



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 GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PROCESADORA DE LÁCTEOS “LA CLEMENTINA” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN LATACUNGA.

AUTORA: VERÓNICA JACKELINE MERINO MORA

TUTOR: ING. MG. LENIN MALDONADO

AMBATO-ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Lenin Maldonado certifico que el presente Informe Final del Trabajo Experimental previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil sobre el tema: “ANÁLISIS DE LA GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PROCESADORA DE LÁCTEOS “LA CLEMENTINA” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN LATACUNGA”, realizado por el Srta. Verónica Jackeline Merino Mora, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Noviembre de 2017

Ing. Mg. Lenin Maldonado

TUTOR

AUTORÍA

Yo, Verónica Jackeline Merino Mora, C.I. 050391441-8 Egresada 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 GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PROCESADORA DE LÁCTEOS “LA CLEMENTINA” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN LATACUNGA”, es de mi completa autoría, a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Ambato, Noviembre de 2017

Verónica Jackeline Merino Mora

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, Noviembre de 2017

Verónica Jackeline Merino Mora

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “ ANÁLISIS DE LA GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PROCESADORA DE LÁCTEOS “LA CLEMENTINA” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN LATACUNGA”, realizado por Verónica Jackeline Merino Mora , egresada 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. Francisco Pazmiño
PROFESOR CALIFICADOR

In. Mg. Alex López
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Mi proyecto de graduación se la dedico a Dios y a la Virgen del Cisne por ser mi fortaleza y mi refugio en momentos difíciles.

La constancia y la fuerza me permitió cumplir con uno de los sueños más anhelados por mis padres, Rosy y Holger son mi inspiración, ustedes han sido mi apoyo incondicional, han permanecido a mi lado compartiendo cada triunfo y derrota, y enseñándome que la vida continúa a pesar de todo. Mis padres son mi ejemplo y han hecho de mí una persona con buenos valores sobre todo de responsabilidad, respeto, humildad, perseverancia y deseo de superación.

A mis hermanos Oscar David y Steveen Alejandro que han permanecido a mi lado cada momento alegrándome y sacándome muchas sonrisas. Quiero ser su ejemplo y que ellos lleguen a ser mejor que yo.

A mis abuelitos Lucrecia y José, por brindarme su cariño, consejos y apoyo incondicional.

*“La única forma de hacer un gran trabajo, es amar lo que haces”
Steve Jobs*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen del Cisne por permitirme y darme la oportunidad de superarme cada día y poder cumplir con esta meta.

A mis padres por permanecer a mi lado en cada momento aconsejándome y brindándome apoyo incondicional, además, por ser las personas a quien transcurría en momentos difíciles llegando a ser mi refugio y convirtiéndose en mi motor y mi motivo para seguir adelante. Gracias por el amor infinito y por ser mis mejores amigos.

A mis hermanos por compartir su vida a mi lado, ustedes son mi mayor bendición y sobre todo mi felicidad.

A mis abuelitos que con sus detalles y cariño me han ayudado en todo momento, son lo mejor que puedo tener a mi lado.

A mis compañeros y amigos de aula que hemos estado apoyándonos y ayudándonos incondicionalmente, en especial a mis amigas Giss y Kathy por compartir los mejores momentos hasta los momentos más difíciles en el desarrollo de esta etapa, gracias por su amistad y sobre todo por los consejos que me brindaban.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por darme la oportunidad de crecer como persona y como profesional, llegando a ser un reflejo del excelente desarrollo académico.

A mi Tutor, Ing. Lenin Maldonado por compartirme sus conocimientos, ser mi guía en este Proyecto y depositar su confianza en mí.

A mi familia por ser parte fundamental de mi crecimiento profesional y que de una u otra forma me han apoyado incondicionalmente.

Y a esa persona especial, que a pesar de todo permaneció a mi lado brindándome apoyo incondicional por varios semestres para llegar a culminar este proyecto de vida.

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
RESUMEN EJECUTIVO	XIV
EXECUTIVE SUMMARY.....	XV

B. TRABAJO EXPERIMENTAL

CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES	1
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 OBJETIVOS	4
CAPÍTULO II.....	5
FUNDAMENTACIÓN.....	5
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.2 HIPÓTESIS	15
2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	15
CAPÍTULO III.....	16
METODOLOGÍA.....	16
3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	16
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	16
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	20
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	22
3.5 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	23
CAPÍTULO IV	36

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	36
4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS	36
4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	45
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	60
CAPÍTULO V	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1 CONCLUSIONES	61
5.2 RECOMENDACIONES.....	63
C. MATERIALES DE REFERENCIA	
a.BIBLIOGRAFÍA	64
b. ANEXOS	67
b.1 PLANIMETRÍA DE LA INDUSTRIA LÁCTEA “LA CLEMENTINA”. .	68
b.2 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS.	69
b.3 DISEÑO DEL FILTRO	70
b.4 FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES.	75
b.5 INFORMES DE ANÁLISIS UNACH.	76
b.6 ANEXO FOTOGRÁFICO	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Consumo de agua en la industria láctea.....	6
Tabla N° 2. Volumen de aguas residuales generado según el proceso productivo.....	6
Tabla N° 3. Procedencia de aguas residuales según las actividades de la industria láctea.	7
Tabla N° 4. Principales vertidos generados en industrias lácteas.	7
Tabla N° 5. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.....	10
Tabla N° 6. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	11
Tabla N° 7. Requisitos de las gravas utilizadas como lechos de soporte.....	14
Tabla N° 8. Tamaños de partícula de grava más utilizados en el tratamiento de aguas.....	14
Tabla N° 9. Tiempo de análisis del agua sin filtrar.....	18
Tabla N° 10. Tiempo de análisis del agua filtrada.	18
Tabla N° 11. Toma de muestras.....	19
Tabla N° 12. Operacionalización de la variable independiente.	20
Tabla N° 13. Operacionalización de la variable dependiente.	21
Tabla N° 14. Recolección de Información.....	22
Tabla N° 15. Producción diaria.....	27
Tabla N° 16. Materiales y Costo del filtro.	31
Tabla N° 17. Dimensiones de materiales.	32
Tabla N° 18. Características de la grava.	33
Tabla N° 19. Métodos utilizados para el análisis Físico – Químicos en aguas residuales.....	34
Tabla N° 20. Caudal de agua potable.....	36
Tabla N° 21. Volumen de agua potable que consumen en un día.....	37
Tabla N° 22. Detalles de la tubería de evacuación.....	38
Tabla N° 23. Detalles de la tubería de evacuación.....	39
Tabla N° 24. Volumen de agua residual que se descarga en un día.....	41
Tabla N° 25. Volumen de desechos líquidos lácteos.	41
Tabla N° 26. Aguas residuales generadas por industrias lácteas.	42
Tabla N° 27. Recolección de muestras.	42
Tabla N° 28. Análisis agua sin filtrar, día 1.....	43

Tabla N° 29. Análisis agua filtrada hasta el día 60.	44
Tabla N° 30. Análisis agua sin filtrar y agua filtrada, durante los últimos 30 días... ..	44
Tabla N° 31. Eficiencia del filtro.	49
Tabla N° 32. Eficiencia del filtro con la DBO5 en 30 días.	52
Tabla N° 33. Verificación de hipótesis con los valores de los análisis de aguas residuales.....	60
Tabla N° 34. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post- tratamiento de efluentes de reactores anaerobios.	73

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1. Ubicación de la procesadora de lácteos “La Clementina”.....	25
Imagen N° 2. Vista Exterior de la procesadora de lácteos “La Clementina”.	25
Imagen N° 3. Vista Interior de la procesadora de lácteos “La Clementina”	26
Imagen N° 4. Realización de productos.....	27
Imagen N° 5. Empaque y conservación de productos.....	28
Imagen N° 6. Recipiente plástico para el material filtrante.	32
Imagen N° 7. Ensayos realizados para la grava.	33
Imagen N° 8. Imagen SEM (Scanning Electron Microscopy/ Microscopía Electrónica de Barrido) de la grava sin utilizar.....	53
Imagen N° 9. Imágenes SEM de Grava proveniente de la cantera Latacunga.....	54
Imagen N° 10. Imágenes SEM de grava que evidencias la presencia de gránulos nanométricos.	54
Imagen N° 11. Imagen SEM de la grava usada.	55
Imagen N° 12. Imágenes SEM de grava después del proceso de filtrado de aguas residuales de la Industria Láctea, Tratada en horno a 80°C por 24 horas.....	56
Imagen N° 13. Imágenes SEM de grava después del proceso de filtrado de aguas residuales de la Industria Láctea, Tratada en el desecador por 24 horas.	57
Imagen N° 14. Imágenes SEM de residuos lácteos proveniente de la industria láctea “La Clementina”, Tratada en horno a 80C por 24 horas.....	58
Imagen N° 15. Imágenes SEM de residuos lácteos proveniente de la industria láctea “La Clementina”, Mantenida en el desecador por 24 horas.	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Modelo del Filtro.....	29
Gráfico N° 2. Partes del Filtro.....	29
Gráfico N° 3. Partes del medio filtrante.....	30
Gráfico N° 4. Especificaciones para el medio filtrante.....	30
Gráfico N° 5. Tirante hidráulico vs. Caudal.....	40
Gráfico N° 6. Comportamiento de Aceites y Grasas.	45
Gráfico N° 7. Comportamiento de DQO.....	46
Gráfico N° 8. Comportamiento de DBO ₅	47
Gráfico N° 9. Comportamiento de DBO ₅ (Agua sin filtrar y filtrada).	48
Gráfico N° 10. Eficiencia de Aceites y Grasas.	50
Gráfico N° 11. Eficiencia de Demanda Química de Oxígeno.	50
Gráfico N° 12. Eficiencia de Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	51
Gráfico N° 13. Eficiencia de Demanda Bioquímica de Oxígeno (Agua Residual sin filtrar y Agua Residual filtrada).	52
Gráfico N° 14. Tanque plástico de 55 galones.....	70
Gráfico N° 15. Medidas del medio filtrante (cm.)	71

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: ANÁLISIS DE LA GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PROCESADORA DE LÁCTEOS “LA CLEMENTINA” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN LATACUNGA.

El presente trabajo experimental permite evaluar la eficiencia de la grava como material filtrante en el pre-tratamiento de aguas residuales provenientes de Industrias Lácteas. Para el desarrollo, análisis y diseño del trabajo se tomó en cuenta la infraestructura y el funcionamiento de la industria, también la medición de los caudales que ingresan para la elaboración de productos alimenticios y el caudal que se evacua al sistema de alcantarillado después de las actividades. El funcionamiento del filtro fue durante 90 días, con un caudal constante de 0.105 lts/seg que debe pasar por la grava y esto permitió monitorear y tomar muestras cada 10 días del efluente para analizar si existe la remoción o disminución de los contaminantes.

Durante los 60 primeros días se analizó Grasas y Aceites, DQO y DBO₅, obteniendo resultados de eficiencia satisfactorios para Grasas y Aceites, partiendo con un valor de 1971.00 mg/lit de agua sin filtrar y después de 60 días de tratamiento del efluente llegó a 970.00 mg/lit de agua filtrada, por lo que la eficiencia fue del 50.79%. La DQO presentó un comportamiento similar al de Aceites y Grasas, pero solo durante los primeros 30 días. Finalmente, la concentración de la DBO₅ del agua sin filtrar presentó una dispersión total en sus resultados, por lo que se realizó en los 30 últimos días, análisis del efluente sin filtrar y filtrado solo de la DBO₅ obteniendo una eficiencia promedio de 36.27%. Además, se realizó un análisis morfológico de la grava en el microscopio de barrido TESCAN VEGA 3 para observar si existen cambios o no en el material.

A pesar de que los resultados de las aguas residuales filtradas de la Industria Láctea “La Clementina” no cumplieron con el límite máximo permisible que rige el TULSMA para la descarga de los efluentes en la red de alcantarillado público, la utilización de la grava como material filtrante si disminuye la concentración de los contaminantes, concluyendo que el filtro de grava es eficiente para la remoción de contaminantes, sobre todo, de aceites y grasas.

EXECUTIVE SUMMARY

TOPIC: ANALYSIS OF THE GRAVEL AS A FILTER IN THE TREATMENT OF WASTEWATER FROM THE DAIRY PROCESSOR "LA CLEMENTINA" OF THE PROVINCE OF COTOPAXI, CANTON LATACUNGA.

The present experimental work allows to evaluate the efficiency of gravel as filtering material in the pre-treatment of wastewater from Industrias Lácteas. For the development, analysis and design of the work, the infrastructure and the functioning of the industry were taken into account, as well as the measurement of the incoming flows for the elaboration of food products and the flow that is evacuated to the sewage system after the activities. The operation of the filter was for 90 days, with a constant flow rate of 0.105 liters / sec that must pass through the gravel and this allowed to monitor and take samples every 10 days of the effluent to analyze if there is removal or reduction of contaminants.

During the first 60 days, Fats and Oils, COD and BOD5 were analyzed, obtaining satisfactory efficiency results for Fats and Oils, starting with a value of 1971.00 mg / l of unfiltered water and after 60 days of effluent treatment it reached 970.00 mg / l of filtered water, so the efficiency was 50.79%. The COD presented a behavior similar to that of Oils and Fats, but only during the first 30 days. Finally, the concentration of the BOD5 of the unfiltered water presented a total dispersion in its results, so it was carried out in the last 30 days, analysis of the unfiltered effluent and filtering only of the BOD5, obtaining an average efficiency of 36.27%. In addition, a morphological analysis of the gravel was performed on the TESCAN VEGA 3 scanning microscope to observe whether or not there are changes in the material.

Despite the fact that the results of leaked sewage from the La Clementina Dairy Industry did not comply with the maximum permissible limit that governs TULSMA for the discharge of effluents in the public sewer system, the use of gravel as a material filter if the concentration of contaminants decreases, concluding that the gravel filter is efficient for the removal of contaminants, especially oils and fats.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS DE LA GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PROCESADORA DE LÁCTEOS “LA CLEMENTINA” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN LATACUNGA.

1.2 ANTECEDENTES

Un gran número de Procesadoras de Lácteos no cuentan con un sistema de tratamiento adecuado para aguas residuales y el vertimiento de las mismas [1], estas aguas son descargadas a ríos, quebradas o sistemas de alcantarillado directamente; de aquí surge uno de los problemas de contaminación ambiental [2].

Las aguas residuales de las Industrias Lácteas se generan por la limpieza y el procesamiento de leche, generando alrededor de 0.2 a 10 litros de agua residual por litro de leche procesada. Estos efluentes se caracterizan por una alta demanda de Oxígeno Biológico (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), y generalmente contienen grasas, nutrientes, lactosa, detergentes y desinfectantes [3].

En la actualidad, se han realizado varios estudios para el tratamiento de este tipo de aguas. La Biofiltración es una alternativa que varias industrias la utilizan debido a su fácil proceso constructivo [4]. Además, el proceso de biofiltración consiste en separar las partículas y microorganismos del agua residual, notándose así, la reducción de los contaminantes [5].

Se han construido varios tipos de sistemas de biofiltración para el tratamiento de aguas residuales, utilizando materiales orgánicos e inorgánicos con resultados satisfactorios. Este tipo de tratamiento se puede mantener en funcionamiento durante 6 años con una eficiencia del 90 y 99%, en función de los parámetros necesarios para el estudio [4].

Generalmente, un filtro está compuesto por materiales porosos que permiten atrapar las partículas del fluido y purificar el efluente; existen varios materiales filtrantes como son: arena, grava, antracita, barro, óxido, polvo, hierro, altas cantidades de cloro, bacterias, entre otros [6].

En los filtros con material granular como la grava, se debe tomar en cuenta la característica del material, en este caso, la mayor parte de partículas deben ser redondas con gran dureza y resistencia a la degradación durante su funcionamiento. Además, la grava debe cumplir con algunas especificaciones entre ellas la solubilidad en ácido y la gravedad específica, así también deben estar libres de partículas ajenas como arena y no tener más de 8% (en peso) de fino, ni más de 8% en gruesos. La filtración a través de la grava genera resultados exitosos cuando se presentan menores tamaños de partículas y mayores alturas de capas de grava [7].

Un sistema viable para el tratamiento de aguas residuales de industrias lácteas es un biofiltro-reactor UASB, presentando resultados eficientes con degradación de DQO en un 56% y de DBO en un 78%. Este tratamiento anaerobio es utilizado para residuos con alta carga orgánica en aguas residuales. Esta tecnología además de contar con varias ventajas, está creciendo rápidamente en América Latina [1].

Se ha utilizado también como una alternativa para el tratamiento de efluentes lácteos los reactores de filtro anaeróbico de flujo continuo hecho de cloruro de polivinilo (PVC) obteniendo resultados exitosos [3].

Últimamente, se realizan estudios con procesos de mejoramiento, sustituyendo en un filtro los materiales filtrantes por medios fibrosos [5].

1.3 JUSTIFICACIÓN

Un proceso industrial es una fuente potencial de contaminación y requiere de un tratamiento específico para los desechos producidos, siendo particularmente importante para las industrias de alimentos [3].

En el Ecuador las industrias lácteas producen residuos líquidos, siendo parte del 99% de la elaboración de los productos lácteos [8]. La norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes regula que las industrias deben elegir un sistema de tratamiento más afable con el ambiente, llegando a ser una alternativa para reducir los índices de contaminación [9].

Las procesadoras de lácteos en el cantón Latacunga producen aguas residuales que son descargadas directamente al alcantarillado público y a ríos sin ser tratadas produciendo

así problemas ambientales; este tipo de aguas están compuestas principalmente de materia orgánica, aceites y grasas, sólidos suspendidos y valores de PH que no están dentro del rango admisible que rige el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) para su evacuación.

En la actualidad, para el tratamiento de efluentes se ha tomado como una de las opciones más accesibles la biofiltración, este es un proceso desarrollado y probado para el tratamiento de aguas residuales, obteniendo resultados satisfactorios [10], además de ser una tecnología que produce bajos costos de inversión, mantenimiento y operación [4].

La filtración con materiales granulares como la grava, es la forma más económica y eficiente de separar materia orgánica como grasas y aceites. Además, la grava se encarga de reducir la velocidad del agua y la distribuye uniformemente para ir capturando y eliminando gérmenes contaminantes [5].

La importancia de la realización de este proyecto experimental es que el proceso de biofiltración con grava se tomará como una de las opciones para mitigar los impactos hacia el medio ambiente provenientes de la industria de lácteos, así, la utilización de la grava como material filtrante se tome como una alternativa eficaz en un sistema de tratamiento de efluentes.

La procesadora de lácteos “La Clementina” puede optar por incrementar este tipo de tecnología, ya que, además de cumplir con los requerimientos que exige la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes ayudará a que las aguas residuales estén dentro de los rangos establecidos en el TULSMA y estos puedan evacuarse al sistema de alcantarillado.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

Analizar la grava como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la procesadora de lácteos “La Clementina” de la provincia de Cotopaxi del cantón Latacunga para la disminución de los niveles de contaminación.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la procesadora de lácteos “La Clementina” de la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la procesadora de lácteos “La Clementina” de la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO₅ y DQO) y el contenido de aceites y grasas de las aguas residuales provenientes de las procesadoras de lácteos en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si la grava puede ser utilizada como material filtrante en el pretratamiento de procesadoras de lácteos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 INDUSTRIA LÁCTEA

La Industria Láctea es la encargada de elaborar productos alimenticios procedentes de del ganado bovino.

2.1.1.1 ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS

El objetivo de la elaboración de productos lácteos es proporcionar calidad y que estos sean aptos para el consumo humano, por ello, cada producto tiene su propio proceso con el fin de garantizar su buen estado, además deben pasar por diferentes análisis como sensorial, físico, químico y bacteriológico [11].

Para asegurar la calidad de los productos de una industria láctea se deberá cumplir con el REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 076:2013.

2.1.2 ASPECTOS AMBIENTALES EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA

Los principales aspectos ambientales de la industria láctea tienen que ver con el consumo de agua y la generación de aguas residuales y, de menor importancia, la producción de residuos, el consumo de energía, las emisiones de gases y el ruido.

a) CONSUMO DE AGUA.

Las industrias lácteas deben mantener las correctas condiciones higiénicas y sanitarias, debido a esto, este tipo de industria tiene un gasto grande de agua en las diferentes actividades que se realizan diariamente; el gasto más notable de agua se da en las operaciones auxiliares como son la limpieza y desinfección, que llegan a consumir entre el 25-40% del total [12].

