



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

“PROYECTO DE INVESTIGACIÓN”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

TEMA:

ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA “MONTEVERDE” EN EL BARRIO ROCAFUERTE CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR: Galo Vladimir Falcón Pazmiño

TUTOR: Ing. Mg. Paredes Cabezas Geovanny Aníbal

AMBATO - ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Paredes Cabezas Geovanny Aníbal certifico que la presente tesis de grado “ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA “MONTEVERDE” EN EL BARRIO ROCAFUERTE CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, realizado por el Sr. Galo Vladimir Falcón Pazmiño Egresado 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, Octubre del 2017

Ing. Mg. Paredes Cabezas Geovanny Anibal

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Galo Vladimir Falcón Pazmiño, con CI. 180417313 - 4 Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo experimental con el tema:

“ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA “MONTEVERDE” EN EL BARRIO ROCAFUERTE CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.” es de mi completa autoría.

Ambato, Octubre del 2017

Galo Vladimir Falcón Pazmiño

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, Octubre 2017

Galo Vladimir Falcón Pazmiño

AUTOR

CI: 180417313 - 4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de Investigación, sobre el tema: “ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA “MONTEVERDE” EN EL BARRIO ROCAFUERTE CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, realizado Galo Vladimir Falcón Pazmiño, egresado de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Ing. Mg. Jorge Guevara

Ing. Mg. Diana Coello

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación lo dedico primordialmente a Dios por haberme proporcionado la salud, la vida por guiarme en cada paso que doy, por darme la sabiduría para poder seguir mi meta planteada.

A mis padres Galo Falcón y Vilma Pazmiño por haberme dado la vida, por darme su apoyo incondicional en cada cosa que he incursionado, por creer en mí que con esfuerzo, dedicación y con la bendición de Dios todo se puede lograr, con su enseñanza y sabiduría implantaron en mí valores éticos que han sido una herramienta de vital importancia para cultivar mi buenos hábitos tanto en lo personal, profesional y el diario vivir, por todo esto les estaré siempre agradecido

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato por haberme abierto las puertas de la enseñanza y brindarme la oportunidad de tener una carrera profesional al realizar el presente proyecto de investigación, a Dios por darme la perseverancia, entendimiento, la capacidad para poder realizar el proyecto de investigación y culminar con esta importante etapa de mi vida.

A mi familia por brindarme su apoyo, cariño para no rendirme en mi meta planteada, por estar con migo en este duro trayecto a lo largo de mi carrera profesional por ser mis guías, modelos y ejemplo a seguir en mi vida.

Agradezco al Ing. Mg. Paredes Cabezas Geovanny que con su experiencia a lo largo de su vida profesional supo brindarme su ayuda, esfuerzo, tiempo y apoyo en todo este proceso de graduación el cual contribuyo al desarrollo y culminación de mi proyecto de investigación.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a sus docentes y a todas aquellas personas que pusieron un granito de arena contribuyeron a formarme como profesional por medio de sus enseñanzas y amistad brindada.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
RESUMEN EJECUTIVO	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I	14
TEMA:.....	14
1.1 ANTECEDENTES.....	14
1.2 JUSTIFICACIÓN	16
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
CAPÍTULO II.....	19
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1.1 Aguas residuales.....	19
2.1.1.1 Aguas residuales lácteas	19
2.1.1.2 Usos.....	19
2.1.1.3 Tratamientos.....	20
2.1.2. Industria láctea	20
2.1.2.1 Proceso productivo	21
2.1.2.2 Aspectos medioambientales	21
2.1.2.3 Abastecimiento de agua.....	22
2.1.2.4 Consumo de agua	22
2.1.2.5 Vertidos y composición general	23
2.1.3 Filtro.....	24
2.1.3.1 Filtración	24
2.1.3.2 Tipos de filtro	25
2.1.4 Carbón activo	25
2.1.4.1 Propiedades	26
2.1.4.2 Rangos típicos de tamaño	27
2.1.4.3 Mecanismos de operación	28

2.2 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES	29
2.3 HIPÓTESIS.....	29
CAPÍTULO III.....	30
METODOLOGÍA	30
3.1 NIVEL O TIPOS DE INVESTIGACIÓN	30
3.1.1 Tipos de nivel.....	30
3.1.1.1 Investigación bibliográfica	30
3.1.1.2 Investigación de campo	30
3.1.1.3 Investigación de laboratorio	31
3.1.2 Tipos de investigación.....	31
3.1.2.1 Exploratorio.....	31
3.1.2.2 Descriptivo	31
3.2 Población y muestra	31
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	34
3.4 Plan de recolección de información.....	28
3.5 Plan de procesamiento y análisis	29
3.6 DISEÑO DEL FILTRO	38
3.6.1 Estructuración del filtro.....	38
CAPÍTULO IV	43
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	43
4.1 Recolección de datos.....	43
4.1.1 Datos del filtro.....	46
4.2 Detalle del material filtrante a usarse	47
4.3 Análisis de los Parámetros investigados.....	47
4.3.1 Cuadro de monitoreo	49
4.4 Análisis comparativo de los resultados referentes a la legislación Ecuatoriana	50
4.5 Verificación de hipótesis	58
CAPÍTULO V	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades del carbón activo.....	26
Tabla 2. Especificaciones de mallas estándar americanas (U.S. Std. Sieve)	27
Tabla 3. Rangos típicos de tamaño	28
Tabla 4. Variable Independiente	34
Tabla 5. Variable Dependiente.....	35
Tabla 6. Recolección de Información	28
Tabla No 7. Tabla de análisis físico químico muestra agua residual cruda día 0	47
Tabla No. 8 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 10	47
Tabla No. 9 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 20	47
Tabla No. 10 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 30 ...	48
Tabla No. 11 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 40 ...	48
Tabla No. 12 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 50 ..	48
Tabla No. 13 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 60 ...	48
Tabla No. 14 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 70 ..	49
Tabla No. 15 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 80 ..	49
Tabla No. 16 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los día 90.....	49
Tabla No. 17 Cuadro de monitoreo.....	50
Tabla No. 18 Análisis comparativo de los resultados referentes a la legislación Ecuatoriana.....	50
Tabla No. 19 Análisis de eficiencia de la DBO ₅	54
Tabla No. 20 Análisis de eficiencia de la DQO	56
Tabla No. 21 Análisis de eficiencia de aceites y grasas.....	57
Tabla No. 22 Nivel de eficiencia por parámetro	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carbón activo.....	26
Figura 2 Ubicación.....	29
Figura 3. Mapa de riesgos y recursos de la planta de producción.....	37
Figura 4 Estructura.....	38
Figura 5 Vista superior.....	39
Figura 6 Vista lateral.....	39
Figura 7 Vista Frontal	40
Figura 8 Filtro	40
Figura 9 Tanque	41
Figura 10 Llave	41
Figura 11 Tubería de conexión	41
Figura 12 Tubería de distribución de agua residual	42
Figura 13 Gráfico de análisis de DBO_5	51
Figura 14 Gráfico de análisis DQO (mg/l).....	52
Figura 15 Gráfico de análisis de aceites y grasas (mg/l).....	53
Figura 16. Análisis de eficiencia de DBO_5	55
Figura 17. Análisis de eficiencia de DQO	56
Figura 18. Análisis de eficiencia de aceites y grasas	57

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se realizó en la industria láctea “MONTEVERDE” con el propósito de analizar el carbón activado como filtro en el tratamiento de aguas residuales para la disminución de los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Aceites y Grasas.

Para el presente estudio se diseñó una estructura metálica con una altura de 1,80 m, se colocó un tanque que contendrá 55 gal. de agua residual con el fin de que el sistema funcione por gravedad, después pasa por un tubo PVC de ½ “ con un caudal inicial de 0,105 lt/min, que se distribuye mediante una lámina en toda la superficie del material filtrante (20kg de carbón activado)

El estudio tuvo una duración de 90 días con un volumen de 3600 galones de agua residual que fue sometido al proceso de filtración a través del filtro conteniendo carbón activado. Para este estudio se tomaron muestras para el respectivo análisis mediante la normativa INEN 2169 y 2176, la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes.

Los resultados obtenidos evidencian la eficiencia del carbón activado con relación a la DQO que tuvo una eficiencia del 94,55% es decir el filtro tiene una gran capacidad de remoción de materia orgánica respecto con aceites y grasas también hubo una alta eficiencia del 72,02% lo que quiere decir que éste filtro tiene una gran capacidad para remoción de las mismas; por otro lado en la DBO₅ el nivel de eficiencia fue de - 10,66%, lo que quiere decir que existieron valores superiores de contaminación con relación al de agua cruda, se debe tomar en cuenta que este no es un método integral de remoción materia orgánica y que para aumentar la eficiencia se puede mezclar el carbón activado con otro material que ayude a la disminución de contaminantes de este parámetro.

ABSTRACT

The present work was realized in the milk industry “MONTEVERDE“ with the intention of analyzing the activated coal as I filter in the wastes water treatment for the decrease of the parameters of Biochemical Oxygen Demand (DBO5), Chemical Oxygen Demand (DQO) and Oils and Fats.

Each one carried out investigation of field and laboratory in 90 days with 3600 gallons of waste water with 10 samples of 55 gallons of waste water, the first in normal conditions, and nine remaining ones were submitted to the filtration process across the coal activated by means of the regulation 2169 and 2176 INEN, the environmental quality Norm and of discharge of effluent.

In a metallic structure there was placed the waste water in order to which the system works for gravity, later it happens for a pipe PVC of $\frac{1}{2}$ “, towards an iron that distributes it for the whole packing that contains the material filtrante (44 lb of activated coal) using a continuous wealth of 0,105 l/min where it was received to realize the analyses of results of decontamination.

The obtained results demonstrate the efficiency of the coal activated in relation to the DQO that had an efficiency of 94,55 % that is to say the filter it has a high capacity of removal of organic matter I concern with oils and fats also there was a high efficiency of 72,02 % what means that this one filter has a high capacity for removal of the same ones; on the other hand in the DBO5 the efficiency level was-10,66 %, what means that top values of contamination existed in relation to that of raw water, it is necessary to take into consideration that this is not an integral method of removal organic matter and that to increase the efficiency it is possible to mix the coal activated with another material that it helps to the pollutants' decrease of this parameter.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

TEMA:

ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA “MONTEVERDE” EN EL BARRIO ROCAFUERTE CANTÓN DE PÍLLARO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

1.1 ANTECEDENTES

Forero Enrique, acota que el 59% del consumo total de agua en los países desarrollados se destina a uso industrial, el 30% a consumo de industrias y un 11% a gasto doméstico, según se constata en el primer informe de Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos del mundo, Agua para todos, agua para la vida. En 2025, el consumo de agua destinada a uso industrial alcanzará los 1.170 km³ / año, cifra que en 1995 se situaba en 752 km³ / año.

El sector productor no sólo es el que más gasta, también es el que más contamina. Más de un 80% de los desechos peligrosos del mundo se producen en los países industrializados, mientras que en las naciones en vías de desarrollo un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten al agua sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando así los recursos hídricos disponibles [1].

