,5
PARCIAL POR PISO					1,26	0,797	0,83
0,00	BAÑOS	POSTERIOR	INODORO	2	0,63	2,00	0,4
			LAVAMANOS	1	0,126	1,00	0,1
			URINARIO				
			LAVAPLATOS				
			RIEGO				
			OTRO	1	0,126	1,00	0,25
PARCIAL POR PISO					0,882	0,504	0,43
TOTAL=				14	2,142	1,30	1,27
CAUDAL CORREGIDO=					2,11	1,30	1,27

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

El Método Racional se calcula de la siguiente manera:

$$k = \frac{1}{\sqrt{(\Sigma n - 1) * \Sigma Q}}$$

$$k = \frac{1}{\sqrt{(10 - 1) * 2,5}}$$

$$k = 0,83$$

$$\text{Caudal Máximo} = 1,27 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

- **Caudal Medio Diario.**

$$Q_{md} = ?$$

$$Q_{Max} = K * Q_{md}$$

$$Q_{md} = \frac{Q_{Max}}{k}$$

$$K_1 = 1,5$$

$$K_2 = 2,2 \quad K = 1,5 * 2,2 = 3,3$$

$$Q_{md} = \frac{1,27 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}}{3,3}$$

$$Q_{md} = 0,38 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

$$Q_{md} = 0,38 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} * \frac{86400 \text{ seg}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}}$$

$$Q_{md} = 0,38 * \frac{86,4 \text{ m}^3}{24 \text{ h}}$$

$$Q_{md} = 1,37 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

- **Caudal empleado para el Proceso de Lácteos.**

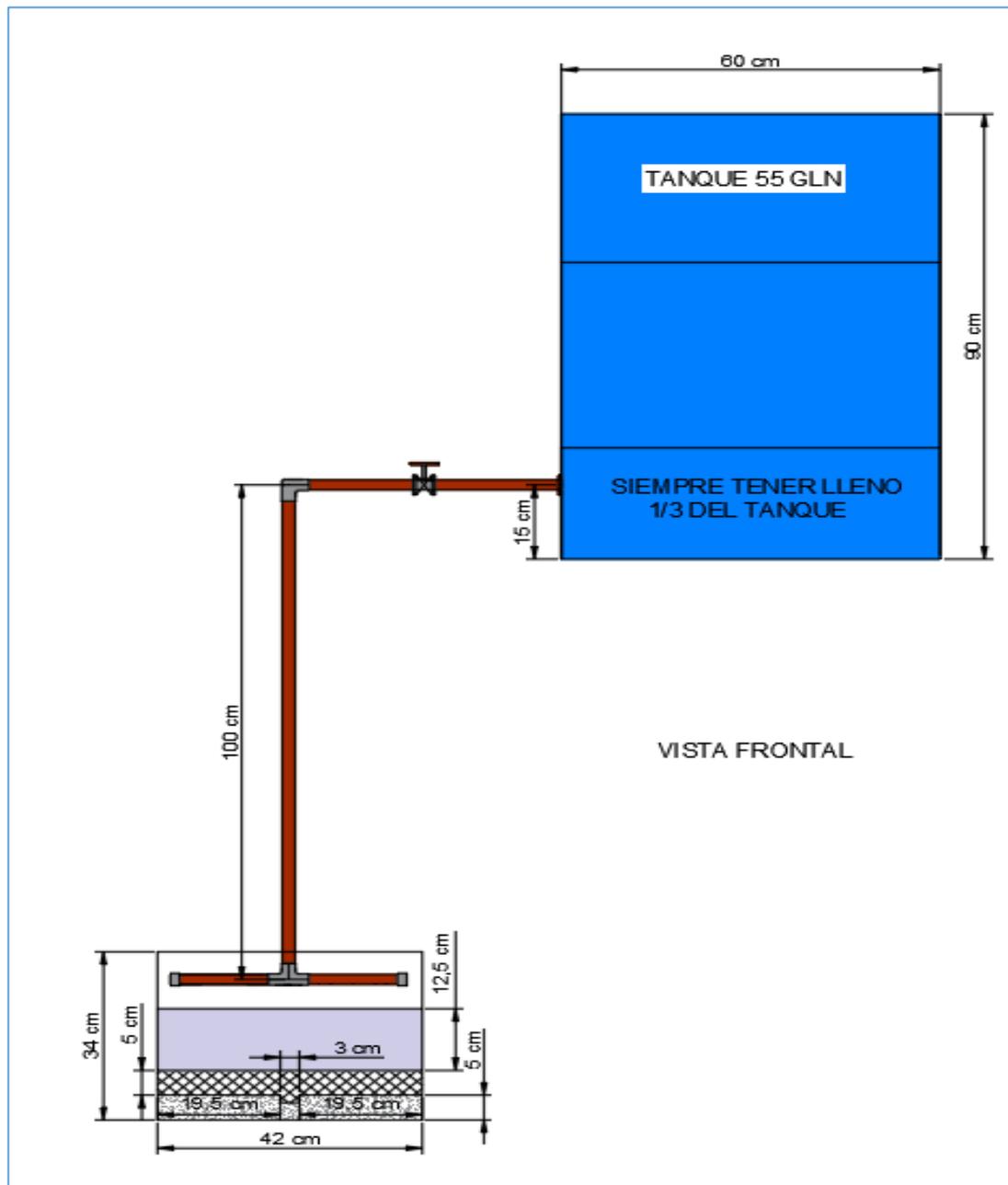
$$Q_{PL} = Q_{Medidor} - Q_{md}$$

$$Q_{PL} = 4,29 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} - 1,37 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$Q_{PL} = 2,92 \frac{m^3}{día}$$

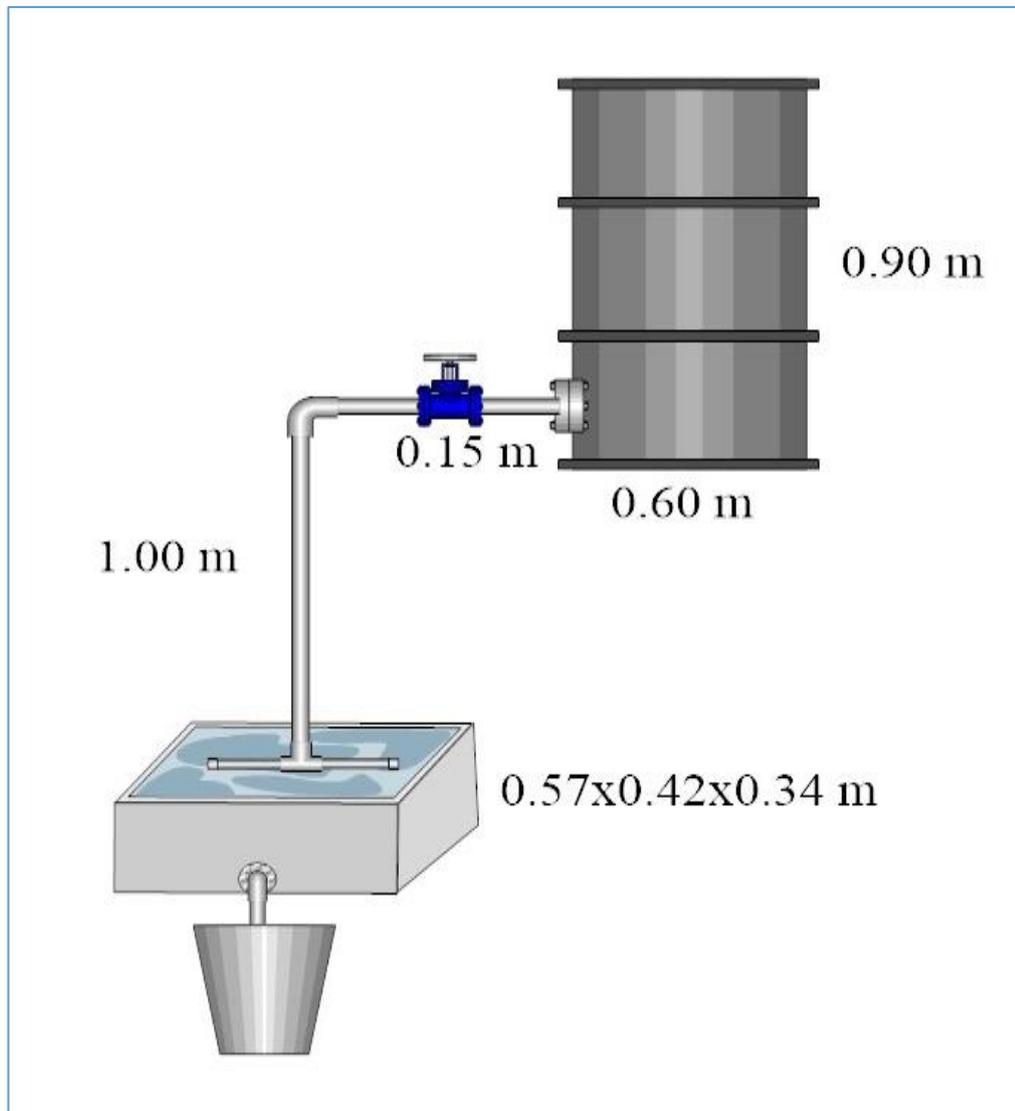
Caudal empleado en el Proceso de Lácteos

4.1.3. Diseño del Filtro.



Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.1.3.1. Modelo Gráfico del Filtro.



Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

Nota: Las medidas con las respectivas vistas de los componentes (tanque de 55 galones, accesorios, tuberías y recipientes), que conforman la estructura del filtro, para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Industria Láctea se detalla más detenidamente en el **Anexo (2.7.)**, ahí se explica cada detalle y dimensiones con las cuales fue diseñado el filtro para este trabajo experimental.

4.1.4. Material para la elaboración del filtro.

- **Piedra Pómez**

El material se obtuvo de una mina en la ciudad de Latacunga en la parroquia San Felipe, la cual es llevada a una bloquera del Cantón Píllaro este material es utilizado para la elaboración de bloques.

4.1.4.1. Granulometría del Material.

La Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN) 696 determina el procedimiento para realizar el ensayo de granulometría de los áridos gruesos.

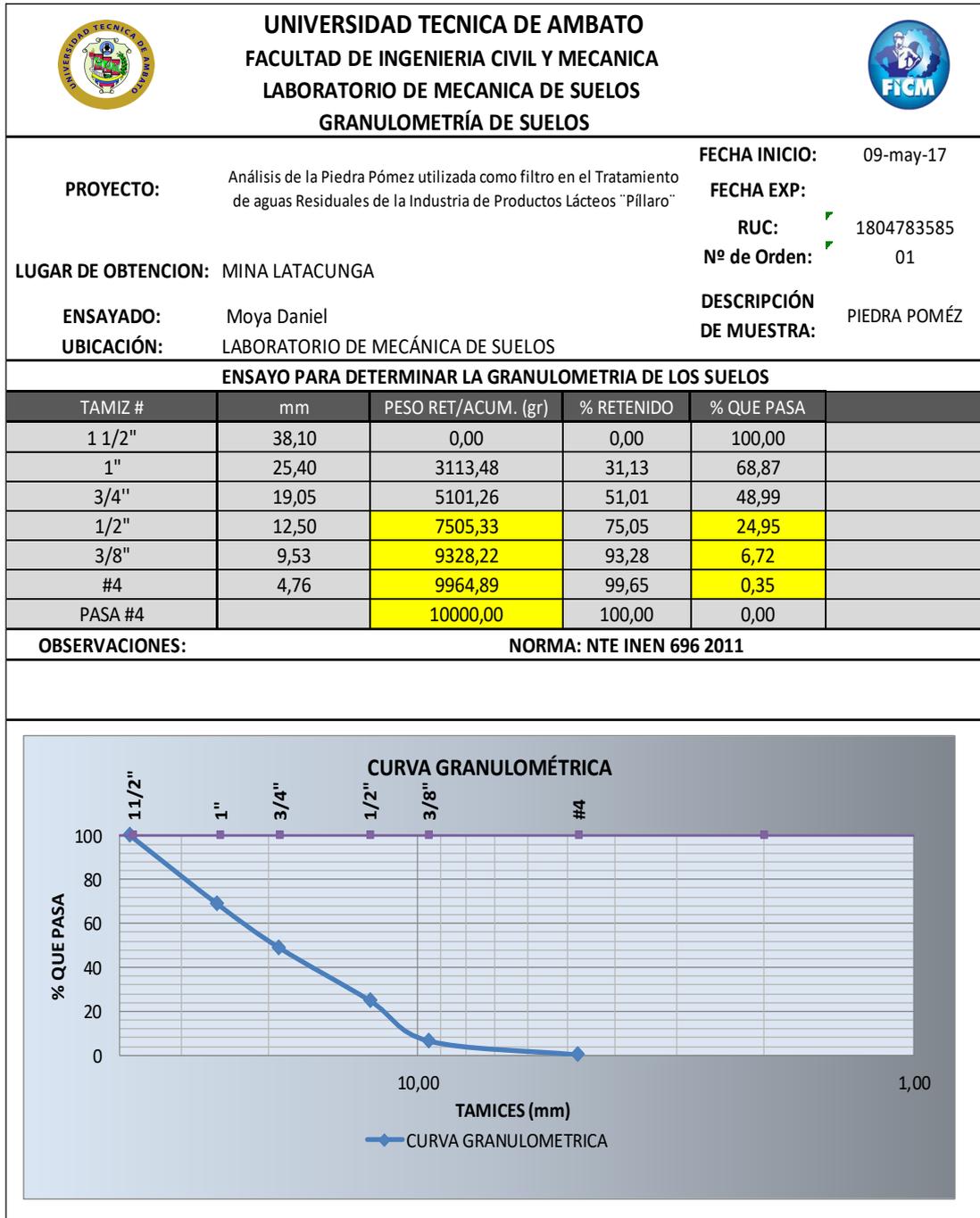
El material tiene un tamaño nominal de 25 mm por el cual se necesitan de 10 kg para realizar el ensayo.

Tabla 10. Tamaño de la Muestra para el Ensayo del Árido Grueso.

Tamaño nominal máximo, Aberturas cuadradas, en mm (pulgadas)	Tamaño de la Muestra del ensayo Mínimo (kg)
9,5	1
12,5	2
19,0	5
25	10
37,5	15
50	20
63	35

Fuente: Tabla 1. Tamaño de la Muestra para el Ensayo del Árido grueso, NTE INEN 696, 2011.

Tabla 11. Granulometría del Agregado Grueso.



Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.1.4.2. Densidad del Material.

La Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN) 857 determina el proceso para realizar el ensayo de densidad.

Tabla 12. Determinación de la Densidad Real del Agregado.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DENSIDAD REAL DEL AGREGADO GRUESO 		
ENSAYADO: Moya Daniel	FECHA INICIO:	11/05/2017
UBICACIÓN: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil	FECHA EXP:	
NORMA: INEN 857		
ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD REAL DEL AGREGADO		
PROCESO	DENOMINACIÓN	MASA (g)
Masa canastilla en el aire	m1	1474,5
Masa canastilla + agregado sss, en el aire	m2	3205,6
Masa del agregado sss en el aire	Msss=m2-m1	1731,1
Masa canastilla + agregado sss, en el agua	m3	537,6
Masa canastilla en el agua	m4	1292,2
Masa del agregado en el agua	Menelagua=m3-m4	-754,6
Volumen del agregado (Msss-Menelagua)/dagua	Vsss	2485,7
DENSIDAD REAL DEL AGREGADO EN Kg/dm ³ (Msss/Vsss)	DRR=Msss/Vsss	0,696

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017

4.1.4.3. Cálculo de Porcentajes para la Reducción de Vacíos.



Figura 4. Ensayo de Granulometría de la Piedra Pómez, 2017.

Para el presente trabajo experimental solo se utilizó el material que retiene los tamices: 1/2, 3/8, #4, por la razón de reducir los vacíos para lo cual se procedió a realizar cálculos para la determinación de porcentajes para cada tamiz.

- **Volumen**

$$Vol = \left(\frac{0,125 + 0,175}{2} \right) * 0,57 * 0,42$$

$$Vol = 0,036 \text{ m}^3$$

$$Vol = 36 \text{ litros (Material)}$$

- **Densidad de la Piedra Pómez.**

$$\delta_{pp} = 0,696 \frac{kg}{dm^3} = 696 \frac{kg}{m^3}$$

$$\delta_{pp} = \frac{m}{v}$$

- **Masa del Material**

$$m = \delta_{pp} * v$$

$$m = 696 \frac{kg}{m^3} * 0,036 m^3$$

$$m = 25,056 \text{ kg (Material Suelto)}$$

- **Cálculo del peso de cada tamiz.**

Tabla 13. Cálculo de Pesos de Cada Tamiz.

Tamiz	Peso (gr)	Diferencia de Pesos (gr)
1/2''	7505,33	
3/8''	9328,22	1822,89
#4	9964,89	636,67
	10000,00	35,11
		2494,67

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Cálculo de Porcentajes de Material para cada Tamiz.**

$$\begin{array}{r} 2494,64 \quad 100\% \\ 1822,89 \quad X \end{array}$$

Tabla 14. Porcentajes de Material

Tamiz	% de Material
1/2''	73%
3/8''	25%
#4	2%

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.2. Límites de Concentración para la Descarga al Alcantarillado Público.

4.2.1. Parámetros establecidos por el TULSMA.

Tabla 15. Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.