En la **Tabla N° 1** se muestra una estimación del consumo de agua relacionado con los procesos que se realizan a diario:

Tabla N° 1. Consumo de agua en la industria láctea.

PROCESO PRODUCTIVO	NIVEL DE CONSUMO	OPERACIONES CON MAYOR CONSUMO DE AGUA
Leche	Bajo	→ Tratamiento térmico → Envasado
Nata y mantequilla	Bajo	→ Pasterización de la nata → Batido – Amasado
Yogur	Bajo	-
Queso	Medio	→ Salado
Operaciones auxiliares	Alto	→ Limpieza y desinfección → Generación de vapor → Refrigeración

Fuente: CENTRO DE ACTIVIDAD REGIONAL PARA LA PRODUCCIÓN LIMPIA, Plan de Acción para el Mediterráneo, Prevención de la Contaminación en la Industria Láctea, Barcelona – España, 2002.

b) GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

Las aguas residuales de las industrias lácteas se caracterizan por la carga contaminante refiriéndose a los residuos líquidos producidos en gran cantidad [13], con mayor relevancia la leche diluida, leche separada, crema y suero, incluyendo grasas, aceites, sólidos suspendidos y nitrógeno [14].

La **Tabla N° 2** muestra el volumen de agua residual de acuerdo a los productos que se realizan, la **Tabla N° 3** indica la procedencia de las aguas residuales según las actividades y la **Tabla N° 4** indica los vertidos que se generan en la industria.

Tabla N° 2. Volumen de aguas residuales generado según el proceso productivo.

ACTIVIDAD PRINCIPAL	VOLUMEN DE AGUAS RESIDUALES (litro de aguas residuales / litro de leche)
Fabricación de mantequilla	1-3
Fabricación de queso	2-4
Obtención de leche de consumo (Pasteurización y Esterilización)	2.5-9

Fuente: CENTRO DE ACTIVIDAD REGIONAL PARA LA PRODUCCIÓN LIMPIA, Plan de Acción para el Mediterráneo, Prevención de la Contaminación en la Industria Láctea, Barcelona – España, 2002.

Tabla N° 3. Procedencia de aguas residuales según las actividades de la industria láctea.

PROCEDENCIA	OPERACIÓN
Aguas de lavado y limpieza	Lavado de tanques, equipo, transporte, empaque.
Derrames	Empaque, transbordos, accidentes.
Pérdidas	Operaciones deficientes.
	Operaciones de puesta en marcha y pasteurización.
	Pasteurizadores.
Subproductos	Suero
	Productos de rechazo.
Limpieza de baño, lavabos y comedores de industria	Lavado

Fuente: Allevato H., 1993.

Tabla N° 4. Principales vertidos generados en industrias lácteas.

VERTIDO	ORIGEN	CARACTERÍSTICAS
Aguas de proceso	Limpieza de equipos e instalaciones	DBO5, DQO, SS (sólidos en suspensión), detergentes, aceites y grasas.
Disoluciones de limpieza	Esterilización de bobinas	Agua oxigenada
Agua de refrigeración y calderas	Mantenimiento de calderas	Agua caliente con SS
Aguas residuales sanitarias	-	DBO5, DQO, SS, amoníaco y detergentes.
Agua de regeneración de resinas de intercambio iónico	Tratamiento de agua de pozos	Acidez y basicidad.

Fuente: Fondo Social Europeo, 2000.

La descarga de los efluentes de la industria láctea a redes de alcantarillado público o a ríos se convierte en un gran impacto ambiental si estas no son tratadas previamente, si se implementara un tratamiento previo no se tendrá ningún problema para la descarga de los residuos líquidos [15].

2.1.3 PARÁMETROS DE MONITOREO QUE SE DEBEN REALIZAR PARA LA DESCARGA DE AGUAS INDUSTRIALES DE PRODUCTOS LÁCTEOS

Según el TULSMA los parámetros de monitoreo que se deben realizar para la descarga de aguas industriales de productos lácteos son [9]:

- Caudal
- DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días))
- DQO (Demanda Química de Oxígeno)
- SST (Sólidos Suspendidos Totales)
- SAAM (Sustancias Activas al Azul de Metileno)
- Grasas y aceites
- Fenoles
- Cloruros (Cl)
- Sulfatos (SO₄)

a) CAUDAL

Las industrias deben poseer algún mecanismo o medio que permitan medir los caudales de agua consumidos y el caudal de aguas residuales con el objetivo de conocer el comportamiento de los caudales a lo largo del tiempo, así como para tomar decisiones de incrementar sistemas de tratamiento de efluentes [16].

b) DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)

La DBO₅ es la cantidad de oxígeno disuelto en mg/l que se necesita para degradar la materia orgánica que se encuentra en el agua mediante acción de microorganismos. Este proceso se realiza durante cinco días [17].

c) DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

La DQO, es la cantidad de oxígeno en mg/l consumido en la oxidación de las sustancias reductoras que se encuentran en el agua, es decir mide la materia orgánica de los efluentes [17].

d) SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)

Los SST es la cantidad de sólidos totales (ST) del agua residual retenidos en un papel filtrante tomando en cuenta el tamaño del poro, la medición se lo hace después de que haya estado a una temperatura específica [18].

e) SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM)

Las SAAM son un colorante catiónico, transfieren el azul de metileno desde una solución acuosa a un líquido inmiscible en equilibrio [19].

f) GRASAS Y ACEITES

Son los lípidos biológicos o hidrocarburos que contengan las aguas residuales, se pueden distinguir por la aparición de natas y espumas. Así, los aceites y grasas son sustancias recuperadas por medio de un solvente (n-hexano) [20].

g) FENOLES

Los fenoles son compuestos orgánicos aromáticos que contienen el grupo hidroxilo (OH) como grupo funcional [21].

h) CLORUROS (CL)

Los cloruros son sales que se encuentran en las aguas naturales y en aguas residuales en mayor cantidad. Los cloruros son solubles y estos no interfieren en procesos biológicos [22].

i) SULFATOS (SO₄)

Los sulfatos se encuentran en aguas residuales domésticas e industriales, este parámetro es necesario determinar debido a que se pueden desarrollar condiciones corrosivas con la presencia de esta, además, con la concentración de sulfatos se puede optar por la posibilidad de construir tratamientos anaerobios [23].

2.1.4 CONTROL DE LOS CONTAMINANTES EN LAS INDUSTRIAS LÁCTEAS

Las Industrias Lácteas deben contar con sistemas para controlar la calidad de los efluentes que se descargan diariamente, ya sea a cuerpos de agua dulce o a sistemas de alcantarillado [15].

Se debe realizar un control permanente de los parámetros para industrias lácteas que indica el TULSMA debiendo cumplir con las disposiciones de esta Norma Ambiental como son los límites de descarga de aguas residuales.

2.1.4.1 DESCARGA DE EFLUENTES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA INDUSTRIAS LÁCTEAS

Las descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado deberán cumplir con los valores indicados en la **Tabla N° 5**, que corresponden a valores medios diarios.

Tabla N° 5. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	250.0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500.0
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220.0
Tensoactivos	Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/l	2.0
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	70.0
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0.2
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.5
Sulfatos	(SO ₄) ⁻²	mg/l	400.0

Fuente: TULSMA, 2015.

2.1.4.2 DESCARGA DE EFLUENTES A CUERPOS DE AGUA DULCE PARA INDUSTRIAS LÁCTEAS

Los municipios deben controlar y definir las cargas máximas permisibles que deben descargar las industrias, esto depende del balance de masas, es decir, de la cantidad de agua que utilicen para realizar los productos alimenticios; además, las industrias deben cumplir con los criterios de calidad tomando en cuenta los caudales y las cargas contaminantes futuras que serán aprobadas y validadas por la Autoridad Ambiental Nacional [9].

Las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua dulce deben cumplir con los valores indicados en la **Tabla N° 6**.

Tabla N° 6. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	100.0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	2.00
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130.0
Tensoactivos	Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/l	0.5
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	30.0
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0.2
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.5
Sulfatos	(SO ₄) ⁻²	mg/l	1000.0

Fuente: TULSMA, 2015.

Para mejorar algunas de las propiedades de las aguas residuales provenientes de las procesadoras de lácteos y prevenir el impacto ambiental, en la actualidad se puede optar por un sistema de biofiltración, esta alternativa además de ser sencilla y eficaz asegurará resultados satisfactorios que cumplirán con lo que establecen las normativas ambientales como el TULSMA para la descarga de efluentes.

2.1.5 BIOFILTRACIÓN

Se conoce como biofiltración al proceso biológico utilizado para el tratamiento y control de vapor y gases o compuestos orgánicos e inorgánicos. Además, es una actividad para retener materias en suspensión con el objetivo de tratar aguas por medio de la filtración, haciendo que intervengan microorganismos para la transformación biológica de los contaminantes existentes [24].

2.1.6 BIOFILTRO

Un biofiltro es un reactor que se utiliza para la filtración de aguas residuales y está compuesto por materiales de soporte, además, son utilizados para eliminar los malos olores. Este sistema es muy utilizado debido a su bajo costo de mantenimiento [25].

El biofiltro es un sistema de tipo biológico de Tecnología no Convencional, el objetivo principal de este método es la remoción directa de los contaminantes de las aguas residuales. Este tratamiento tiene tres mecanismos principales: Filtración pasiva, Adsorción y Absorción, e Intercambio iónico. [26]

2.1.6.1 PARÁMETROS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE BIOFILTRACIÓN

Para diseñar un biofiltro se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Características de las aguas residuales (concentración, flujo, presencia de partículas, temperatura).
- Selección del material filtrante.
- Contenido de humedad del material filtrante.
- Microorganismos [24].

2.1.6.2 FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA BIOFILTRACIÓN

El biofiltro se compone de tres fases:

- **Fase sólida:** Retención de los contaminantes sólidos por medio de un material granular. El material debe ser poroso y resistente a la abrasión.
- **Fase líquida:** Las aguas residuales que serán tratadas.
- **Fase gaseosa:** Aire suficiente en el biofiltro para la degradación aeróbica de la materia orgánica [25].

2.1.6.3 MECANISMOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL BIOFILTRO

Los efluentes, al pasar por el biofiltro, son tratados mediante los siguientes mecanismos [4]:

- a) **Absorción:** El efluente es absorbido hasta el interior del material filtrante, es decir, los contaminantes entran en los poros [27].
- b) **Adsorción:** El material orgánico se adhiere a la superficie del material filtrante [28].
- c) **Intercambio iónico:** Procesos de separación sólido-líquido, remoción de los iones positivos o negativos del efluente [29].
- d) **Biopelícula:** Capa delgada de compuestos orgánicos e inorgánicos del agua residual que se adhiere a la superficie del material filtrante [30].

2.1.7 FILTROS DE GRAVA

La Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 2 149:98 define un filtro de grava como el sistema que utiliza capas de grava para que ayude a distribuir el efluente y a la vez retenga los contaminantes [31].

2.1.7.1 DISPOSICIONES GENERALES SEGÚN LA NTE PARA FILTROS DE GRAVA

- El filtro de grava está compuesto por material grueso y compacto. Una gran cantidad de partículas deben ser redondas.
- Las partículas de grava deben ser sólidas y con gran dureza para resistir la degradación durante el uso.
- Las partículas de grava deben estar libres de materiales nocivos.
- Las partículas de grava no deben exceder el requisito mínimo de la gravedad específica [31].

2.1.7.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS SEGÚN LA NTE PARA FILTROS DE GRAVA

a) Las gravas utilizadas para filtros deben cumplir con los requisitos que se indican **Tabla N° 7** [31]:

Tabla N° 7. Requisitos de las gravas utilizadas como lechos de soporte.

REQUISITO	UNIDAD	VALOR		MÉTODO DE ENSAYO
		Min	Máx	
Gravedad específica		2.5	-	ASTM C127
Determinación de la forma:				Numeral 7.1
-Superficie fracturada	% m/m	-	25	
-Forma alargada o aplanada	% m/m	-	2	
Contenido de impurezas:				
-Arcilla, esquisto, materia orgánica	% m/m	-	1	ASTM C 117
-Carbón mineral, lignitos y otras impurezas orgánicas como raíces y ramas.	% m/m	-	0.5	ASTM C 123
Solubilidad en ácido:				Numeral 7.3
-Tamaño menor INEN 2.36mm	% m/m	-	5	
-Tamaño entre INEN 2.36mm e INEN 26.5mm	% m/m		17.5	
-Tamaño mayor, INEN 26.5mm	% m/m		25	
Dureza en la escala de Mohs	-	7.0		

Fuente: NTE INEN 2 149, 1998.

b) Los tamaños de partícula de grava más utilizados en el tratamiento de aguas, son en escala ascendente como indica la **Tabla N° 8** [31]:

Tabla N° 8. Tamaños de partícula de grava más utilizados en el tratamiento de aguas.

Tamaño menor		Tamaño mayor
INEN 2,00 mm	hasta	INEN 3,35 mm
INEN 3,35 mm		INEN 6,7 mm
INEN 6,7 mm		INEN 13,2 mm
INEN 13,2 mm		INEN 26,5 mm
INEN 26,5 mm		INEN 53 mm

Fuente: NTE INEN 2 149, 1998.

2.2 HIPÓTESIS

2.2.1 HIPÓTESIS NULA (H_0)

El filtro a base de grava disminuirá los niveles de contaminación de las aguas residuales de las Industrias Lácteas.

2.2.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H_1)

El filtro a base de grava no disminuirá los niveles de contaminación de las aguas residuales de las Industrias Lácteas.

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.

Filtro a base de grava para aguas residuales provenientes de las Industrias Lácteas.

2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE.

Disminución de los niveles de contaminación de las aguas residuales provenientes de las Industrias Lácteas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para realizar este proyecto experimental se utilizarán los siguientes niveles de investigación:

a) Investigación Exploratoria

Los efluentes de una industria láctea generan problemas ambientales, por lo que, la realización de análisis de las aguas residuales luego de que estas pasen por el medio filtrante que es la grava permitirán conocer la eficiencia en niveles de contaminación.

c) Investigación Descriptiva

Se procede a describir los cambios generados en el material filtrante y las aguas residuales, así como, explorar las instalaciones de la industria para tener un buen funcionamiento del filtro.

e) Investigación de Laboratorio

Durante los periodos de tiempo establecidos se realizarán los análisis para controlar los parámetros requeridos de las aguas residuales sin filtrar y filtradas, los mismos que se realizarán en el laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

La población es el agua residual de la industria, esto depende del gasto de agua residual en función del tiempo según las condiciones conocidas de operación de la industria.

$$\text{VAR} = \frac{x}{t}$$

Donde:

VAR=Volumen de agua residual

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

t=tiempo (días, semanas, meses) →90 días o 3 meses

$$\text{VAR} = 336960 \text{ lt}$$

Se considera 90 días el tiempo necesario para realizar un seguimiento al filtro con el objetivo de saber su funcionamiento, además, se sabe que el material filtrante estará expuesto al efluente diariamente; por lo que se harán chequeos para verificar el estado del material y controlar que el caudal regulado que pase por el medio filtrante sea constante.

NOTA: El volumen de agua residual se calculará en el capítulo IV, en la sección 4.1.4, especificada en la **Tabla N° 24**.

3.2.2 MUESTRA

La muestra es un subconjunto representativo de la población. Esto depende también de los días en que la industria está en funcionamiento.

La Industria Láctea “La Clementina” realiza sus actividades de lunes a sábado, los domingos solo existe la recepción de leche y enfriamiento del mismo; lo que representaría 6 días una semana.

$$40 \text{ galones} \times 6 \text{ días} = 240 \text{ galones/semana} \times 4 \text{ semanas} = 960 \text{ galones/mes}$$

La muestra es: 960 galones por mes.

NOTA: La capacidad del tanque es de 55 galones, pero para garantizar que el filtro no deje de funcionar se asegurará mantener el efluente en un 1/3 del volumen del tanque, por lo que, los 2/3 de los 55 galones es aproximadamente 40 galones, y esto corresponden al volumen diario de agua residual que debe filtrarse.

3.2.2.1 PLAN DE MUESTREO

Se realizará un muestreo como indican las **Tablas N° 9 y N° 10**, consiste en tomar una primera muestra que será el agua residual de la industria láctea sin filtrar, luego se tomarán muestras con agua residual filtrada cada 10 días; estas muestras tomadas serán

analizadas con los parámetros establecidos según el TULSMA para Industrias Lácteas, priorizando el DBO₅, DQO y Aceites y Grasas.

Debido a la irregularidad de producción y actividades dentro de la industria no se podrá verificar exactamente la funcionalidad del filtro, por lo que, será necesario que durante los últimos 30 días se verifique la variación solo de la DBO₅, tomándose muestras de agua residual sin filtrar y agua residual filtrada. La DBO₅ es el parámetro más relevante dentro de los requerimientos para efluentes lácteos ya que representa la materia orgánica que contienen las aguas residuales de este tipo de industrias.

Tabla N° 9. Tiempo de análisis del agua sin filtrar.

AGUA SIN FILTRAR										
PARÁMETRO	TIEMPO DE ANÁLISIS									
	Días									
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
DBO ₅	x							x	x	x
DQO	x									
Aceites y Grasas	x									

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Tabla N° 10. Tiempo de análisis del agua filtrada.

AGUA FILTRADA										
PARÁMETRO	TIEMPO DE ANÁLISIS									
	Días									
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
DBO ₅		x	x	x	x	x	x	x	x	x
DQO		x	x	x	x	x	x			
Aceites y Grasas		x	x	x	x	x	x			

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

3.2.2.2 TOMA DE MUESTRAS

Para realizar un correcto procedimiento para la toma de muestras se debe considerar que la muestra recolectada al ser llevada al laboratorio debe presentar la composición original, para ello se debe cumplir con los requisitos indicados en la **Tabla N° 11**:

Tabla N° 11. Toma de muestras.

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	TIEMPO MÁXIMO DE CONSERVACIÓN	TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN	VOLUMEN DE AGUA A ANALIZARSE
DBO5	Vidrio o plástico	48 horas	4°C	1 litro
DQO	Vidrio	28 días	4°C	1 litro
Aceites y Grasas	Vidrio o plástico	28 días	4°C	1 litro

Fuente: Dr. Lánder Pérez-Químico de la Facultad de Ingeniería en Alimentos, 2017.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Filtro a base de grava para aguas residuales provenientes de las Industrias Lácteas.

Tabla N° 12. Operacionalización de la variable independiente.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El proceso de biofiltración es una alternativa eficaz y económica para el tratamiento de aguas residuales; la elaboración de un biofiltro con material granular como la grava es un sistema que permite mejorar la calidad del efluente , siendo una opción para mitigar los impactos hacia el medio ambiente.	Material granular (Grava)	Granulometría	¿Cuál será el tamaño óptimo de la grava?	→ Ensayos de laboratorio. → NTE INEN
		Filtración	¿Será eficiente el sistema de filtración?	→ Observación → Análisis de laboratorio.
	Calidad del efluente	Descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público	¿Cumple con los límites de descarga?	→ Análisis de Laboratorio → Comparación de resultados de análisis. → Norma TULSMA

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Disminución de los niveles de contaminación de las aguas residuales provenientes de las Industrias Lácteas.

Tabla N° 13. Operacionalización de la variable dependiente.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Los niveles de contaminación dependen de la concentración de los parámetros físicos-químicos establecidos en la normativa, en donde se indican los valores permisibles para la descarga de las aguas residuales de una industria.	Parámetros	DBO ₅	¿Existe disminución de los niveles de los parámetros?	→ Análisis de Laboratorio.
		DQO		
		Aceites y Grasas		
	Aguas residuales de una industria	Industria Láctea	¿La composición de los efluentes es constante en todos los procesos?	→ Registro de actividades diarias. → Investigación bibliográfica.
¿Qué tipo de sustancias existen en las aguas residuales?			→ Registro de actividades diarias. → Investigación bibliográfica.	