Los contaminantes que contienen las aguas residuales industriales perjudican al medio ambiente, afectando así el desarrollo natural del ecosistema. Este tipo de aguas se han tratado por métodos convencionales [2], es así que en los últimos años y por las normativas exigentes que existen hoy en día, se han visto limitadas. Debido al aumento de contaminantes, disminución de agua tanto para el consumo humano

como industrial se han impuesto mayores restricciones, lo que significa una mayor demanda de agua residual a tratar. Para la creciente demanda ambiental de la descontaminación de aguas residuales industriales se han desarrollado nuevas tecnologías, en las que se debe tomar en cuenta factores como la naturaleza, propiedades físico – químicas, factibilidad, economía, eficiencia y su aplicación. [2]

Para mejorar el medio ambiente, es necesario el tratamiento de aguas residuales como cuestión prioritaria tanto domesticas como industriales, disponer de calidad y cantidad suficiente para mejorar nuestra calidad de vida. En México, sólo el 36 % de las aguas residuales generadas reciben tratamiento, lo cual crea la necesidad de desarrollar tecnologías para su depuración. Los humedales artificiales son una alternativa de tratamiento debido a su alta eficiencia de remoción de contaminantes y a su bajo costo. Se evaluó el porcentaje de remoción de la carga orgánica de aguas residuales, en un sistema de tratamiento por humedales artificiales de flujo horizontal y con dos especies vegetales. El sistema fue diseñado con tres módulos instalados de manera secuencial. En el primero se integraron organismos de la especie *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel, en el segundo, organismos de la especie *Typha dominguensis* (Pers.) Steudel y en el tercero las dos especies. Los módulos experimentales fueron instalados a la salida de un tratamiento primario, el cual contiene aguas residuales municipales provenientes de un edificio de investigación. En el agua se analizaron los siguientes parámetros: demanda química de oxígeno (DQO), los iones de nitrógeno ($N-NO_3^-$, $N-NO_2^-$ y $N-NH_4^+$) y el fósforo total. Los resultados demostraron que el sistema es una opción para la remoción de la carga orgánica y de nutrimentos, de bajo costo de operación y mantenimiento. [3]

El carbón activado como filtro es utilizado principalmente para la purificación del agua, como un potabilizador doméstico, industrial, agrícola. Estos tipos de filtros, están compuesto por carbón activo granular, es decir, por partículas del tamaño de granos de arena, instalados dentro de una carcasa.

Según Hilda A. Moreno, en Chile se realizó una “Evaluación de Carbón Activado Producido a partir de Lodo Generado en una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas”, para la obtención del carbón activado, se secó el lodo a 105°. Se activó químicamente. Se secó a 105°C hasta peso constante, se tomaron muestras de 50 g

y se pirolizaron en horno. Esta pirólisis se realizó a tres temperaturas (550, 600 y 650°C) y tiempos distintos (30, 45 y 60 minutos).

Cada muestra de carbón obtenido se lavó con 100 mL de HCl manteniendo en agitación por 6 horas. Se filtró y lavaron las muestras con agua destilada. Se tamizó y se seleccionó el carbón que quedó entre los tamices de 10 y 12 mesh y se mantuvo en desecador. Para realizar la prueba se tomó 100 mL de muestra y se mezcló con solución de cristal violeta (5 mg/L) con 1 g de carbón activado, los resultados son determinados mediante isotermas que miden el rendimiento a las distintas temperaturas y tiempos de la pirólisis dando como resultado el mayor rendimiento la muestra de pirólisis que se obtuvo a 650 °C, y el menor rendimiento la muestra de 550 °C. [4]

En Sao Paulo Brasil se construyó un sistema de biofiltración por el aumento de la contaminación de cuerpos hídricos por pesticidas, se ha incrementado el interés en la remoción de dichos compuestos durante el tratamiento de agua potable, el uso de filtros lentos de arena seguidos por filtros de carbón activado puede representar un sistema eficiente en el tratamiento del agua. El experimento se realizó durante 16 semanas para evaluar la eficiencia de la filtración lenta utilizando carbón activado granular (CAG) como materia prima en la remoción del herbicida atrazina. El sistema de biofiltración está constituido por una tanque en el que se deposita el agua a tratarse, el agua sube a través de tubos de PVC con la ayuda de una bomba a un reservorio de agua más pequeño que distribuye por tubos de PVC a 2 filtros de carbón activado para finalmente depositar el agua en un reservorio. La eficiencia media en la remoción de atrazina fue del 97,3% y las concentraciones registradas en el efluente final durante el 97% del tiempo fueron inferiores a los límites máximos permitidos por las normas para agua potable de dicho país, posibilitando el uso del sistema adoptado en la remoción del pesticida, asegurando la calidad del líquido para su distribución y consumo humano [5].

1.2 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto está destinado a las pequeñas empresas como son las industrias lácteas que en gran número existen en el cantón de Píllaro para reducir la

contaminación que generan sus residuos que desechan directamente al alcantarillado sin ningún tratamiento previo contaminando los afluentes a los que llegan. Con el sistema propuesto de filtración con carbón activado como materia prima tratamos de reducir los contaminantes que contienen dichos residuos, siendo un prototipo a nivel de laboratorio buscaremos el interés por parte de los propietarios para implementar el sistema a sus industrias.

El cantón de Píllaro es una de los cantones más visitados en la zona central del país, pues posee muchos atractivos turísticos, culturales y un gran potencial industrial. Cuenta con gran actividad económica como es la ganadería lechera con una producción que sobre pasa los 100.000 l /día sumándose la presencia de 30 plantas industrializadoras las misma que ofrecen yogurt, quesos y en general la industrialización de lácteos de excelente calidad. Debido a altos niveles contaminantes que generan las industrias lácteas y que tienen poco o ningún control, buscamos de alguna manera reducir o controlar los desechos que generan mediante el sistema de filtración, el carbón activado por sus propiedades de adsorción reduciría en gran medida la contaminación de sus desechos.

El carbón activado o carbón activo es carbón poroso que atrapa compuestos, principalmente orgánicos, presentes en un gas o en un líquido. Lo hace con tal efectividad, que es el purificante más utilizado por el ser humano. Los compuestos orgánicos se derivan del metabolismo de los seres vivos, y su estructura básica consiste en cadenas de átomos de carbono e hidrógeno. A la propiedad que tiene un sólido de adherir a sus paredes una molécula que fluye, se le llama “adsorción”. Al sólido se le llama “adsorbente” y a la molécula, “adsorbato”. [6]

El principal beneficiario del sistema es el propietario de la industria láctea “MONTEVERDE”, ya que reduciendo los niveles de contaminación y a través de análisis físico – químicos del agua podría estar dentro de los límites permisibles de las normas y de la ley. Al ser aplicado el sistema en la empresa de forma definitiva serviría como referencia e incentivo para otros propietarios, no solo de las industrias lácteas sino a dueños de industrias de diferente índole, para que tengan un mejor manejo de sus aguas residuales, reduciríamos la contaminación de los efluentes en

donde se depositan el sistema de alcantarillado mejorando en parte el medio ambiente

El proyecto es factible ya que se usan materiales de bajo costo tomando como referencia plantas de tratamiento, y la industria al no contar con un buen control en el desecho de sus aguas residuales reduciríamos el impacto ambiental que estas generan.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el carbón activado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria láctea “MONTEVERDE” en el barrio Rocafuerte cantón de Píllaro provincia de Tungurahua.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la industria láctea “Monteverde”.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la industria láctea “Monteverde”.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO₅, DQO), aceites y grasas de las aguas residuales proveniente de la industria láctea “Monteverde” en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si el carbón activado puede utilizarse para el tratamiento de aguas residuales de la industria láctea “Monteverde”.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Aguas residuales

Son las aguas que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso se utilice el agua ya sea de producción, transformación o manipulación, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje [7].

2.1.1.1 Aguas residuales lácteas

La industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (fundamentalmente orgánica). En cuanto al volumen de aguas residuales generado por una empresa láctea se pueden encontrar valores que oscilan entre 2 y 6 L/L leche procesada [8].

2.1.1.2 Usos

Las aguas residuales generadas en una empresa láctea se pueden clasificar en función de dos usos de focos de generación: procesos y limpieza en el cual se realiza la limpieza de superficies, tuberías, tanques, equipos, pérdidas de producto, lactosuero

y fermentos que vierten pH extremos con altos contenidos orgánicos (DBO₅ y DQO), aceites y grasas además de sólidos y suspensión el otro foco es de refrigeración que genera condensados de agua en las torres de refrigeración produciendo variaciones de temperatura y conductividad [9].

2.1.1.3 Tratamientos

El tratamiento de las aguas residuales producidas en la industria láctea se puede abordar desde diferentes estrategias: un tratamiento convencional que consta de: un proceso biológico aerobio para eliminar la materia orgánica disuelta, que es aproximadamente el 70% de la materia orgánica total. Las aguas se tratan biológicamente mediante un sistema que permita la eliminación de nutrientes [10]. Después de una decantación secundaria las aguas ya pueden ser vertidas, mientras que los lodos separados deberán ser espesados, deshidratados y gestionados externamente mediante filtros que permitan la disociación de los mismos. Otra estrategia es un tratamiento de última generación que es la transformación de la materia orgánica de las aguas residuales en biogás mediante un sistema anaerobio tipo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) [11]. Por la parte superior se retira el efluente tratado y el biogás generado. Este tipo de reactores son muy compactos, ocupan poco espacio, presentan bajos costes de operación y consiguen muy buenos porcentajes de eliminación de DBO₅ (superiores al 95%) [12].

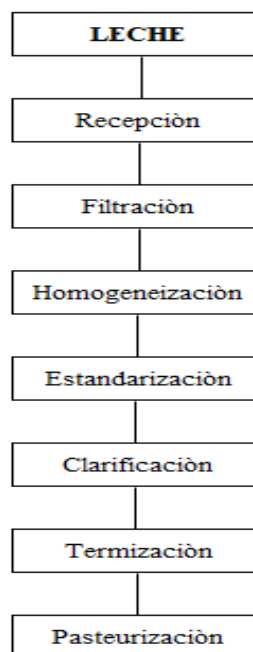
2.1.2. Industria láctea

El consumo de leche fluida manifiesta diferencias, las cifras oficiales hablan de un consumo anual de 100 litros per cápita; sin embargo, según cifras aproximadas de diversas empresas lácteas, menos del 50% de la población consume productos lácteos, situación considerada como un problema cultural y adquisitivo [13]. Al igual que en la mayoría de los países sudamericanos, la industria láctea de Ecuador actualmente está influenciada por la tendencia de consumo de la leche UHT (Ultra High Temperature) en funda de polietileno multicapas de larga vida “Tipo Sachet”, que no requiere cadena de frío [14].

2.1.2.1 Proceso productivo

Para la producción de leche es necesario seguir un proceso el mismo que empieza por la **recepción** de la leche y continua con la etapa de **filtración** en donde se separa la proteína del suero y quitar impurezas como sangre, pelos, paja o estiércol, para ellos se utiliza una filtradora o rejilla. Después se procede a la **homogeneización** que consiste en la agitación continua de la leche inmediatamente se realiza la **estandarización** que es cuando una leche no pasa positivamente la prueba de contenido graso, se utiliza la **clarificación** para separar sólidos y sedimentos innecesarios presentes en la leche, una vez que se realiza la depuración, la leche se somete a unos procesos térmicos que pueden ser la **termización** que consiste en reducir la actividad enzimática o la **pasteurización** en donde se elimina a todas las bacterias menos a las lácticas. No requiere refrigeración posterior [15]- [16].

Gráfico 1. Proceso de la leche



Fuente: [16]

Elaborado por: Vladimir Falcón

2.1.2.2 Aspectos medioambientales

Acota [17] que para los aspectos medioambientales de los procesos de recepción Filtración, homogeneización, estandarización, clarificación, termización y pasteurización existe una valorización general que empieza con los efectos del rechazo de leche, consumo de energía eléctrica, generación de lodos, filtros usados, consumo de agua, condensados, vertido de aguas residuales (volumen de vertido y carga e instalaciones contaminante), consumo de productos químicos, generación de residuos (envases de productos de limpieza). La función del sistema dependerá del consumo de agua y la generación de condensados para que sea más o menos significativo [18].

Los medios de limpieza se pueden clasificar en mecánicos o físicos (presión, temperatura, cepillos, esponjas y escobas) y químicos (productos ácidos y básicos). Normalmente se utilizan de manera conjunta en la limpieza de equipos e instalaciones, ya que las aguas residuales de las industrias lácteas alcanzan valores de Demanda química de oxígeno (DQO) muy elevados. Esto se debe principalmente al aporte de componentes de la leche, siendo el aporte de los detergentes de las operaciones de limpieza reducido con relación al debido a la suciedad, por lo cual es indispensable considerar los aspectos medioambientales para la utilización de los vertidos de aguas residuales [19].