Parámetros Analizados en Muestra de Agua	Expresado como:	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Solución Soluble	mg/l	70,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,00
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,00

Fuente: Tabla N°9 del Libro VI, Anexo 1 del TULSMA, 2010.

Para este presente trabajo experimental se ha optado por analizar tres parámetros principales los cuales se detallan en la Tabla 15. Por ser los más importantes dentro de las características de aguas residuales.

4.2.2. Análisis de los Resultados.

4.2.2.1. Recolección de las Muestras.

El filtro estuvo en funcionamiento por 90 días, en los cuales se procedió a recoger 10 muestras una del afluente y 9 luego de realizado el proceso de filtrado en diferentes tiempos, como lo indica la siguiente tabla.

Tabla 16. Ficha: De Análisis del Agua Residual.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA FICHA DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL CON SUS RESPECTIVOS PARÁMETROS INDUSTRIA LÁCTEA "PÍLLARO" 				
REALIZADO POR: Daniel Moya T.				
Nº de ANÁLISIS	FECHA	PARÁMETROS DE ANÁLISIS		
		Demanda Química de Oxígeno	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Aceites y Grasas
Cruda		X	X	X
2	24/05/2017	X	X	X
3	26/06/2017	X	X	X
4	03/07/2017	X	X	X
5	10/07/2017	X	X	X
6	17/07/2017	X	X	X
7	24/07/2017	X	X	X
8	31/07/2017	X	X	X
9	07/08/2017	X	X	X
10	14/07/2017	X	X	X
	Antes del Filtrado Del Agua Residual			
	Después del Proceso de Filtrado del Agua Residual			

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Resultado del Análisis de la Muestra del Efluente (Cruda).**

Esta muestra se la tomara en cualquier momento dentro del tiempo de funcionamiento del filtro.

Tabla 17. Resultado del Agua del Afluente (Cruda).

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	5130	mg/l
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	2506	mg/l
ACEITES Y GRASAS	2066,46	mg/l

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano.

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales (UNACH), 2017.

La hoja del informe del Análisis de la muestra del efluente generada por la Industria de Lácteos "Píllaro", se encuentra en el **Anexo (2.8.1.)**.

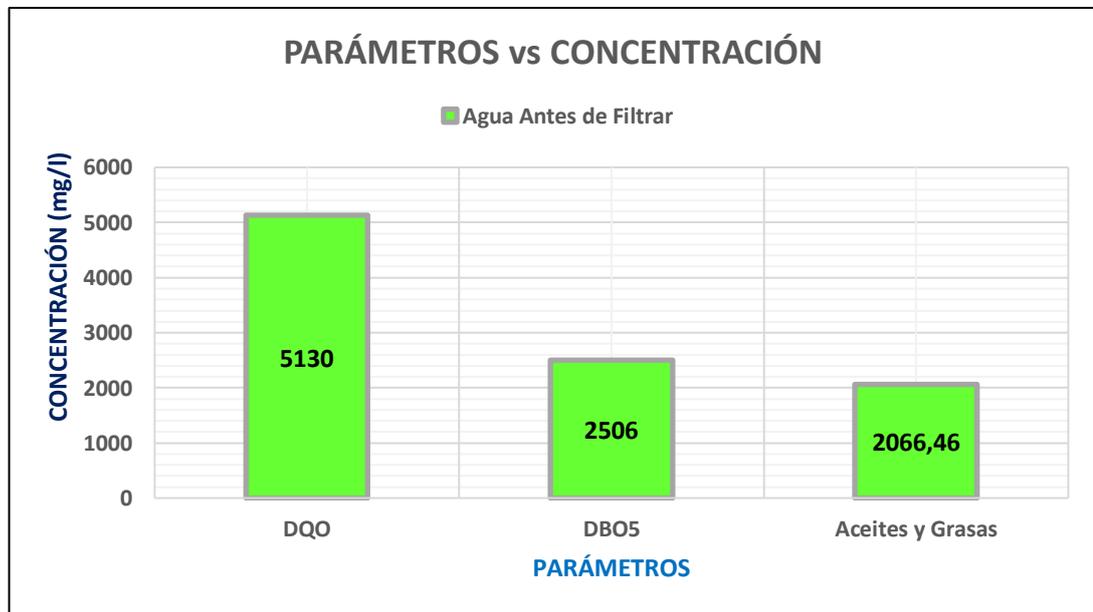


Gráfico 3. Interpretación de Resultados.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Resultado del Análisis del Agua Filtrada a los 10 Días.**

Tabla 18. Resultado del Agua Filtrada 10 Días.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	835	mg/l
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	456,1	mg/l
ACEITES Y GRASAS	250	mg/l

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano.

Fuente: Laboratorio Lacquanálisis, 2017.

La hoja del informe del Análisis de la muestra filtrada generada por la Industria de Lácteos "Píllaro", se encuentra en el **Anexo (2.8.2.)**.

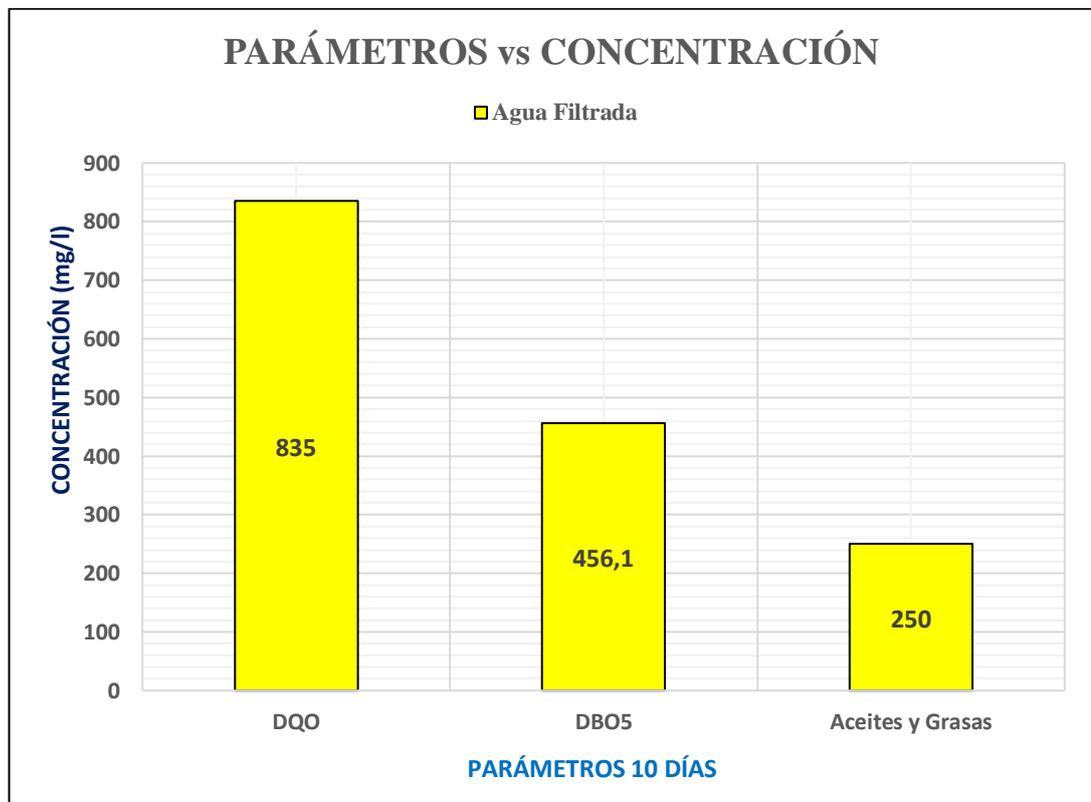


Gráfico 4. Interpretación de Resultados.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Resultado del Análisis del Agua Filtrada a los 43 Días.**

Tabla 19. Resultado del Agua Filtrada 43 Días.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	1506	mg/l
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	632	mg/l
ACEITES Y GRASAS	374	mg/l

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano.

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales (UNACH), 2017.

La hoja del informe del Análisis de la muestra filtrada generada por la Industria de Lácteos "Píllaro", se encuentra en el **Anexo (2.8.3.)**.

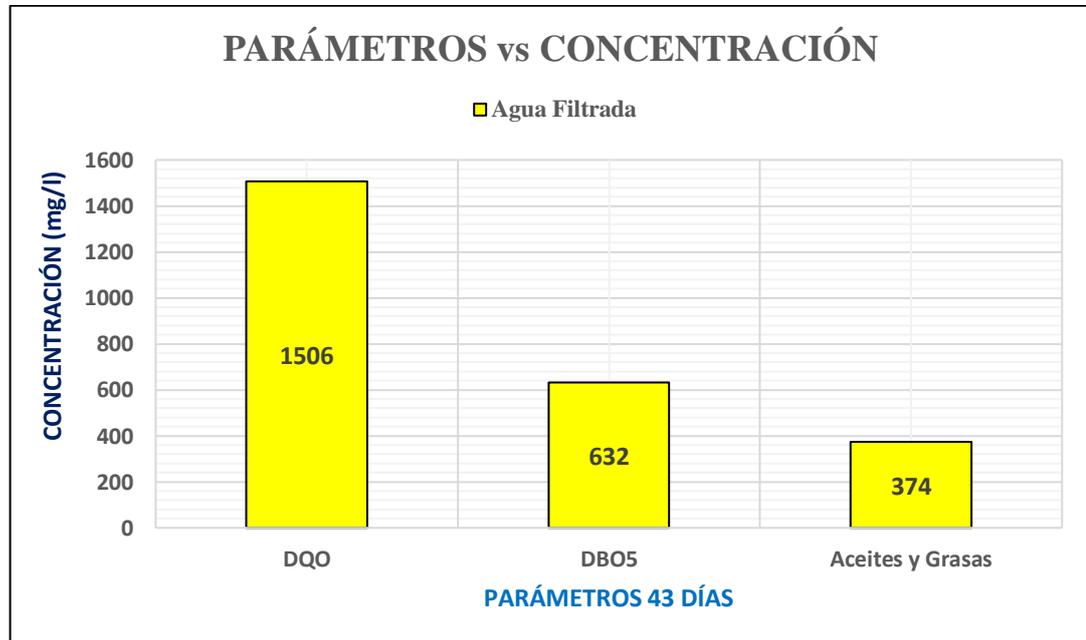


Gráfico 5. Interpretación de Resultados.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Resultado del Análisis del Agua Filtrada a los 50 Días.**

Tabla 20. Resultado del Agua Filtrada 50 Días.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	880	mg/l
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	387	mg/l
ACEITES Y GRASAS	333,33	mg/l

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano.

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales (UNACH), 2017.

La hoja del informe del Análisis de la muestra filtrada generada por la Industria de Lácteos "Píllaro", se encuentra en el **Anexo (2.8.4.3)**.

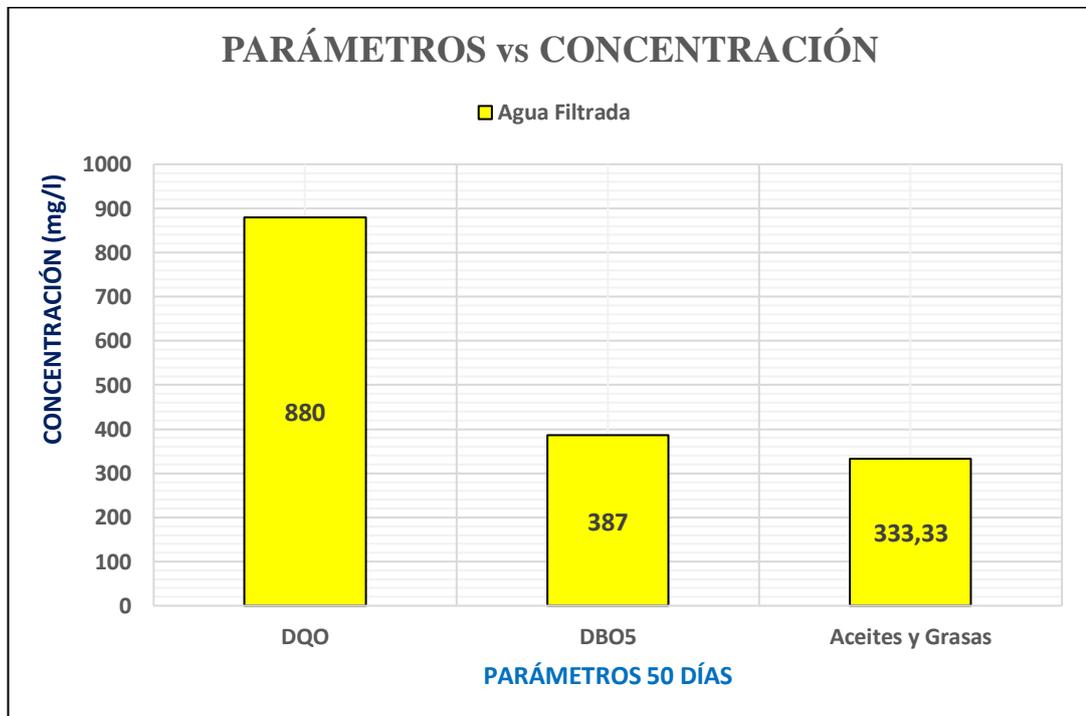


Gráfico 6. Interpretación de Resultados.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Resultado del Análisis del Agua Filtrada a los 57 Días.**

Tabla 21. Resultado del Agua Filtrada 57 Días.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	2905	mg/l
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	1424	mg/l
ACEITES Y GRASAS	266,64	mg/l

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano.

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales (UNACH), 2017.

La hoja del informe del Análisis de la muestra filtrada generada por la Industria de Lácteos "Píllaro", se encuentra en el **Anexo (2.8.5.)**.

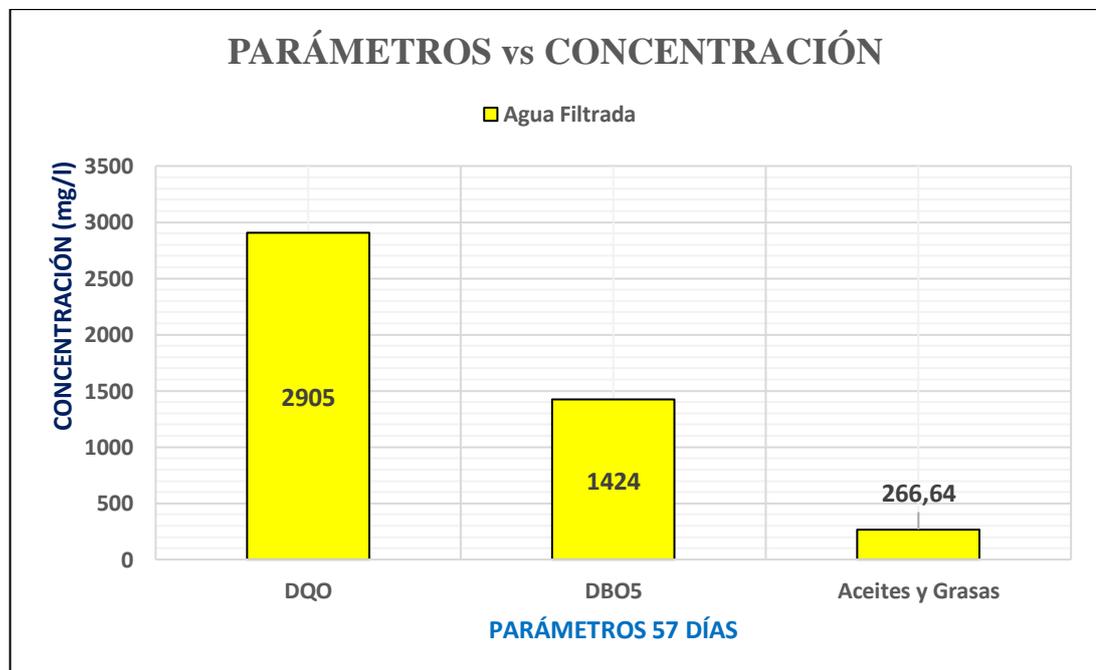


Gráfico 7. Interpretación de Resultados.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Resultado del Análisis del Agua Filtrada a los 64 Días.**

Tabla 22. Resultado del Agua Filtrada 64 Días.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	3610	mg/l
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	1950	mg/l
ACEITES Y GRASAS	199,98	mg/l

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano.

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales (UNACH), 2017.

La hoja del informe del Análisis de la muestra filtrada generada por la Industria de Lácteos "Píllaro", se encuentra en el **Anexo (2.8.6.)**.