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla N° 14. Recolección de Información.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	Para determinar si el biofiltro es eficiente ante efluentes de industrias lácteas con el objetivo de aportar a la disminución de contaminantes y contribuir con el desarrollo de nuevos métodos para el tratamiento de aguas residuales.
2. ¿De qué personas u objetos?	Mediante un biofiltro con material granular como la grava.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Sobre los parámetros que requieren ser analizados en la Normativa TULSMA para efluentes de industrias lácteas y que estas son descargadas en un sistema de alcantarillado, además el DBO5, DQO y Aceites y Grasas (parámetros tomados para los análisis) deben cumplir con los límites permisibles.
4. ¿De dónde?	De las aguas residuales provenientes de la procesadora de lácteos “La Clementina” de la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga.
5. ¿Quién?	Verónica Jackeline Merino Mora
6. ¿Cómo y con qué?	<ul style="list-style-type: none"> → Investigación Bibliográfica (artículos técnicos). → Registro de actividades diarias. → Análisis físicos-químicos de muestras tomadas (agua filtrada y sin filtrar). → Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. → Norma TULSMA y NTE INEN.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

3.5 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5.1 PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para generar la información necesaria y obtener un plan de procesamiento y análisis se detallará la manera de cómo se obtendrá cada uno de los objetivos mencionados en el capítulo 1:

- Se realizará el reconocimiento de la infraestructura de la industria “La Clementina” de la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga; así como también el funcionamiento de cada una de las instalaciones de la industria.
- Se tomará medidas de las instalaciones de la industria para realizar la respectiva planimetría, además se harán los planos de instalaciones de agua potable y aguas residuales. Ver anexo 1
- Se construirá el biofiltro y se lo ubicará en un lugar que tenga accesibilidad para la toma de aguas residuales. El proceso para armar el filtro se indicará en la sección 3.5.1
- Para el comportamiento de los caudales, se verificará primeramente el caudal de agua potable que ingresa a la industria, este valor se lo obtendrá mediante anotaciones de los valores del medidor de agua potable durante 8 días y a la misma hora. Para saber el valor del caudal de agua residual se partirá con las características de la tubería por la que se evacua el efluente y la medición del tirante hidráulico por 7 días, 3 veces al día y a la misma hora.
- Para verificar las características de biodegradabilidad de las aguas residuales se tomarán muestras de estas aguas, primero una muestra de agua sin filtrar y analizar el DBO₅, DQO y Aceites y Grasas inicial; de estos valores se partirá para conocer el funcionamiento del filtro comparando los análisis de agua filtrada durante 90 días cada 10 días de los mismos parámetros.
- Se llevará un registro diario del funcionamiento del filtro y del estado del material.
- Para conocer el estado del material y saber si puede ser utilizado como material filtrante en el pretratamiento de aguas residuales de industrias lácteas se hará un análisis morfológico de la grava utilizando el MICROSCOPIO

ELECTRÓNICO DE BARRIDO TESCAN VEGA 3 que se encuentra en la facultada de Ingeniería Civil y Mecánica.

→ Finalmente, se tabularán los resultados obtenidos de los análisis de DBO₅, DQO y Aceites y Grasas; se realizará representaciones gráficas y estadísticas de los mismos para así conocer el comportamiento y eficiencia del filtro.

3.5.2 PLAN DE ANÁLISIS

- Interpretación y análisis de los resultados obtenidos con los objetivos y la hipótesis propuesta.
- Verificación de la hipótesis según resultados obtenidos en los análisis físico-químicos y comparación con la normativa TULSMA.
- Desarrollo de conclusiones y recomendaciones.

3.5.3 INFORMACIÓN INDUSTRIAL: PROCESADORA DE LÁCTEOS “LA CLEMENTINA”

La procesadora de lácteos “La Clementina” fue creada hace aproximadamente 20 años.

Para la elaboración de los productos y el funcionamiento de la industria lo hacen 15 personas, cada uno tiene su actividad designada para cumplir con todas las funciones dentro de la procesadora de lácteos.

a) UBICACIÓN DE LA INDUSTRIA

La procesadora de lácteos “La Clementina” está ubicado en el sector Eloy Alfaro, Panamericana Norte en el Km 4/2 de la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Coordenadas de ubicación:

Coordenada Este:	763969.89 m E
Coordenada Norte:	9900753.14 m S

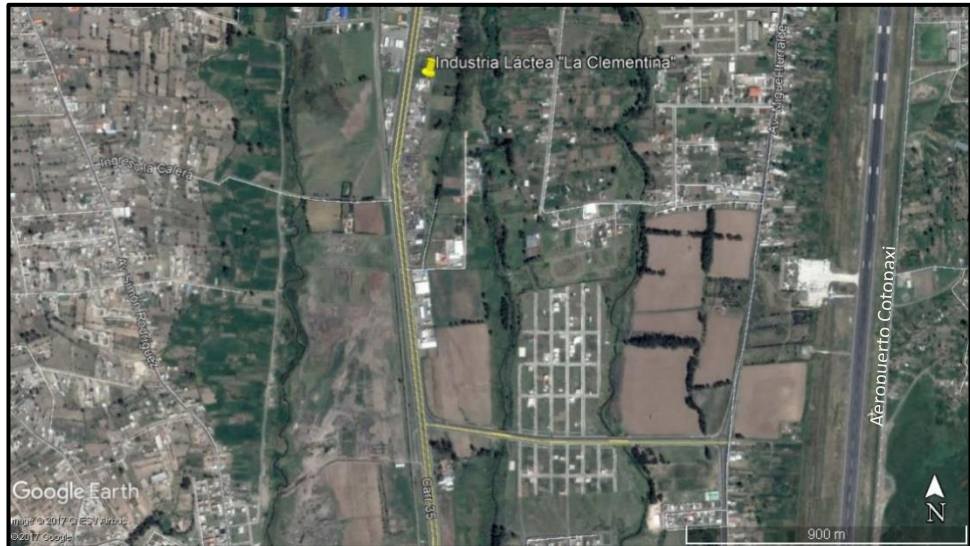


Imagen N° 1. Ubicación de la procesadora de lácteos “La Clementina”.

Fuente: Google Earth

b) INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA

Consta de algunas áreas como la guardianía, administración, cocina, bodegas, calderos, zona de enfriamiento de leche, zona de pasteurización de leche, zona de empaques de productos, laboratorio, cuarto frío para la conservación de productos, entre otros. **Ver Anexo N° 1.**



Imagen N° 2. Vista Exterior de la procesadora de lácteos “La Clementina”.

Fuente: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.



Imagen N° 3. Vista Interior de la procesadora de lácteos “La Clementina”.

Fuente: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

c) DIMENSIONAMIENTO DE LA INDUSTRIA

Se realiza la medición de cada área utilizando una cinta métrica para elaborar la planimetría de la industria y ubicar aproximadamente las instalaciones de agua potable y aguas residuales. **Ver Anexo N° 2.**

d) JORNADA DE TRABAJO

Las actividades dentro de la procesadora inician a las 9:00 horas hasta las 17:00 horas; se conoce que el domingo es el único día que no se realiza ningún producto, pero si se realiza la recepción de leche y el enfriamiento del mismo.

e) PRODUCCIÓN Y ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA INDUSTRIA

La producción no es la misma todos los días, por lo que se hace una representación aproximada de las actividades diarias y la cantidad de productos elaborados (Ver Tabla N° 15), tomando en cuenta que la producción depende de la demanda (consumidores).

Los productos que se realizan en la industria la clementina son leche, yogurt y queso, estos productos se presentan en diferente variedad, así como peso, volumen y sabor.

Tabla N° 15. Producción diaria.

PROCESO	DÍAS							CANTIDAD
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Recepción de leche	x	x	x	x	x	x	x	5000 lt/día
Enfriamiento	x	x	x	x	x	x	x	5000 lt/día
Elaboración de leche pasteurizada	x	x			x			1500 Fundas/día
Elaboración de yogurt	x	x		x	x	x		500 lt/día
Elaboración de quesos		x	x	x	x			500 lt/día (145 quesos/día)

Fuente: Industria “La Clementina”.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

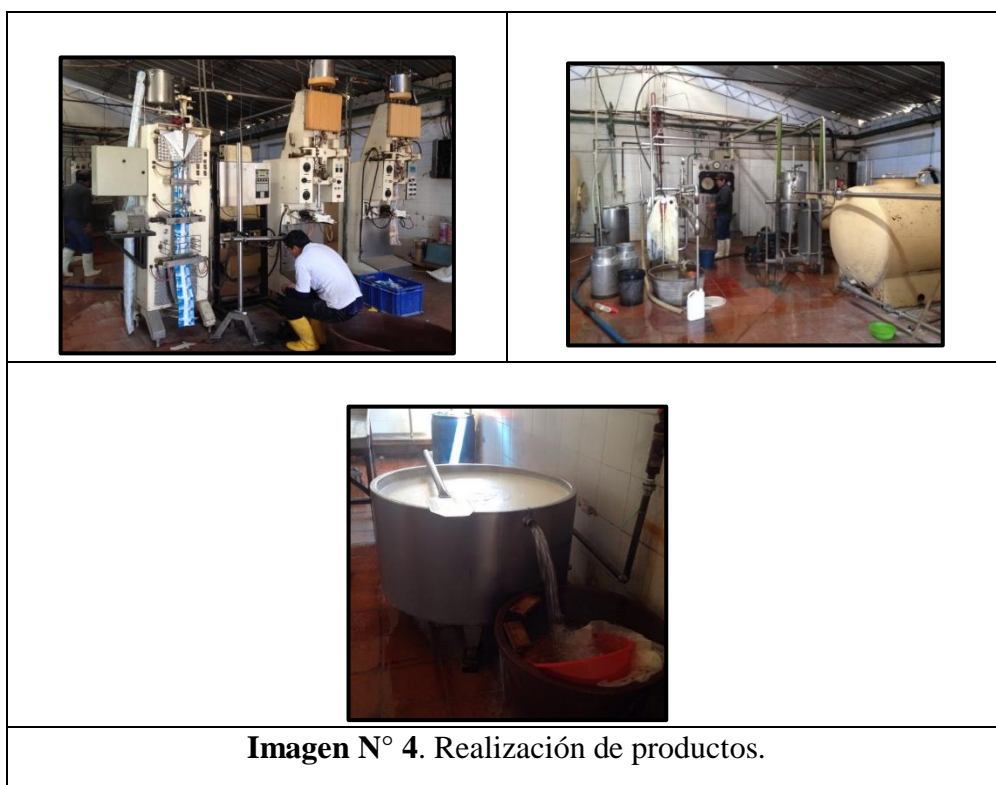


Imagen N° 4. Realización de productos.

Fuente: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora



Imagen N° 5. Empaque y conservación de productos.

Fuente: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora

3.5.4 DISEÑO DEL FILTRO

El diseño del filtro se basa a la investigación: **“Diseño y construcción de filtro multicámaras horizontal por gravedad para tratamiento de efluentes industriales”** [6], siendo la grava el único material como medio filtrante a experimentarse. La construcción del filtro en la industria láctea “La Clementina” será tomada como una alternativa para el tratamiento de los efluentes generados por los diferentes procesos que se realizan diariamente.

El diseño del filtro se basará en los siguientes criterios y se especificará en el **Anexo N° 3:**

- a) Altura de Carga Hidráulica
- b) Caudal para el Medio Filtrante
- c) Volumen para el Medio Filtrante
- d) Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)

Se llega a un diseño final como muestra el **Gráfico N° 1, N° 2, N° 3 y N°4** donde se especifican sus partes, dimensiones y finalmente su costo.

3.5.4.1 MODELO DEL FILTRO

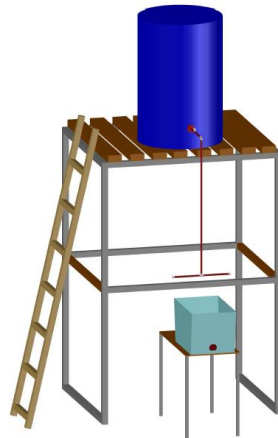


Gráfico N° 1. Modelo del Filtro.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

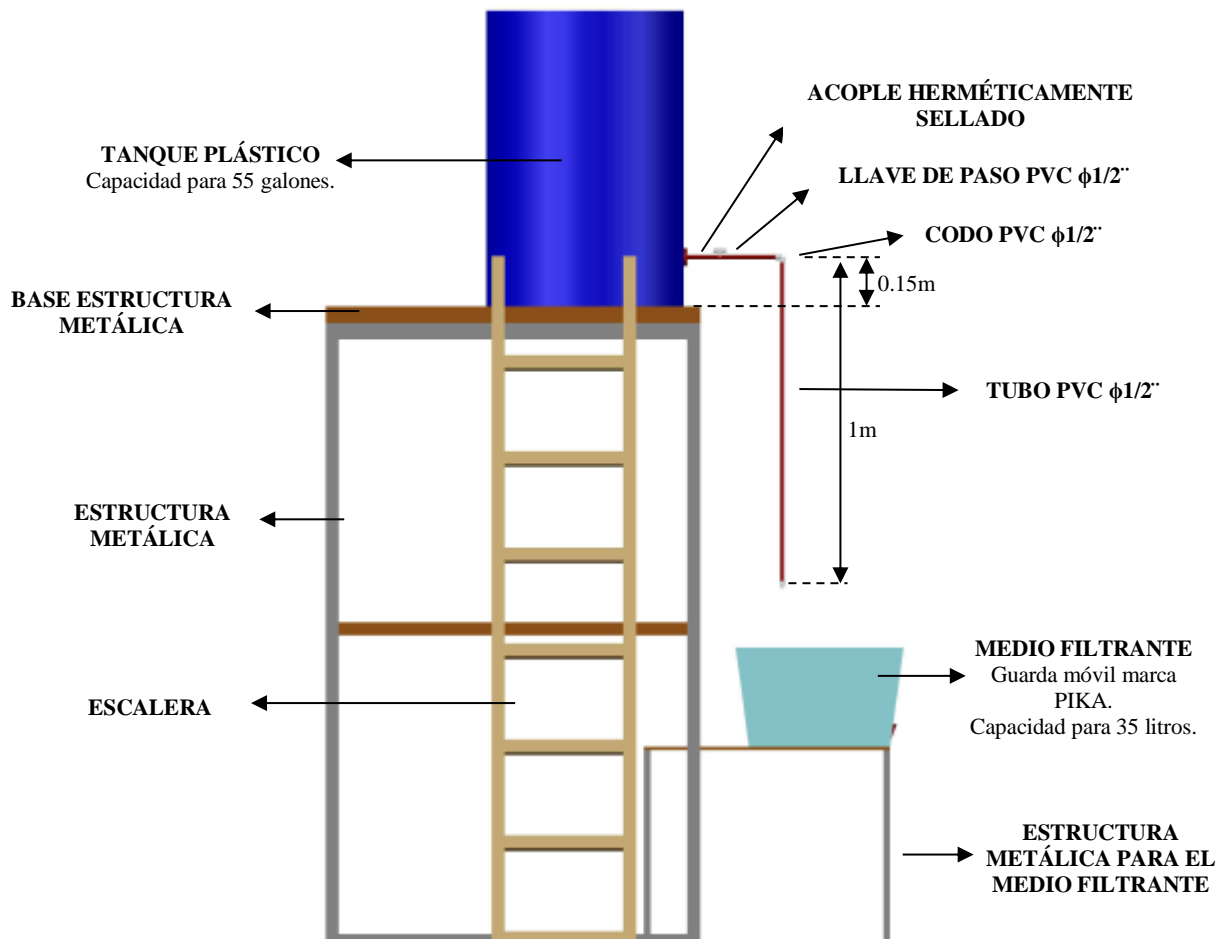


Gráfico N° 2. Partes del Filtro.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

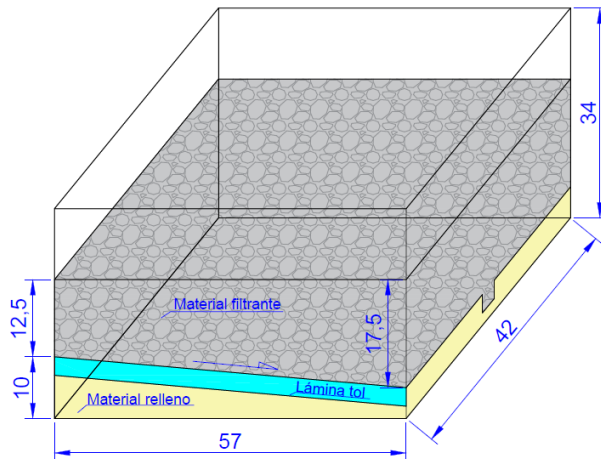
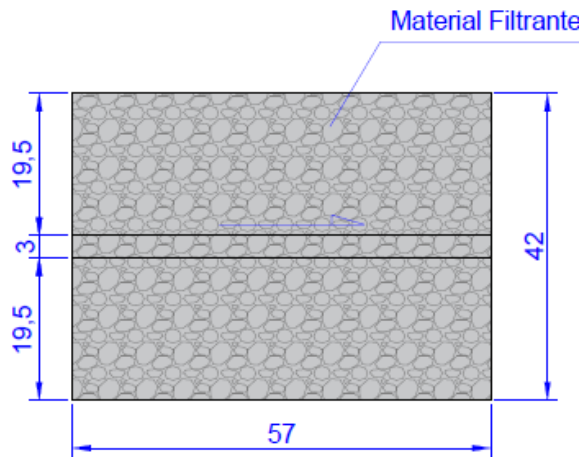
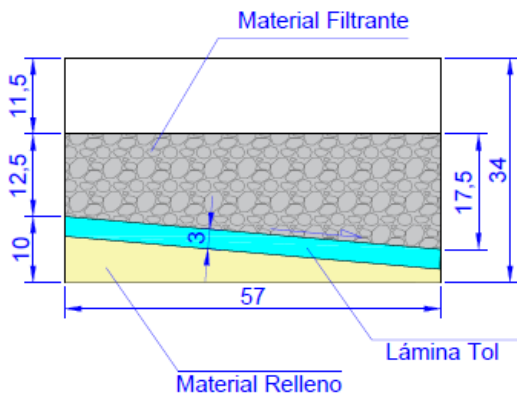


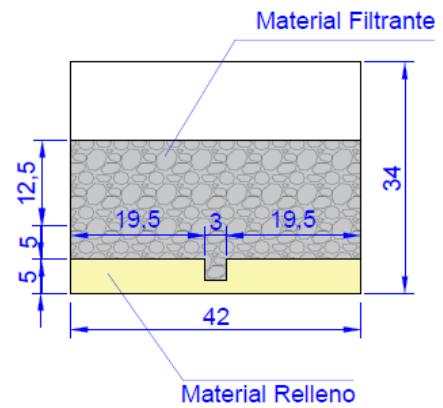
Gráfico N° 3. Partes del medio filtrante.
Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.



a)



b)



c)

Gráfico N° 4. Especificaciones para el medio filtrante.
Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

3.5.4.2 MATERIALES UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL FILTRO Y SU COSTO:

Tabla N° 16. Materiales y Costo del filtro.

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tanque plástico de 55galones	U	1	17.50	17.50
Guarda móvil marca PIKA (42x57x34)cm.	U	1	13.90	13.90
Estructura metálica (Tubos cuadrados de 4cm)	U	1	70.00	70.00
Tiras de madera para base de la estructura metálica.	U	8	2.00	16.00
Estructura metálica para el medio filtrante (ángulos de 3cm, espesor=3mm)	U	1	15.00	15.00
Escalera (Espesor de 5cm)	U	1	10.00	10.00
Tubos plásticos de ½ in PVC.	m	1.5	3.50	5.25
Acople herméticamente sellado.	U	2	1.10	2.20
Llave plástica de paso.	U	2	1.50	3.00
Bandeja de recolección de acero inoxidable.	U	2	12.50	25.00
Codo 1/2" x 90°	U	1	0.50	0.50
Unión 1/2"	U	2	0.50	1.00
Tapón 1/2"	U	2	0.40	0.80
Te 1/2"	U	1	0.60	0.60
Sika flex 221	U	1	12.00	12.00
Permatex	U	1	3.50	3.50
Chova impermeabilizante	m	2	0.80	1.60
Manguera	m	2	1.25	2.50
Recipiente de 5 litros	U	1	3.00	3.00
Teflón	U	1	1.15	1.15
Grava	Kg	87.5	0.00	0.00
			TOTAL \$	204.50

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Tabla N° 17. Dimensiones de materiales.

MATERIAL	DIMENSIONES (cm)
Tanque plástico (Capacidad 55 galones)	Altura=90 cm Diámetro= 60 cm
Guarda móvil marca PIKA (Capacidad para 35 litros)	42x57 Altura= 34cm
Estructura metálica (Espesor=4cm)	130x110x190
Tiras de madera para base de la estructura metálica (8 U)	10x5x110
Estructura metálica para el medio filtrante (ángulos de 3cm, espesor=3mm)	37x73x60
Escalera (Espesor= 5cm)	Ancho=40cm Altura=:220cm

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora

3.5.4.3 MATERIAL DE RELLENO PARA EL RECIPIENTE PLÁSTICO

Para la fijación de la bandeja de recolección de tol se utilizó tiras de madera.



Imagen N° 6. Recipiente plástico para el material filtrante.