2.1.2.3 Abastecimiento de agua

La calidad del agua empleada en la empresa láctea debe ser la de agua para uso doméstico, especialmente en el caso de que el agua entre en contacto directo con el producto, como por ejemplo el agua empleada en el tratamiento térmico de la leche, en el lavado de la mazada de mantequilla o en las salmueras de salado de queso. Cuando las condiciones de calidad del agua de entrada en la empresa láctea no son las adecuadas es necesario realizar algún tratamiento para eliminar posibles causas de contaminación del producto final. En función del tipo de tratamiento realizado se generan en mayor o menor medida aguas de rechazo con elevada conductividad y/o pH extremos. Otros aspectos son el consumo de productos químicos (por ejemplo, cuando se clora el agua) [20].

2.1.2.4 Consumo de agua

Como en la mayoría de las empresas del sector agroalimentario, las industrias lácteas consumen diariamente grandes cantidades de agua en sus procesos y, especialmente, para mantener las condiciones higiénicas y sanitarias requeridas. Dependiendo del tipo de instalación, el sistema de limpieza y manejo del mismo la cantidad total de agua consumida en el proceso puede llegar a superar varias veces el volumen de leche tratada. Este consumo suele encontrarse entre 1,3-3,2 L de agua/kg de leche recibida, pudiéndose alcanzar valores tan elevados como 10 L de agua/kg de leche recibida. Sin embargo, es posible optimizar este consumo hasta valores de 0,8-1,0 L de agua/kg leche recibida utilizando equipamientos avanzados y un manejo adecuado [21].

2.1.2.5 Vertidos y composición general

Toda el agua consumida, exceptuando las pérdidas por evaporación en los circuitos de refrigeración, se vierte, ya que no se incorpora al producto final. Los consumos de agua son muy variables en función de: Número y tipo de productos elaborados, Tipo de proceso productivo, Existencia de sistemas de recirculación de agua, en una fábrica lechera puede esperarse un volumen de vertido de entre 1,5 a 2,5 litros por cada litro de leche procesada, y en el conjunto de la industria láctea el rango se amplía de 2 a 5 litros [22]. Siendo los principales parámetros que se ven en los vertidos generados por la industria se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Parámetros de composición general de lácteos

Parámetros	Expresado como:	Unidad
Aceites y grasas	Sustancias solubles	mg/lt
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/lt
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/lt
Potencial de Hidrogeno	Ph	-----
Sólidos en Suspensión Totales	SST	-----
Sustancias Activas al Azul de Metileno	SAAM	mg/lt

Fuente: [16]

Elaborado por: Vladimir Falcón

Aceites y grasas :Son compuestos orgánicos de ambiente oleaginosa constituidos por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo, que por el caso segrega la leche como residuo [23].

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO): Se indica la cantidad de compuestos oxidables presentes en el agua. Es un parámetro determinado rápidamente y de importancia para estudios de corrientes fluviales, desechos industriales y control de plantas de desechos [24].

Demanda Bioquímica de Oxígeno DQO: Si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica aerobia de un desecho orgánico continuara hasta que el desecho se haya consumido [24].

Potencial de Hidrogeno pH: El intervalo adecuado de pH para la existencia de la mayor parte de la vida biológica es relativamente estrecho, en general entre pH 5 y 9. Las aguas residuales con valores de pH menores a 5 y superiores a 9 son de difícil tratamiento mediante procesos biológicos [25].

Sólidos en Suspensión Totales SST: Representan la materia orgánica En la caracterización de las aguas residuales, los materiales gruesos que poseen fracciones de sólidos fijos [26].

Sustancias Activas al Azul de Metileno SAAM: Son agentes que reducen la tensión superficial del líquido en el que esta disuelto o bien la tensión superficial de la intercalada si hubiera otra fase presente, contienen carga negativa en solución acuosa [27].

2.1.3 Filtro

Un filtro es un dispositivo que trata de mejorar la calidad del agua mediante sistemas que separan y retienen las partículas indeseadas que pueda contener [28].

2.1.3.1 Filtración

Filtración es un proceso en el cual partículas sólidas que se encuentran en un fluido líquido o también gaseoso se separan mediante un medio filtrante, o filtro, que permite el paso del fluido a su través, pero retiene las partículas sólidas. Interesa recoger el fluido; otras, las partículas sólidas y, en algunos casos, ambas cosas [29].

2.1.3.2 Tipos de filtro

Filtros de agua en base a la gravedad

Son los más antiguos y los más sencillos; entre ellos, citaremos “los filtros de lecho de arena, instalados en las plantas depuradoras de agua de las ciudades, que funcionan con un excelente rendimiento”. Están formados por tanques o cisternas que tienen en su parte inferior una rejilla o falso fondo sobre el que hay una capa de arena o grava de igual tamaño [28].

Filtros de agua en base de presión o de vacío

Son los más usados en la industria, con preferencia a los de gravedad. La fuerza impulsora es suplida por presión o vacío y es muchas veces mayor que la de la gravedad, lo que permite más altos rendimientos de filtración [28].

2.1.4 Carbón activo

Para [30] “el carbón activado es un producto que posee una estructura cristalina reticular y carbón poroso que atrapa compuestos, principalmente orgánicos, presentes en un gas o en un líquido”. Además es considerado como un material versátil por la adsorción que es un proceso por el cual los átomos en la superficie de un sólido, atraen y retienen moléculas de otros compuestos con lo cual ayuda a remover impureza orgánica siendo una técnica económica y sencilla.

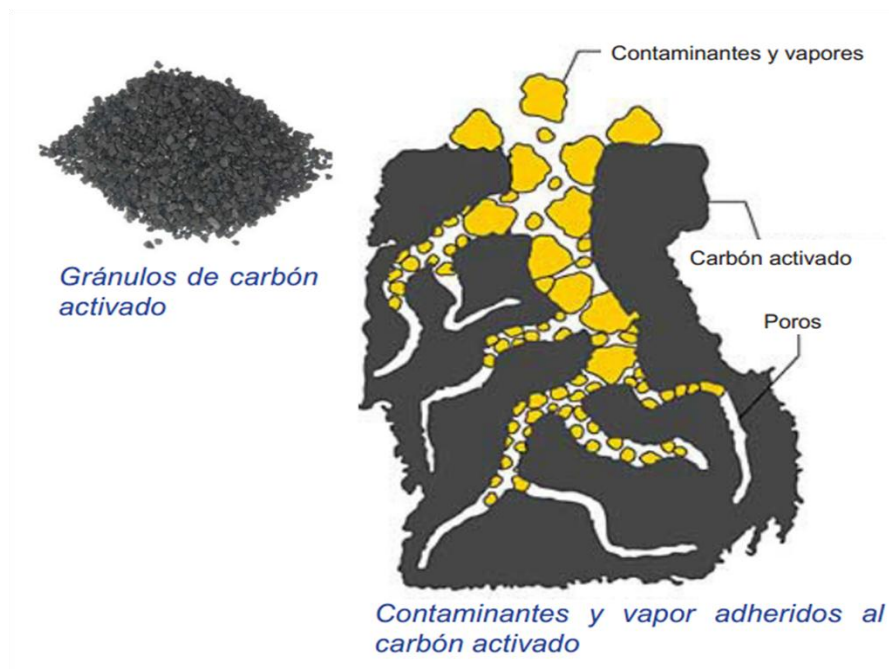


Figura 1. Carbón activo

Fuente: [30]

Elaborado por: Vladimir Falcón

2.1.4.1 Propiedades

Tabla 1. Propiedades del carbón activo

PROPIEDADES CARBÓN ACTIVADO	
Estado Físico	Sólido
Apariencia	Polvos finos de color negro
Olor	Sin olor
pH	No reportado
Temperatura de Ebullición	4827°C
Temperatura de Fusión	3550°C
Densidad (Agua)	1.50
Densidad de Vapor (Aire)	0.40
Solubilidad	Insoluble en Agua

Fuente: [30]

Elaborado por: Vladimir Falcón

Las propiedades adsorbentes de un carbón activado no dependen únicamente de la superficie y la porosidad. En particular, las sustancias polares se retienen débilmente sobre la superficie (apolar) del carbón. En estos casos, la fijación al carbono de “heteroátomos”, principalmente oxígeno e hidrógeno, formando estructuras o grupos

funcionales tipo ácido carboxílico, lactosas, carbonilo, etc., elevan la afinidad de las sustancias polares por la superficie del adsorbente y pueden imprimir un carácter ácido-base al carbón.

2.1.4.2 Rangos típicos de tamaño

Para analizar los rangos típicos de tamaño se realiza la granulometría que esta expresada en la prueba (U.S. Standard Sieve) con ayuda de una criba o pila de mallas o tamices. Las mallas o tamices se pueden utilizar en las pilas, para dividir los granos en varias fracciones de tamaño y por lo tanto determinar las distribuciones de tamaño de partícula.

Tabla 2. Especificaciones de mallas estándar americanas (U.S. Std. Sieve)

Malla U.S	Abertura (mm)	Malla U.S	Abertura (mm)
1/4	6,35	30	0,595
4	4,76	35	0,5
5	4,00	40	0,42
6	3,36	45	0,354
8	2,38	50	0,297
10	2,00	60	0,250
12	1,68	70	0,210
14	1,41	80	0,177
16	1,190	100	0,149
18	1,000	200	0,074
20	0,841	325	0,044
25	0,707	400	0,037

Fuente: [30]

Elaborado por: Vladimir Falcón

Las granulometrías de los medios granulares utilizados en el tratamiento de agua se expresan en dos cifras, por ejemplo un carbón activado de malla o granulometría 8 x

30 y quiere decir que es un rango de partículas que pasan por la malla número 8 (2.38 mm) y retenidas en la malla número 30. Lo que indica que la granulometría o el rango de partículas es de 2.38 mm hasta 0.595 mm [31].

Los rangos de tamaño típico de carbón activado se suministran de acuerdo a la aplicación como se observara en la siguiente tabla:

Tabla 3. Rangos típicos de tamaño

APLICACIÓN	GRANULOMETRÍAS /mm
Tratamiento de agua y de líquidos en general, a nivel	8x30, 12x40, 14x30, 14x40
Purificadores de agua caseros	12x40, 14x40, 20x50
Acondicionamiento de aire, purificación de gases, recuperación de vapores de solventes, campanas para	4x6, 4x8, 4x10
Mascarillas de gases	12x20
Recuperación de oro	6x12, 6x16, 8x16, 10x20
Boquillas de cigarrillos	8x14, 12x20, 20x50

Fuente: [30]

Elaborado por: Vladimir Falcón

Por el tamaño del carbón activado se empleará para el tratamiento de las aguas residuales, porque permitirá una filtración y floculantes de los vertidos de las aguas de las industrias lácteas.

2.1.4.3 Mecanismos de operación

Los mecanismos permiten predecir ciertos grados de aproximación en el comportamiento del carbón activado en muchas aplicaciones que suelen tener, existen dos mecanismos: el de fisisorción en el que no existe intercambio de electrones lo que permite que el proceso sea reversible y el de quimisorción en el que si ocurre intercambio de electrones modificaciones estructuradas químicas. Por lo tanto el carbón activado posee la virtud de adherir o retener en su superficie componentes como: átomos, moléculas e iones que permite purificar, deodorizar y decolorar el agua y otros líquidos [32].

2.2 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES

Variable dependiente:

Parámetros para los tratamientos de aguas residuales

Variable independiente:

Filtro de carbón activado

2.3 HIPÓTESIS

Hipótesis nula:

El filtro de carbón activado en la Industria Láctea “Monteverde” en el Barrio Rocafuerte Cantón de Píllaro Provincia De Tungurahua, ayudará a la disminución de la DBO, DQO y aceites y grasas del agua residual producidas en la industria.