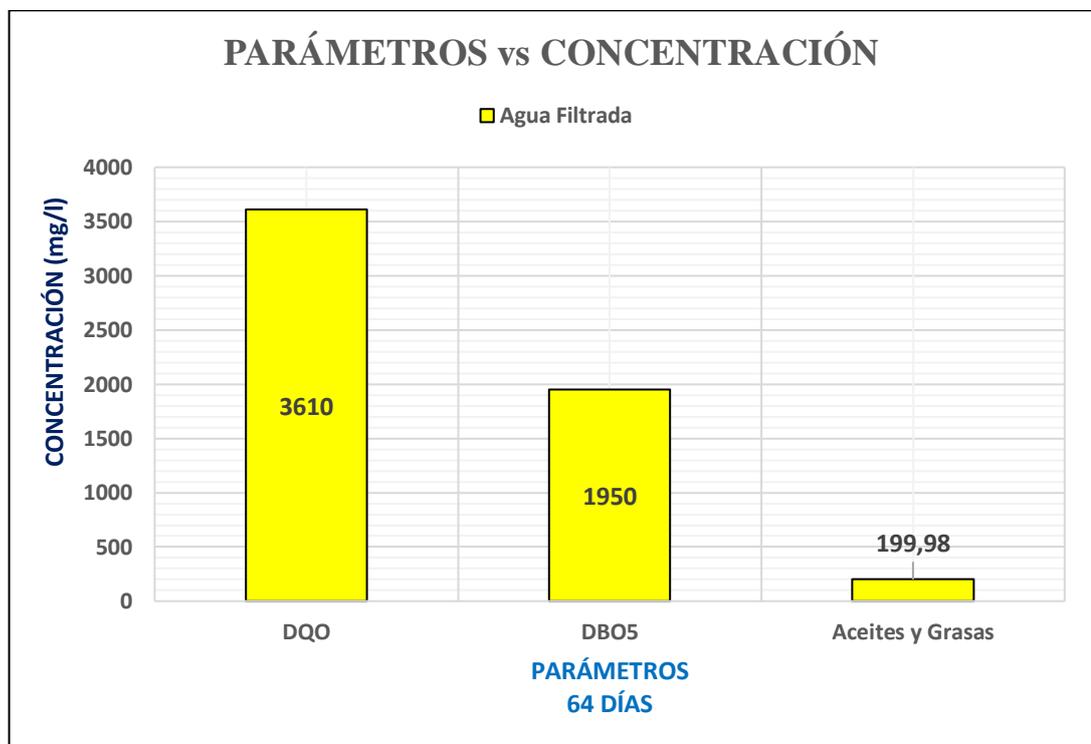


Gráfico 8. Interpretación de Resultados.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Resultado del Análisis del Agua Filtrada a los 71 Días.**

Tabla 23. Resultado del Agua Filtrada 71 Días.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	2430	mg/l
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	1282	mg/l
ACEITES Y GRASAS	266,64	mg/l

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano.

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales (UNACH), 2017.

La hoja del informe del Análisis de la muestra filtrada generada por la Industria de Lácteos "Píllaro", se encuentra en el **Anexo (2.8.7.)**.

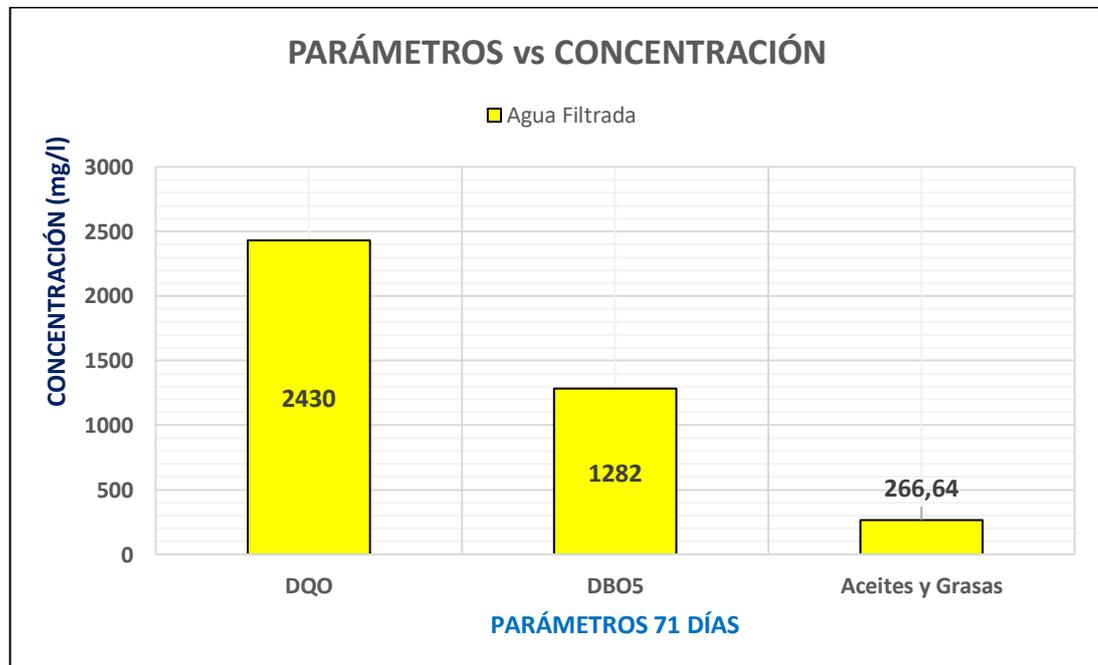


Gráfico 9. Interpretación de Resultados.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Resultado del Análisis del Agua Filtrada a los 78 Días.**

Tabla 24. Resultado del Agua Filtrada 78 Días.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	1565	mg/l
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	682	mg/l
ACEITES Y GRASAS	266,64	mg/l

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano.

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales (UNACH), 2017.

La hoja del informe del Análisis de la muestra filtrada generada por la Industria de Lácteos "Píllaro", se encuentra en el **Anexo (2.8.8.)**.

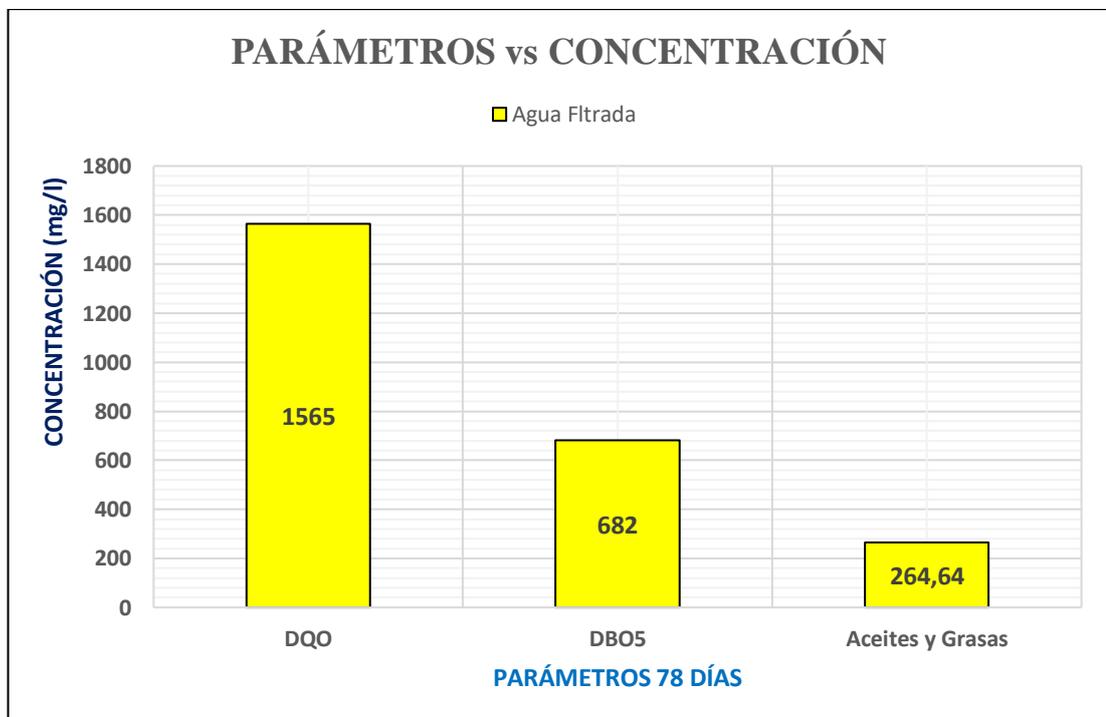


Gráfico 10. Interpretación de Resultados.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Resultado del Análisis del Agua Filtrada a los 85 Días.**

Tabla 25. Resultado del Agua Filtrada 85 Días.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	1625	mg/l
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	723	mg/l
ACEITES Y GRASAS	199,98	mg/l

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano.

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales (UNACH), 2017.

La hoja del informe del Análisis de la muestra filtrada generada por la Industria de Lácteos "Píllaro", se encuentra en el **Anexo (2.8.9.)**.

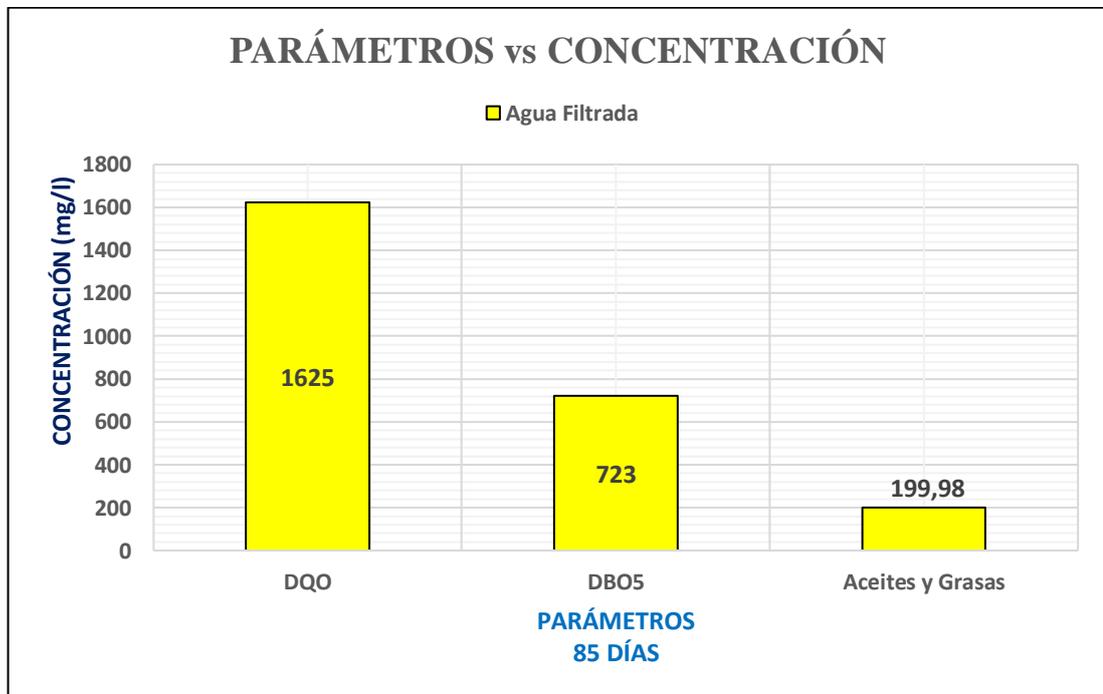


Gráfico 11. Interpretación de Resultados.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

- **Resultado del Análisis del Agua Filtrada a los 92 Días.**

Tabla 26. Resultado del Agua Filtrada 92 Días.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	3268	mg/l
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	1143,8	mg/l
ACEITES Y GRASAS	199,98	mg/l

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano.

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales (UNACH), 2017.

La hoja del informe del Análisis de la muestra filtrada generada por la Industria de Lácteos "Píllaro", se encuentra en el **Anexo (2.8.10.)**.

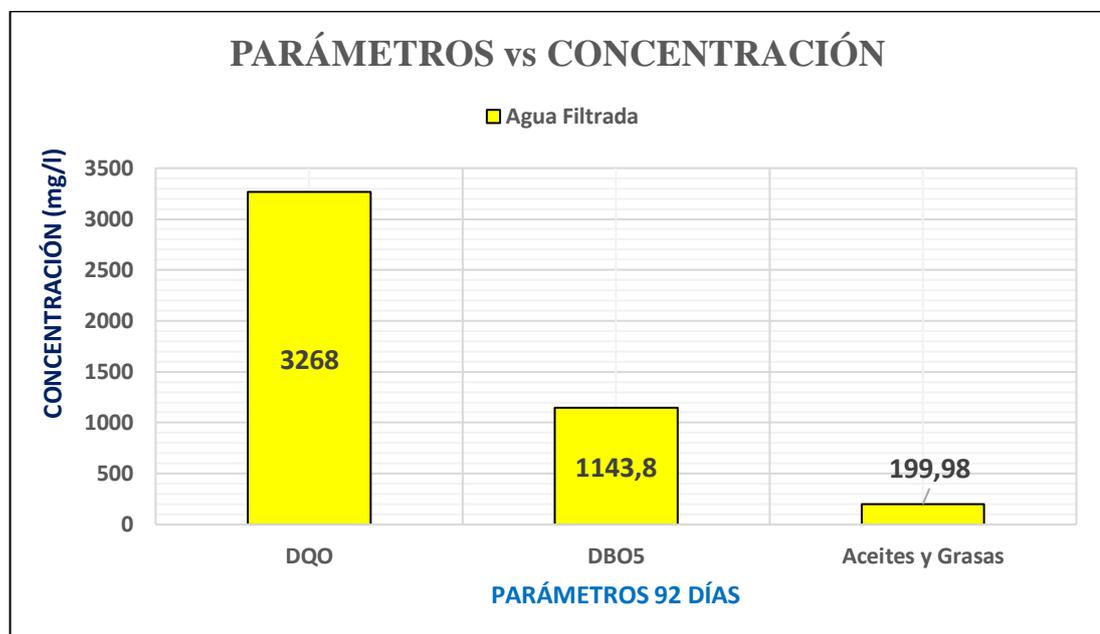


Gráfico 12. Interpretación de Resultados.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.2.3. Resultados de los Análisis del Parámetro Demanda Química de Oxígeno.

Tabla 27. Resultados de la Demanda Química de Oxígeno.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
UNIDAD DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS "PÍLLARO"			
PARÁMETRO DQO (Demanda Química de Oxígeno)			
FECHA DEL ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDADES	OBSERVACIONES
07/08/2017	5130	mg/l	AGUA ANTES DEL FILTRADO
24/05/2017	835	mg/l	PRIMER ANÁLISIS
26/06/2017	1506	mg/l	SEGUNDO ANÁLISIS
03/07/2017	880	mg/l	TERCER ANÁLISIS
10/07/2017	2905	mg/l	CUARTO ANÁLISIS
17/07/2017	3610	mg/l	QUINTO ANÁLISIS
24/07/2017	2430	mg/l	SEXTO ANÁLISIS
31/07/2017	1565	mg/l	SÉPTIMO ANÁLISIS
07/08/2017	1625	mg/l	OCTAVO ANÁLISIS
14/08/2017	3268	mg/l	NOVENO ANÁLISIS

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.2.3.1. Gráficos de Resultados de todos los Análisis.

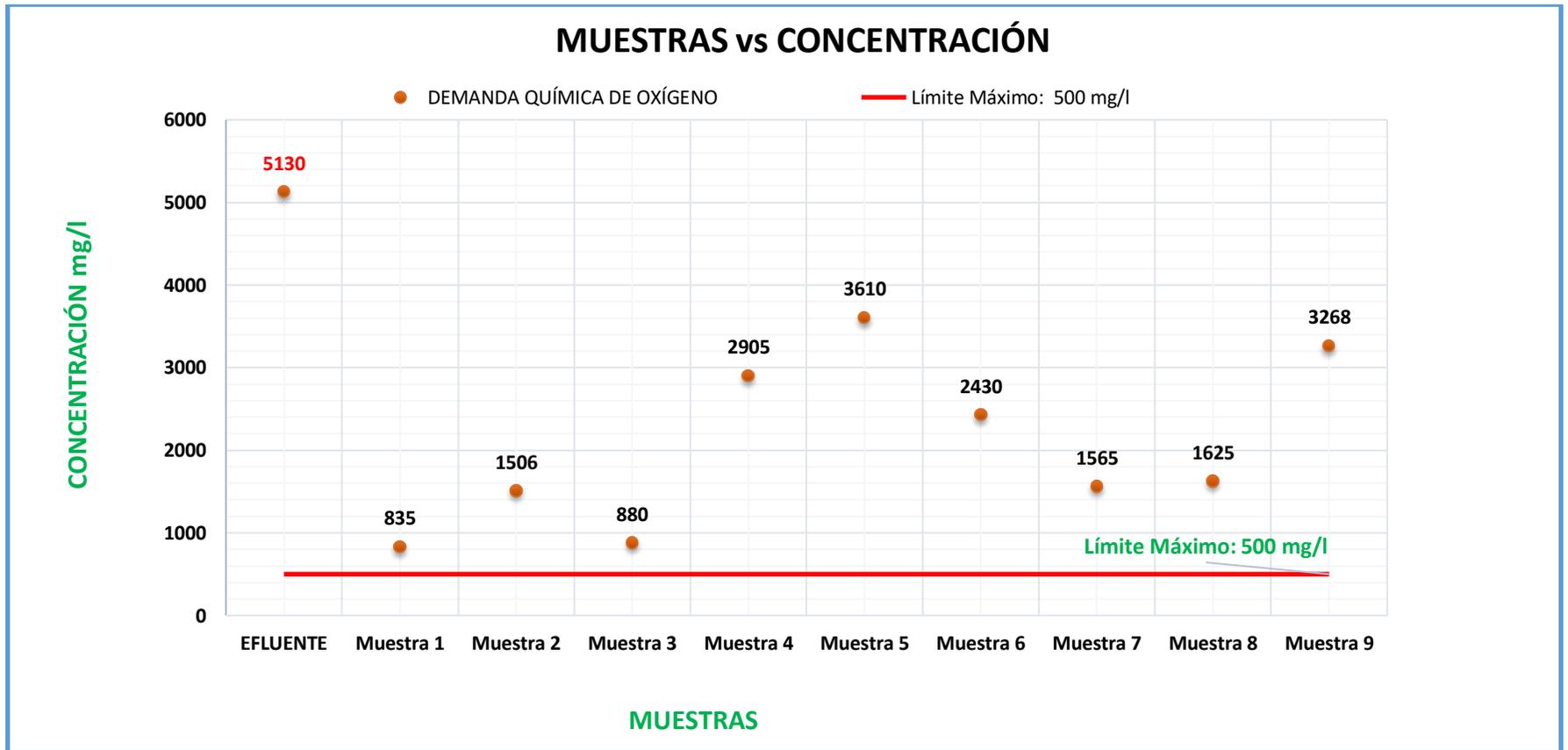


Gráfico 13. Comportamiento de la Demanda Química de Oxígeno en el transcurso del Tiempo.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.2.4. Resultados de los Análisis del Parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Tabla 28. Resultados Demanda Bioquímica de Oxígeno.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
UNIDAD DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS "PÍLLARO"			
PARÁMETRO DBO ₅ (Demanda Biológica de Oxígeno)			
FECHA DEL ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDADES	OBSERVACIONES
07/08/2017	2506	mg/l	AGUA ANTES DEL FILTRADO
24/05/2017	456,1	mg/l	PRIMER ANÁLISIS
26/06/2017	632	mg/l	SEGUNDO ANÁLISIS
03/07/2017	387	mg/l	TERCER ANÁLISIS
10/07/2017	1424	mg/l	CUARTO ANÁLISIS
17/07/2017	1950	mg/l	QUINTO ANÁLISIS
24/07/2017	1282	mg/l	SEXTO ANÁLISIS
31/07/2017	682	mg/l	SÉPTIMO ANÁLISIS
07/08/2017	723	mg/l	OCTAVO ANÁLISIS
14/08/2017	1143,8	mg/l	NOVENO ANÁLISIS

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.2.4.1. Gráficos de Resultados de todos los Análisis.