Fuente: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

3.5.4.4 MATERIAL FILTRANTE

Los ensayos para el material filtrante son realizados en el laboratorio de Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. La grava tiene que ser lavada y secada para ser colocada en el recipiente plástico.

→ **Granulometría:** Se tamiza una muestra de grava en tamices de tamaño según la SERIE DE TYLER, Imagen 7-a [32].

El tamaño seleccionado para ser utilizado como medio filtrante se debe a que la filtración de aguas residuales depende tanto del tamaño de la grava como la altura de la capa, y la remoción de contaminantes es mejor con mayores alturas de capas y con menores tamaños de partículas; por lo que, se opta por utilizar el aproximadamente a 5mm.

→ **Densidad:** Es la cantidad de masa por unidad de volumen, Imagen 7-b; la densidad de la grava para ser utilizada en filtros debe ser de 2.5 kg/dm^3 especificada en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN NTE INEN 2 149:98 y el ensayo para determinar la densidad se basa en la Norma ASTM C127-80 e INEN 857.

Tabla N° 18. Características de la grava.

Material	Densidad (kg/dm^3)	Tamaño (mm)	Granulometría	
			Pasa Tamiz	Retiene Tamiz
Grava	2.5	4.76	3/8''	# 4

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

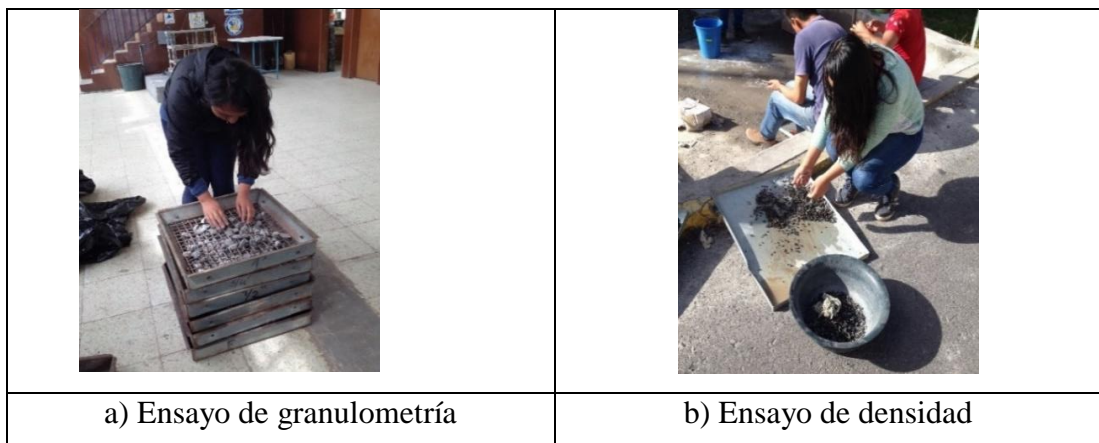


Imagen N° 7. Ensayos realizados para la grava.

Fuente: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora

3.5.5 FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO

3.5.5.1 REGISTRO DE ACTIVIDADES

Para conocer el funcionamiento del filtro se llevó un registro de actividades diarias (Ver Anexo N° 4).

La finalidad de llevar este registro es controlar la funcionalidad del filtro, en el caso de que se notaran los cambios se deberá tomar medidas de control y mantenimiento para regular el funcionamiento y no tener variaciones en los resultados deseados.

3.5.5.2 ANÁLISIS DE AGUAS

Los análisis de las aguas residuales sin filtrar y filtradas se los realizó en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Este laboratorio está acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”.

Los resultados garantizan datos reales, por lo que, se puede verificar el funcionamiento del filtro realizando los diferentes análisis de aguas residuales de la Industria Láctea “La Clementina”.

Los métodos utilizados para el análisis Físico – Químicos en aguas residuales son:

Tabla N° 19. Métodos utilizados para el análisis Físico – Químicos en aguas residuales.

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO
DBO ₅	mg O ₂ /l	STANDARD METHODS 5210 - B
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod
ACEITES Y GRASAS	mg/l	EPA 418.1

Fuente: Informe de análisis físico- químico, Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH, 2017.

3.5.6 COMPORTAMIENTO DE LOS CAUDALES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA “LA CLEMENTINA”

Para conocer los caudales que se generan en la industria es necesario monitorear el agua potable que ingresa, así como también ver su uso; a la vez se debe observar la evacuación de estas aguas después de todas las actividades que se realizan convirtiéndose esto en un efluente.

Los diferentes cálculos para conocer los caudales se lo harán en el capítulo IV.

a) CAUDAL DE AGUA POTABLE QUE INGRESA A LA INDUSTRIA

Es esencial saber la cantidad de agua que utiliza la industria para sus diferentes procesos industriales; se debe llevar un registro de la cantidad de agua que se consume diariamente y así saber el promedio diario de agua potable necesario para todas las actividades realizadas dentro de la industria.

La gran mayoría de industrias lácteas disponen de su propio medidor de agua potable para el control del mismo, pero hay industrias que comparten este servicio con viviendas; para ello se debe utilizar métodos empíricos para el cálculo aproximado de la cantidad de agua que se consumirá diariamente entre ellos podemos mencionar el método Racional, Alemán y Británico.

La industria láctea “La Clementina” dispone de su propio medidor por lo que se tomará directamente las lecturas del medidor por 8 días en la misma hora, finalmente se hará un promedio.

b) CAUDAL DE AGUA RESIDUAL QUE EVACÚA LA INDUSTRIA

Ya una vez realizado todos los procesos industriales se evacua el agua residual (agua potable después de su uso). Esta agua es conducida y transportada por canales que están en el piso y que llegan hacia la caja de revisión, posteriormente el efluente es evacuado hacia el alcantarillado.

Se debe medir y registrar el tirante hidráulico que llega el efluente en la tubería durante 7 días a distintas horas, así se podrá calcular el caudal máximo alcanzado. Además, se tomará las cotas de terreno (utilizando un GPS) de las cajas de revisiones para saber la pendiente de las tuberías de conducción.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

4.1.1 MEDICIÓN DEL CAUDAL DE AGUA POTABLE

La medición es tomada de acuerdo al consumo diario verificando este en el medidor en una hora específica, se realizó durante 8 días tomando en cuenta el horario de trabajo del personal, siendo este de 8 horas. Con los valores tomados se debe hacer un promedio para obtener un caudal promedio diario. (Ver Tabla N° 20)

Tabla N° 20. Caudal de agua potable.

CAUDAL DE AGUA POTABLE				
Días	Hora de Medición	Lectura medidor	(m ³ /Día)	(Litros/Segundo)
Jueves	13:00	4263		
			16	0.19
Viernes	13:00	4279		
			11	0.13
Sábado	13:00	4290		
			0	0.00
Domingo	13:00	4290		
			15	0.17
Lunes	13:00	4305		
			11	0.13
Martes	13:00	4316		
			18	0.21
Miércoles	13:00	4334		
			14	0.16
Jueves	13:00	4348		
CAUDAL PROMEDIO / DÍA				0.12

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

4.1.2 VOLUMEN DE AGUA POTABLE QUE INGRESA A LA INDUSTRIA

El volumen se determinará de acuerdo al caudal promedio calculado anteriormente, este volumen será el que consumen aproximadamente en litros por segundo, pero se debe tomar en cuenta la jornada de trabajo que corresponde a 8 horas. (Ver Tabla N°21)

Tabla N° 21. Volumen de agua potable que consumen en un día.

CAUDAL PROMEDIO (Q)	JORNADA LABORAL (t)	VOLUMEN (V = Q * t)
0,12 lt/seg = 432lt/hora	8 horas	3456 lt

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

4.1.3 MEDICIÓN DEL CAUDAL DE AGUA RESIDUAL

Para conocer aproximadamente el caudal de agua residual que sale de la industria se conoce los detalles de la tubería de evacuación de los efluentes (Ver Tabla N° 22) y se registra el tirante hidráulico medido en ciertas horas del día por 3 veces, para verificar su variación (Ver Tabla N° 23).

Para los cálculos hidráulicos se utilizarán las fórmulas descritas en el trabajo “LAS AGUAS RESIDUALES Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LA URBANIZACIÓN SINDICATO DE CHOFERES PROFESIONALES DE SANTA LUCIA PERTENECIENTE AL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI” [33], estas fórmulas se utilizan para una sección parcialmente llena.

→ **Cálculo de la Pendiente S o J (m/m)**

$$S \text{ ó } J = \frac{CT1 - CT2}{L}$$

Donde:

CT1=Cota inicial

CT2=Cota final

L= Longitud

→ **Cálculo del Radio Hidráulico θ (grados)**

$$\theta = 2\arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right)$$

Donde:

h=Tirante Hidráulico

D=Diámetro

→ **Cálculo del Caudal Q (m³/Segundo)**

$$Q = \frac{D^{8/3}}{7257.15(n)(2\pi\theta)^{2/3}} (2\pi\theta - 360 * \text{Sen}\theta)^{5/3} * S^{1/2}$$

Donde:

D= Diámetro

h= Tirante hidráulico

n= Coeficiente de Manning

P= Pendiente

θ =Radio Hidráulico

El coeficiente de rugosidad de Manning (n) para tuberías de PVC de una red de aguas residuales es 0.010, siendo un valor promedio [34].

Tabla N° 22. Detalles de la tubería de evacuación.

DESCRIPCIÓN		VALORES (m)	PENDIENTE (m/m)
Caja de revisión 1	H1	0.50	J ≈ S
	(tubería)		
Caja de revisión 2	H2	0.45	J ≈ S
	(tubería)		
COTA TERRENO (msnm)	CT1	2805.00	0.010
	CT2	2804.90	
	Longitud (L)	10.00	
COTA PISO (msnm)	CP1	2804.50	0.005
	CP2	2804.45	
	Longitud (L)	10.00	
Diámetro tubería (4")		0,1016	
Coeficiente Manning (PVC)		0,01	
TIRANTE MÁXIMO		0.019	

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Tabla N° 23. Detalles de la tubería de evacuación.

CAUDAL DE AGUA RESIDUAL							
DÍAS	Hora de Medición	Tirante hidráulico (m)	Radio hidráulico (grados)	Caudal máximo (m³/s)	Caudal máximo (lt/s)	Tirante promedio (m)	QMD (lt/s)
LUNES	10:00	0.016	93.52	0.000266	0.266	0.012	0.22
	13:00	0.013	83.84	0.000173	0.173		
	16:30	0.008	65.19	0.000234	0.234		
MARTES	10:00	0.011	76.84	0.000144	0.144	0.014	0.22
	13:00	0.019	102.49	0.000378	0.378		
	16:30	0.012	80.40	0.000147	0.147		
MIÉRCOLES	10:00	0.011	76.84	0.000122	0.122	0.009	0.09
	13:00	0.008	65.19	0.000062	0.062		
	16:30	0.009	69.26	0.000080	0.080		
JUEVES	10:00	0.01	73.14	0.000100	0.100	0.008	0.07
	13:00	0.008	65.19	0.000062	0.062		
	16:30	0.007	60.87	0.000047	0.047		
VIERNES	10:00	0.017	96.58	0.000302	0.302	0.012	0.17
	13:00	0.007	60.87	0.000047	0.047		
	16:30	0.012	80.40	0.000154	0.154		
SÁBADO	10:00	0.009	69.26	0.000080	0.080	0.010	0.13
	13:00	0.006	56.26	0.000034	0.034		
	16:30	0.016	93.52	0.000266	0.266		
DOMINGO	10:00	0.002	32.26	0.000003	0.003	0.002	0.004
	13:00	0.003	39.58	0.000008	0.008		
	16:30	0.001	22.77	0.000001	0.001		
CAUDAL PROMEDIO / DÍA							0.13

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Para representar las variaciones de los tirantes hidráulicos con sus respectivos caudales se lo hace en una gráfica (Ver Gráfico N° 5) y para obtener el caudal máximo al que se debe llegar se interpola conociendo que para aguas residuales el tirante máximo es el 75% del diámetro de la tubería [35], debido a que se producen gases y debe haber una circulación adecuada;

$$h \text{ máx} = 0.75D$$

$$h \text{ máx} = 0.75(0.1016m)$$

$$h \text{ máx} = 0.0762m$$

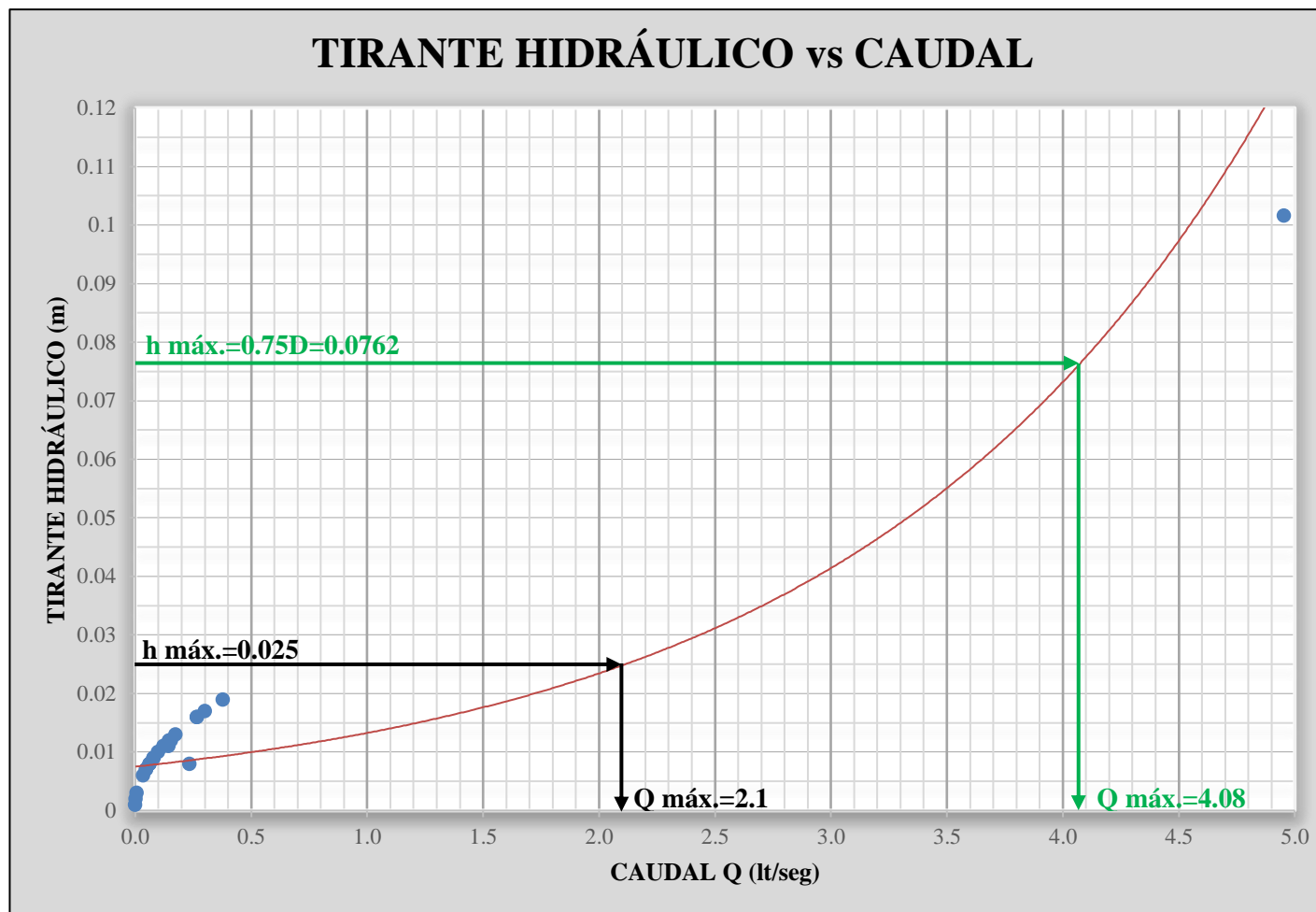


Gráfico N° 5. Tirante hidráulico vs. Caudal.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Se verifica que el calado hidráulico máximo al que ha llegado las aguas residuales provenientes de la industria láctea “La Clementina” es de 0.025m y se estima el caudal interpolando en el **Gráfico N° 5**, dando como resultado un gasto de 2.1 lt/seg.

4.1.4 VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL QUE DESCARGA LA INDUSTRIA

El volumen se determina de acuerdo al caudal promedio calculado anteriormente, este volumen será el que se descarga a la red de alcantarillado aproximadamente es litros por segundo, pero se debe tomar en cuenta la jornada de trabajo que corresponde a 8 horas. (Ver tabla N° 24)

Tabla N° 24. Volumen de agua residual que se descarga en un día.

CAUDAL PROMEDIO (Q)	JORNADA LABORAL (t)	VOLUMEN ($V = Q * t$)	VOLUMEN TOTAL A TRATARSE (Población en 90 días)
0,13 lt/seg = 468 lt/hora	8 horas	3744 lt	336960lt

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

4.1.5 VOLUMEN DE DESECHOS LÍQUIDOS LÁCTEOS GENERADOS POR LA INDUSTRIA

El volumen de desechos líquidos lácteos corresponde a las pérdidas de leche en los flujos de aguas residuales que se dan durante la elaboración de los diferentes productos que se realizan en la industria.

Se conoce el volumen de agua potable que ingresa a la industria y el volumen de aguas residuales evacuados por la industria, para estimar el volumen de los residuos lácteos será la diferencia de los dos volúmenes calculados anteriormente (Ver **Tabla N° 25**).

Tabla N° 25. Volumen de desechos líquidos lácteos.

VOLUMEN AGUA POTABLE (VAP)	VOLUMEN AGUAS RESIDUALES (VAR)	VOLUMEN DESECHOS LÍQUIDOS LÁCTEOS (VD=VAR-VAP)
3456 lt.	3744 lt.	288 lt.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Según el Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia en su Plan de Acción para el Mediterráneo con el tema “Prevención de la contaminación en la Industria Láctea” indica el volumen de aguas residuales que se descarga por los procesos y limpieza en la procesadora de lácteos [15], la siguiente tabla muestra el volumen de agua residual en litros por cada litro de leche procesada.

Tabla N° 26. Aguas residuales generadas por industrias lácteas.

ORIGEN	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	VOLUMEN
Limpieza y proceso	Limpieza de superficies, tuberías, tanques, equipos. Perdidas de producto, lactosuero, salmuera, fermentos, etc.	pH extremos, alto contenido orgánico (DBO y DQO), aceites y grasas, solidos suspendidos.	0.8-1.5

Fuente: Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia- Plan de Acción para el Mediterráneo, 2001.

La industria láctea “La Clementina” receipta diariamente 5000 litros aproximadamente, procesando 3000 litros de leche y los 2000 litros restantes son transportados a otras industrias; las aguas residuales de una industria láctea a lo que se refiere en procesos y limpieza debe estar entre 0.8 a 1.5 litros de aguas residuales por cada litro de leche procesada, en nuestro caso la industria produce 3000 litros y aguas residuales tenemos 3744 litros que está dentro del rango mencionado.

4.1.6 NÚMERO Y FECHAS DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

El funcionamiento del filtro fue durante 90 días, distribuyéndose la recolección de muestras de los análisis como se muestra en la **Tabla N° 27**.

Tabla N° 27. Recolección de muestras.

NÚMERO DE MUESTRAS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
DÍAS			1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
FECHA			01 de Junio	09 de Junio	20 de Junio	30 de Junio	10 de Julio	20 de Julio	31 de Julio	10 de Agosto	21 de Agosto	30 de Agosto	
HORA			13:30	13:30	13:30	13:30	13:30	13:30	13:30	13:30	13:30	13:30	
PARÁMETROS	AGUA SIN FILTRAR	ACEITES Y GRASAS	x										
		DQO	x										
		DBO ₅	x							x	x	x	
	AGUA FILTRADA	ACEITES Y GRASAS		x	x	x	x	x	x	x			
		DQO		x	x	x	x	x	x	x			
		DBO ₅		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

La Tabla N° 27 indica la recolección de muestras realizadas en la industria “La Clementina”; las actividades que realizan no son las mismas todos los días y la misma hora, por lo que se decide suspender los análisis de DQO y Aceites y Grasas de aguas filtradas en los últimos 30 días y se realiza solo el análisis de DBO₅ de agua filtrada y agua sin filtrar debido a que los resultados de los análisis de este parámetro muestran una variación muy notable. Además, la DBO₅ se analiza porque representa la materia orgánica de los efluentes de este tipo de industrias.