Hipótesis alternativa:

El filtro de carbón activado en la Industria Láctea “Monteverde” en el Barrio Rocafuerte Cantón de Píllaro Provincia De Tungurahua, servirá para la reducción por lo menos de un parámetro determinado del agua residual producida en la industria.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPOS DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipos de nivel

3.1.1.1 Investigación bibliográfica

Toda la información de la presente investigación será obtenida a través de la investigación bibliográfica, haciendo uso de libros, normas, manuales, leyes y documentos que me proporcione la información suficiente e incremente la capacidad de investigación.

Esta investigación será llevada a cabo en base a la normativa INEN 2169 y 2176, así como también la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes. Recurso Agua, lo cual me permitirá establecer parámetros de comparación en función de los diferentes análisis.

3.1.1.2 Investigación de campo

La recaudación de información se ejecutará mediante observación directa en el lugar de los hechos, es decir de la industria láctea “Monteverde”; y con la toma de 10, una sin filtrar y las siguientes nueve siguientes en un plazo de 90 días.

También se empleará la computadora como herramienta para el análisis y la tabulación más rápida de los resultados obtenidos en función de filtro diseñado con carbón activado.

3.1.1.3 Investigación de laboratorio

La investigación del laboratorio será empleada en el laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato mediante el análisis de las diez muestras determinando las características de biodegradabilidad (DBO₅, DQO), aceites y grasas de las aguas residuales proveniente de la industria láctea “Monteverde” en su origen y luego del proceso de filtración.

3.1.2 Tipos de investigación

3.1.2.1 Exploratorio

Esta investigación tiene su razón de ser en base al uso del carbón activado, en el proceso de filtración de las aguas residuales provenientes de la Industria Láctea “Monteverde” antes y después de este filtrado, ya que nuestra principal función es la conservación del medio ambiente tomando en cuenta las medidas necesarias que están descritas dentro de las leyes y normativas Ecuatoriana. Esto nos permite un tratamiento adecuado previo al vertido de las aguas residuales en el alcantarillado público o directo al efluente agua.

3.1.2.2 Descriptivo

Esta investigación nos permitirá identificar si la utilización del carbón activado puede servir como una opción para el tratamiento de las aguas residuales originadas en la y mejora del agua proveniente de la industria láctea “Monteverde” en su origen y luego del proceso de filtración.

3.2 Población y muestra

Población

Cuando se vaya a realizar una investigación hay que tomar en cuenta las características principales a seleccionarse bajo el estudio del agua residual, para esto

toda población va a depender de la cantidad de agua residual en función del tiempo y según condiciones establecidas acerca del funcionamiento de la industria.

La población es la cantidad de aguas residuales del “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” que va expresada en función de tiempo (días, semanas o meses), dependiendo de la facilidad con que se pueda obtener dicha información.

$$V_{AR} = \frac{x}{t}$$

V_{AR} = Volumen agua residual

x = cantidad de agua residual, va a ser directamente proporcional en función del tiempo.

t = tiempo (días, meses) – 90 días (tres meses).

Volumen: 3000 lts/ día

$$Vol = 3000 \text{ lts} * \frac{1 \text{ gal}}{3,78541 \text{ lts}}$$

$$Vol = 792,52 \text{ gal/día}$$

El volumen del agua al día es de 792,52 galones.

Muestra

La muestra es un subconjunto exactamente representativo de la población, en el caso de esta investigación queda expresado como:

$$**40 galones * 90 dias en funcionamiento = 3600 galon tratado.**$$

$$40 * 7 = 280 \text{ gal/semana}$$

$$385 * 4 = 1120 \text{ gal/mes}$$

La muestra de agua residual por semana es de 280 galones y cada mes se utilizará 1120 galones.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO

Tabla 4. Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El carbón activado o carbón activo es carbón poroso que atrapa compuestos, principalmente orgánicos, presentes en un gas o en un líquido.	Carbón activado	Componentes	¿Cuáles son los componentes del carbón	➤ Investigación Bibliográfica, De Laboratorio y Experimental
		Capacidad de filtración	¿Capacidad de filtración?	➤ Investigación Bibliográfica, De Laboratorio y Experimental
		Dimensiones del filtro	¿Cómo de determina las dimensiones adecuadas del filtro?	➤ Investigación de Laboratorio y Experimental ➤ Calculo experimental.

Elaborado por: Vladimir Falcón

PARÁMETROS PARA LOS TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

Tabla 5. Variable Dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>El tratamiento con carbono activo se basa en la capacidad de adsorción del carbono activo para la eliminación de bajas concentraciones de enlaces orgánicos no biodegradables en aguas subterráneas, fuentes de agua potable, aguas residuales procedentes de procesos.</p>	<p>Tratamiento de agua residuales</p>	<p>Características de biodegradabilidad (DBOs y DQO) aceites y grasas de las aguas residuales</p>	<p>¿Cómo afecta la disminución de los contaminantes de las aguas residuales previo a su vertido en el alcantarillado público?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Investigación de Laboratorio y Experimental. ➤ Normas INEN, ISO

Elaborado por: Vladimir Falcón

3.4 Plan de recolección de información

Tabla 6. Recolección de Información

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Para qué?	- Se investigará para analizar la disminución de los contaminantes de las aguas residuales previo a su vertido en el alcantarillado público.
¿Qué evaluar?	- Las muestras serán obtenidas del agua proveniente de la industria láctea “Monteverde”.
¿Sobre qué aspectos?	- El carbón activado será la materia prima a emplear para la construcción del filtro, mismo que nos ayudara en el tratamiento y el cumplimiento de la normativa.
¿Quién?	- Galo Vladimir Falcón Pazmiño
¿Dónde?	- Laboratorio de hidráulica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
¿Cómo?	- Investigación Bibliográfica - Normas INEN, ISO - Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes. Recurso Agua - Ensayos de Laboratorio

Elaborado por: Vladimir Falcón

3.5 Plan de procesamiento y análisis

Detalle del establecimiento

La Industria Láctea Monteverde dónde se desarrolló el experimento se encuentra ubicada en el Cantón Píllaro, barrio Rocafuerte.



Figura 2 Ubicación

Fuente: Google maps

Operacionalización proceso de leche

La industria láctea “MONTEVERDE” cuenta con una planta de 300 m² que empieza con la **recepción** donde se receipta la materia prima (leche) en un tanque con un volumen de 4 m³, después se procede al **filtrado** en el cual se eliminan las impurezas macroscópicas que pueden haber tenido acceso a la leche en forma involuntaria, se realiza utilizando un tamiz o un paño, a continuación va la **pasteurización** mediante un proceso térmico de 63 a 75 °c por minuto) en un tanque con volumen de 4 m³. Luego del cual se procede a bajar la temperatura en forma rápida a 4 °c, cumpliendo así con el proceso de pasteurización en su totalidad en el **calentamiento** luego de la pasteurización la leche debe someterse a una temperatura de 36 a 38 °c para que actúe el cuajo para la **adición del cloruro de calcio** que es un compuesto químico que se agrega a la leche para mejorar y estabilizar la capacidad de la leche para

formar un coágulo con el cuajo que utiliza el **cuajo enzimático**, que se encuentra en las siguientes formas: líquido, polvo y pastillas, el mismo que se debe disolver unas 40 o 50 veces su volumen en agua para continuar con **coagulación (reposo)** que se llama cuajada y tiene una apariencia de gelatina de color blanco y se forma una vez adicionada la cantidad exacta de cuajo, la misma que se obtiene luego de un reposo de 30 a 40 minutos para el **batido** se utiliza una pala plástica para quesería, por un tiempo de 5 a 10 minutos el **desuerado** es la eliminación parcial del suero en una cantidad de 30 a 35%, para dar lugar al agua de lavado (calentamiento), operación mecánica con la ayuda de una cubeta. Para el **moldeo y prensado** va la colocación de los granos de cuajada dentro de los moldes, con efecto de dar forma al queso, con la ayuda de cubetas o baldes. El prensado del queso se lo realiza, cubriendo el mismo con una malla plástica, con la ayuda de una prensa mecánica para quesos, realizando un volteo a los 60 minutos para el **salado del queso** que consiste en sumergir los quesos en salmuera para facilitar la salida del suero y dar lugar a la entrada de sal y forme una corteza, el salado se lo debe realizar por el lapso de 0,5 a una hora. La salmuera debe tener una concentración de 19 a 21 grados beaume. Finalmente se procede al **envasado** en fundas de polietileno para proteger el queso y la **distribución y ventas** que se realiza en cajas de madera o gavetas plásticas las ventas se realizan en supermercados y tiendas, para lo cual el queso debe almacenarse en frigoríficos a 8° o 10° c. de temperatura.

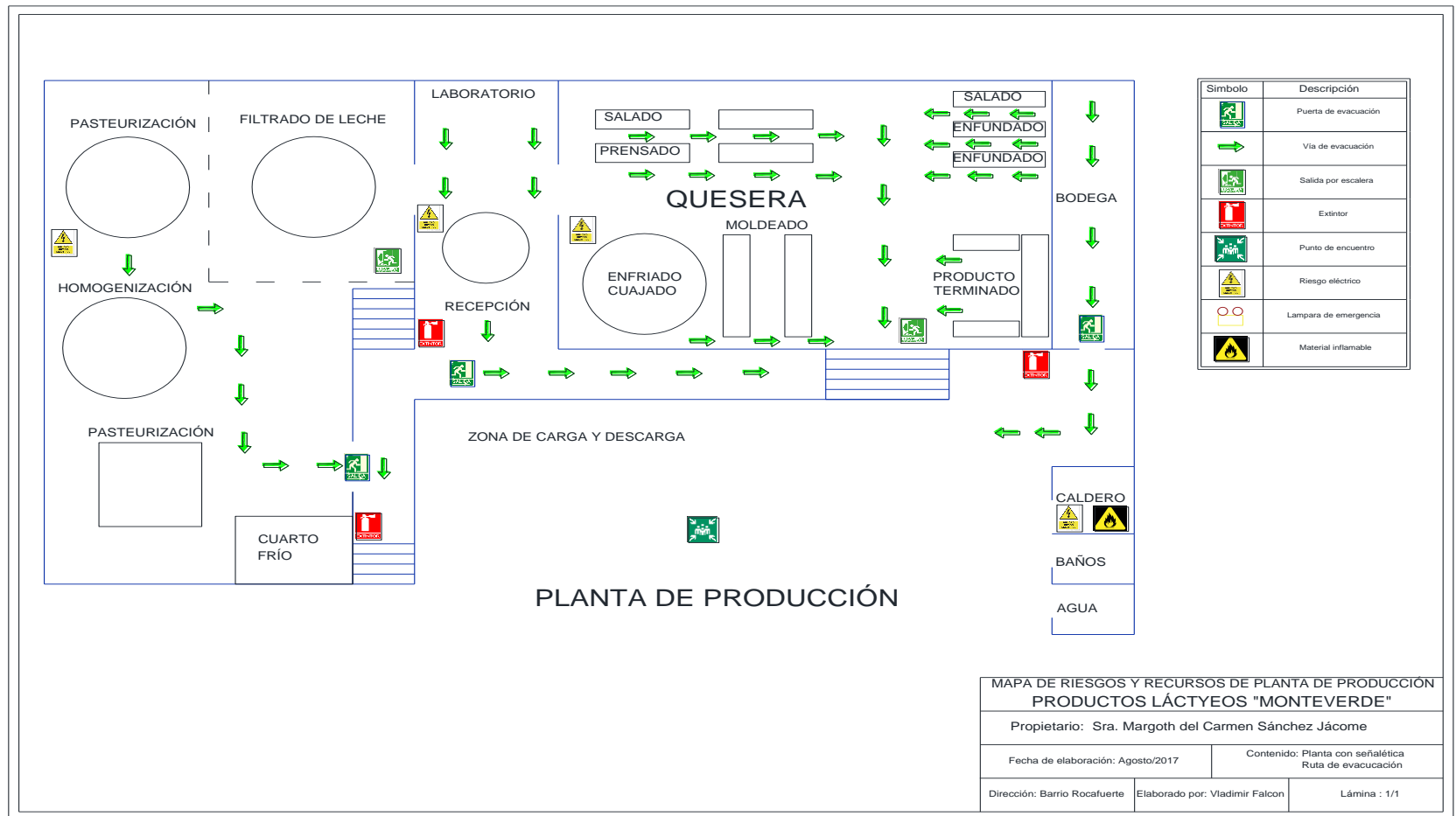


Figura 3. Mapa de riesgos y recursos de la planta de producción

3.6 DISEÑO DEL FILTRO

El filtro de agua con el que se trabajó en el experimento es de un envase plástico que contiene aserrín como base que es material de relleno para soportar el peso del material y el agua, a continuación va colocado una plancha de toll que se encuentra en contacto con el material filtrante que es el carbón activado, el agua pasa del tanque hacia el filtro por tubería PVC y cae a la plancha de toll donde el agua es distribuida en todo el material.