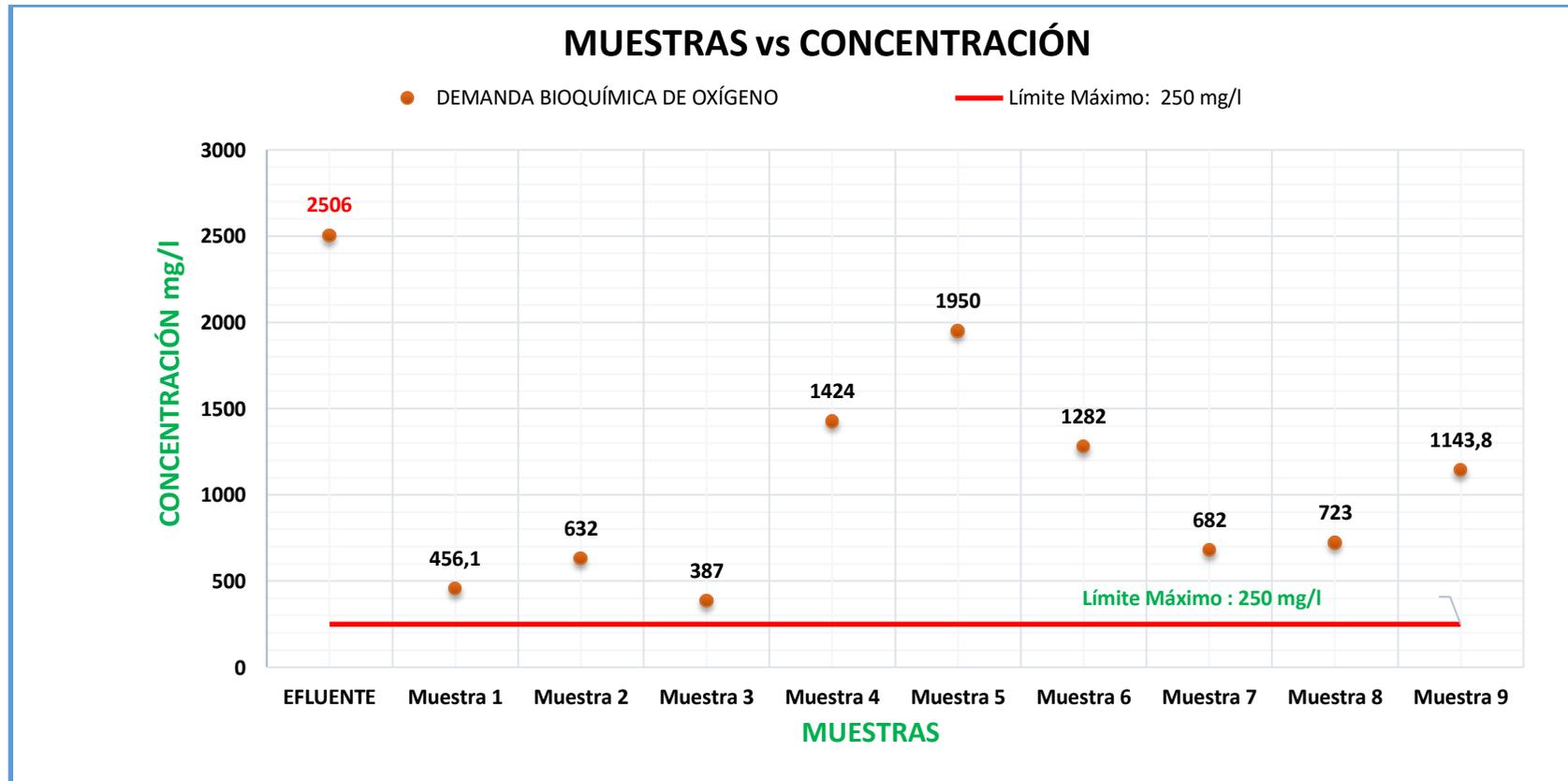


Gráfico 14. Comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el Transcurso del Tiempo.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.2.5. Resultados de los Análisis del Parámetro Aceites y Grasas.

Tabla 29. Resultados de Aceites y Grasas.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
UNIDAD DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS "PÍLLARO"				
PARÁMETRO DE ACEITES Y GRASAS				
FECHA DEL ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADO	UNIDADES	OBSERVACIONES
07/08/2017	EPA-418.1	2066,46	mg/l	AGUA ANTES DEL FILTRADO
24/05/2017	EPA-418.1	250	mg/l	PRIMER ANÁLISIS
26/06/2017	EPA-418.1	374,00	mg/l	SEGUNDO ANÁLISIS
03/07/2017	EPA-418.1	333,33	mg/l	TERCER ANÁLISIS
10/07/2017	EPA-418.1	266,64	mg/l	CUARTO ANÁLISIS
17/07/2017	EPA-418.1	199,98	mg/l	QUINTO ANÁLISIS
24/07/2017	EPA-418.1	266,64	mg/l	SEXTO ANÁLISIS
31/07/2017	EPA-418.1	266,64	mg/l	SÉPTIMO ANÁLISIS
07/08/2017	EPA-418.1	199,98	mg/l	OCTAVO ANÁLISIS
14/08/2017	EPA-418.1	199,98	mg/l	NOVENO ANÁLISIS

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.2.5.1. Gráficos de Resultados de todos los Análisis.

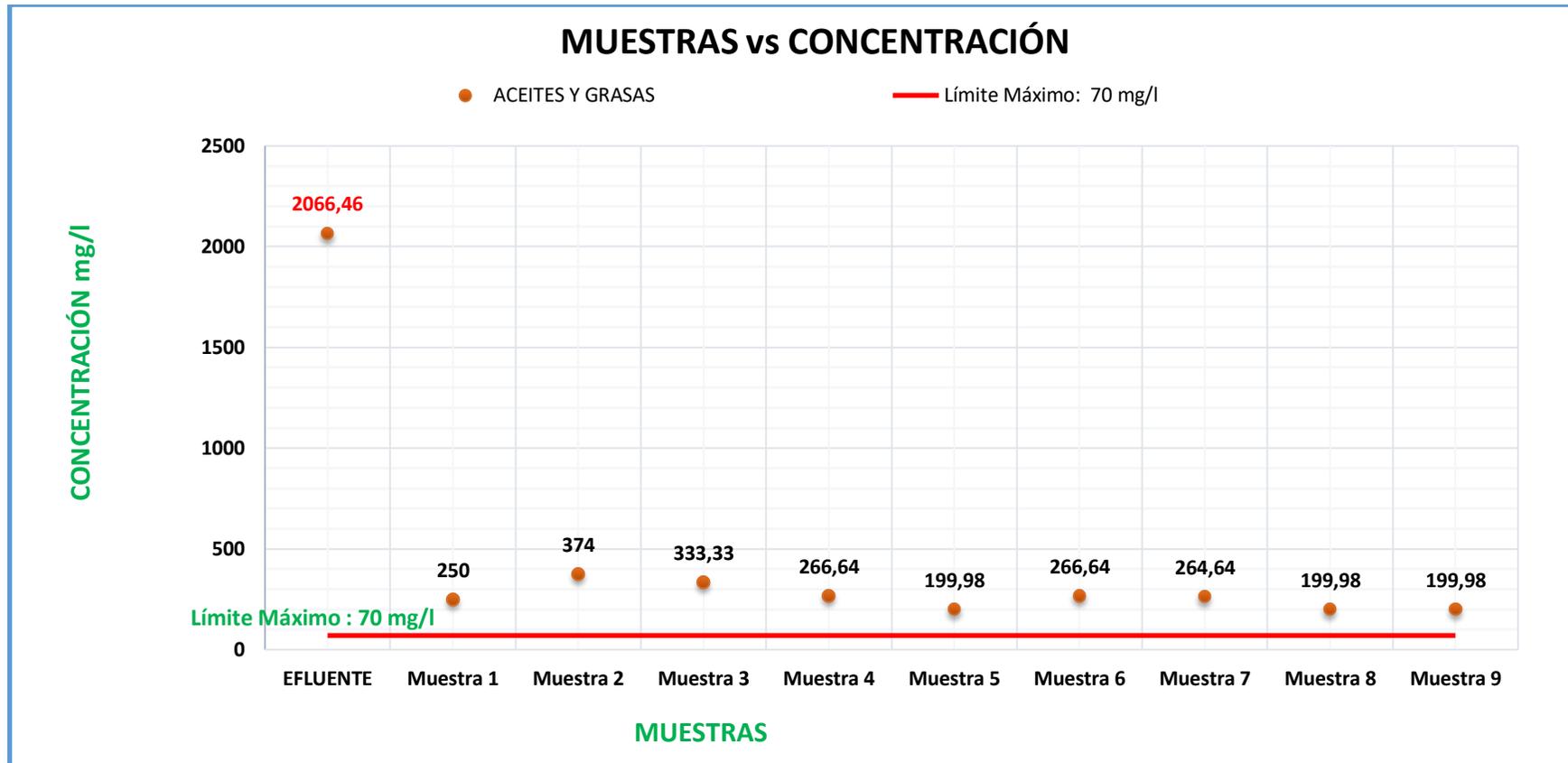


Gráfico 15. Comportamiento de Aceites y Grasas en el Transcurso del Tiempo.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.2.7. Eficiencia del filtro.

El cálculo de la eficiencia del filtro se lo realiza mediante las siguiente fórmula.[37]

$$\% \text{remoción} = \frac{C_o - C_f}{C_f} * 100$$

Donde:

C_o=Concentración Inicial.

C_f=Concentración Final.

$$\% \text{remoción} = \frac{5130 \frac{mg}{l} - 835 \frac{mg}{l}}{5130 \frac{mg}{l}} * 100$$

$$\% \text{remoción} = 83,72 \%$$

4.2.7.1. Eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno.

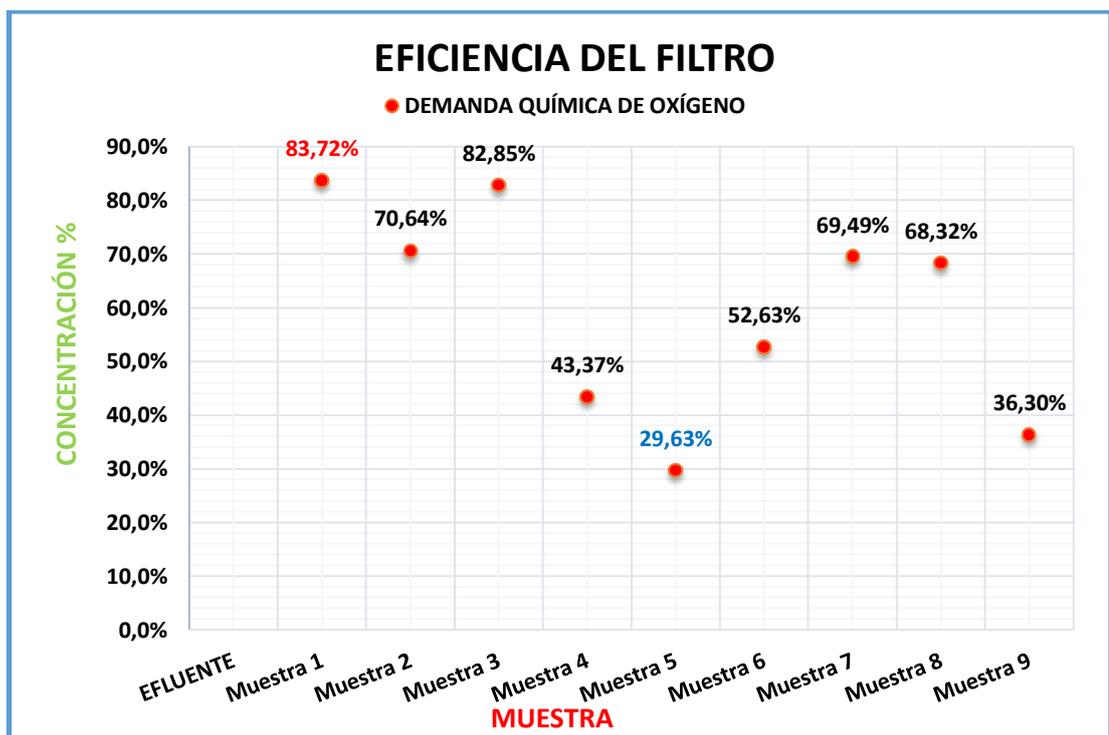


Gráfico 16. Eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

4.2.7.1.1. Eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno.

Para calcular el porcentaje en función al valor del límite de descarga al alcantarillado público, se considera que el valor establecido en el TULSMA.

Regla de Tres:

$$\text{Límite de Descarga: } 500 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \quad 100\%$$

$$\text{Cruda: } 5130 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \quad X_0$$

$$X_0 = \frac{5130 \frac{\text{mg}}{\text{l}} * 100\%}{500 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}$$

$$X_0 = 1026\%$$

Tabla 30. Eficiencia DQO.

CONCENTRACIÓN mg/l	ANÁLISIS-DÍAS	PORCENTAJE %
5130	X ₀	1026
835	X ₁₀	167
1506	X ₄₃	301,20
880	X ₅₀	176
2905	X ₅₇	581
3610	X ₆₄	722
2430	X ₇₁	486
1565	X ₇₈	313
1625	X ₈₅	325
3268	X ₉₂	653

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

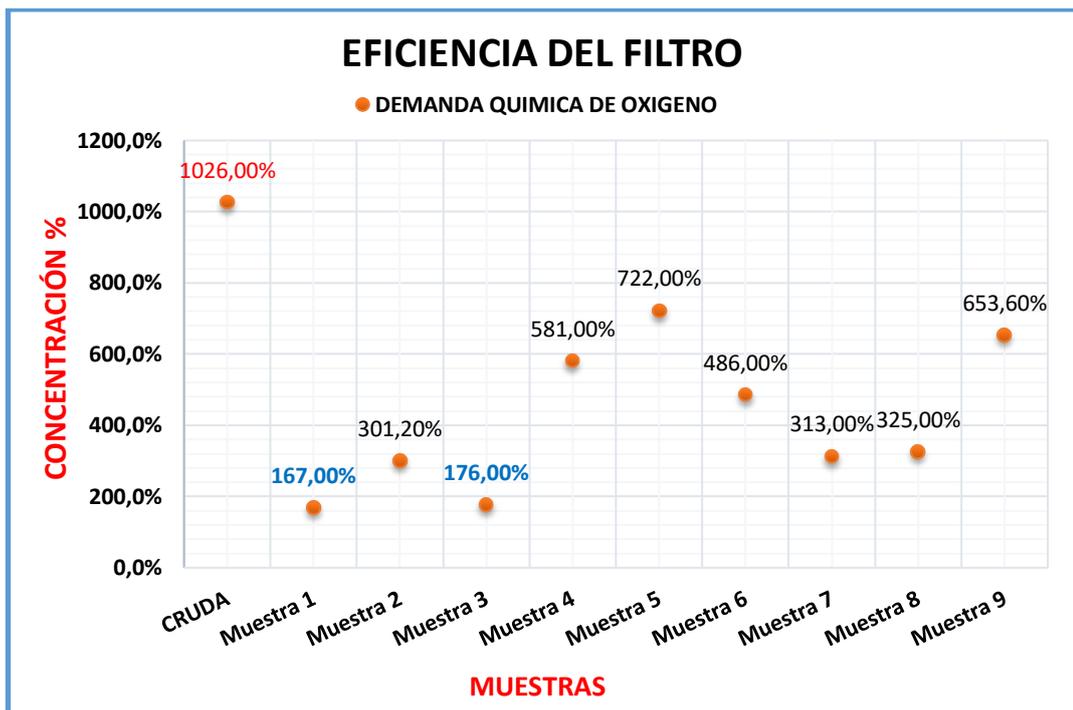


Gráfico 17. Eficiencia de DQO.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

La eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno menor se dio en la muestra 1 a los diez días de funcionamiento del filtro dando un porcentaje del 167%, equivalente a 835 mg/l, de ahí en la muestra 3 también da un porcentaje menor de 176%, equivalente a 880 mg/l mientras, que la muestra de agua residual cruda de la Industria de Productos Lácteos "Píllaro", tiene un porcentaje de 1026% con una concentración de 5130 mg/l.