4.1.7 RESULTADOS DE ANÁLISIS

En esta sección se indicará los resultados de los análisis de Aceites y Grasas, DQO y DBO₅ realizados en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo, los informes se mostrarán en el **Anexo 4**; además si indicará los límites permisibles para evacuar las aguas residuales al sistema de alcantarillado según el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.

4.1.7.1 AGUA SIN FILTRAR

Tabla N° 28. Análisis agua sin filtrar, día 1.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	Límite máximo permisible para evacuar en un sistema de alcantarillado (Según TULSMA)
ACEITES Y GRASAS	mg/l	1971.00	70.00
DQO	mg/l	5214.00	500.00
DBO ₅	mg O ₂ /l	2809.00	250.00

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora

Fuente: Informe de análisis físico- químico, Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH, 2017.

4.1.7.2 AGUA FILTRADA

Tabla N° 29. Análisis agua filtrada hasta el día 60.

NÚMERO DE MUESTRAS		1	2	3	4	5	6	Límite máximo permisible para evacuar en un sistema de alcantarillado (Según TULSMA)	
DÍAS		10	20	30	40	50	60		
PARÁMETRO	ACEITES Y GRASAS	mg/l	1903.00	1865.00	1814.00	1642.00	1538.00	970.00	70.00
	DQO	mg/l	3787.00	1919.00	740.00	3510.00	3130.00	5195.00	500.00
	DBO5	mg O2/l	937.00	1102.00	362.00	1794.00	1506.00	2730.00	250.00

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora

Fuente: Informe de análisis físico- químico, Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH, 2017.

Tabla N° 30. Análisis agua sin filtrar y agua filtrada, durante los últimos 30 días.

PARÁMETRO	NÚMERO DE DÍAS	UNIDAD	RESULTADO Agua Sin Filtrar	RESULTADO Agua filtrada	Límite máximo permisible para evacuar en un sistema de alcantarillado (Según TULSMA)
DBO ₅	10	mg O2/l	734.41	301.55	250.00
	20		1314.53	951.25	
	30		2049.53	1535.18	

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora

Fuente: Informe de análisis físico- químico, Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH, 2017.

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.2.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se mostrará los resultados de los análisis de acuerdo a los días que se tomó las muestras para observar el comportamiento del material y verificar el comportamiento de los parámetros de contaminación (Aceites y Grasas, DQO y DBO₅) del agua residual de la industria láctea.

→ ACEITES Y GRASAS

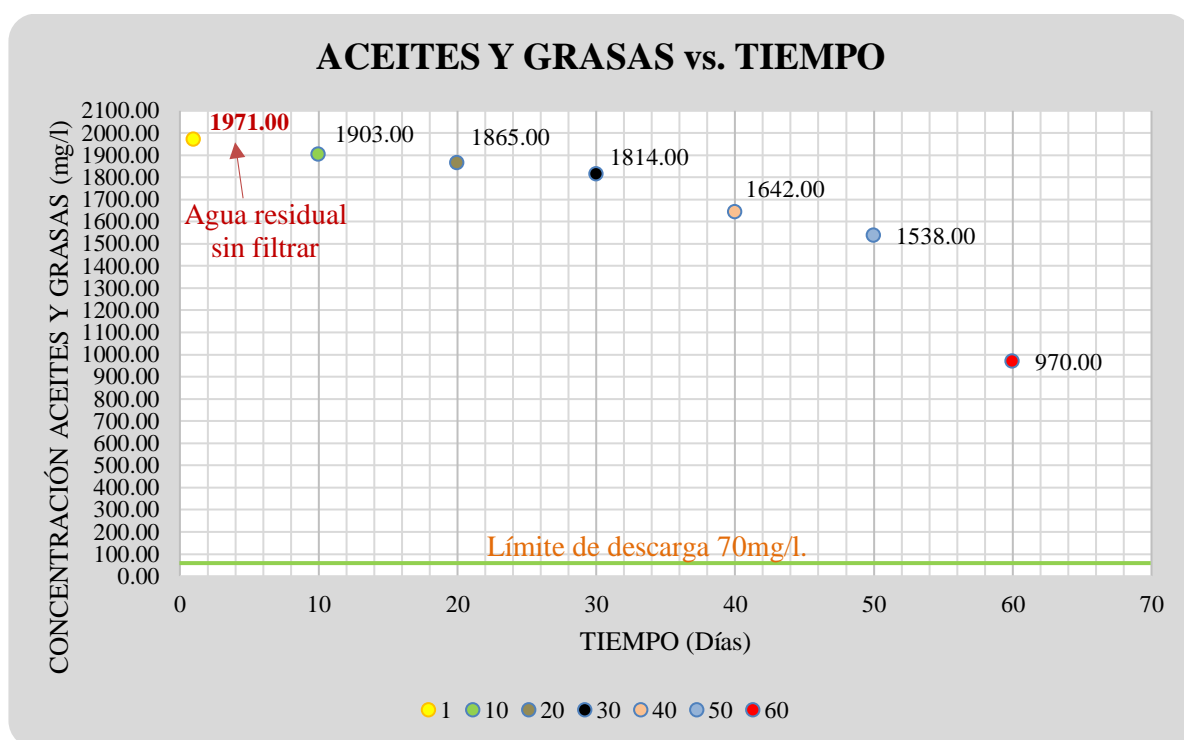


Gráfico N° 6. Comportamiento de Aceites y Grasas.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Interpretación: El primer análisis realizado de aceites y grasas es del agua sin filtrar y su resultado es 1971 mg/l, se parte de este valor para conocer si hay disminución en los demás análisis de agua filtrada que se realizaron cada 10 días; como se puede verificar, el funcionamiento del filtro con grava ha sido exitoso porque los resultados descenden en función del tiempo, logrando reducir y llegar a 970 mg/l en el último análisis de agua filtrada en el día 60.

Sin embargo, en este periodo de tiempo se hicieron cambios con el material filtrante por lo que ya no se analizó aceites y grasas en los últimos 30 días, debido a que habrá el mismo comportamiento.

Los resultados obtenidos durante los 60 días no cumplen con el límite de descarga (70 mg/l) al sistema de alcantarillado público indicado en el TULSMA.

→ DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

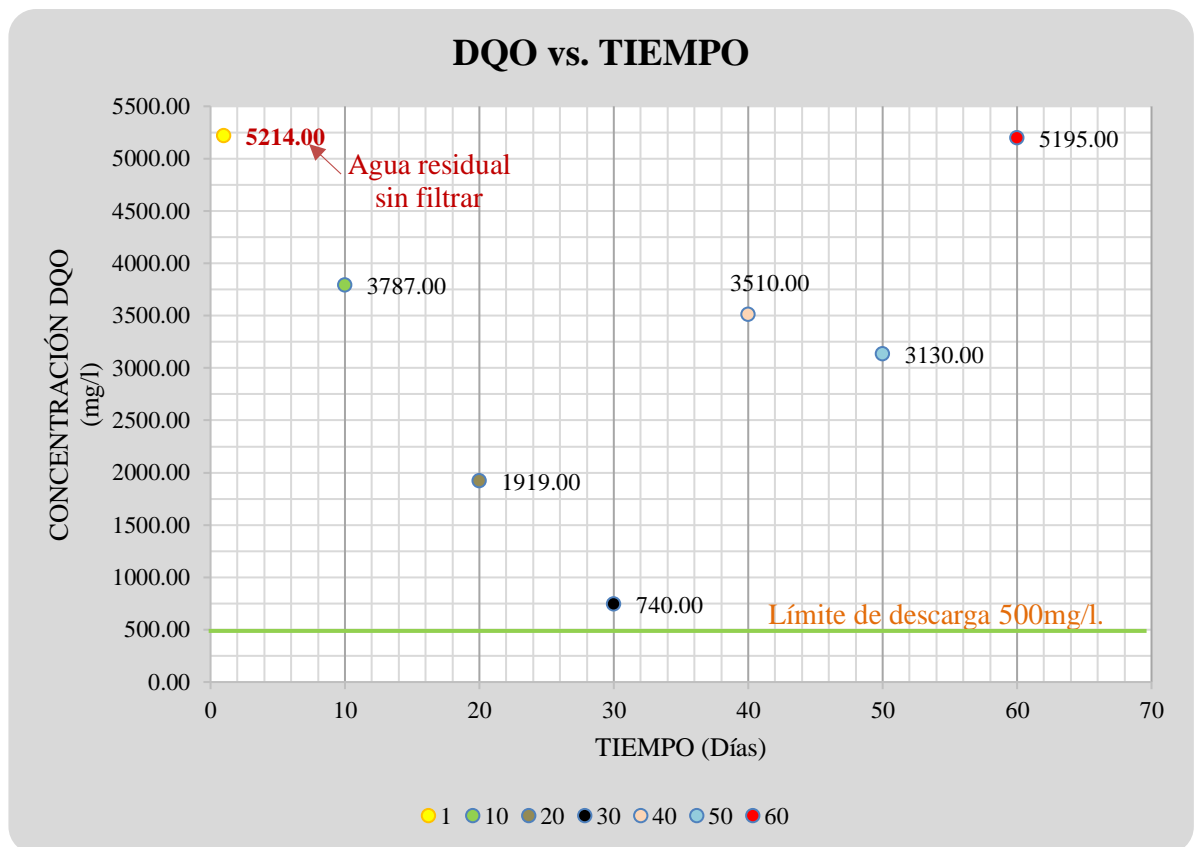


Gráfico N° 7. Comportamiento de DQO.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Interpretación: El primer valor de DQO de 5214mg/l corresponde al primer análisis de agua sin filtrar, se parte de este valor para comparar los siguientes análisis de agua filtrada, se observa el funcionamiento correcto del filtro de grava cada 10 días durante 30 días, debido a que se obtienen resultados menores al inicial como son 3787mg/l, 1919mg/l y 740mg/l notándose una disminución favorable, pero, el análisis del día 40

sube a 3510mg/l, el análisis del día 50 vuelve a bajar a 3130mg/l y en el día 60 sube nuevamente a 5195mg/l; por lo que se considera que la funcionalidad del filtro para el DQO es hasta el día 30 y los siguientes días existen una variación considerable notándose la ineficacia del filtro.

En el día 60 se toma la decisión de cambiar el material, por lo que se realizan los análisis de DQO solo hasta este día.

El resultado obtenido en el día 30, siendo este el valor más bajo de los resultados de los análisis no cumple con el límite de descarga (500 mg/l) al sistema de alcantarillado público indicado en el TULSMA.

→ DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO



Gráfico N° 8. Comportamiento de DBO₅.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Interpretación: El valor de 2809mg O₂/l es del primer análisis del agua sin filtrar, se parte de este valor para verificar los demás resultados de los análisis de aguas residuales lácteas.

Existe una variación muy notable por lo que no se puede verificar la eficiencia del filtro de grava ante estos efluentes, esto se debe a que la industria no realiza los mismos procesos todos los días y a la misma hora, siendo una de las características de este tipo de agua la presencia de abundante materia orgánica.

Dado esto, se decide verificar en los últimos 30 días la variación que hay entre el agua sin filtrar y el agua filtrada:

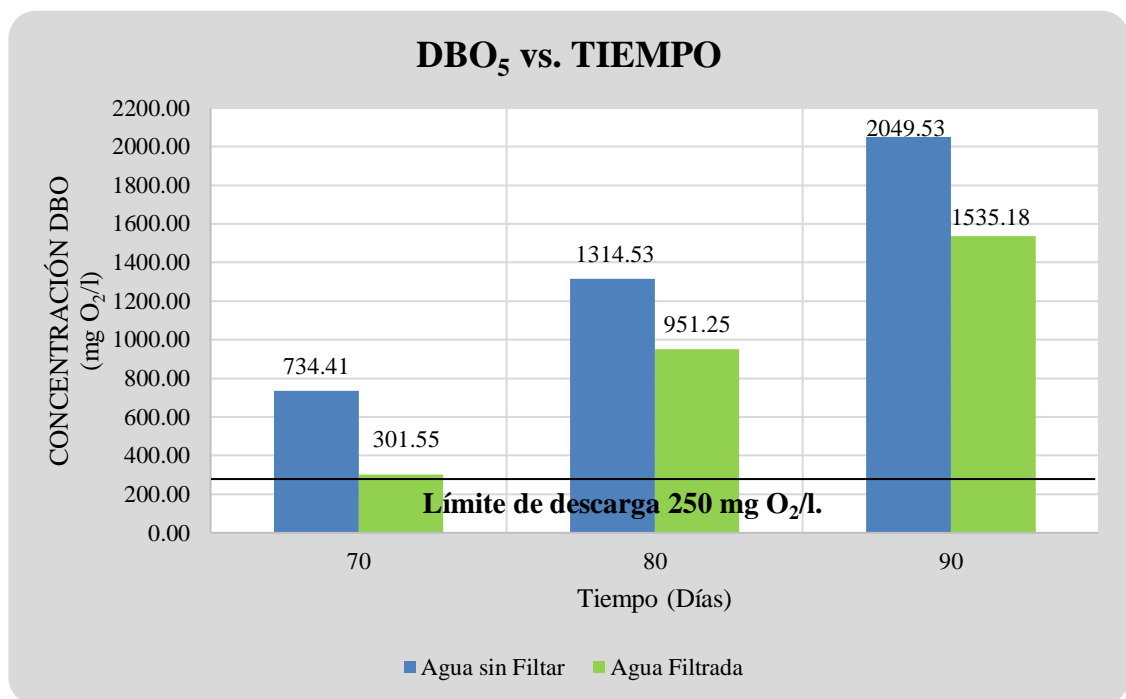


Gráfico N° 9. Comportamiento de DBO₅ (Agua sin filtrar y filtrada).

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Interpretación: En el día 60 se cambia el material filtrante, por lo que, para los análisis de DBO₅ en los últimos 30 días se analiza el agua residual sin filtrar y filtrada con el fin de verificar si existe una disminución.

En el día 70 el resultado del agua sin filtrar es de 734.41 mg O₂/l y el agua filtrada es de 301.55 mg O₂/l, en el día 80 el agua sin filtrar es de 1314.53 mg O₂/l y el agua filtrada es de 951.25 mg O₂/l y en el día 90 el agua sin filtrar es de 2049.53 mg O₂/l y el agua filtrada es de 1535.18 mg O₂/l; todos estos resultados indican que si hay una disminución de DBO₅.

4.2.2 EFICIENCIA DEL FILTRO

La funcionalidad del filtro se podrá verificar comparando los resultados de los análisis de las aguas residuales sin filtrar y aguas residuales filtradas.

La eficiencia del filtro se expresará en porcentajes utilizando la siguiente fórmula:

$$\%EF = \frac{Co - Cf}{Co} * 100$$

Donde:

%EF=Porcentaje de eficiencia

Co=Concentración inicial (agua residual sin filtrar)

Cf=Concentración final (agua residual filtrada)

Tabla N° 31. Eficiencia del filtro.

	# MUESTRAS	ACEITES Y GRASAS		DQO		DBO ₅	
		mg/l	EFICIENCIA %	mg/l	EFICIENCIA %	mg O ₂ /l	EFICIENCIA %
Agua residual sin filtrar	0	1971.00		5214.00		2809.00	
Agua residual filtrada	1	1903.00	3.45	3787.00	27.37	937.00	66.64
	2	1865.00	5.38	1919.00	63.20	1102.00	60.77
	3	1814.00	7.97	740.00	85.81	362.00	87.11
	4	1642.00	16.69	3510.00	32.68	1794.00	36.13
	5	1538.00	21.97	3130.00	39.97	1506.00	46.39
	6	970.00	50.79	5195.00	0.36	2730.00	2.81

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora

Fuente: Informe de análisis físico- químico, Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH, 2017.

→ ACEITES Y GRASAS

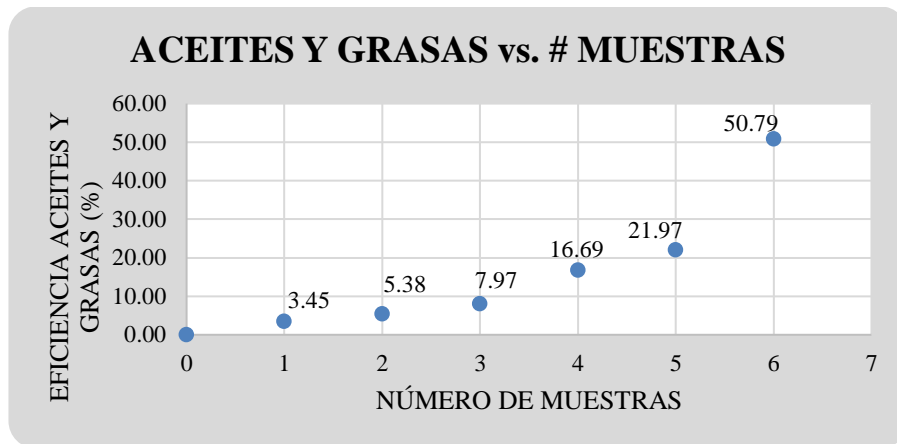


Gráfico N° 10. Eficiencia de Aceites y Grasas.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Interpretación: La eficiencia del filtro en la remoción de aceites y grasas es notable debido a la disminución de este contaminante.

Relacionando la muestra de agua residual sin filtrar con la primera muestra de agua residual filtrada se obtuvo una eficiencia del 3.45%, comparando con las siguientes muestras el comportamiento es similar. En la muestra número 6 de agua filtrada se obtiene una eficiencia del 50.79%, siendo un valor satisfactorio. Todos estos resultados representan la eficiencia deseada del filtro para aceites y grasas.

→ DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

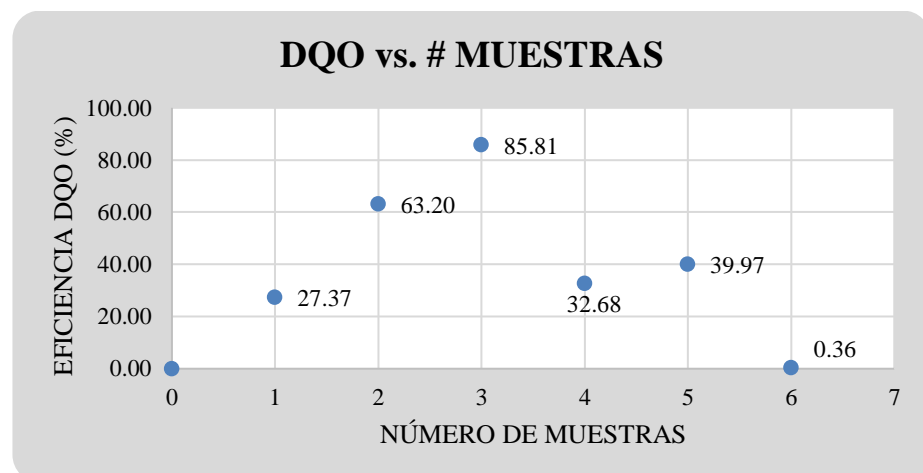


Gráfico N° 11. Eficiencia de Demanda Química de Oxígeno.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Interpretación: La eficiencia del filtro basándose en la DQO en la primera muestra de agua residual filtrada es del 27.37%, es notable ver que la eficiencia se da hasta la muestra 3 con un 85.81%, en la muestra 4 la eficiencia baja a un 32.68%, en la muestra 5 la eficiencia sube a un 39.97% y nuevamente en la muestra 6 la eficiencia baja a un 0.36%; los resultados en las muestras 4, 5 y 6 son variados y se dice que el filtro dejó de funcionar, por lo que, se procede a cambiar el material, deseando el mismo comportamiento.

Pero al final el filtro es eficiente porque si reduce los niveles de contaminación comprando con la muestra de agua sin filtrar.

→ DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

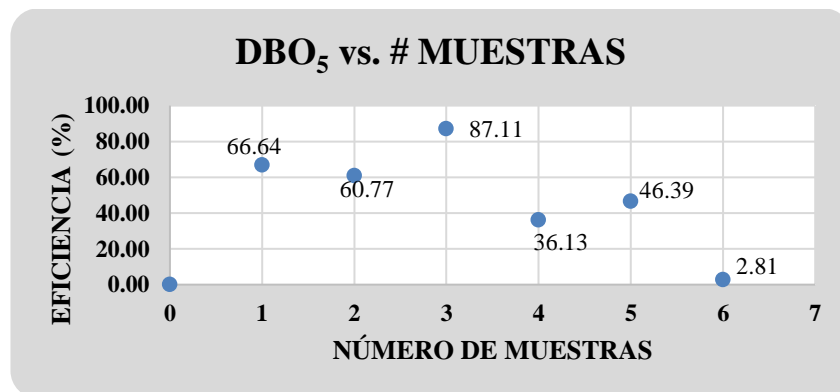


Gráfico N° 12. Eficiencia de Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Interpretación: La eficiencia del filtro basándose en la DBO₅ no se puede verificar claramente ya que presentan datos muy dispersos debido a que las actividades productivas que realizan dentro de la industria son distintas diariamente.