El filtro estuvo en funcionamiento 90 días, tomando 10 muestras; una de agua cruda y 9 muestras fueron tomadas cada 10 días.

3.6.1 Estructuración del filtro

En una estructura metálica se colocó en su parte superior un tanque de 55 galones de los cuales se llenó con 40 galones de agua residual, con el fin de que el sistema funcione por gravedad, después pasa por un tubo PVC de $\frac{1}{2}$ “, hacia una plancha que la distribuye por todo el envase que contiene el material filtrante (44 lb de carbón activado) utilizando un caudal continuo de 0,105 l/min donde se captó para realizar los análisis de resultados de descontaminación. El filtro de experimento se colocó en la Industria Láctea Monteverde.

Detalles generales del diseño

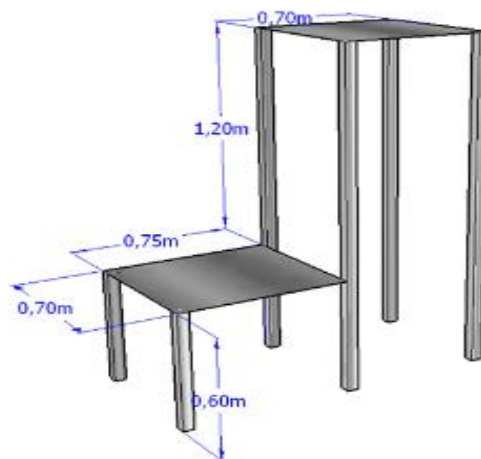


Figura 4 Estructura Metálica

Elaborado por: Vladimir Falcón

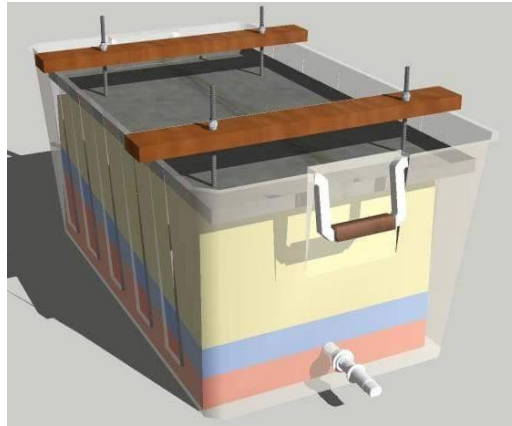


Figura 5 Vista superior

Elaborado por: Vladimir Falcón

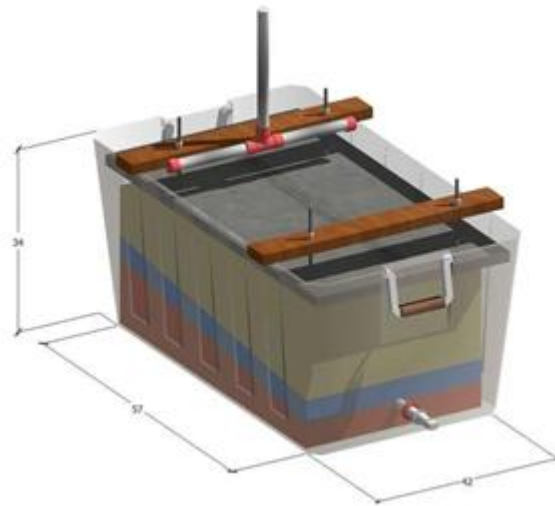


Figura 6 Vista lateral

Elaborado por: Vladimir Falcón

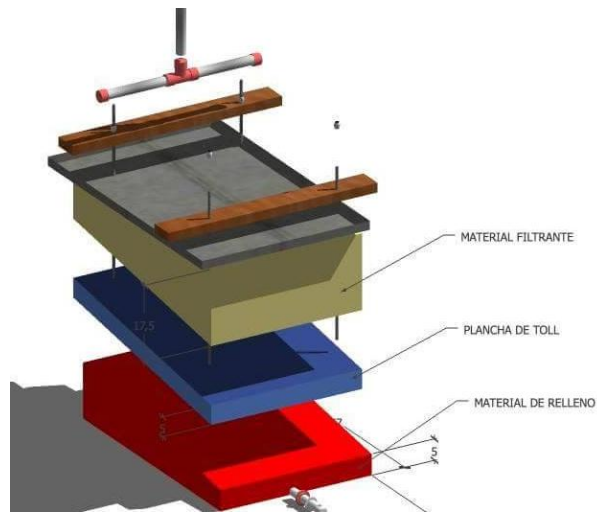


Figura 7 Vista Frontal

Elaborado por: Vladimir Falcón

Especificaciones:

El color amarillo representa el material filtrante.

El color azul representa la Plancha de toll.

El color rojo representa el Material relleno.

Detalles específicos del diseño

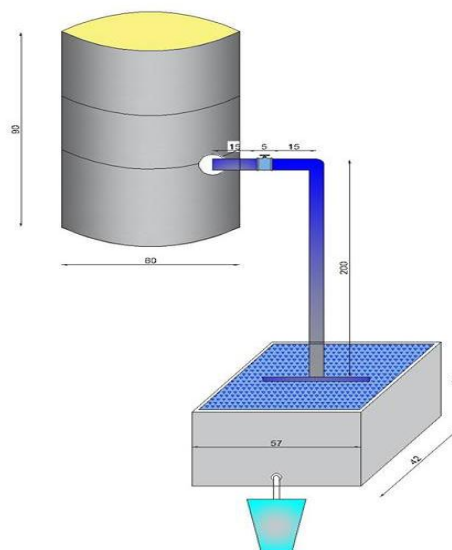


Figura 8 Tanque, Tubería, Filtro

Elaborado por: Vladimir Falcón

Tanque

TANQUE

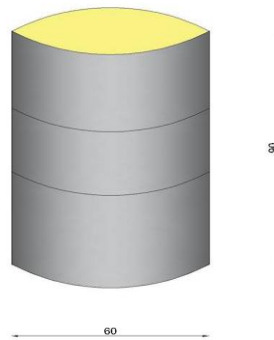


Figura 9 Tanque

Elaborado por: Vladimir Falcón

Llave que conduce el agua al filtro

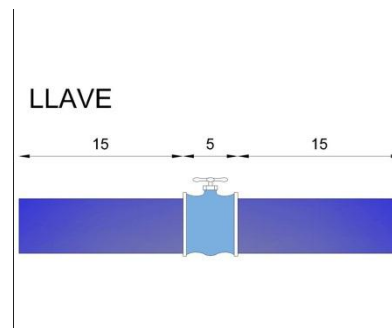


Figura 10 Llave

Elaborado por: Vladimir Falcón

Tubería de conexión tanque- filtro

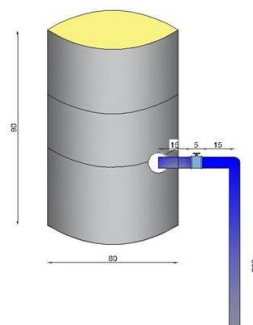


Figura 11 Tubería de conexión

Elaborado por: Vladimir Falcón

Tubo de distribución de agua residual

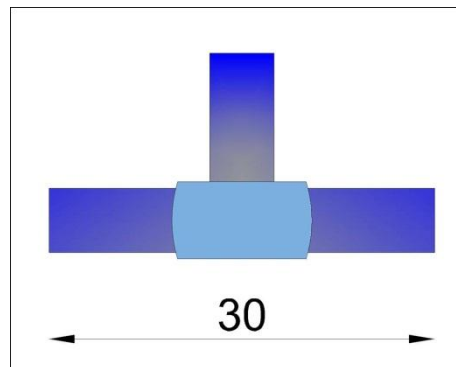


Figura 12 Tubería de distribución de agua residual

Elaborado por: Vladimir Falcón

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recolección de datos

Lecturas del medidor durante 8 días. (Caudal Medio diario)

Universidad Técnica de Ambato

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Período: 18/04/2017 - 26/04/2017

Medidor: ISO 4064 CLASS B

DÍA	HORA	LECTURA m ³	CONSUMO m ³ /d	OBSERVACIONES
Viernes	9:30	891,1267	2,9383	Producción Normal
Sábado	9:30	894,0650		Producción Normal
Domingo	9:30	897,2652	3,2002	Producción Normal
Lunes	9:30	900,7652	3,5000	Producción Normal
Martes	9:30	905,1071	4,3419	Mayor Producción
Miércoles	9:30	908,7971	3,6900	Producción Normal
Jueves	9:30	912,8372	4,0401	Producción Normal
Viernes	9:30	916,6293	3,7921	Producción Normal
Sábado	9:30	919,6485	3,0192	Producción Normal
Caudal medio diario			3,5652	

Elaborado por: Vladimir Falcón

$$\text{Caudal medio diario} = 3.57 \frac{m^3}{\text{dia}}$$

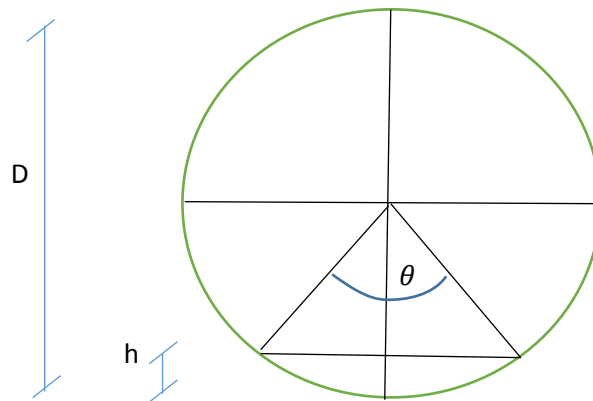
$$\frac{3.57}{x} = \frac{100}{80}$$

$$x = 2.87 \cong 3.00 \frac{m^3}{\text{dia}}$$

Con un volumen de $3.57 \frac{m^3}{dia}$, al ser una zona rural tomamos el 80% que se ocupa directamente en la industria "Monteverde" y el 20 % para el consumo de la vivienda que es de $0.57 \frac{m^3}{dia}$

Determinación del caudal con tubería utilizado en la industria láctea "MONTE VERDE"

Caudal con Tubería Parcialmente Llena



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

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2(0.02)}{0.11}\right)$$

$$\theta = 100.957^\circ$$

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

$$Q_{PLL} = \frac{(0.11)^{\frac{8}{3}}}{7257.15 * 0.010 * (2\pi * (100.957))^{\frac{2}{3}}} * (2\pi * 100.957 - 360\text{sen}(100.957))^{\frac{5}{3}} * (0.01)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_{PLL} = 6.2466 * 10^{-4} \cong 0.6 \frac{lbs}{seg}$$

$$V = Q * t$$

$$V = 0.6 \frac{lbs}{seg} * 24h * \frac{3600seg}{1h}$$

$$V = 51840 lbs * \frac{1 m^3}{1000lbs}$$

$$V = 51.84 m^3$$

Con una tubería parcialmente llena de $0.6 \frac{lbs}{seg}$, se tiene un desfogue de $51.84 m^3$ que es ocupado en la vivienda e industria “Monteverde”.