4.2.7.2. Eficiencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

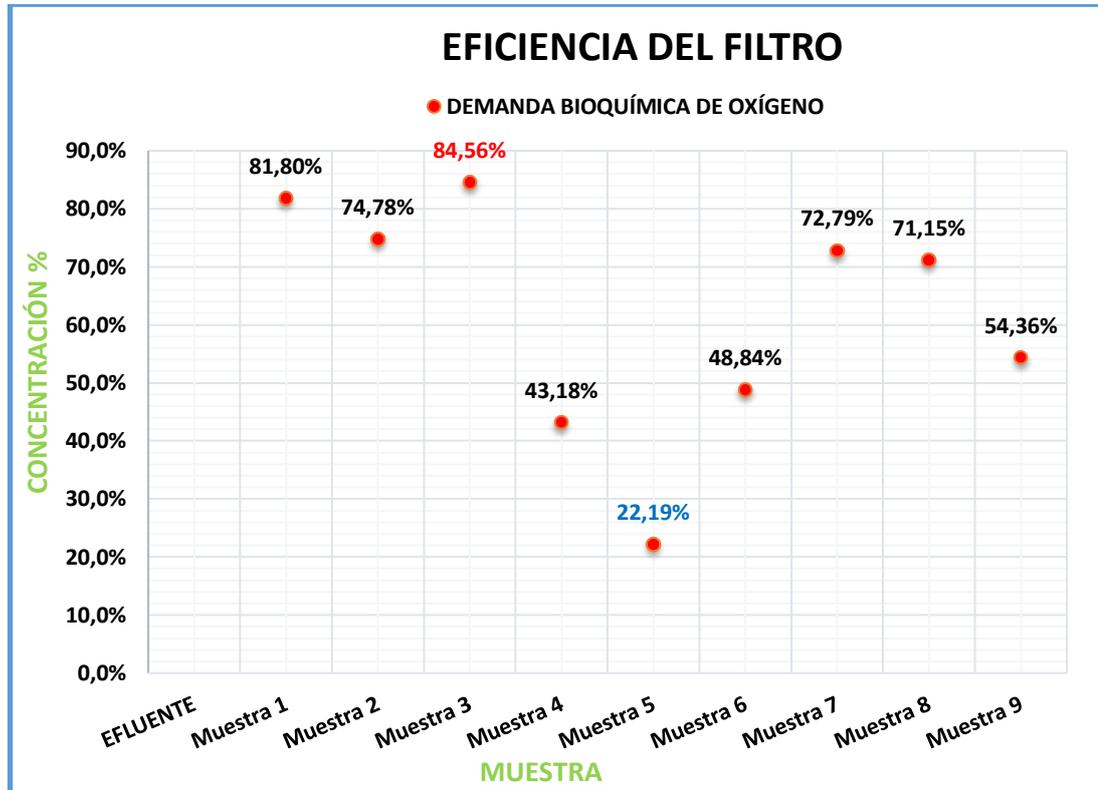


Gráfico 18. Eficiencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

Interpretación: La eficiencia de la demanda bioquímica de oxígeno tuvo con resultado a los 50 días de funcionamiento del filtro, una eficiencia de 84,56% equivalente a 632 mg/l, mientras que a los 64 días obtuvo una eficiencia del 22,19% equivalente a 1950 mg/l, lo cual se debe a que el proceso de la industria de lácteos no es la misma todos los días, por lo cual tiende a subir o bajar los porcentajes de eficiencia según la cantidad de productos procesados para la demanda de consumidores.

4.2.7.2.1. Eficiencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Para calcular el porcentaje en función al valor del límite de descarga al alcantarillado público, se considera que el valor establecido en el TULSMA.

Regla de Tres:

$$\text{Límite de Descarga: } 250 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \quad 100\%$$

$$\text{Cruda: } 2506 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \quad X_0$$

$$X_0 = \frac{2506 * 100\%}{250 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}$$

$$X_0 = 1002,40\%$$

Tabla 31. Eficiencia de DBO₅.

CONCENTRACIÓN mg/l	ANÁLISIS-DÍAS	PORCENTAJE %
2506	X ₀	1002,40
456,1	X ₁₀	182,44
632	X ₄₃	252,80
387	X ₅₀	154,80
1424	X ₅₇	569,60
1950	X ₆₄	780,00
1282	X ₇₁	512,80
682	X ₇₈	272,80
723	X ₈₅	289,20
1143,8	X ₉₂	457,52

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

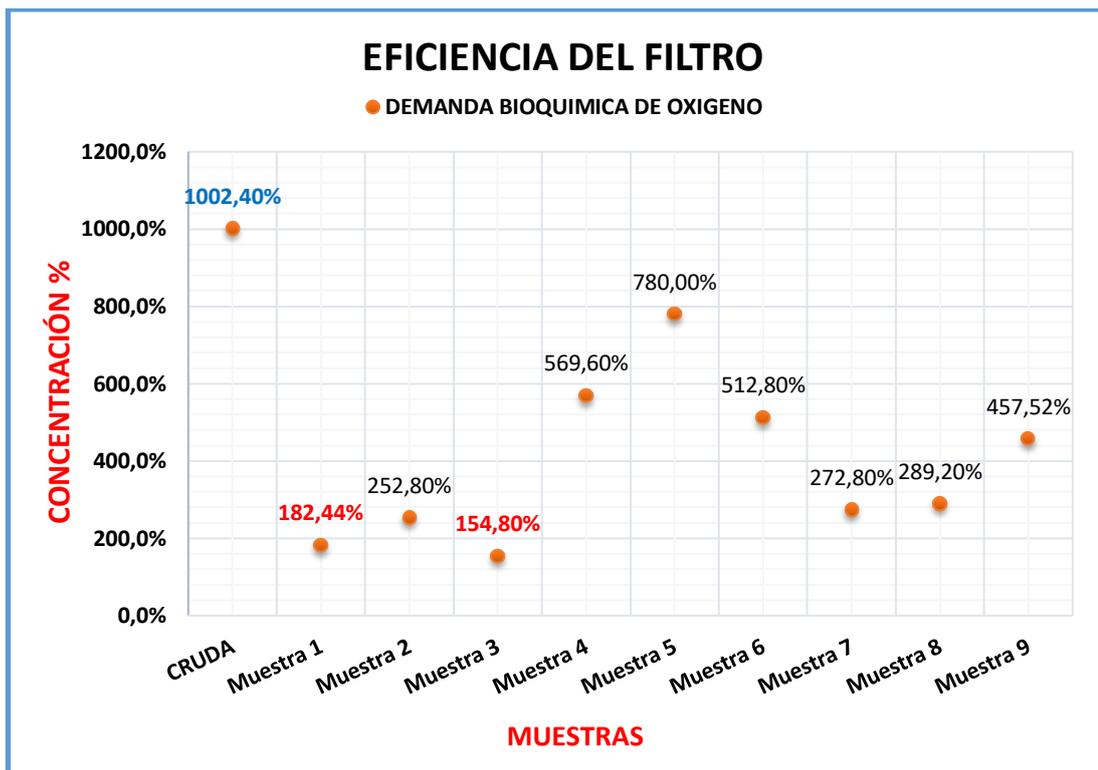


Gráfico 19. Eficiencia de DBO_5 .

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

La eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno menor se obtuvo en la muestra 3 a los 57 días de funcionamiento del filtro dando un porcentaje del 154,80%, equivalente a 387 mg/l, de ahí en la muestra 1 también da un porcentaje menor de 182,44%, equivalente a 456,1 mg/l, mientras que la muestra de agua residual cruda de la Industria de Productos Lácteos "Píllaro", tiene un porcentaje de 10002,4% con una concentración de 2506 mg/l.

4.2.7.3. Eficiencia de Aceites y Grasas.

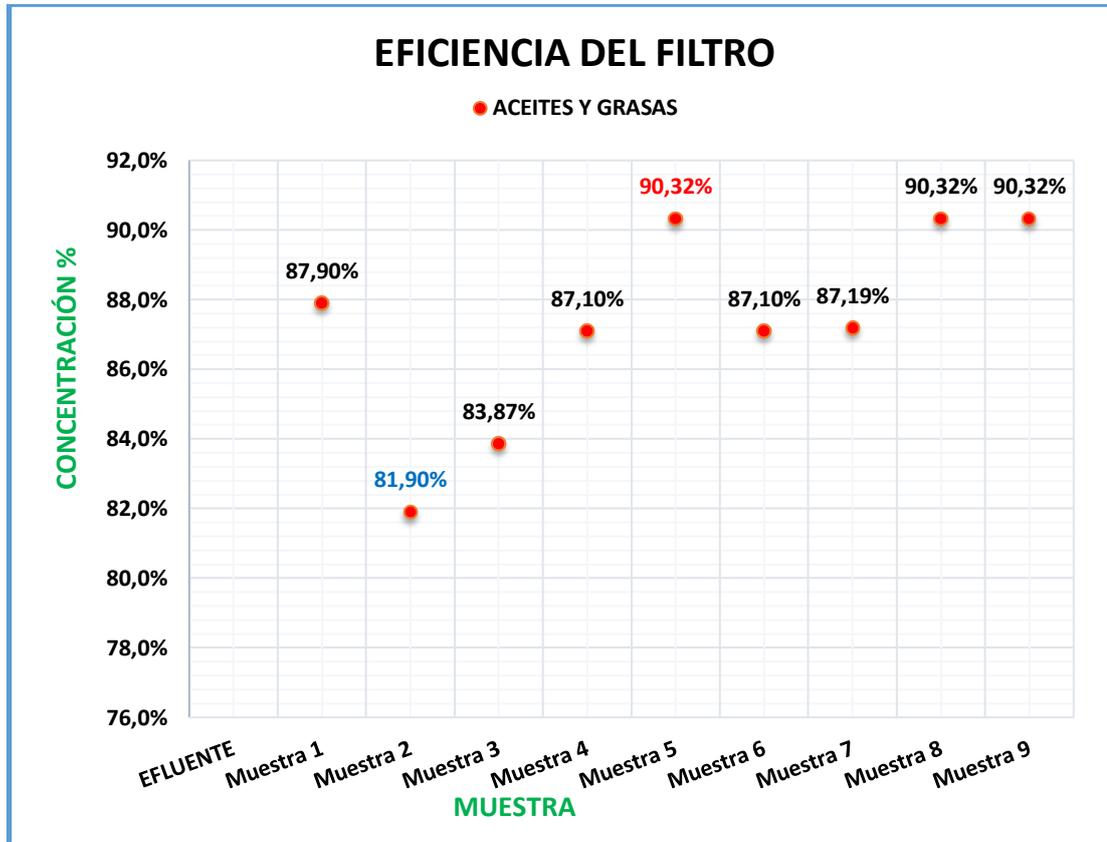


Gráfico 20. Eficiencia de Aceites y Grasas.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

Interpretación: La remoción de aceites y grasas tuvo como resultado que a los 64, 85 y 92 días de funcionamiento del filtro una eficiencia del 90,32% constante equivalente a 199.89 mg/l, mientras que a los 43 días obtuvo el 81.90 % equivalente a 374 mg/l, lo cual nos indica una diferencia del 10% durante el funcionamiento del filtro lo cual no es considerada como un factor mayor comparado con los demás parámetros analizados.

4.2.7.3.1. Eficiencia de Aceites y Grasas.

Para calcular el porcentaje en función al valor del límite de descarga al alcantarillado público, se considera que el valor establecido en el TULSMA.

Regla de Tres:

$$\text{Límite de Descarga: } 70 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \qquad 100\%$$

$$\text{Cruda: } 2066,46 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \qquad X_0$$

$$X_0 = \frac{2066,46 \frac{\text{mg}}{\text{l}} * 100\%}{70 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}$$

$$X_0 = 2952,09\%$$

Tabla 32. Eficiencia de Aceites y Grasas.

CONCENTRACIÓN mg/l	ANÁLISIS-DÍAS	PORCENTAJE %
2066,46	X ₀	2952,09
250	X ₁₀	357,14
374	X ₄₃	534,29
333,33	X ₅₀	476,19
266,64	X ₅₇	380,91
199,98	X ₆₄	285,69
266,64	X ₇₁	380,91
266,64	X ₇₈	380,91
199,98	X ₈₅	285,69
199,98	X ₉₂	285,69

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

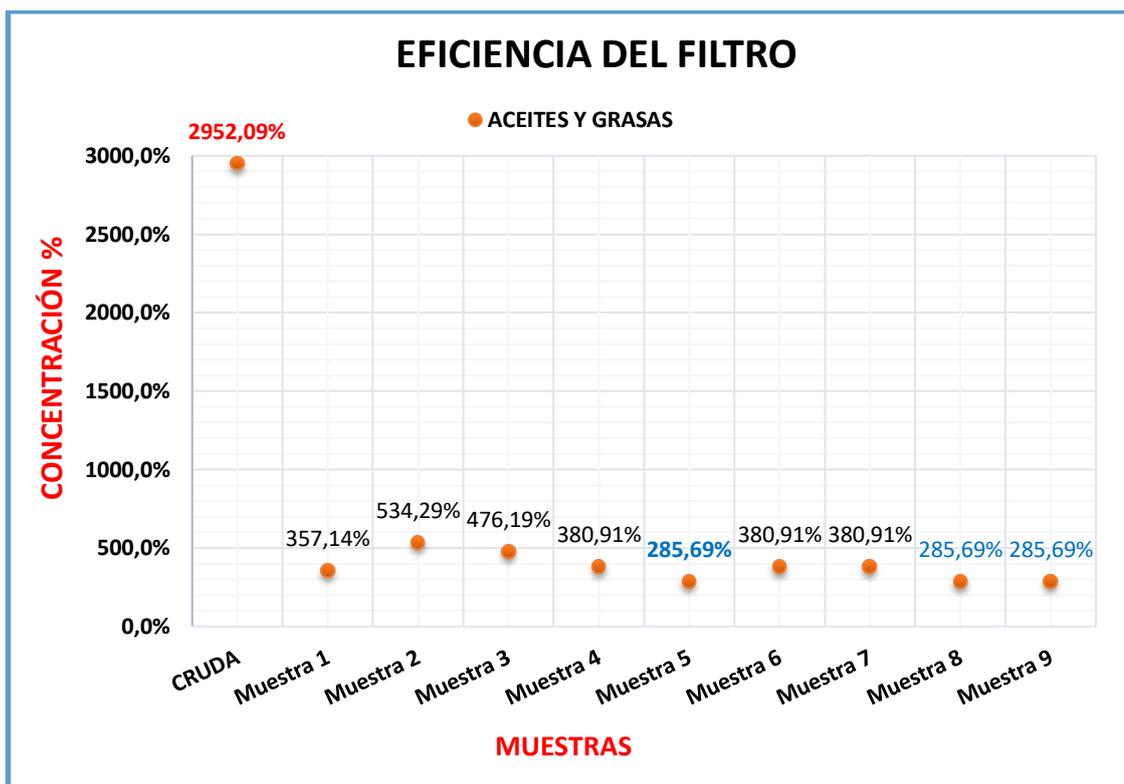


Gráfico 21. Eficiencia de Aceites y Grasas.

Elaborado por: Daniel Eduardo Moya Toscano, 2017.

La eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno menor se obtuvo en la muestra 5 a los 71 días de funcionamiento del filtro dando un porcentaje del 285,69%, equivalente a 199,98 mg/l de igual manera se mantiene constante en las muestras 8-9, mientras que la muestra de agua residual cruda de la Industria de Productos Lácteos "Píllaro", tiene un porcentaje de 2952,09%, con una concentración de 2066,46 mg/l.

4.3. Verificación de Hipótesis.

Mediante los resultados obtenidos luego de realizados los análisis físicos-químicos del agua residual, elaborados en un laboratorio certificado, luego del proceso de filtrado han dado como resultado la disminución de los parámetros: DQO, DBO₅, Aceites y Grasas, lo cual indica la efectividad del filtro utilizando como material filtrante “Piedra Pómez”, pero se debe recalcar que la disminución de los valores no entran en lo estipulado en los Límites de descarga hacia el alcantarillado público establecido en el norma (TULSMA).