Relacionando el agua residual sin filtrar con la primera muestra de agua residual filtrada su eficiencia es buena llegando a un 66.64% pero con la muestra 2 la eficiencia baja a un 60.77%, con las siguientes muestras se presenta el mismo comportamiento de subir y bajar la eficiencia cada dos muestras llegando hasta la muestra 6 con un 2.81%.

A pesar de la variación dispersa de la eficiencia, el filtro es efectivo para el DBO₅ porque si reduce los niveles de contaminación comparando con la muestra inicial de agua sin filtrar.

Notándose la variación de la eficiencia se procede a analizar la eficiencia con 3 muestras de agua sin filtrar y 3 muestra de agua filtradas:

Tabla N° 32. Eficiencia del filtro con la DBO5 en 30 días.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO			
# MUESTRAS	AGUA RESIDUAL SIN FILTRAR	AGUA RESIDUAL FILTRADA	EFICIENCIA
	mg O ₂ /l	mg O ₂ /l	%
7	301.55	734.41	58.94
8	951.25	1314.53	27.64
9	1535.18	2049.53	25.10

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora

Fuente: Informe de análisis físico- químico, Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH, 2017.

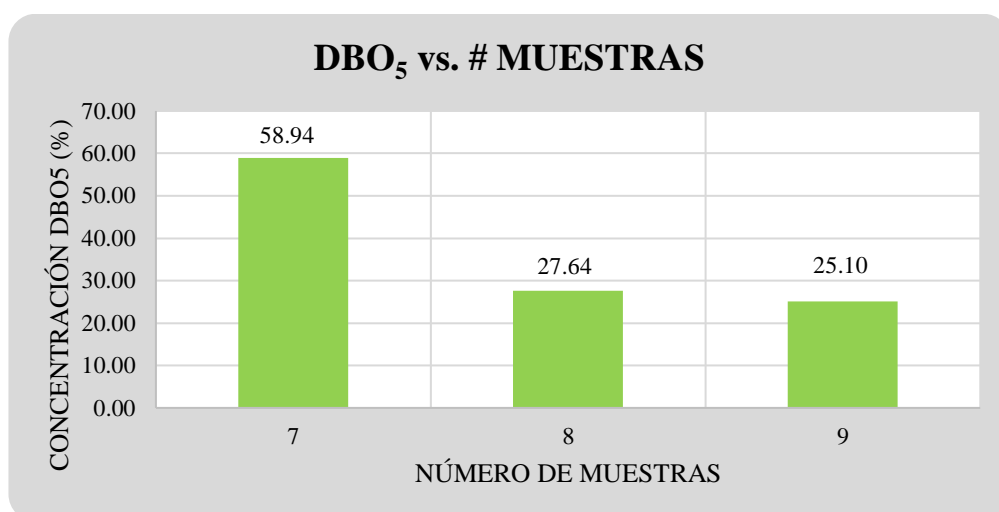


Gráfico N° 13. Eficiencia de Demanda Bioquímica de Oxígeno (Agua Residual sin filtrar y Agua Residual filtrada).

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Interpretación: La eficiencia del filtro basándose en la DBO₅ de una muestra de agua residual sin filtrar y otra muestra de agua residual filtrada tomadas el mismo día presentan datos satisfactorios. En los 10 primeros días se obtuvo una eficiencia máxima de 58.94% debido a que empieza la fase biológica y en los 20 días siguientes ha reducido la eficiencia debido a que se saturó los poros de la grava dando un promedio de 26.37% y es el tiempo en donde se estabiliza el filtro. Esto indica que el filtro es eficiente porque si disminuye los niveles de contaminación.

4.2.3 ANÁLISIS MORFOLÓGICO DEL MATERIAL FILTRANTE (GRAVA)

El material filtrante tiene un tiempo límite de uso, es decir, pierde su efectividad según pasa el tiempo. Es necesario realizar un estudio morfológico de la grava, para conocer su estructura externa antes de ser utilizada como material filtrante y después de ser utilizada para tratar aguas residuales provenientes de industrias lácteas.

Se utiliza el Microscopio Electrónico de Barrido Tescan Vega 3 de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica para realizar el estudio de la grava. Los microscopios electrónicos de barrido producen imágenes de alta magnificación con alta resolución, siendo esto una técnica no destructiva bien conocida que utiliza una sonda de haz de electrones para analizar la superficie de las muestras hasta la nanoescala. [36]

4.2.3.1 ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LA GRAVA ANTES DE SER UTILIZADA PARA LA INDUSTRIA LÁCTEA “LA CLEMENTINA”

La grava tiene una composición común de varios minerales como carbonato de calcio, cuarzo, feldespatos, entre otros. [7]

→ En la Imagen N° 8 se muestra una imagen en Field de dos gránulos de grava con un diámetro del orden de los milímetros que concuerda con la granulometría realizada en el material.

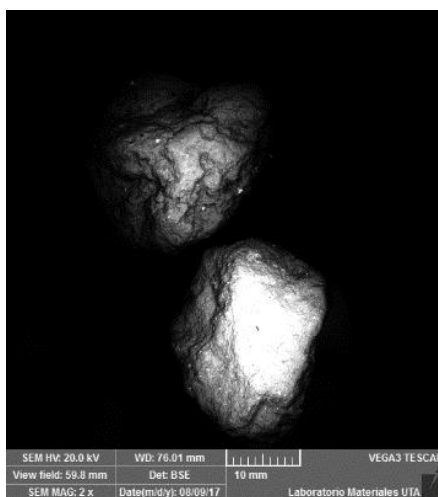


Imagen N° 8. Imagen SEM (Scanning Electron Microscopy/ Microscopía Electrónica de Barrido) de la grava sin utilizar.

Fuente: Microscopio Electrónico de Barrido Tescan Vega 3, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2017.

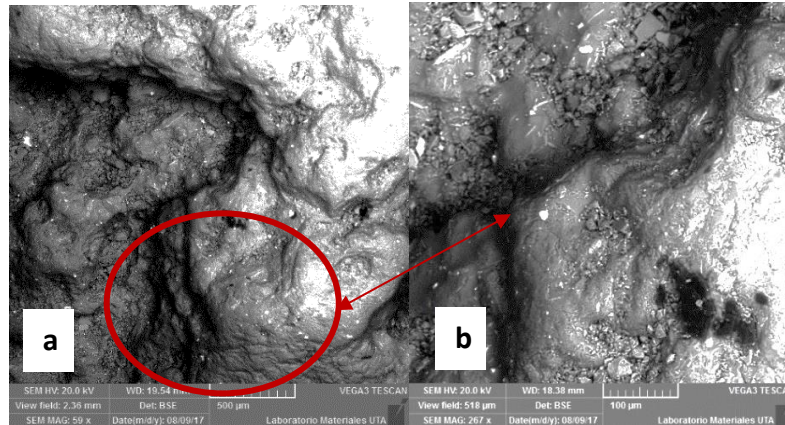


Imagen N° 9. Imágenes SEM de Grava proveniente de la cantera Latacunga.
Fuente: Microscopio Electrónico de Barrido Tescan Vega 3, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2017.

- En la Imagen N° 9-a se observa la superficie irregular que es representativa de una roca, muestra relieves muy pronunciados en los que se puede observar zonas incrustadas de aglomerados amorfos.
- La Imagen N° 9-b muestra un aumento en la zona central de la Imagen N° 9-a donde se observa con mayor claridad las aglomeraciones de pequeños pedazos de minerales de forma irregular en las hendiduras presentes sobre los “gránulos” de grava, de igual forma que en la Imagen N° 10-a y N° 10-b.

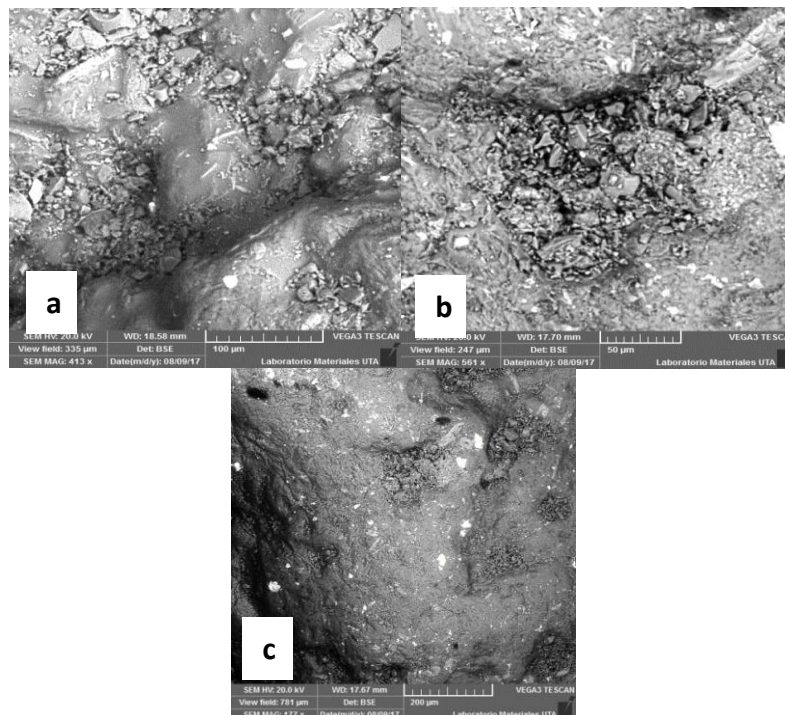


Imagen N° 10. Imágenes SEM de grava que evidencias la presencia de gránulos nanométricos.
Fuente: Microscopio Electrónico de Barrido Tescan Vega 3, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2017.

→ En la Imagen N° 10-c se observa como los gránulos presentan zonas asimétricas con una superficie rugosa sin aglomerados y otra donde hay presencia puntual de aglomerados solo en zonas específicas, estos aglomerados son pedazos planos de forma y lados irregulares que están en escalas.

4.2.3.1 ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LA GRAVA DESPUÉS DE SER UTILIZADA PARA LA INDUSTRIA LÁCTEA “LA CLEMENTINA”

Las muestras fueron extraídas del recipiente plástico que cumple la función de almacenar la grava para filtrar el agua residual; estas muestras son sometidas a deshidratación en el horno a 80°C durante 24 horas para realizar el estudio morfológico.

Las imágenes realizadas muestran la presencia de nuevas estructuras sobre la grava lo que indica que la disminución de la DBO, DQO y Aceites y Grasas es resultado de la retención de los contaminantes presentes en la superficie de la grava.

La grava se encarga de reducir la velocidad del agua y la distribuye uniformemente para ir capturando y eliminando contaminantes. [5]

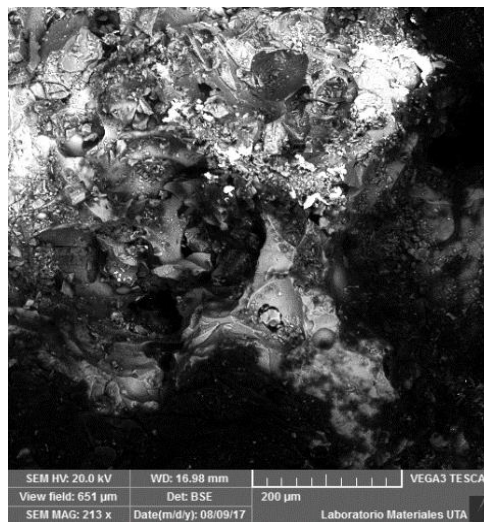


Imagen N° 11. Imagen SEM de la grava usada.

Fuente: Microscopio Electrónico de Barrido Tescan Vega 3, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2017.

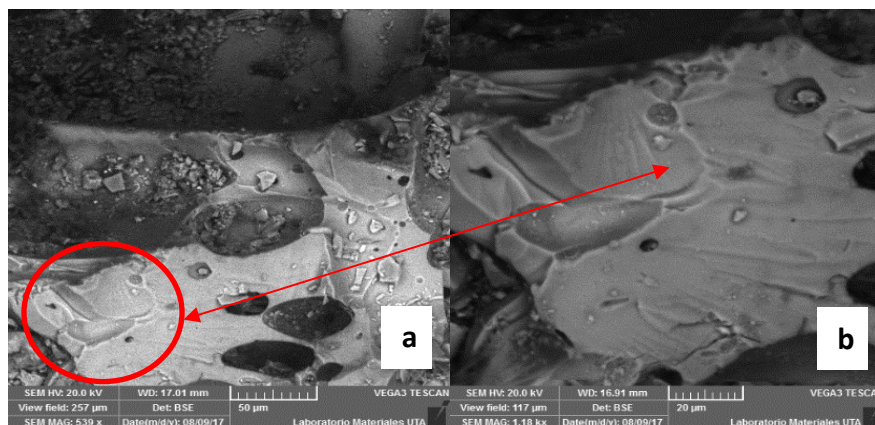
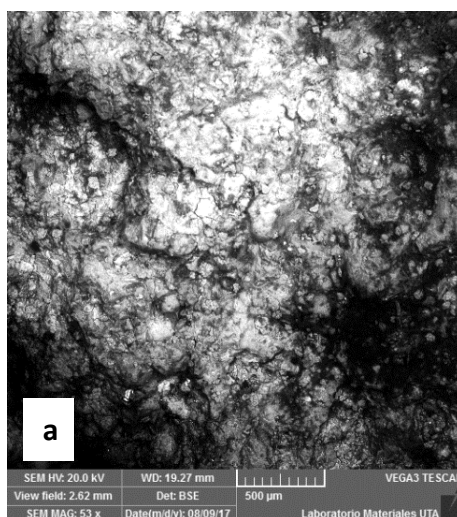


Imagen N° 12. Imágenes SEM de grava después del proceso de filtrado de aguas residuales de la Industria Láctea, Tratada en horno a 80°C por 24 horas.

Fuente: Microscopio Electrónico de Barrido Tescan Vega 3, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2017.

- En la Imagen N° 11 se muestra una grava cubierta de una capa de residuos procedentes de una industria de lácteos, estos residuos se pueden visualizar en las partes más rugosas y en las hendiduras más pronunciadas de la grava. Los residuos vienen a ser parte de la estructura de la grava, por lo que se puede diferenciar la grava y los residuos conjuntamente.
- La Imagen N° 12-b es un aumento de una parte de la Imagen N° 12-a, se observa una superficie blanda con diferentes tamaños de capa de residuos lácteos.

GRAVA USADA COLOCADA EN EL DESECADOR



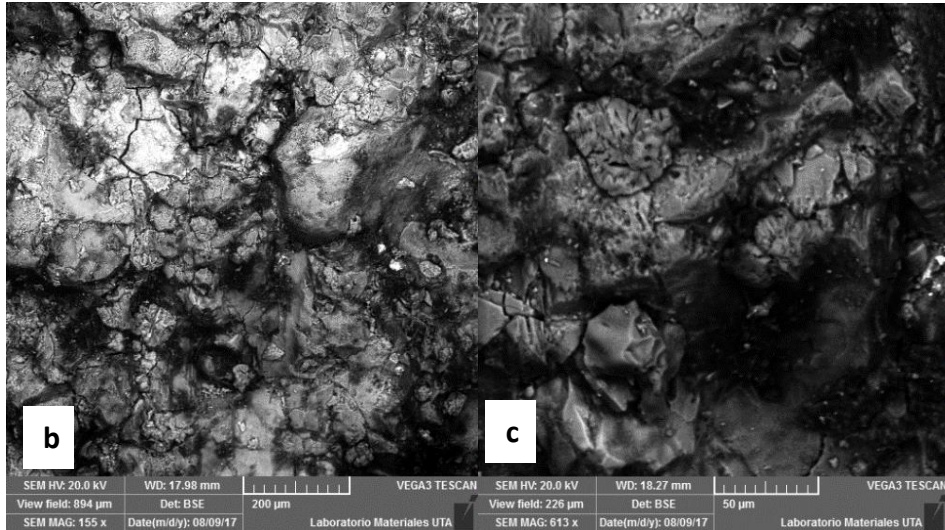


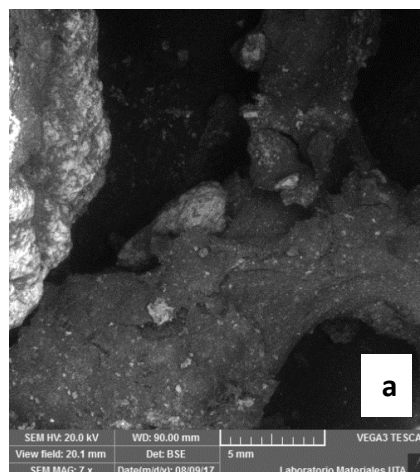
Imagen N° 13. Imágenes SEM de grava después del proceso de filtrado de aguas residuales de la Industria Láctea, Tratada en el desecador por 24 horas.

Fuente: Microscopio Electrónico de Barrido Tescan Vega 3, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2017.

- La Imagen N° 13 son muestras de grava colocadas en el desecador por 24 horas.
- Se puede observar residuos en las hendiduras de la grava, además, se puede observar la presencia de fisuras que demuestran la desecación de los residuos.

4.2.3.1 ESTUDIO DE LOS RESIDUOS LÁCTEOS SIENDO PARTE DE LA ESTRUCTURA DE LA GRAVA

Los residuos lácteos son provenientes por las pérdidas de leche, productos, materias primas y por las aguas de lavado o limpieza [15]; la grava retiene este tipo de contaminantes por lo que vienen a ser parte de su estructura.



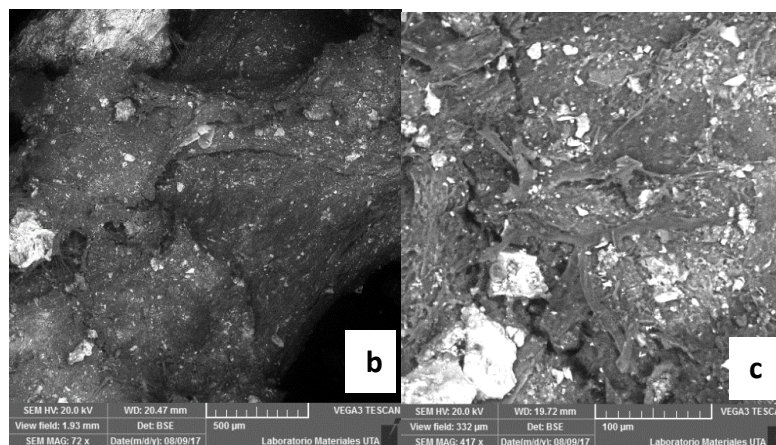


Imagen N° 14. Imágenes SEM de residuos lácteos proveniente de la industria láctea “La Clementina”, Tratada en horno a 80C por 24 horas.
Fuente: Microscopio Electrónico de Barrido Tescan Vega 3, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2017.

→ En la Imagen N° 14 se observa la presencia de ranuras y una superficie rugosa. Las imágenes 14-c y 15-c presentan hileras debido a que retuvieron sólidos y llegan a ser parte de la estructura de la grava.

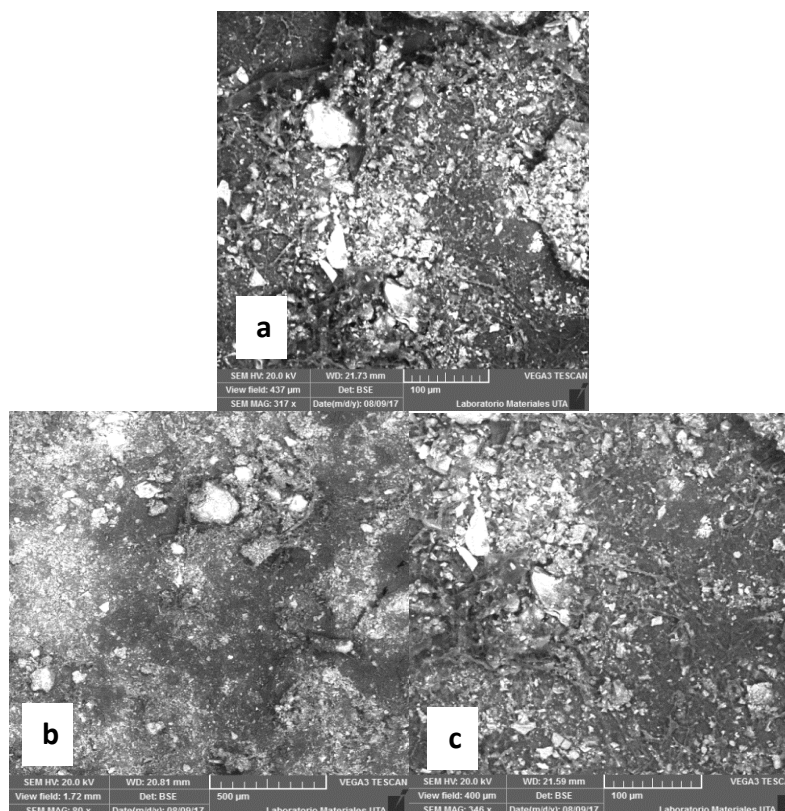


Imagen N° 15. Imágenes SEM de residuos lácteos proveniente de la industria láctea “La Clementina”, Mantenido en el desecador por 24 horas.
Fuente: Microscopio Electrónico de Barrido Tescan Vega 3, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2017.