Caudal con Tubería Totalmente Llena

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

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2(0.11)}{0.11}\right)$$

$$\theta = 360^\circ$$

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

$$Q_{TLL} = \frac{(0.11)^{\frac{8}{3}}}{7257.15 * 0.010 * (2\pi * (360))^{\frac{2}{3}}} * (2\pi(360) - 360\text{sen}(360))^{\frac{5}{3}} * (0.01)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_{TLL} = 8.6582 * 10^{-3} \cong 8.7 \frac{lbs}{seg}$$

4.1.1 Datos del filtro

Determinación del caudal de funcionamiento del filtro

- El Tanque tiene una capacidad de 55 galones de los cuales solo se emplearon 40 galones para el diseño de aguas residuales

$$Vol = 40 \text{ gal} * \frac{3,78541 \text{ lts}}{1 \text{ gal}}$$

$$Vol = 151,42 \text{ lts}$$

- Para determinar el caudal se hace referencia el volumen empleado en el filtro para 24 horas

$$Q_{\text{filtro}} = \frac{151,42 \text{ lts}}{1440 \text{ min}}$$

$$Q_{\text{filtro}} = 0,105 \frac{\text{lts}}{\text{min}}$$

Tiempo requerido para tratar los 40 galones

El tiempo requerido para tratar los 40 galones con un caudal de 0,105 l/min es de 1 día.

Tiempo de retención hidráulica en el tanque: = volumen del tanque/ caudal

$$\text{TRH en el tanque} = \frac{40 \text{ gal}}{0,105 \text{ l/min}} = \frac{151,42 \text{ l}}{0,105 \text{ l/min}} = \frac{1442,06 \text{ min}}{60 \text{ min/hora}} = \mathbf{24 \text{ horas}}$$

4.2 Detalle del material filtrante a usarse

El material filtrante que se utiliza es el carbón activado, se obtiene por descomposición térmica de materiales con alto contenido en carbono donde predomina el origen vegetal. (Ballesta, Ferradás, & Aznar, 2014)

Este material posee una gran capacidad de adsorción que va dentro de las menores calidades en 600 m²/g; lo cual lo hace un material idóneo para la filtración y descontaminación de aguas residuales. (INEN, 2014)

4.3 Análisis de los Parámetros investigados

Tabla No 7. Tabla de análisis físico químico muestra agua residual cruda día 0

INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DBO5**	mg/l	1139,35	PRO TEC 066/HACH 8043	_____
DQO	mg/l	47530	PRO TEC 014/APHA 5220 D	± 14,1%
Aceites y grasas	mg/l	2,8	PRO TEC 053/EPA 1664 A	± 18,02%

Fuente: Informe de resultados

Tabla No. 8 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 10

INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DBO5**	mg/l	3092,07	PRO TEC 066/HACH 8043	_____
DQO	mg/l	6329	PRO TEC 014/APHA 5220 D	± 14,1%
Aceites y grasas	mg/l	1,3	PRO TEC 053/EPA 1664 A	± 18,02%

Fuente: Informe de resultados

Tabla No. 9 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 20

INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DBO5**	mg/l	1895,6	PRO TEC 066/HACH 8043	_____
DQO	mg/l	2917	PRO TEC 014/APHA 5220 D	± 14,1%
Aceites y grasas	mg/l	2,2	PRO TEC 053/EPA 1664 A	± 18,02%

Fuente: Informe de resultados

Tabla No. 10 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 30

INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DBO5**	mg/l	831	PRO TEC 066/HACH 8043	± 3,72%
DQO	mg/l	2605	PRO TEC 014/APHA 5220 D	± 14,1%
Aceites y grasas	mg/l	0,65	PRO TEC 053/EPA 1664 A	± 18,02%

Fuente: Informe de resultados

Tabla No. 11 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 40

INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DBO5**	mg/l	1399	PRO TEC 066/HACH 8043	± 3,72%
DQO	mg/l	3181	PRO TEC 014/APHA 5220 D	± 14,1%
Aceites y grasas	mg/l	0,5	PRO TEC 053/EPA 1664 A	± 18,02%

Fuente: Informe de resultados

Tabla No. 12 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 50

INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DBO5**	mg/l	1699,17	PRO TEC 066/HACH 8043	± 3,72%
DQO	mg/l	3069	PRO TEC 014/APHA 5220 D	± 14,1%
Aceites y grasas	mg/l	0,9	PRO TEC 053/EPA 1664 A	± 18,02%

Fuente: Informe de resultados

Tabla No. 13 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 60

INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DBO5**	mg/l	331,03	PRO TEC 066/HACH 8043	± 3,72%
DQO	mg/l	1494	PRO TEC 014/APHA 5220 D	± 14,1%
Aceites y grasas	mg/l	0,8	PRO TEC 053/EPA 1664 A	± 18,02%

Fuente: Informe de resultados

Tabla No. 14 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 70

INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DBO5**	mg/l	753,77	PRO TEC 066/HACH 8043	± 3,72%
DQO	mg/l	1012	PRO TEC 014/APHA 5220 D	± 12,18%
Aceites y grasas	mg/l	0,5	PRO TEC 053/EPA 1664 A	± 19,58%

Fuente: Informe de resultados

Tabla No. 15 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los días 80

INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DBO5**	mg/l	1243,03	PRO TEC 066/HACH 8043	± 3,72%
DQO	mg/l	2511	PRO TEC 014/APHA 5220 D	± 12,18%
Aceites y grasas	mg/l	0,15	PRO TEC 053/EPA 1664 A	± 19,58%

Fuente: Informe de resultados

Tabla No. 16 Tabla de análisis físico químico muestra agua filtrada a los día 90

INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DBO5**	mg/l	102,57	PRO TEC 066/HACH 8043	± 3,72%
DQO	mg/l	180	PRO TEC 014/APHA 5220 D	± 12,18%
Aceites y grasas	mg/l	0,05	PRO TEC 053/EPA 1664 A	± 19,58%

Fuente: Informe de resultados

4.3.1 Cuadro de monitoreo

El filtro estuvo en funcionamiento por 90 días, tomando 10 muestras una de agua residual sin tratar y las otras 9 muestras fueron tomadas cada 10 días del agua residual tratada, a razón del siguiente cuadro de monitoreo:

Tabla No. 17 Cuadro de monitoreo

CUADRO DE MONITOREO											
DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	ANTES	DESPUÉS									
NUMERO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
FECHA	05-jun	14-jun	27-jun	05-jul	14-jul	25-jul	03-ago	15-ago	24-ago	05-sep	
PARÁMETROS	DBO ₅ (mg/l)	1139,35	3092,07	1895,6	831	1399	1699,17	331,03	753,77	1243,03	102,57
	DQO (mg/l)	47530	6329	2917	2605	3181	3069	1494	1012	2511	180
	Aceites y grasas (mg/l)	2,8	1,3	2,2	0,65	0,5	0,9	0,8	0,5	0,15	0,05

DBO₅: DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DURANTE 5 DÍAS EN CONDICIONES NORMALIZADAS DE INCUBACIÓN
DQO: DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

Elaborado por: Vladimir Falcón

En el cuadro de monitoreo nos permite analizar el comportamiento del filtro durante los 90 días de funcionamiento. La tabla 17 evidencia que en la concentración de DBO₅ después de ser filtrada varía entre un máximo y un mínimo de 3092.07mg/l y 102.57 mg/l respectivamente. En el DQO para las 9 muestras existe un continuo decremento en relación al valor de agua sin filtrar de 47530 mg/l .Por último en aceites y grasas tendencia a reducción en las 9 muestras. Se evidencia como el filtro de carbón activado ayuda a la reducción de los parámetros de DQO y aceites y grasas.

4.4 Análisis comparativo de los resultados referentes a la legislación Ecuatoriana

Para un análisis oportuno de los datos es necesario conocer la normativa ecuatoriana referente, la cual es: " La norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: Recurso Agua" de la cual en la siguiente tabla se expresan los límites máximos permisibles en relación con la descarga de dichas aguas descontaminadas al sistema de alcantarillado público.

Tabla No. 18 Análisis comparativo de los resultados referentes a la legislación Ecuatoriana

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS			
	AGUA RESIDUAL SIN FILTRAR	PROMEDIO DE AGUA RESIDUAL FILTRADA	LÍMITE MÁXIMO
DBO ₅ (mg/l)	1139,35	1260,80	250,0
DQO (mg/l)	47530	2588,67	500,0

Aceites y grasas (mg/l)	2,8	0,78	70,0
------------------------------------	-----	------	------

Fuente: Informe de resultados

Análisis de DBO₅

Para el análisis de los resultados del DBO₅, se obtuvo una muestra cruda de agua residual de la industria láctea “Monteverde” de $1139,35 \frac{mg}{lt}$, la que se comparó con los siguientes análisis realizados en el proceso de filtración, siendo el límite máximo de $250 \frac{mg}{lt}$.

Se puede observar en la figura 13 que, el agua residual luego de haber sido filtrada a través de carbón activado, los valores disminuyen drásticamente en los primeros 30 días de funcionamiento para después mostrar una disminución de valores que oscila entre $2000 \frac{mg}{lt}$ y $500 \frac{mg}{lt}$, para mantener un valor promedio de $1260,80 \frac{mg}{lt}$.

En relación al valor del agua cruda algunos de los valores son superiores, pero no todos, como por ejemplo el resultado obtenido en la muestra 9 el día 5 de septiembre donde obtenemos una muestra de $180 \frac{mg}{lt}$.

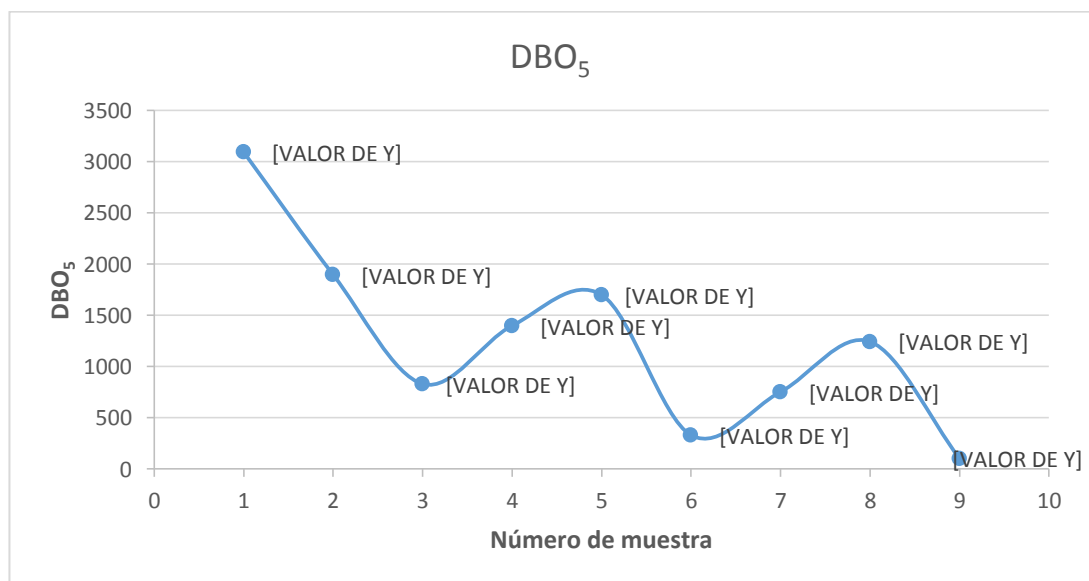


Figura 13 Gráfico de análisis de DBO₅

Elaborado por: Vladimir Falcón

Análisis de DQO (mg/l)

Para el análisis de los resultados del DQO, se obtuvo una muestra cruda de agua residual de la industria láctea “Monteverde” de $47530 \frac{mg}{lt}$ la que se comparó con los siguientes análisis realizados en el proceso de filtración, siendo el límite máximo de $500 \frac{mg}{lt}$.

Se puede observar en la figura 14 que, el agua residual luego de haber sido filtrada a través de carbón activado, los valores disminuyen drásticamente en todos los días de funcionamiento, valores que oscila entre $3000 \frac{mg}{lt}$ y $1000 \frac{mg}{lt}$, para mantener un valor promedio de $2588,67 \frac{mg}{lt}$.