El proceso experimental de filtrado se lo desarrollo durante 90 días, logrando comprobar su efectividad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Se determinó que el caudal de agua potable entrante a la cisterna fue de 4,29 m³/día, mientras que el empleado en el proceso de la elaboración de productos lácteos fue de 2,92 m³/día, y el de agua residual proveniente del proceso de producción fue de 1,37 m³/día.
- Se utilizó para este trabajo experimental un volumen de 36 litros de material de piedra pómez con tres tamaños del agregado que fue de: ½", 3/8", #4, con un porcentaje de 73%, 25%, 2%, respectivamente.
- Mediante los análisis realizados en los laboratorios al agua residual proveniente de la industria de productos lácteos "Píllaro", se demostró sus niveles de contaminación al medio ambiente debido a su elevado contenido de Demanda Química de Oxígeno (5130 mg/l), Demanda Bioquímica de Oxígeno (2506 mg/l), Aceites y Grasas (2066,46 mg/l).
- El filtro elaborado con material "Piedra Pómez", logro disminuir los niveles de contaminantes presentes en el agua residual, demostrando mediante resultados su eficacia en el proceso de filtración y a su vez da como resultado que es un material viable para el tratamiento de aguas residuales.
- Se determinó que el porcentaje menor de la eficiencia en función del agua cruda, la Demanda Química de Oxígeno tiene el 83,72%, con una concentración de 835 mg/l, mientras que de la Demanda Bioquímica de Oxígeno tiene 84,56%, con la concentración de 387 mg/l, y finalmente de Aceites y Grasas con el 92,32% con la concentración de 199,98 mg/l.

- Se determinó que el porcentaje menor de la eficiencia en función de los límites máximos permisibles que indica cada uno de los parámetros establecidos en el TULSMA, la Demanda Química de Oxígeno tiene el 167%, con una concentración de 835 mg/l, mientras que de la Demanda Bioquímica de Oxígeno tiene 154,8%, con la concentración de 387 mg/l, y finalmente de Aceites y Grasas con el 285,69% con la concentración de 199,98 mg/l.
- Se determinó que la vida útil del filtro está dentro de un período aproximado de 50 días, debido a que en este día los análisis físico-químicos del agua residual filtrada fueron los más bajos en todo el tiempo de funcionamiento del filtro a partir de ese día los valores se incrementan.
- El filtro experimental disminuyó considerablemente las concentraciones de DQO, DBO₅, Aceites y Grasas, pero por sus elevadas concentraciones en el agua residual del afluente no se logró disminuir su concentración con el proceso de filtrado, al límite máximo permisible que indica cada uno de los parámetros establecidos (TULSMA).

5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda hacer la respectiva granulometría y densidad del material para reducir lo más posible el porcentaje de vacíos, para que la filtración del agua residual tenga mayor eficacia al momento de ser filtrada para la disminución de las concentraciones de: DQO, DBO₅, Aceites y grasas.
- Utilizar el equipo de protección necesario al momento de recoger las muestras como también el agua residual para poner en el filtro por su contenido alto de agentes contaminantes perjudiciales para la salud.

- También es necesario vaciar el tanque que contiene el agua residual antes de ser filtrada completamente antes de recoger las muestras de agua para su respectivo análisis porque el agua se encuentra empozada en los 15 cm de altura desde fondo del tanque lo cual contiene agua estancada y sedimentos los cuales afectan los resultados de los análisis.
- Es importante lavar el filtro como también todos sus componentes antes de colocar el agua para su filtrado, ya que el agua residual de la industria láctea crea sedimentos de solidos que se alojan en el fondo del tanque, alterando las muestras posteriores, también como obstruyendo la tubería y accesorios que conforman el filtro, para garantizar su correcto funcionamiento.
- Para futuros trabajos experimentales de filtros que sean para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Industria de Productos Lácteos se considere más parámetros como lo son: sólidos sedimentables, sólidos disueltos, sólidos suspendidos totales (SST), sólidos totales (ST).
- Se recomienda que los análisis del agua residual deben de ser del mismo lote es decir analizar el agua entrante y saliente del filtro para tener una comparación real del proceso del agua residual, porque todos los días no se realiza el mismo proceso de producción de productos lácteos siempre tiene una variación cada día por lo tanto no es aconsejable realizar solo un análisis de agua residual cruda, sino en cada muestra se debería realizar un análisis del afluente y del agua filtrada.
- Se debería realizar la eficiencia del filtro en base a los límites máximos permisibles para la descarga al sistema de alcantarillado público del TULSMA, ya que con esos límites se basa el Ministerio del Ambiente.
- Se debería realizar también del diseño de una planta de tratamiento como implemento del trabajo experimental para ampliar conocimientos de ingeniería civil en el tratamiento de aguas residuales.

MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografía.

- [1] I. D. E. Agraria, “Universidad Austral de Chile Universidad Austral de Chile,” pp. 1–23, 2015.
- [2] D. Felipe Tirado Armesto, L. Alberto Gallo García, D. Acevedo Correa, and J. Alejandro Mouthon Bello, “Biotratamientos de aguas residuales en la industria láctea,” vol. 11, no. 1, pp. 1–171, 2016.
- [3] L. F. G. G. Álvaro Arango Ruíz, “Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea,” *Scielo*, pp. 1–8, 2007.
- [4] D. M. Llanos, “Diseño de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales de la Industria de Productos Lacteos Píllaro,” Escule Superior Politécnica de Chimborazo, 2013.
- [5] A. C. Velázquez Patiño, *Gestión Ambiental Y Tratamiento De Residuos Urbanos (Manuscrito): Propuesta Para La Zona Metropolitana De Guadalajara a Partir De Las Experiencias De La Unión Europea*. Madrid, 2006.
- [6] O. García, G. Alcántar, R. I. Cabrera, F. Gavi, and V. Volke, “EVALUACION DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCION DE *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* CULTIVADAS EN MACETA Substrate Evaluation for Container Production of *Epipremnum aureum* and *Spathiphyllum wallisii*,” 2001.
- [7] S. M. Alcalde, B. Ruiz-roso, L. Pérez-olleros, and S. Belmonte, “Contenido de ácidos grasos trans en alimentos comercializados en la Comunidad de Madrid (España),” vol. 29, no. 1, pp. 180–186, 2014.
- [8] E. J. CORPAS I. and O. F. HERRERA A., “REDUCTION COLIFORM AND *Escherichia coli* IN A DAIRY WASTE SYSTEM THROUGH BENEFICIAL MICROORGANISMS,” *Biotecnol. en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial* ,

vol. 10, no. 1, pp. 67–76, 2012.

- [9] L. Da Cámara, M. Hernández, and L. Paz, “Manual de diseño para plantas de tratamiento de aguas residuales alimenticias,” p. 11, 2008.
- [10] M. ESPIGARES GARCÍA y J. A. PÉREZ LÓPEZ, “Aguas residuales. composición,” *Servicio de Publicaciones*, Universidad de Granada, 2010.
- [11] Interapas, “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales,” *Reutiliza el Agua Usada*. pp. 1–4, 2015.
- [12] N. G. Rojas, P. Villanueva Díaz, E. Campos, M. Alma, and V. Rodríguez, “Análisis de la adsorción como método de pulimiento en el tratamiento de aguas residuales,” *Quivera Año*, vol. 14, pp. 109–129, 2012.
- [13] K. Reynolds, “Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica Identificación del Problema,” *La Llave*, p. 4, 2002.
- [14] K. Larisa, “Taller Il d de C Capacitación ó Sistema de Aguas Residuales para el Sector Lácteo Taller de Capacitación Si t Sistema de d A Aguas Residuales R id l para el l S Sector t Lá Lácteo t Impartido por el Centro de Producción más Limpia de Nicaragua,” 2017.
- [15] E. A. Schiappacasse, “Plantas de tratamiento de Aguas Residuales,” no. January 2013, p. 150, 2013.
- [16] A. A. Ruiz, “La biofiltración , una alternativa para la potabilización del agua.,” *Lasallista Investig.*, vol. 1, no. 2, p. 6, 2004.
- [17] E. Rocha Castro, “Filtros en medios granulares,” *Ing. Trat. y Acond. Aguas*, p. 4.1-4.8, 2010.
- [18] J. P. Grijalva, “La industria lechera en Ecuador: un modelo de desarrollo,” *La Ind. Leche. en Ecuador un Model. Desarro.*, vol. 1, no. 1, pp. 65–70, 2011.
- [19] C. de A. R. para la P. L. (CAR/PL), “Prevención de la contaminación en la Industria Láctea,” 2002.
- [20] “Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea - Ingeniería ambiental para el sector industrial.” [Online]. Available:

<http://blog.condorchem.com/tratamiento-de-aguas-residuales-de-la-industria-lactea/>.

- [21] Q. P. M. Teresa, U Bello Marco Antonio, “Medición de Presion y caudal.” Chile, p. 21, 2000.
- [22] T. Mañunga, H. M. Gutiérrez, J. A. R. Victoria, and A. V. Díaz, “Tratamiento de residuos de DQO generados en laboratorios de análisis ambientales,” *Ing. e Investig.*, vol. 30, no. 2, pp. 87–95, 2010.
- [23] M. Rodríguez, “Demanda bioquímica de oxigeno de efluentes con productos xenobióticos,” *Ing. del Agua*, vol. 5, no. 4, pp. 47–54, 1998.
- [24] N. Adalberto, V. Eduardo, R. Judith, and C. César, *Alternativas De Tratamiento de Aguas Residuales*, Tercera Ed. Mexico, 200AD.
- [25] DOF, “NORMA MEXICANA NMX-AA-034-SCIFI-2015 Análisis De Agua - Medición De Sólidos Y Sales Disueltas En Aguas Naturales , Residuales Y Residuales Tratadas – Método De Prueba (Cancela a La Nmx-Aa-034-Scfi-2001). Water Analisys – Measurement of Salts and Solids ,” *Nmx-Aa-026-Scfi-2010*, p. 16, 2015.
- [26] M. P. A. Vidales-Olivo, M. Y. Leos-Magallanes, and M. G. Campos-Sandoval, “Extracción de grasas y aceites en los efluentes de una Industria Automotriz,” *Cienc. y Tecnología*, vol. 40, no. 40, pp. 29–34, 2010.
- [27] M. Gabriela, C. Luciano, and A. Ramirez, *Tratamiento de Aguas Residuales*, Primera Ed. Mexico, 2011.
- [28] Rodier J. and C. La Fuente, “Análisis de Aguas,” Barcelona, 2015.
- [29] Ministerio del Ambiente, “Anexo 1 Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislacion Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua,” *Norma Calid. Ambient. Y Descarga Efluentes Recur. Agua*, pp. 1–37, 2014.
- [30] C. Real, L. Palmas, and D. G. Canaria, “Piedra pómez 2003 1.-,” vol. 2001, pp. 1–5, 2003.
- [31] J. Bermeo., “Investigación Aplicada al turismo.,” p. 3, 2011.

- [32] G. Gómez-Peresmitré and L. Reidl, "II. Métodos de investigación," *Metodol. Investigación en Ciencias Soc.*, pp. 16–40, 2010.
- [33] A. Sans and L. R. B. Atenea Alonso Serrano, Lorena García Sanz, Irene León Rodrigo, Elisa García Gordo, Belén Gil Álvaro, "Métodos de investigación de enfoque experimental," *Metodol. la Investig. Educ.*, pp. 167–193, 2012.
- [34] T. GRAJALE G, "Tipos de Investigacion," *IUPuebla*, p. 4, 2000.
- [35] P. López, "Población Muestra Y Muestreo," *Punto Cero*, vol. 9, no. 8, pp. 69–74, 2004.
- [36] A. Silva, "Determinando la población y la muestra," no. 14, p. 6, 2011.
- [37] R. R.-M. T.J Muñoz-Sánchez, "Evaluación de la Eficiencia de Remoción de materia Orgánica y Nitrógeno en un Filtro Percolador con Nuevo Empaque," *Puebla*, p. 9, 2013.
- [38] Comisión Nacional del Agua, *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, Mexico: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015.
- [39] "Registro Oficial 387," Norma 387, Noviembre Miercoles, 2015.

2. Anexos.

2.1. Imágenes del Material Filtrante.



Imagen 2. Lavado del Material.



Imagen 3. Secado del Material.



Imagen 4. Vaciado del Material en el Recipiente.



Imagen 5. Enrazado del Material.

2.2. Granulometría del Material.



Imagen 6. Orden de Tamices.



Imagen 7. Tamizado.



Imagen 8. Puesta de Material en el Tamiz.



Imagen 9. Material Tamizado.

2.2. Densidad del Material.



Imagen 10.Secado del Material.



Imagen 11.Peso Canastilla vacía.



Imagen 12.Peso Canastilla con Material.



Imagen 13.Peso Canastilla en el agua con Material.

2.3. Elaboración de la estructura del Filtro.



Imagen 14.Acople Hermético con llave.



Imagen 15.Prueba de filtración con 35 litro de agua.



Imagen 16.Filtro en la estructura.



Imagen 17.Filtro en Funcionamiento con el material.

2.5. Toma de Muestras para su Respectivo Análisis en el laboratorio.

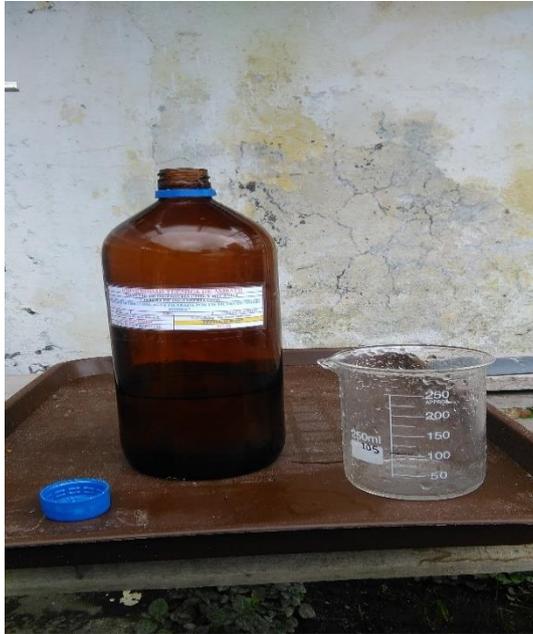


Imagen 18.Toma de la Muestra Cruda.



Imagen 19.Agua del Afluente (Agua Cruda)



Imagen 20.Muestras para realizar el análisis.



Imagen 21.Toma de muestras.

2.6. Realización del Análisis del Parámetro de Aceites y Grasas en el Laboratorio de Química.



Imagen 22. Colocación de 150 ml de Agua Filtrada.



Imagen 23. Colocación de 1 ml de Ácido Sulfúrico.



Imagen 24. Destilación de Hexano.



Imagen 25. Peso de Aceites y Grasas.

2.7. Gráfico de la estructura del filtro.

2.7.1. Recipiente Plástico (57x42x34 cm).

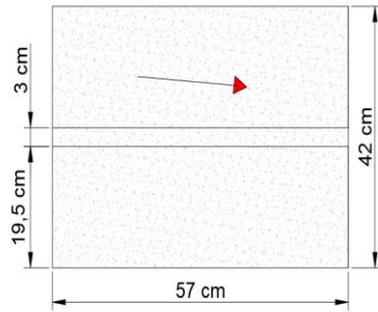


Figura 5. Vista Superior de La bandeja de Plástico.

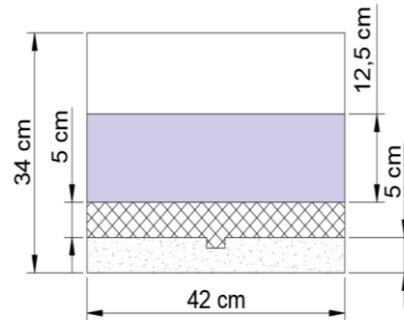


Figura 6. Vista Frontal de la bandeja de plástico.

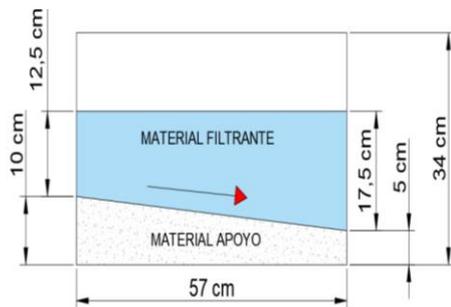


Figura 7. Vista Lateral de la Bandeja de plástico con las medidas.

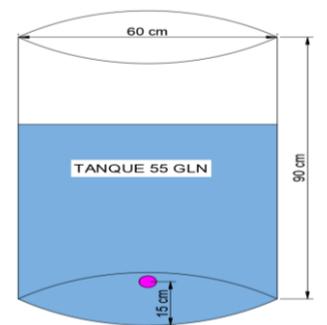


Figura 8. Tanque de Reservorio de 55 Galones.

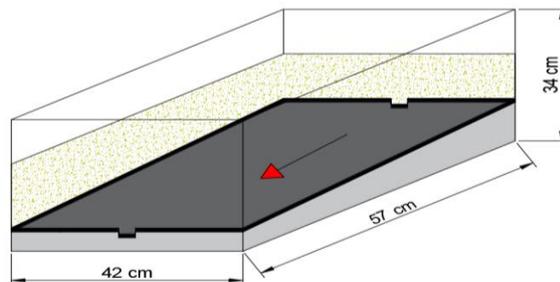


Figura 9. Recipiente de Plástico.



FICM-UPICIC 2017



1. REFERENCIAS PARA EL MODELO DE FILTRO.

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

TULSMA

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

- **TRH**= 0.5 días = 12 horas, cuando se toma en cuenta características del material filtrante, como:
 - Porosidad,
 - Volumen de Vacíos,
 - Granulometría, etc.