→ Las Imágenes N° 15-a y N° 15-b presentan una aglomeración de diferentes compuestos que tiene el agua residual proveniente de las industrias lácteas debido a la producción de queso, leche y yogurt; en este caso la grava ha retenido sólidos.

Estos residuos provienen del diferente proceso en cada producto realizado en la industria láctea, por lo que, el agua residual tendrá contaminantes como azúcares, grasas y proteínas presentes como sólidos suspendidos [37].

A comparación de otros materiales, la grava no tiene gran cantidad de poros por lo que no puede ser un material filtrante, pero, si la grava tiene un tamaño pequeño y se coloca en capas su funcionamiento es ventajoso ya que retendrá los sólidos y por los espaciamientos que quedan entre el material granular pasarán los líquidos.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Una vez realizado el análisis de los resultados se verifica la HIPÓTESIS NULA (H_0), ya que, el filtro a base de grava si disminuye los niveles de contaminación de las aguas residuales de las Industrias Lácteas.

A pesar de que los parámetros de contaminación (DBO_5 , DQO y Aceites y Grasas) no cumple con los límites permisibles para la descarga de efluentes de una industria láctea al sistema de alcantarillado según el TULSMA se demuestra la remoción de los contaminantes que generan este tipo de efluentes, se puede observar en la Tabla N° 33 la comparación de los resultados entre el agua residual sin filtrar con respecto al valor mínimo y máximo de agua residual filtrada, comparando a la vez con los límites permisibles.

Tabla N° 33. Verificación de hipótesis con los valores de los análisis de aguas residuales.

PARÁMETROS	Concentración inicial (Agua sin filtrar)	Concentración mínima (Agua filtrada)	Concentración máxima (Agua filtrada)	Límite permisible según el TULSMA
DBO_5 (mg/l)	2809.00	301.55	2730.00	250.00
DQO (mg/l)	5214.00	740.00	5195.00	500.00
Aceites y grasas (mg/l)	1971.00	970.00	1903.00	70.00

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora

Fuente: Informe de análisis físico- químico, Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH, 2017.

La Tabla N° 33 verifica la hipótesis nula planteada; comparando los valores mínimos y máximos de la concentración de los contaminantes en el agua residual filtrada con la concentración del agua residual sin filtrar se comprueba la eficiencia del filtro a base grava, constatando que si disminuyen los contaminantes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se conoció el funcionamiento de cada sección de la industria y las actividades productivas que realizan a diario, entre ellas la producción de leche pasteurizada, quesos y yogurt de diferente sabor; esta información fue dada por el propietario de la Industria de Lácteos “La Clementina”; durante los diferentes procesos en la industria se generan grandes cantidades de desperdicios convirtiéndose en una fuente generadora de contaminación hacia el medio ambiente, sobre todo porque los efluentes no son tratados antes de ser evacuados. Los desperdicios en la industria “La Clementina” se vierten directamente al piso llegando directamente hacia los canales que se dirigen a las cajas de revisión y posteriormente ser evacuadas a la red de alcantarillado.
- Se determinó el comportamiento del caudal de agua potable que consume la Industria Láctea “La Clementina” debido a la utilización de equipos y producción de alimentos, obteniendo así un caudal promedio diario en una jornada de 8 horas de trabajo de 0.12 lt/s, representando a la vez un volumen de 3456 lt. Durante el día de trabajo se observa la evacuación de aguas residuales provenientes de todas las actividades que se generan en la industria, para ello fue necesario ver el comportamiento y características del efluente en diferentes horas del día llegando a obtener un caudal de 0.13 lt/s siendo mayor el caudal de aguas residuales con respecto al de agua potable, debido a la mezcla con los residuos lácteos; el volumen de aguas residuales representa 3744 lt. Dicho esto, el volumen de residuos lácteos es la diferencia entre el volumen de agua residual y agua potable, siendo de 288 lt.
- Se realizó el análisis de los parámetros contaminantes más representativos de las aguas residuales de las industrias lácteas siendo la DBO₅, DQO y Aceites y Grasas, el primer análisis realizado del agua sin filtrar es el valor inicial para comparar con los resultados de las aguas residuales filtradas.
Con respecto a los Aceites y Grasas, la disminución de este contaminante es muy notorio, partiendo con un valor de 1971.00 mg/lt de agua sin filtrar y

después de 60 días de tratamiento del efluente llegó a 970.00 mg/lit de agua filtrada, por lo que la eficiencia fue del 50.79%.

La DQO presentó un comportamiento similar al de Aceites y Grasas, pero solo durante los primeros 30 días; el valor del agua residual sin filtrar fue de 5214.00mg/lit y después de 30 días llegó a 740.00 mg/lit representando una eficiencia del 85.81%, después se presentó una dispersión de los resultados concluyendo que el filtro perdió la efectividad, por lo que en este tiempo se cambió el material.

Finalmente, la concentración de la DBO₅ del agua sin filtrar fue de 2809.00mgO₂/lit y la concentración de los demás resultados de agua filtrada presentó desde un principio una dispersión total. Se conoció que la eficiencia según el DQO llega hasta 60 días y partiendo de esa fecha con un nuevo material se realizó 6 análisis solo para la DBO₅ (3 muestras de agua sin filtrar y 3 muestras de agua filtrada) siendo el más representativo debido a la materia orgánica presente en este tipo de aguas residuales, se analizó una muestra de agua sin filtrar y una de agua filtrada tomada el mismo día en los 30 últimos días del funcionamiento del filtro en un periodo de 10 días, y así tener resultados más reales. con los resultados obtenidos a los 30 días se obtuvo una eficiencia promedio de 26.37%.

- Se determinó mediante un análisis morfológico que la grava puede ser utilizada como material filtrante en el pretratamiento de las procesadoras de lácteos, debido a que las imágenes SEM obtenidas durante el análisis indicaron la estructura externa del material después de ser utilizada. La grava presentó rugosidad y hendiduras donde se retuvo los contaminantes sólidos, así disminuyó los niveles de contaminación.
- Los resultados de las aguas residuales filtradas de la Industria Láctea “La Clementina” no cumplieron con el límite máximo permisible que rige el TULSMA para la descarga de los efluentes en la red de alcantarillado público, pero sí disminuye la concentración de los contaminantes, concluyendo que el filtro de grava es eficiente para la remoción, sobre todo, de aceites y grasas.

5.2 RECOMENDACIONES

→ Para la recolección del agua residual que será tratada se debe conocer las diferentes funciones y actividades industriales que se realizan dentro de una procesadora de lácteos, tomando en cuenta los días y la hora con mayor demanda del efluente, siendo el agua residual producto de la elaboración de alimentos y de la limpieza de equipos principalmente.

Para la toma y transporte de muestras de agua residual que serán analizadas se debe conocer los requerimientos necesarios y el plan de muestreo según el laboratorio, además se sugiere realizar los análisis en un solo laboratorio y que sea acreditado para obtener resultados reales e incluso mantener un solo método de análisis para los diferentes parámetros a analizarse.

→ Se debe realizar el respectivo mantenimiento del filtro al menos una vez por semana, para aumentar su tiempo de vida útil. Además, se debe tomar en cuenta que si conservamos el agua residual, los resultados de los parámetros que serán analizados no serán reales; por lo tanto, no se podrá verificar la eficiencia real del filtro.

Se debe realizar las investigaciones en fuentes confiables que indiquen y aporten al proyecto experimental que se realiza.

MATERIALES DE REFERENCIA

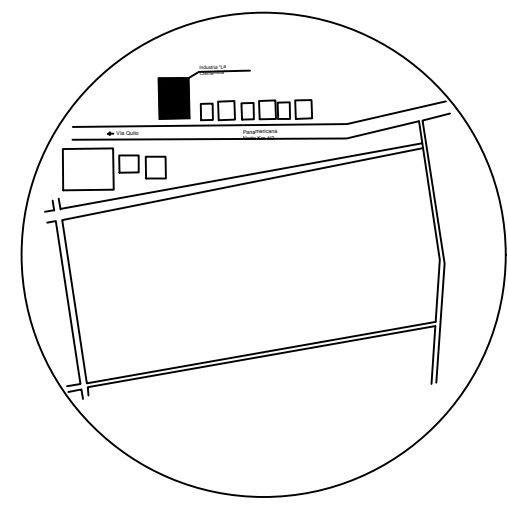
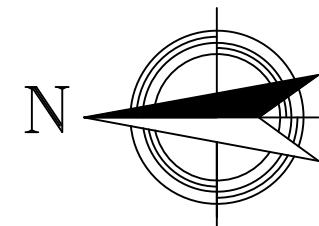
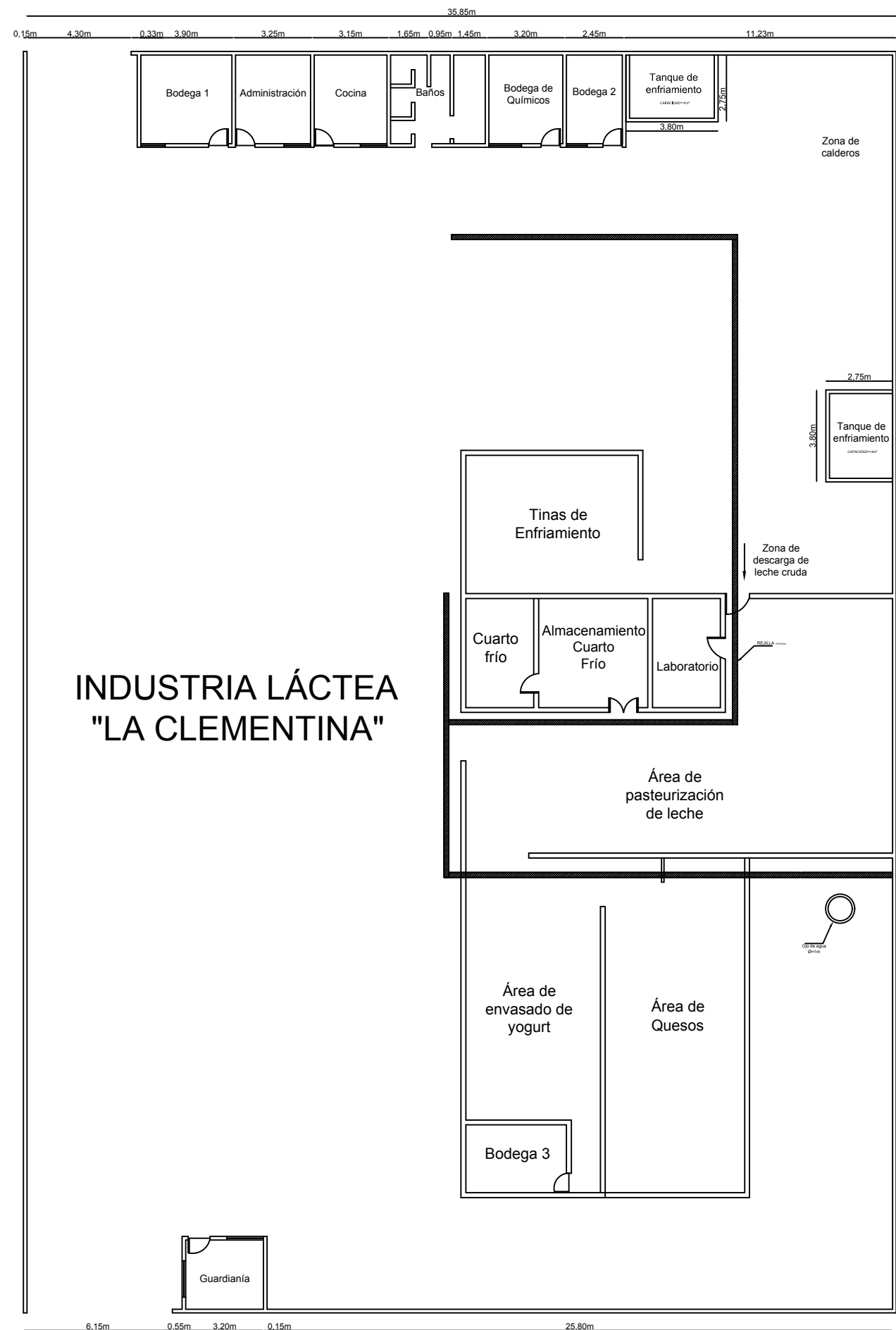
a. BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Parra, “Digestión Anaerobia de Lactosuero : Efecto de Altas Cargas Puntuales,” 2010.
- [2] Centro de Producción más Limpia de Nicaragua, “Guía de Aplicación de Producción más Limpia en el Sector Lácteo,” 2008.
- [3] P. Vignesh, M. . Seenirajan, and K. Bipin, “Treatment of Dairy Wastewater Using Up flow Anaerobic Filter,” 2017.
- [4] M. A. Garzón-Zúñiga, G. Buelna, and G. E. Moeller-Chávez, “La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias,” 2012.
- [5] Á. Arango, “Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea,” 2007.
- [6] A. Batista, O. Cárdenas, J. Castillo, K. Madrid, and C. Martinez, “Diseño y construcción de filtro multicámaras horizontal por gravedad para tratamiento de efluentes industriales,” 2016.
- [7] Carbotecnia, “Filtros de Grava, Arena Sílica y Antracita,” 2004.
- [8] G. K. Chamorro Romero, “Evaluación de una planta de tratamiento de aguas residuales de una empresa de fabricación de quesos,” 2014.
- [9] 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,” 2014.
- [10] M. Garzón, “La Biofiltración sobre cama turba, un Tratamiento eficiente para diferentes tipos de Agua Residual Industrial,” 2002.
- [11] FAO, “Procesos para la elaboración de productos lácteos,” vol. II Fase, pp. 3, 29, 2011.
- [12] A. PACURUCU, “Plan de Manejo Ambiental para la industria láctea ‘Productos San Salvador,’” 2011.

- [13] A. Daverey, “Studies on Sophorolipids Production and Pretreatment of high fats and oils containing dairy wastewater using *Candida Bombicola*,” 2010.
- [14] E. Valencia and M. Ramírez, “La industria de la leche contaminación del agua,” 2009.
- [15] Comisión Nacional del Medio Ambiente, “Guía para el Control y Prevención de la Comntaminación Industrial: Fabricación de Productos Lacteos,” 1998.
- [16] Escuela Organización Industrial, “LOS VERTIDOS DEL SECTOR LÁCTEO,” 2008.
- [17] HANNA INSTRUMENTS ARGENTINA S.A., “Demanda química de oxígeno y materia orgánica,” pp. 1–2, 2017.
- [18] E. López, J. García, and J. Martínez, “Determinación de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Sólidos Suspendidos Volátiles,” pp. 0–9, 2014.
- [19] C. RODRIGUEZ, “Tensoactivos Aniónicos en agua- Método SAAM,” 2007.
- [20] Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, “DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUAS POR EL METODO SOXHLET,” no. 2, pp. 1–16, 2007.
- [21] PRTE España, “Fenoles,” 2017. .
- [22] C. Pérez, “Tratamiento de aguas,” p. 113, 2013.
- [23] INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, “INFORME DE AVANCE PROYECTOS SANITARIOS DE POTABILIZACIÓN,” pp. 1–23, 2004.
- [24] B. Cárdenas, *Tratamiento Biologico de compuestos orgánicos volátiles de fuentes fijas*. Nicaragua: Cenica, 2003.
- [25] I. Sekoulov, A. Rüdiger, and M. Barz, “Biofiltración innovadora para el tratamiento de aguas residuales producidas por comunidades e industrias,” 2009.
- [26] R. Directa *et al.*, “Tecnología No Convencional de tipo Biológico.”

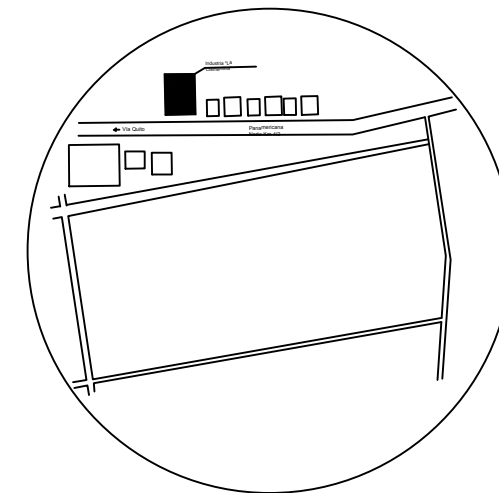
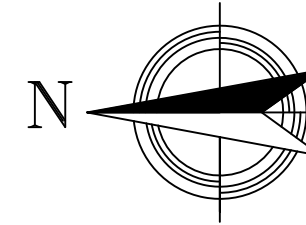
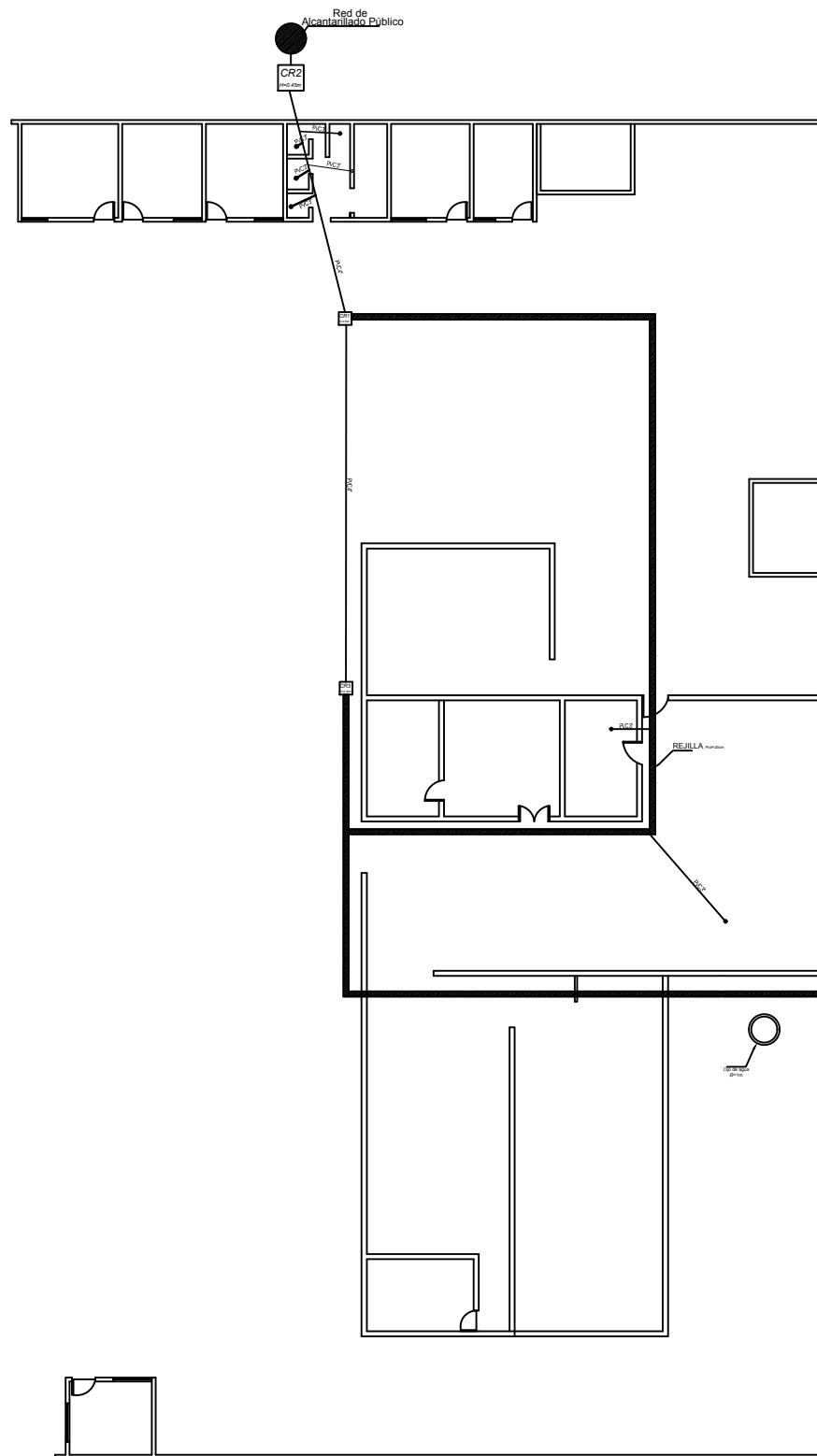
- [27] AQUEOUS SOLUTIONS, “La Construcción de un Sistema de Tratamiento de Agua Portátil Usando Materiales Locales,” 2011.
- [28] Lenntech, “Adsorción,” 2017. .
- [29] G. Piera, “Estudio del Biofilm: Formación y Consecuencias,” 2003.
- [30] L. Echevarría, “Técnicas y Métodos de uso de las Biopelículas en la Búsqueda de Procesos de Biorremediación,” 2013.
- [31] Norma Técnica Ecuatoriana, “AGUAS. MEDIOS FILTRANTES GRANULARES UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS. REQUISITOS.,” vol. 2149, pp. 1–13, 1998.
- [32] S. Medina, *Ensayo de Materiales II*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [33] M. Villacis, “LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIONES SANITARIAS DE LOS HABITANTES DE LOS BARRIOS ALTOS DEL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI,” Universidad Técnica de Amabto, 2013.
- [34] ANDECE, “Cálculo hidráulico en sistemas de saneamiento,” 2015.
- [35] SENAGUA, “Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.,” 2016.
- [36] TESCAN PERFORMANCE IN MANOSPACE, “Scanning electron microscopy VEGA 3,” 2017. [Online]. Available: <https://www.tescan.com/en-us/technology/sem>. [Accessed: 01-Jan-2017].
- [37] F. Carvalho, A. R. Prazeres, and J. Rivas, “Cheese whey wastewater: Characterization and treatment,” 2013.
- [38] L. Maldonado, “MODELO DE FILTRO,” Ambato, 2017.
- [39] C. A. Lemos, *Biological Wastewater Treatment*. 2007.