En relación al valor del agua cruda todos los análisis son inferiores, obteniendo el menor resultado en la muestra 9 el día 5 de septiembre de $102,57 \frac{mg}{lt}$.

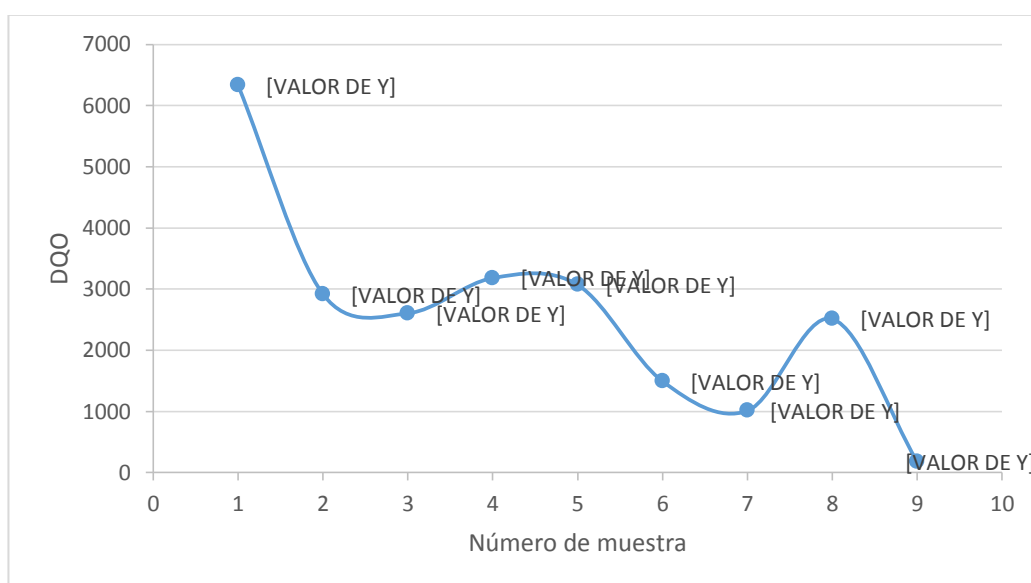


Figura 14 Gráfico de análisis DQO (mg/l)

Elaborado por: Vladimir Falcón

Análisis aceites y grasas (mg/l)

Para el análisis de los resultados de aceites y grasas, se obtuvo una muestra cruda de agua residual de la industria láctea “Monteverde” de $2,8 \frac{mg}{lt}$ la que se comparó con los siguientes análisis realizados en el proceso de filtración, siendo el límite máximo de $70 \frac{mg}{lt}$.

Se puede observar en la figura 15 que, el agua residual luego de haber sido filtrada a través de carbón activado, los valores disminuyen drásticamente desde los 20 días de funcionamiento, valores que oscila entre $1 \frac{mg}{lt}$ y $0,5 \frac{mg}{lt}$, para mantener un valor promedio de $0,78 \frac{mg}{lt}$.

En relación al valor del agua cruda todos los análisis son inferiores, obteniendo el menor resultado en la muestra 9 el día 5 de septiembre de $0,05 \frac{mg}{lt}$, cabe recalcar que desde el agua cruda los valores estuvieron siempre dentro de los límites permisibles.

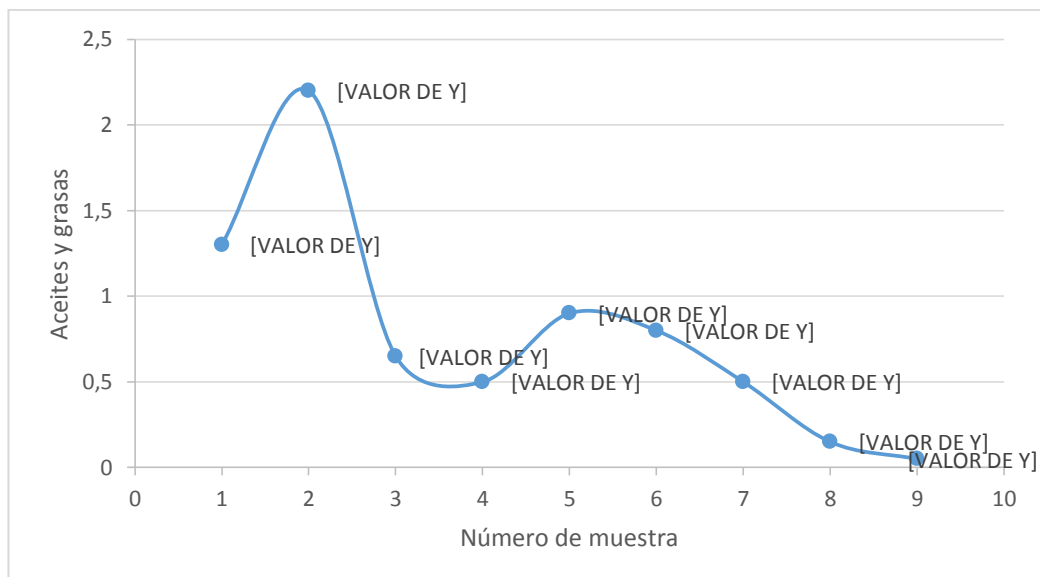


Figura 15 Gráfico de análisis de aceites y grasas (mg/l)

Elaborado por: Vladimir Falcón

De acuerdo a los gráficos anteriores se puede decir que el método de filtración de aguas residuales en el centro de faenamiento funciona con los parámetros de DQO, aceites y grasas.

Eficiencia

Dichos índices son calculados bajo la siguiente fórmula:

$$Ef = \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100$$

Donde:

Ef: Eficiencia

Co: Concentración Inicial

Cf: Concentración Final

Análisis de eficiencia de los parámetros DBO₅, DQO aceites y grasas

Tabla No. 19 Análisis de eficiencia de la DBO₅

MUESTRA	NÚMERO DE MUESTRAS	UNIDAD	RESULTADO ANÁLISIS	EFICIENCIA
M0 cruda	0	mg/l	1139,35	0,00
M1	1	mg/l	3092,07	-171,39
M2	2	mg/l	1895,6	-66,38
M3	3	mg/l	831	27,06
M4	4	mg/l	1399	-22,79
M5	5	mg/l	1699,17	-49,14
M6	6	mg/l	331,03	70,95
M7	7	mg/l	753,77	33,84
M8	8	mg/l	1243,03	-9,10
M9	9	mg/l	102,57	91,00

Elaborado por: Vladimir Falcón

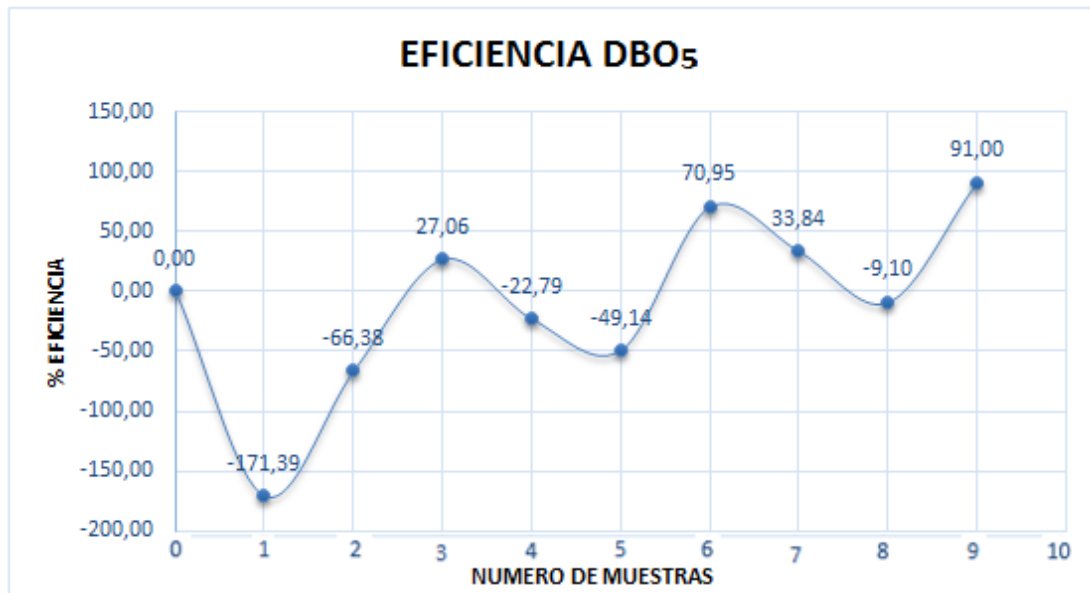


Figura 16. Análisis de eficiencia de DBO₅

Elaborado por: Vladimir Falcón

Como se puede observar el valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), en la primera filtración se obtiene un valor de eficiencia de -171.39% que representa 3092.07 mg/l. Al lapso de los 90 días en la muestra 9 se obtiene un valor máximo de eficiencia de 91% que corresponde a 102.57 mg/l. Por lo tanto, se concluye que podría conducir a una gran incertidumbre en la medición del volumen de muestra y en la representatividad de la misma. En este caso puede ser más conveniente hacer las pruebas necesarias para llevarla a un valor adecuado de DBO₅ y obtener los resultados esperados del filtro de carbón activado.

Tabla No. 20 Análisis de eficiencia de la DQO

MUESTRA	NUMERO DE MUESTRAS	UNIDAD	RESULTADO ANÁLISIS	EFICIENCIA
M0 cruda	0	mg/l	47530	0,00
M1	1	mg/l	6329	86,68
M2	2	mg/l	2917	93,86
M3	3	mg/l	2605	94,52
M4	4	mg/l	3181	93,31
M5	5	mg/l	3069	93,54
M6	6	mg/l	1494	96,86
M7	7	mg/l	1012	97,87
M8	8	mg/l	2511	94,72
M9	9	mg/l	180	99,62

Elaborado por: Vladimir Falcón



Figura 17. Análisis de eficiencia de DQO

Elaborado por: Vladimir Falcón

Como se puede observar en la Demanda Química de Oxígeno el menor valor de eficiencia fue en la primera muestra con un porcentaje de 86,68% que corresponde a 6329 mg/l, por acción de la filtración de las aguas residuales a través del carbón activado. Al lapso de los 90 días en la muestra 9 se logró un máximo de eficiencia correspondiente al 99,62% para un valor de 180 mg/l. A partir de este análisis se menciona que la cantidad de oxígeno permitió oxidar químicamente el material orgánico. Logrando ser eficiente para su uso en la descontaminación de aguas residuales de industria lechera “MONTEVERDE”, previo a el vertido en el alcantarillado público.