- TRH= 5.25 horas, cuando el material se encuentra totalmente empacado y se omite las características del material, por la variedad de materiales usados, cada uno con sus respectivas características, se redujo la mayor cantidad de vacíos al momento de la conformación del filtro para hacer uso del presente criterio. (Granulometría realizada.) [38]

Ecuación N°. 1

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

MANUAL DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO-AFA

Tabla 31. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de afluentes de reactores anaerobios.

Parámetro de diseño	Rango de valores como una función del gasto		
	Q promedio	Q máximo diario	Q máximo horario
Medio de empaque	Piedra	Piedra	Piedra
Altura del medio filtrante (m)	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0
Tiempo de residencia hidráulica (horas)	5 a 10	4 a 8	3 a 6
Carga hidráulica superficial (m ³ /m ² d)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga orgánica volumétrica (kg BDO/m ³ d)	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50
Carga orgánica en el medio filtrante (kg BDO/m ³ d)	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75

Fuente: Chemicharo de Lemos, 2007.

Se ha elegido el uso de un TRH = AFA = 5-10 horas correspondiente a un gasto promedio:



Por facilidad constructiva se ha asumido un volumen de medio filtrante igual a 35 lt. Reduciendo mayor cantidad de vacíos para poder tomar como referencia el valor de TRH de un medio filtrante empacado citada anteriormente. [39]

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

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

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

Ecuación N° 2.

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

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

TANQUE DE ABASTECIMIENTO-HOMOGENIZACIÓN.

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

TANQUE DE 55 GALONES



Figura 10. Tanque de 55 galones.

- Los 55 galones garantizan un volumen durante las 24 horas del día.

$$Q = 0.105 \frac{lt}{min} = \frac{60 min}{1 hora} = \frac{24 h}{1 dia}$$

Caudal en 24 horas:

$$Q = 151,2 \frac{lt}{dia} = \frac{1 gal}{3,78 lt} = 40 \frac{gal}{dia}$$

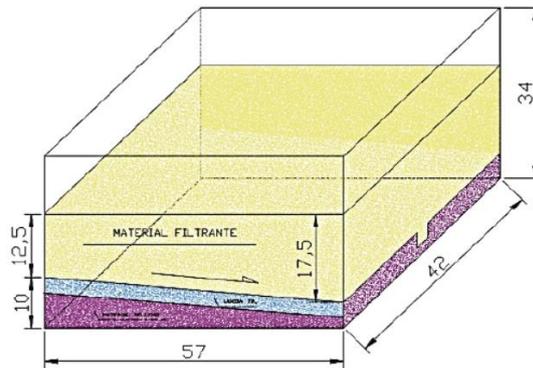
+ 15 gal para garantizar que alrededor de que 1/3 del tanque este lleno, esto para que no se quede sin agua el filtro y no deje de funcionar.

Ecuación 3.

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

DIMENSIONES DEL FILTRO

MEDIDAS DEL MEDIO FILTRANTE



Asumimos el trapecio lateral donde:

AT= Area Trapecio.

VT= Volumen trapecio.

Base= 57 cm

Lado menor= 12,5 cm

Lado mayor= 17,5 cm

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

Ecuación 4.

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

$$VT = 855 * 42$$

Ecuación 5.

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

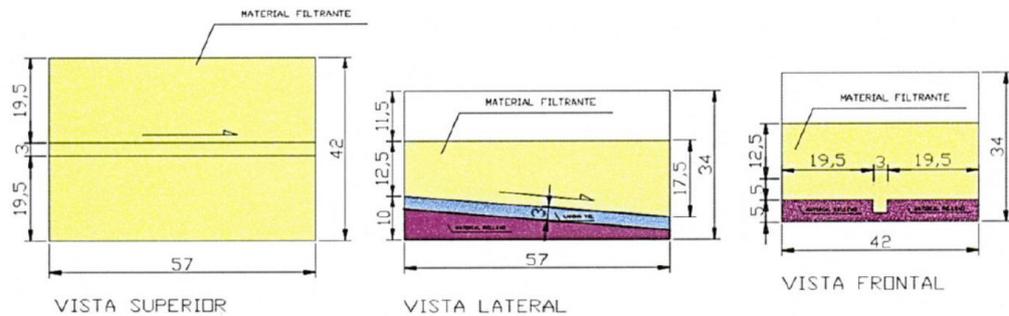
En el filtro debemos mantener un volumen de 35 lt como un valor mínimo.

Por facilidades constructivas y a la vez porque esta etapa de proyecto consiste en el análisis del material filtrante mas no del diseño del filtro se tomó las medidas comerciales de un recipiente plástico "GUARDAMOVIL GRANDE", con dimensiones (57x42x34) cm.

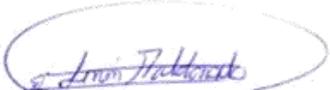


En cuyo interior está dividido en dos partes.

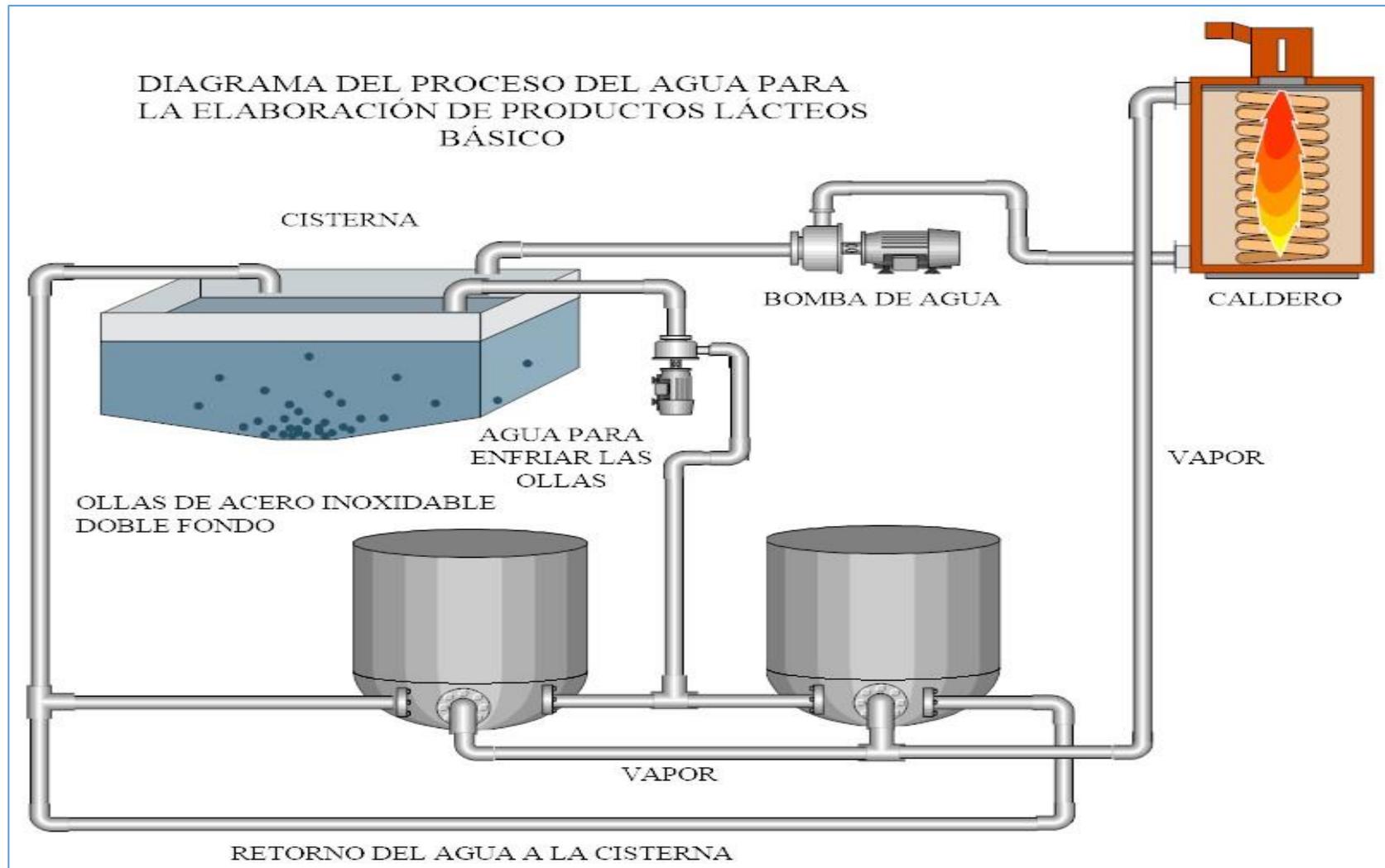
1. Material Filtrante a analizar.
2. Material de soporte utilizado como relleno sin contacto.



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


Ing. MEng. Lenin Maldonado
DOCENTE - FICM-UTA - Proyecto "Aguas Residuales" UPICIC

2.7.2. Proceso de Circulación del Agua.



2.8. Anexos de los informes emitidos por el laboratorio de las análisis físicos-químicos de agua residual.

2.8.1. Agua antes del filtrado.

UNACH		LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES				UNACH	
N° SE: 101-17							
INFORME DE ANALISIS							
NOMBRE:	Daniel Moya			INFORME N°	101-17		
EMPRESA:	Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato			N° SE:	101-17		
DIRECCIÓN:	Ambato			FECHA DE RECEPCIÓN:	03 - 07 -17		
TELÉFONO:	0979138495			FECHA DE INFORME:	10 - 07 - 17		
NÚMERO DE MUESTRAS:	1, Agua residual industria láctea, Pillaro			TIPO DE MUESTRA:			
IDENTIFICACIÓN:	MA - 241-17				Agua		
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.							
RESULTADO DE ANÁLISIS							
MA - 241-17							
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS		
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	5130	N/A	03 - 07 -17		
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2506	N/A	03 - 07 -17		
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.							
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:							
Dr. Juan Carlos Lara Benito Mendoza T., Ph.D.							
 Dr. Juan Carlos Lara R. TECNICO L.S.A.							
-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s). -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.							
Página 1 de 1						FMC2101-01	
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.							

2.8.3. Agua Filtrada (43 Días).

	LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES																									
N° SE: 091-17																										
INFORME DE ANALISIS																										
NOMBRE: Daniel Moya		INFORME N° 091- 17																								
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato		N° SE: 091-17																								
DIRECCIÓN: Ambato																										
		FECHA DE RECEPCIÓN: 26 - 06 -17																								
TELÉFONO: 0979138495		FECHA DE INFORME: 03 - 07- 17																								
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Pillaro		TIPO DE MUESTRA:																								
IDENTIFICACIÓN: MA - 224-17		Agua																								
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.																										
RESULTADO DE ANÁLISIS																										
MA - 224-17																										
<table border="1"><thead><tr><th>PARÁMETROS</th><th>UNIDADES</th><th>MÉTODO/PROCEDIMIENTO</th><th>RESULTADO</th><th>U(K=2)</th><th>FECHA DE ANÁLISIS</th></tr></thead><tbody><tr><td>* Aceites y grasas</td><td>mg/l</td><td>EPA 418.1</td><td>374</td><td>N/A</td><td>26 - 06 -17</td></tr><tr><td>DQO</td><td>mg/l</td><td>STANDARD METHODS 5220 - D mod</td><td>1506</td><td>N/A</td><td>26 - 06 -17</td></tr><tr><td>* DBO5</td><td>mg O2/l</td><td>STANDARD METHODS 5210 - B</td><td>632</td><td>N/A</td><td>26 - 06 -17</td></tr></tbody></table>	PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS	* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	374	N/A	26 - 06 -17	DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1506	N/A	26 - 06 -17	* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	632	N/A	26 - 06 -17		
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS																					
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	374	N/A	26 - 06 -17																					
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1506	N/A	26 - 06 -17																					
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	632	N/A	26 - 06 -17																					
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21° EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21° EDICIÓN.																										
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS: Dr. Juan Carlos Lara Benito Mendoza T., Ph.D.																										
 Dr. Juan Carlos Lara R. TECNICO L.S.A.																										
<p>-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s). -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.</p>																										
Página 1 de 1		FMC2101-01																								
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.																										

2.8.4. Agua Filtrada (50 Días).

	LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES																			
N° SE: 101-17																				
INFORME DE ANALISIS																				
NOMBRE: Daniel Moya		INFORME N° 101- 17																		
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato		N° SE: 101-17																		
DIRECCIÓN: Ambato																				
TELÉFONO: 0979138495		FECHA DE RECEPCIÓN: 03 - 07 -17																		
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Pillaro		FECHA DE INFORME: 10 - 07 - 17																		
IDENTIFICACIÓN: MA - 241-17		TIPO DE MUESTRA: Agua																		
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.																				
RESULTADO DE ANÁLISIS																				
MA - 241-17																				
<table border="1"><thead><tr><th>PARÁMETROS</th><th>UNIDADES</th><th>MÉTODO/PROCEDIMIENTO</th><th>RESULTADO</th><th>U(K=2)</th><th>FECHA DE ANÁLISIS</th></tr></thead><tbody><tr><td>DQO</td><td>mg/l</td><td>STANDARD METHODS 5220 - D mod</td><td>880</td><td>N/A</td><td>03 - 07 -17</td></tr><tr><td>* DBO5</td><td>mg O2/l</td><td>STANDARD METHODS 5210 - B</td><td>387</td><td>N/A</td><td>03 - 07 -17</td></tr></tbody></table>	PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS	DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	880	N/A	03 - 07 -17	* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	387	N/A	03 - 07 -17		
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS															
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	880	N/A	03 - 07 -17															
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	387	N/A	03 - 07 -17															
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21° EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21° EDICIÓN.																				
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS: Dr. Juan Carlos Lara Benito Mendoza T., Ph.D.																				
 Dr. Juan Carlos Lara R. TECNICO L.S.A.																				
<p>-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizad(a)s. -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.</p>																				
Página 1 de 1		FMC2101-01																		
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.																				

2.8.5. Agua Filtrada (57 Días).

	LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES																			
N° SE: 110-17																				
INFORME DE ANALISIS																				
NOMBRE: Daniel Moya		INFORME N° 110- 17																		
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato		N° SE: 110-17																		
DIRECCIÓN: Ambato																				
TELÉFONO: 0979138495		FECHA DE RECEPCIÓN: 10 - 07 -17																		
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Pillaro		FECHA DE INFORME: 17 - 07 - 17																		
IDENTIFICACIÓN:		TIPO DE MUESTRA:																		
MA - 252-17		Agua																		
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.																				
RESULTADO DE ANÁLISIS																				
MA - 252-17																				
<table border="1"><thead><tr><th>PARÁMETROS</th><th>UNIDADES</th><th>MÉTODO/PROCEDIMIENTO</th><th>RESULTADO</th><th>U(K=2)</th><th>FECHA DE ANÁLISIS</th></tr></thead><tbody><tr><td>DQO</td><td>mg/l</td><td>STANDARD METHODS 5220 - D mod</td><td>2905</td><td>N/A</td><td>10 - 07 -17</td></tr><tr><td>* DBO5</td><td>mg O2/l</td><td>STANDARD METHODS 5210 - B</td><td>1424</td><td>N/A</td><td>10 - 07 -17</td></tr></tbody></table>	PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS	DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	2905	N/A	10 - 07 -17	* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1424	N/A	10 - 07 -17		
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS															
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	2905	N/A	10 - 07 -17															
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1424	N/A	10 - 07 -17															
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.																				
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:																				
Dr. Juan Carlos Lara Benito Mendoza T., Ph.D.																				
 Dr. Juan Carlos Lara R. TECNICO L.S.A.																				
<p>-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s). -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.</p>																				
Página 1 de 1		FMC2101-01																		
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.																				

2.8.6. Agua Filtrada (64 Días).

	LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES				
N° SE: 122-17					
INFORME DE ANALISIS					
NOMBRE:	Daniel Moya	INFORME N° 122- 17			
EMPRESA:	Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato	N° SE: 122-17			
DIRECCIÓN:	Ambato				
TELÉFONO:	0979138495	FECHA DE RECEPCIÓN: 17 - 07 -17			
NÚMERO DE MUESTRAS:	1, Agua residual industria láctea, Pillaro	FECHA DE INFORME: 24 - 07- 17			
IDENTIFICACIÓN:		TIPO DE MUESTRA:			
	MA - 267-17	Agua			
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.					
RESULTADO DE ANÁLISIS					
MA - 267-17					
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	3610	N/A	17 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1950	N/A	17 - 07 -17
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.					
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:					
Dr. Juan Carlos Lara Benito Mendoza T., Ph.D.					
  Dr. Juan Carlos Lara R. TECNICO L.S.A.					
<hr/>					
-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s). -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.					
FMC2101-01					
Página 1 de 1					
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.					

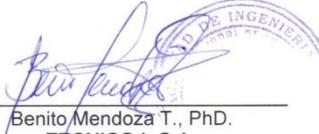
2.8.7. Agua Filtrada (71 Días).

	LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES				
N° SE: 138-17					
INFORME DE ANALISIS					
NOMBRE:	Daniel Moya	INFORME N° 138-17			
EMPRESA:	Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato	N° SE: 138-17			
DIRECCIÓN:	Ambato				
TELÉFONO:	0979138495	FECHA DE RECEPCIÓN: 24 - 07 -17			
NÚMERO DE MUESTRAS:	1, Agua residual industria láctea, Pillaro	FECHA DE INFORME: 31 - 07 - 17			
IDENTIFICACIÓN:		TIPO DE MUESTRA:			
	MA - 283-17	Agua			
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.					
RESULTADO DE ANÁLISIS					
MA - 283-17					
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	2430	N/A	24 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1282	N/A	24 - 07 -17
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.					
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:					
Dr. Juan Carlos Lara Benito Mendoza T., Ph.D.					
 Dr. Juan Carlos Lara TECNICO L.S.A.					
-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s). -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.					
Página 1 de 1					FMC2101-01
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.					

2.8.8. Agua Filtrada (78 Días).

	LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES				
N° SE: 151-17					
INFORME DE ANALISIS					
NOMBRE:	Daniel Moya	INFORME N° 151- 17			
EMPRESA:	Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato	N° SE: 151-17			
DIRECCIÓN:	Ambato				
TELÉFONO:	0979138495	FECHA DE RECEPCIÓN: 31 - 07 -17			
NÚMERO DE MUESTRAS:	1, Agua residual industria láctea, Pillaro	FECHA DE INFORME: 07 - 08- 17			
IDENTIFICACIÓN:		TIPO DE MUESTRA:			
	MA - 297-17	Agua			
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.					
RESULTADO DE ANÁLISIS					
MA - 297-17					
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1565	N/A	31 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	682	N/A	31 - 07 -17
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21° EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21° EDICIÓN.					
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:					
Dr. Juan Carlos Lara Benito Mendoza T., Ph.D.					
 Dr. Juan Carlos Lara R. TECNICO L.S.A.					
<hr/>					
-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s). -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.					
Página 1 de 1					FMC2101-01
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.					

2.8.9. Agua Filtrada (85 Días).

	LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES				
N° SE: 163-17					
INFORME DE ANALISIS					
NOMBRE:	Daniel Moya	INFORME N° 163- 17			
EMPRESA:	Proyecto de Tesis UTA	N° SE: 163-17			
DIRECCIÓN:	Ambato				
TELÉFONO:		FECHA DE RECEPCIÓN: 07 - 08 -17			
NÚMERO DE MUESTRAS: 1		FECHA DE INFORME: 14 - 08- 17			
TIPO DE MUESTRA:	Agua residual industria láctea Pillaro				
IDENTIFICACIÓN:	MA - 299 -17	Agua			
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.					
RESULTADO DE ANÁLISIS					
MA - 299 -17					
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	3268	N/A	07 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1143.8	N/A	07 - 08 -17
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21° EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21° EDICIÓN.					
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:					
Dr. Juan Carlos Lara Benito Mendoza T., Ph.D.					
 Benito Mendoza T., Ph.D. TÉCNICO L.S.A.					
<p>-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s). -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.</p>					
Página 1 de 1					FMC2101-01
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.					

2.8.10. Agua Filtrada (92 Días).

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1625	N/A	14 - 08 - 17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	723	N/A	14 - 08 - 17

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

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:
Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

FMC2101-0

2.8.11. Análisis Aceites y Grasas Laboratorio de Química.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
UNIDAD DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS "PÍLLARO"				
PARÁMETRO DE ACEITES Y GRASAS				
FECHA DEL ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADO	UNIDADES	OBSERVACIONES
07/08/2017	EPA-418.1	2066,46	mg/l	AGUA ANTES DEL FILTRADO
24/05/2017	EPA-418.1	250	mg/l	PRIMER ANÁLISIS
26/06/2017	EPA-418.1	374,00	mg/l	SEGUNDO ANÁLISIS
03/07/2017	EPA-418.1	333,33	mg/l	TERCER ANÁLISIS
10/07/2017	EPA-418.1	266,64	mg/l	CUARTO ANÁLISIS
17/07/2017	EPA-418.1	199,98	mg/l	QUINTO ANÁLISIS
24/07/2017	EPA-418.1	266,64	mg/l	SEXTO ANÁLISIS
31/07/2017	EPA-418.1	266,64	mg/l	SÉPTIMO ANÁLISIS
07/08/2017	EPA-418.1	199,98	mg/l	OCTAVO ANÁLISIS
14/08/2017	EPA-418.1	199,98	mg/l	NOVENO ANÁLISIS



Ega. Diana Pérez.
U.T.A.

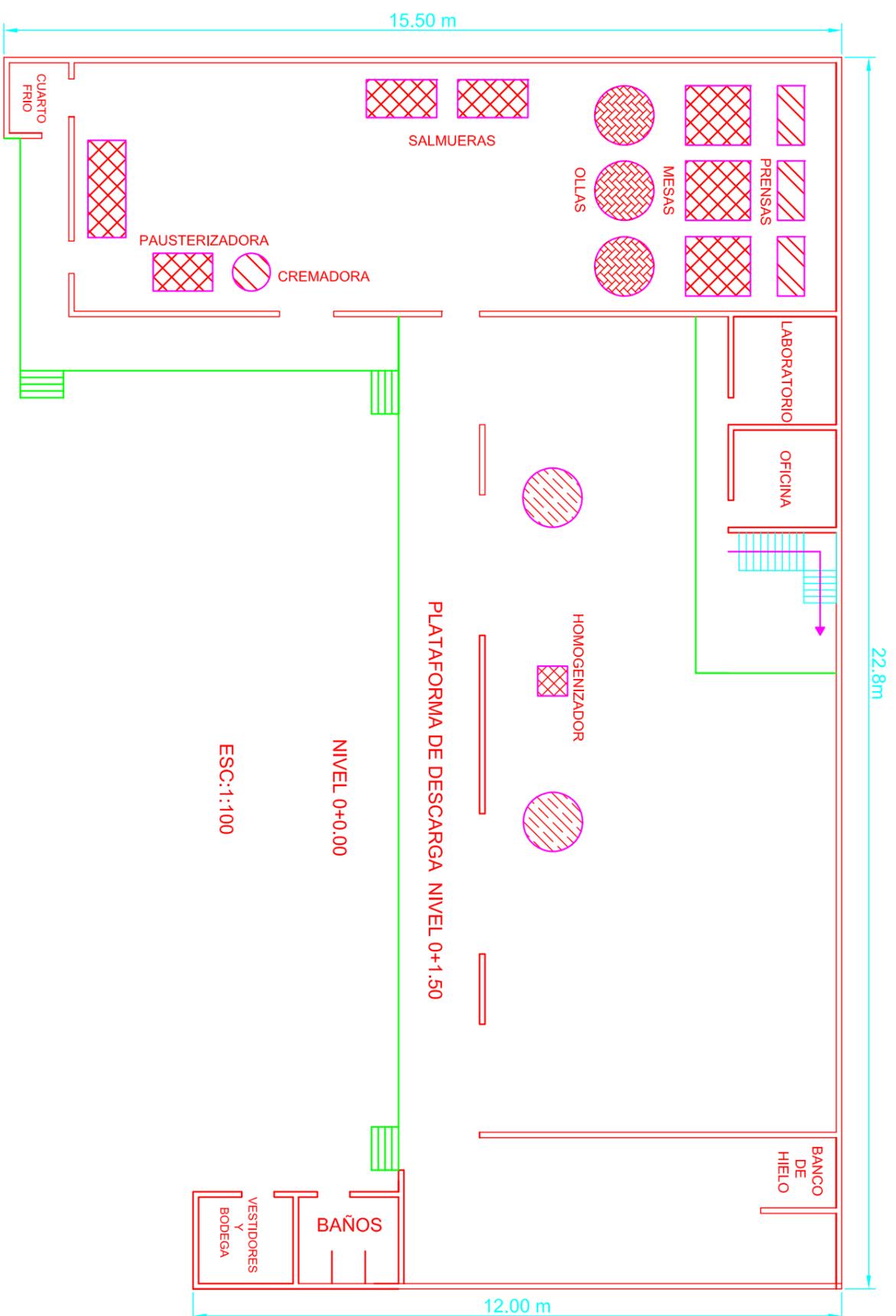
Ayudante de Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Unidad de Proyectos de Investigación Carrera de Ingeniería Civil

Laboratorio de Química

Anexo 3

PLANOS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "PÍLARO"

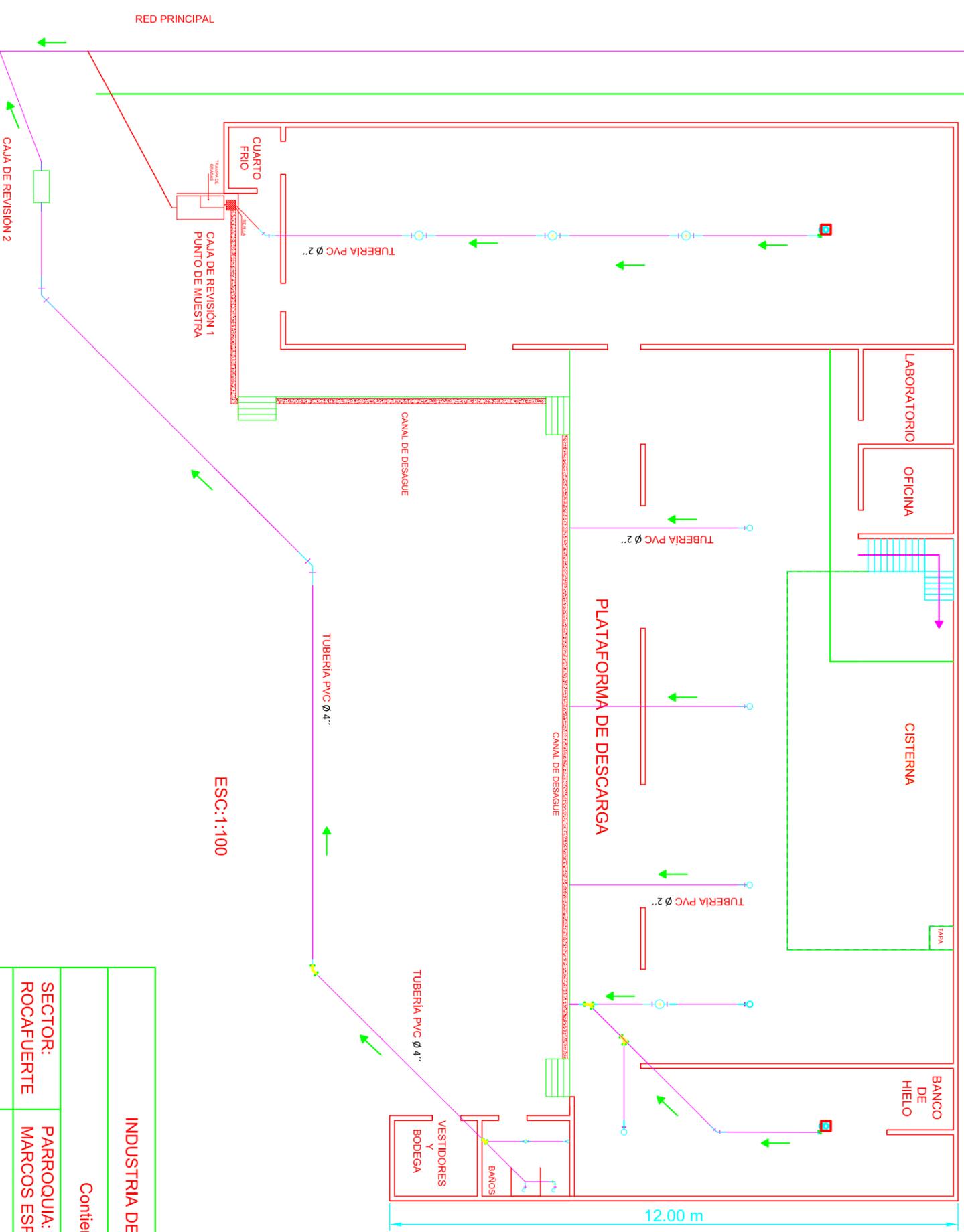


INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "PILARRO"

Contiene: División Arquitectónica

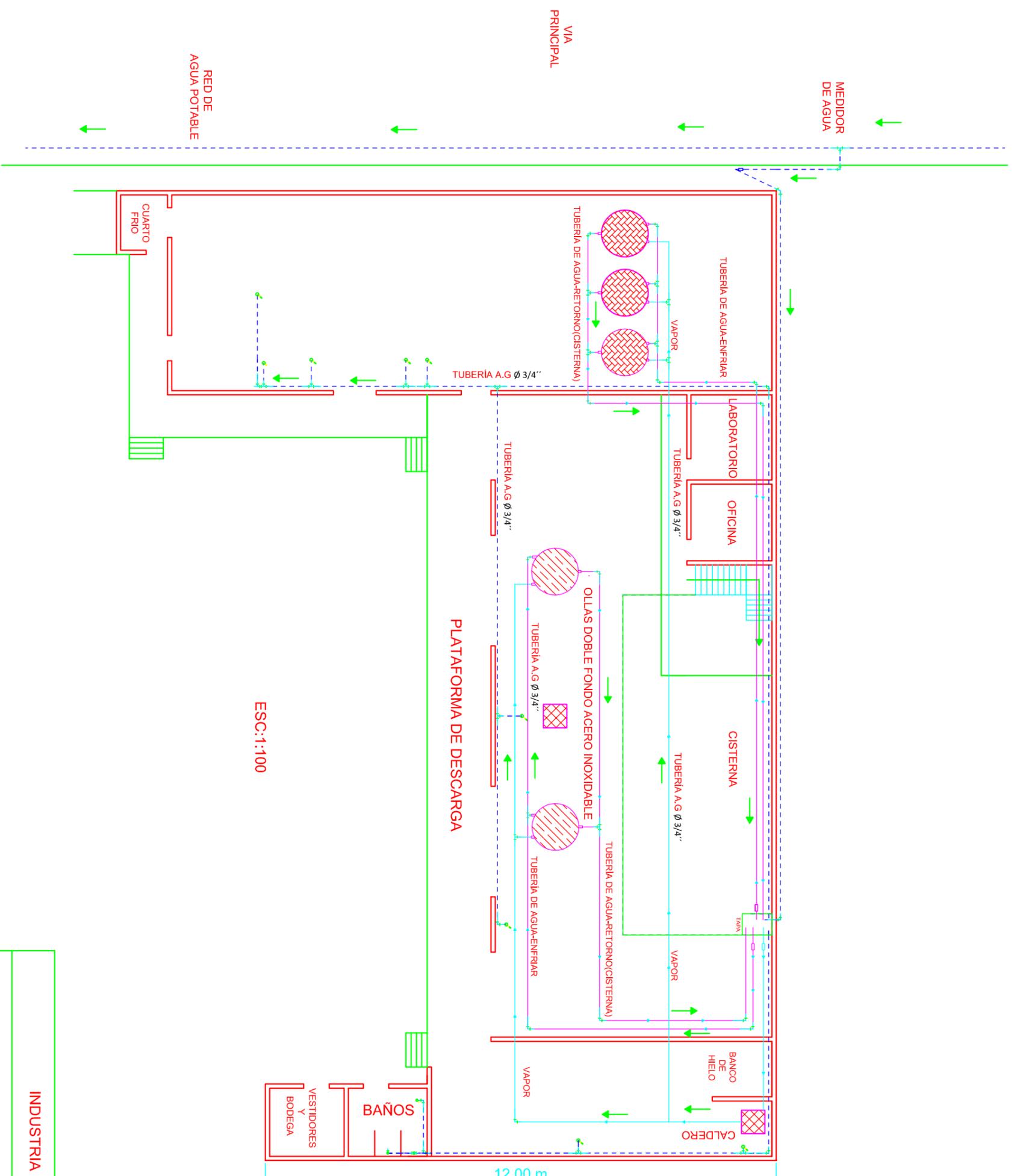
SECTOR: ROCAFUERTE			PARROQUIA: MARCOS ESPINEL		CANTÓN: PILARRO		PROVINCIA: TUNGURAHUA	
ESC.:1:100			FECHA:26/04/17					

LEYENDA	
RED DE DESAGÜE	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CAJA DE REGISTRO
	"Y" SANITARIA SIMPLE
	"Y" SANITARIA DOBLE
	CODO DE 90°
	CODO DE 45°
	REDUCCION
	CODO DE 90° SUBE
	CODO DE 90° BAJA
	"T" SUBE
	"T" BAJA
	TRAMPA "P"
	REGISTRO ROSCADO DE BRONCE
	SUMIDERO
	TUBERIA DE DESAGUE
	TUBERIA DE VENTILACION



INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "PILARO"		
Contiene: Instalaciones Hidráulicas		
SECTOR: ROCAFUERTE	PARROQUIA: MARCOS ESPINEL	CANTÓN: PILARO
ESC:1:100	FECHA:26/04/17	PROVINCIA: TUNGURAHUA

LEYENDA AGUA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA FRIA GALVANIZADA 3/4"
	CODDO DE 90°
	TEE
	CODDO DE 45°
	CODDO DE 90° SUBE , BAJA
	TEE SUBE , BAJA
	VALVULA DE TIPO ESFERICA HORIZONTAL
	VALVULA DE TIPO ESFERICA VERTICAL



INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "PILARCO"

Contiene: Instalaciones Hidrosanitarias

SECTOR: ROCAFUERTE	PARROQUIA: MARCOS ESPINEL	CANTÓN: PILARCO	PROVINCIA: TUNGURAHUA
ESC:1:100	FECHA:26/04/17		