b. ANEXOS



UBICACIÓN
Sin.....Escala

Contiene: Levantamiento Planimétrico INDUSTRIA LÁCTEA "LA CLEMENTINA"			
Propietario: Sr. Joselo Robayo			
Ubicación: Sector Eloy Alfaro, Panamericana Norte en el Km 4/2 de la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi			
Escala: 1:200	Dibujo: Verónica Merino M.	Propietario: Sr. Joselo Robayo	Elabora: Verónica Merino M.
Fecha: Noviembre/2017	Lámina: 1 de 2	Propietario: Sr. Joselo Robayo	Elabora: Verónica Merino M.



UBICACIÓN
Sin.....Escala

Contiene: Instalaciones Hidrosanitarias INDUSTRIA LÁCTEA "LA CLEMENTINA"			
Propietario: Sr. Joselo Robayo			
Ubicación: Sector Eloy Alfaro, Panamericana Norte en el Km 4/2 de la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi			
Escala: 1:250	Dibujo: Verónica Merino M.	Propietario: Sr. Joselo Robayo	Elabora: Verónica Merino M.
Fecha: Noviembre/2017	Lámina: 2 de 2	Sr. Joselo Robayo	Verónica Merino M.

b.3 DISEÑO DEL FILTRO

El diseño del filtro se basará en los siguientes criterios:

a) ALTURA DE CARGA HIDRÁULICA

La altura de carga hidráulica es el volumen de efluente que se aplicará diariamente al medio filtrante.

En este proyecto experimental se toma como carga hidráulica 55 galones pertenecientes a un tanque plástico (**Gráfico N° 14**) con dicha capacidad y así facilitar la construcción del prototipo.

Para garantizar que el filtro no deje de funcionar se asegurará mantener el efluente $1/3$ del volumen del tanque.

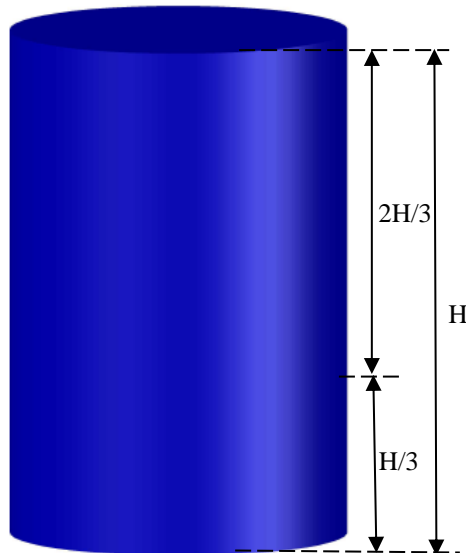


Gráfico N° 14. Tanque plástico de 55 galones.

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

b) CAUDAL PARA EL MEDIO FILTRANTE

Capacidad tanque plástico= 55 galones

$$\frac{2}{3}(55 \text{ galones}) = 36.67 \approx 40 \text{ galones} = 151.42 \text{ litros}$$

151.42 litros → volumen para un día.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q = Caudal (lt/min)

V = Volumen (lt)

T = Tiempo (min)

$$Q = \frac{151.42 \text{ lt}}{1440 \text{ min}}$$

$$Q = 0.105 \text{ lt/min}$$

c) VOLUMEN PARA EL MEDIO FILTRANTE

En esta fase del proyecto experimental como objetivo es analizar el material filtrante y no el diseño del filtro, por lo que se calculará el área y se adaptará a un recipiente plástico “**Guarda Móvil Grande**” de medidas (57x42x34) cm. [38]

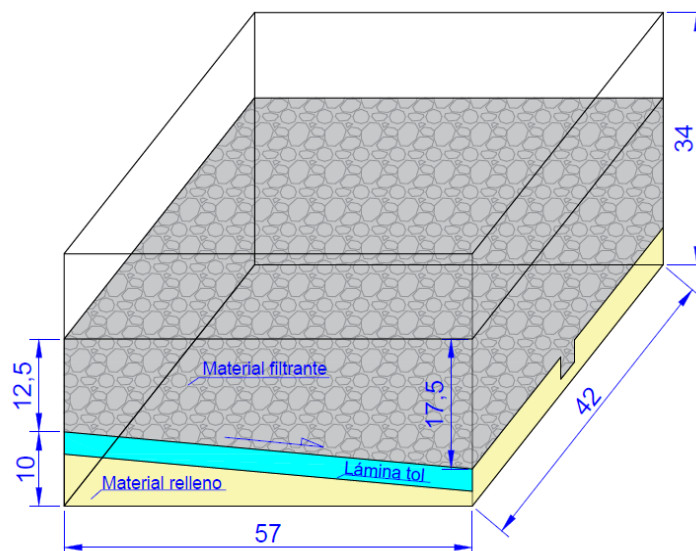


Gráfico N° 15. Medidas del medio filtrante (cm.)

Realizado por: Verónica Jackeline Merino Mora, Autora.

Para el cálculo del volumen que ocupara la grava se asume el trapecio y se realizan los siguientes cálculos:

→ **Determinar el área:**

$$A = B * \frac{L+l}{2}$$

Donde:

A = Área de Trapecio

B = Base = 57cm

L = Lado mayor = 17.5cm

l = Lado menor = 12.5cm

$$A = 57\text{cm} * \frac{17.5\text{cm} + 12.5\text{cm}}{2}$$

$$A = 855\text{cm}^2 \approx 900\text{cm}^2$$

$$A = 30\text{cm} * 30\text{cm}$$

→ **Determinar el volumen**

$$V = A * a$$

Donde:

V = Volumen del medio filtrante

A = Área de Trapecio

a = Ancho total del medio filtrante = 42cm

$$V = 855\text{cm}^2 * 42\text{cm}$$

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

La capacidad para el material filtrante (grava) es de 35 litros aproximadamente.

d) TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA (TRH)

El tiempo de retención hidráulica es el tiempo promedio de residencia del líquido dentro del filtro [39]. Este parámetro permitirá indicar los cambios que se generan en el funcionamiento del filtro, representando de forma semejante un modelo real.

El cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$THR = \frac{V}{Q}$$

Donde:

THR = Tiempo de retención hidráulica (hour).

V = Volumen del medio filtrante (m³).

Q = Caudal medio (m³/d).

$$THR = \frac{35 \text{ lt}}{0.105 \text{ lt/min}}$$

$$THR = 333.33 \text{ seg} \approx 5.56 \text{ horas} \approx 0.23 \text{ días}$$

Tabla N° 34. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post-tratamiento de efluentes de reactores anaerobios.

PARÁMETROS DE DISEÑO	RANGO DE VALORES COMO UNA FUNCIÓN DEL GASTO		
	Q promedio	Q máx diario	Q máx 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: “Manual de agua potable alcantarillado y saneamiento – FAFA”, Chernicharo de Lemos, 2007.

El Tiempo de Retención Hidráulica calculado anteriormente corresponde a un gasto promedio, quedando dentro del rango de 5 a 10 horas. El TRH calculado se encuentra en el rango inferior, y se toma este valor debido a que se puede representar el funcionamiento y eficiencia del filtro bajo condiciones críticas.

Para verificar que el TRH es correcto, se calcula el caudal, tomando en cuenta que la capacidad del medio filtrante es de 35 litros.





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

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

$$Q = \frac{35 \text{ lt}}{5.56 \text{ h}}$$

$$Q = 6.30 \text{ lt/h} = 0.015 \text{ lt/min}$$

b.4 FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES		
NOMBRE DEL PROYECTO: ANÁLISIS DE LA GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PROCESADORA DE LÁCTEOS “LA CLEMENTINA” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN LATAACUNGA.		
INVESTIGADOR: VERÓNICA JACKELINE MERINO MORA		
TUTOR: ING. MG. LENIN MALDONADO		
UBICACIÓN DEL PROYECTO: CIUDAD LATAACUNGA, SECTOR MAYORISTA.		
FECHA: Lunes, 19-06-2017		HORA: 14:06 H
REGISTRO FOTOGRÁFICO		
AGUA SIN FILTRAR	AGUA FILTRADA	
		
INSPECCIÓN VISUAL: El agua sin filtrar es amarillenta, el agua filtrada es mucho más transparente y blanquecina.		
VERIFICACIÓN DE CAUDAL: El caudal disminuyó, se limpian las tuberías y se regula el caudal.		
FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO: El funcionamiento es excelente, el agua filtrada presenta un color distinto a comparación del agua sin filtrar.		
ESTADO DEL MATERIAL: En la parte superior se observan residuos de la leche.		
Investigador.	Tutor.	
_____	_____	
FIRMA	FIRMA	

b.5 INFORMES DE ANÁLISIS UNACH.

→ AGUA RESIDUAL SIN FILTRAR (MUESTRA 0-DÍA 1)

	LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES																									
N° SE: 110-17																										
INFORME DE ANALISIS																										
NOMBRE:	Verónica Merino	INFORME N° 110-17																								
EMPRESA:	Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato	N° SE: 110-17																								
DIRECCIÓN:	Ambato																									
TELÉFONO:	0987144270	FECHA DE RECEPCIÓN: 01 - 06 -17																								
NÚMERO DE MUESTRAS:	1	FECHA DE INFORME: 08 - 06 -17																								
TIPO DE MUESTRA:	Agua residual industria láctea, Latacunga																									
IDENTIFICACIÓN:	MA - 240-17 Agua Cruda	Agua																								
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.																										
RESULTADO DE ANÁLISIS																										
MA - 240-17																										
<table border="1" style="width: 100%;"><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>1971</td><td>N/A</td><td>01 - 06 -17</td></tr><tr><td>DQO</td><td>mg/l</td><td>STANDARD METHODS 5220 - D mod</td><td>5214</td><td>N/A</td><td>01 - 06 -17</td></tr><tr><td>* DBO5</td><td>mg O2/l</td><td>STANDARD METHODS 5210 - B</td><td>2809</td><td>N/A</td><td>01 - 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	1971	N/A	01 - 06 -17	DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	5214	N/A	01 - 06 -17	* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2809	N/A	01 - 06 -17		
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS																					
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1971	N/A	01 - 06 -17																					
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	5214	N/A	01 - 06 -17																					
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2809	N/A	01 - 06 -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.																										
			 Benito Mendoza T., Ph.D. TECNICO L.S.A.																							
<small>-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.</small>																										
Página 1 de 1					FMC2101-01																					
<small>L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.</small>																										

→ AGUA RESIDUAL FILTRADA (MUESTRA 1-DÍA 10)


LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES


N° SE: 115-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Verónica Merino **INFORME N°** 115- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 115-17
DIRECCIÓN: Ambato

TELÉFONO: 0987144270 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 09 - 06 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1 **FECHA DE INFORME:** 16 - 06- 17
TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria láctea, Latacunga

IDENTIFICACIÓN:
 MA - 248-17 Agua Filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 248-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1903	N/A	09 - 06 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	3787	N/A	09 - 06 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	937	N/A	09 - 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.




Benito Mendoza T., PhD
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 Cuano Bloque Administrativo.

→ AGUA RESIDUAL FILTRADA (MUESTRA 2-DÍA 20)



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 120-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Verónica Merino **INFORME N°** 120- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 120-17
DIRECCIÓN: Ambato
TELÉFONO: 0987144270 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 20 - 06 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1 **FECHA DE INFORME:** 27 - 06- 17
TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria láctea, Latacunga
IDENTIFICACIÓN:
MA - 253-17 Agua Filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS


MA - 253-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1865	N/A	20 - 06 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1919	N/A	20 - 06 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1102	N/A	20 - 06 -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.


Benito Mendoza T., Ph.D.
TÉCNICO 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.

→ AGUA RESIDUAL FILTRADA (MUESTRA 3-DÍA 30)



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 093-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Verónica Merino

INFORME N° 093-17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 093-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 30 - 06 -17

TELÉFONO: 0987144270

FECHA DE INFORME: 07 - 07 -17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Latacunga

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 226-17

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 226-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1814	N/A	30 - 06 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	740	N/A	30 - 06 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	362	N/A	30 - 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.
TÉCNICO 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.

→ AGUA RESIDUAL FILTRADA (MUESTRA 4-DÍA 40)



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 118-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Verónica Merino

INFORME N° 118- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 118-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 10 - 07 -17

TELÉFONO: 0987144270

FECHA DE INFORME: 17 - 07 - 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Latacunga

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 262-17

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 262-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1642	N/A	11 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	3510	N/A	11 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1794	N/A	11 - 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 del

FMC2101-01

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

→ AGUA RESIDUAL FILTRADA (MUESTRA 5-DÍA 50)



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 134-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Verónica Merino

INFORME N° 134- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 134-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 - 07 -17

TELÉFONO: 0987144270

FECHA DE INFORME: 27 - 07 - 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Latacunga

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 279-17

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 279-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1538	N/A	20- 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	3130	N/A	20 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1506	N/A	20 - 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.

→ AGUA RESIDUAL FILTRADA (MUESTRA 6-DÍA 60)



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 144-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Verónica Merino

INFORME N° 144- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 144-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 31 - 07 -17

TELÉFONO: 0987144270

FECHA DE INFORME: 07 - 08 - 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Latacunga

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 290-17

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS


MA - 290-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	970	N/A	31 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	5195	N/A	31 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2730	N/A	31 - 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.

FMC2101-01

Página del

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

→ AGUA RESIDUAL FILTRADA (MUESTRA 7-DÍA 70)



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 175-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Verónica Merino

INFORME N° 175-17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 175-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 10 - 08 -17

TELÉFONO: 0987144270

FECHA DE INFORME: 22 - 08 -17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1

TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria láctea, Latacunga

IDENTIFICACIÓN:

MA - 319-17
MA - 320-17

Agua sin filtrar
Agua Filtrada

Agua
Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 319 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	734,41	N/A	10 - 08 -17

MA - 320 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	301,55	N/A	10 - 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.

Benito Mendoza T., PhD
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.

→ AGUA RESIDUAL FILTRADA (MUESTRA 8-DÍA 80)



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 211-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Verónica Merino

INFORME N° 211-17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 211-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 - 08 -17

TELÉFONO: 0987144270

FECHA DE INFORME: 28 - 08 -17

NÚMERO DE MUESTRAS: 2

TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria láctea, Latacunga

IDENTIFICACIÓN:

MA - 350-17

Agua sin filtrar

Agua

MA - 351-17

Agua Filtrada

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 350 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1314,53	N/A	21-08-17

MA - 351 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	951,25	N/A	21-08-17

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) analizad(a)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.

→ AGUA RESIDUAL FILTRADA (MUESTRA 9-DÍA 90)



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 212-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Verónica Merino

INFORME N° 212- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 212-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 30 - 08 -17

TELÉFONO: 0987144270

FECHA DE INFORME: 05 - 09- 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 2

TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria láctea, Latacunga

IDENTIFICACIÓN:

MA - 352-17

Agua sin filtrar

Agua

MA - 353-17

Agua Filtrada

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 352 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2049,53	N/A	30 - 08 -17

MA - 353 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1535,18	N/A	30 - 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

FMC2101-01

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

b.6 ANEXO FOTOGRÁFICO



1. Reconocimiento externo de la Industria



2. Reconocimiento interno de la Industria



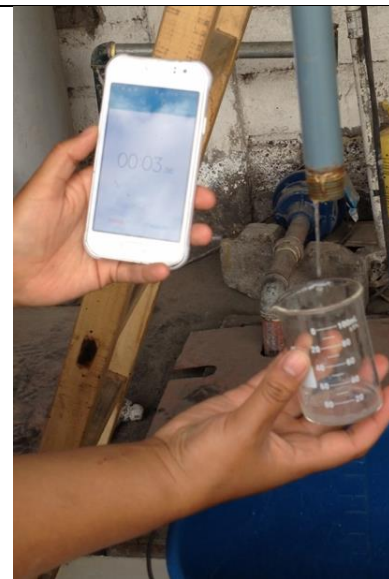
3. Ensayo de Granulometría de la grava



4. Ensayo de densidad de la grava



5. Elaboración e instalación del Filtro



6. Medición del Caudal para ser tratada



7. Recolección del agua residual



8. Colocación del efluente en el tanque plástico



9. Toma de la muestra de agua residual sin filtrar



10. Toma de la muestra de agua residual filtrada



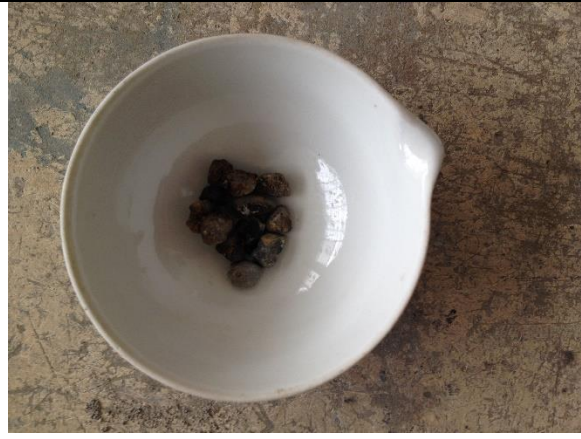
11. Toma de muestra para el análisis



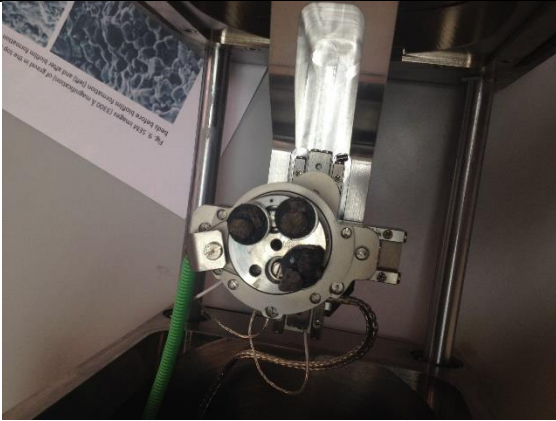
12. Inspección del material filtrante



13. Muestras de grava en el horno



14. Grava después de ser colocada en el horno



15. Grava con carbono



16. Análisis de la grava en el Microscopio Tescan Vega 3