Tabla No. 21 Análisis de eficiencia de aceites y grasas

MUESTRA	NUMERO DE MUESTRAS	UNIDAD	RESULTADO ANÁLISIS	EFICIENCIA
M0 <i>cruda</i>	0	mg/l	2,8	0,00
M1	1	mg/l	1,3	53,57
M2	2	mg/l	2,2	21,43
M3	3	mg/l	0,65	76,79
M4	4	mg/l	0,5	82,14
M5	5	mg/l	0,9	67,86
M6	6	mg/l	0,8	71,43
M7	7	mg/l	0,5	82,14
M8	8	mg/l	0,15	94,64
M9	9	mg/l	0,05	98,21

Elaborado por: Vladimir Falcón

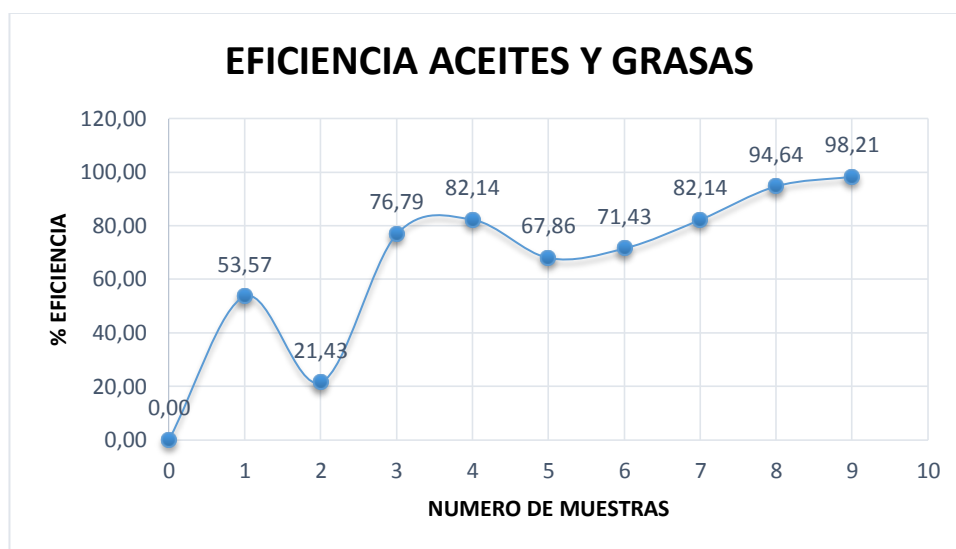


Figura 18. Análisis de eficiencia de aceites y grasas

Elaborado por: Vladimir Falcón

El análisis físico- químico relacionado con aceites y grasas que se puede observar que el menor porcentaje de eficiencia fue en la muestra 2 con un valor de 21.43% que corresponde a 2.2 mg/l, en la muestra 9 se obtiene un máximo de eficiencia de 98.21% que representa el 0.05mg/l. Por lo tanto se puede decir que el filtro elaborado con carbón activado tiene una gran capacidad para remoción de aceites y grasas esto genera un mejor vertido de las aguas residuales al alcantarillado de forma segura.

Tabla No. 22 Nivel de eficiencia por parámetro

Nivel de eficiencia por parámetro:	
PARÁMETRO	EFICIENCIA %
DBO ₅ (mg/l)	-10,66
DQO (mg/l)	94,55
Aceites y grasas (mg/l)	72,02

Fuente: Informe de resultados

Elaborado por: Vladimir Falcón

Se utilizó el promedio de los 9 resultados donde se obtuvo en el caso del DBO₅ la eficiencia registra el -10,66%, esto se puede deber a que ésta prueba mide como máximo el 60% al 70% del total de la materia orgánica biodegradable, es decir, que puede haber un 30% o 40% de materia orgánica degradada pero no medida. Referente al DQO tuvo una eficiencia del 94,55% esto quiere decir que el filtro tuvo una gran capacidad de remoción de materia orgánica lo que lo hace eficiente para su uso en descontaminación de aguas residuales de tipo lácteo.

Con relación a aceites y grasas se tuvo también una alta eficiencia alcanzada del 72,02% lo que quiere decir que éste filtro tiene una gran capacidad para remoción de las mismas.

4.5 Verificación de hipótesis

A través del presente trabajo experimental se ha determinado que el filtro a base de carbón activado ayuda a la reducción de los valores de los parámetros de demanda química de oxígeno y aceites y grasas.

Para el parámetro de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) se deberá encontrar otro material que permita la reducción de dicho parámetro.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se conoció la infraestructura y funcionamiento básico de la industria láctea “Monteverde” ubicada en el Cantón Pillarito, lo que permitió conocer los procesos y nivel de agua residual para la fabricación de quesos logrando la instalación correcta del filtro de carbón activado, se visitó durante 90 días para la toma de muestras y llenado del tanque.
- Se determinó el comportamiento de los caudales utilizados en la industria láctea “Monteverde” con un caudal de 3,00 m³/día que utiliza la empresa para la elaboración de lácteos; el caudal del filtro utilizado en el experimento es de 0,105 lts/min que sirvió para el desarrollo del presente proyecto.
- Se monitorearon los parámetros de biodegradabilidad (DBO₅, DQO), aceites y grasas de las aguas residuales en cual la eficiencia se obtuvo con relación al DBO₅ el -10,66%, debido a que ésta prueba mide como máximo el 60% al 70% del total de la materia orgánica biodegradable, esto quiere decir que puede haber un 30% o 40% de materia orgánica degradada pero no medida; en lo referente al DQO tuvo una eficiencia del 94,55% es decir el filtro tuvo una gran capacidad de remoción de materia orgánica; con relación a aceites y grasas se tuvo una alta eficiencia del 72,02%.
- El filtro tuvo una gran capacidad de remoción de materia orgánica lo que lo hace eficiente para su uso en descontaminación de aguas residuales como proceso primario de tipo lácteo tanto en la DQO como en aceites y grasas para poder cumplir con la norma ecuatoriana de desechos de agua por el alcantarillado.

RECOMENDACIONES

- Evitar que se produzcan pérdidas del producto como es la leche y el queso, y en todo caso, equipar una trampa o malla para atrapar los sólidos y que estos residuos no lleguen directamente al alcantarillado.
- Implementar medidores por separado en la industria y vivienda, para así, poder tener una lectura del volumen exacto de agua utilizada para la elaboración de lácteos.
- Se recomienda monitorear los parámetros de las aguas residuales por lo menos una vez al mes, para ver cumpla con las normativas establecidas y comprobar así la eficiencia y el tiempo de vida del filtro de carbón activado.
- Se recomienda utilizar el filtro a base de carbón activado en la industria láctea “MONTEVERDE” ya que tiene una gran capacidad de descontaminación y remoción de materia orgánica de aguas residuales, que se depositarán en el alcantarillado, mejorando así el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. O. Forero Enrique, “Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46530107>,” *Ciencia, Tecnol. y Futur.*, vol. 3, pp. 97–109, 2015.
- [2] A. Evaluación, D. E. L. A. Remoción, and D. E. L. A. Carga, “tratamiento de agua residuales,” vol. 25, no. 3, pp. 157–167, 2012.
- [3] A.-R. Alexander, “Desarrollo de modelos ecológicos para carbono y nitrógeno en lagunas facultativas secundarias,” *Ing. Investig. y Tecnol.*, vol. 15, no. 3, pp. 437–456, 2014.
- [4] G. R. Aragón-Monter¹, J. Ramírez-Godínez¹, C. Coronel-Olivares¹, C. Lucho-Constantino², “Uso de Carbón Activado Granular (CAG) en un biofiltro para el tratamiento de efluentes acuícolas,” 2015.
- [5] A. Garcés, L. F., & Arango, “Diseño de una celda de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales de la industria láctea,” *Rev. Univ. EAFIT*, vol. 43, no. 147, pp. 56–67, 2014.
- [6] M. Gauss, V. Caceres, and N. Fong, “Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades,” 2016.
- [7] C. María Patricia, R. Nancy, B. Elisabeth, C. Gilberto, M. L. Julio César, and A. Ismenia, “Diversidad microbiológica del lodo anaerobio durante el tratamiento de aguas de producción petroleras venezolanas,” *Ing. Investig. y Tecnol.*, vol. 14, no. 3, pp. 325–334, 2013.
- [8] L. Guillen, B. Millan, and M. Araque, “Caracterización molecular de cepas de Escherichia coli aisladas de productos lácteos artesanales elaborados en Mérida, Venezuela,” *Infectio*, vol. 18, no. 3, pp. 100–108, 2014.
- [9] L. Nancy and V. Guerrero, “MARCO NACIONAL Y NORMATIVA SOBRE RESIDUALES A ZONA COSTERA Descripción del Marco Institucional.”
- [10] T. Romero, P. Santiso, and O. González, “Caracterización de las aguas residuales de la empresa procesadora de alimentos PRODAL , Cuba Characterization of waste water of PRODAL food industry , Cuba,” vol. XXXV, no. 3, pp. 88–100, 2014.
- [11] L. Erijman, “Tratamiento de efluentes en la industria láctea,” 2013.







- [12] L. Asela, E. ; Véliz-Lorenzo, and Y. Ramos-Rodríguez, “Tratamiento con ozono de agua residual con taninos de curtiduría al vegetal,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. 7, no. 3, pp. 53–73, 2016.
- [13] E. V. Denicia, M. L. Ramír, and Z. Castillo, “La industria de la leche y la contaminación del agua,” *Elementos*, vol. 73, pp. 27–31, 2012.
- [14] L. . Villena, “Contaminacion De La Industria Lactea,” *Insacan*, 2014.
- [15] H. M. Hammon *et al.*, “Differences in milk production, glucose metabolism, and carcass composition of 2 Charolais x Holstein F2 families derived from reciprocal paternal and maternal grandsire crosses.,” *J. Dairy Sci.*, vol. 93, no. 7, pp. 3007–18, 2012.
- [16] J. P. Grijalva, “La industria lechera en Ecuador: un modelo de desarrollo,” *La Ind. Leche. en Ecuador un Model. Desarro.*, vol. 1, no. 1, pp. 65–70, 2014.
- [17] R. Vizcarra, R. Lasso, and D. Tapia, “La Leche del Ecuador,” *Cent. La Ind. Láctea Del Ecuador*, p. 183, 2015.
- [18] M. E. González-Sánchez, S. Pérez-Fabiel, A. Wong-Villarreal, R. Bello-Mendoza, and G. Yñez-Ocampo, “Residuos agroindustriales con potencial para la producción de metano mediante la digestión anaerobia,” *Rev. Argent. Microbiol.*, vol. 47, no. 3, pp. 229–235, 2015.
- [19] Ainia, “Mejores Tecnicas para Filtros Disponibles En la industria Lactea,” *Inst. Tecnol. Agroaliment.*, 2012.
- [20] J. Méndez and C. Perugache, “Causalidad y sensibilidad entre precios de los derechos de emisión europeos y los certificados de reducción de emisiones de mecanismos de desarrollo limpio en el mercado europeo de transacción de emisiones,” *Estud. Gerenciales*, vol. 28, no. 124, pp. 141–167, 2012.
- [21] A. C. Cardona Echavarría, A. L. Mora Martínez, and M. Marín Montoya, “Identificación Molecular de Bacterias Productoras de Polihidroxicanoatos en Subproductos de Lácteos y Caña de Azúcar,” *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, vol. 66, no. 2, pp. 7129–7140, 2013.
- [22] I. L. Vera Puerto, M. Rojas Arredondo, W. Chávez Yavara, and B. T. Arriaza Torres, “Evaluación De Materiales Filtrantes Para El Reúso En Agricultura De Aguas Residuales Tratadas Provenientes De Zonas Áridas.,” *Assess. Filter. Mater. Water Reuse Agric. Treat. Wastewater From Arid Areas.*, vol. 26, no. 1, pp. 5–19, 2016.
- [23] M. P. A. Vidales-Olivo, M. Y. Leos-Magallanes, and M. G. Campos-

- Sandoval, “Extracción de grasas y aceites en los efluentes de una Industria,” *Cienc. y Tecnología*, vol. 40, no. 40, pp. 29–34, 2015.
- [24] P. B. Carswell, D. C. Wasmund, and W. C. Anderson, “The application of traditional data quality objectives (DQOs) to the measurement of stack gas unspiciated masstechniques and observations,” *Waste Manag.*, vol. 20, no. 5–6, pp. 385–394, 2016.
- [25] A. F. López Guerrero and I. A. Sánchez Ortiz, “Postratamiento en escala piloto del lixiviado del relleno sanitario Antanas (Pasto-Nariño) por filtración-adsorción con arena, antracita y carbón activado,” *Rev. Ing.*, no. 43, p. 10, 2015.
- [26] A. A- and M. De Contaminación, “ANEXO 1 Límites permisibles para descargas líquidas, Anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica,” pp. 1–5, 2015.
- [27] M. I. Orjuela Gutierrez and J. M. Lizarazo Becerra, “Sistemas De Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales En Colombia,” p. 82, 2013.
- [28] M. De Fomento, “Taller Il d de C Capacitación ó Sistema de Aguas Residuales para el Sector Lácteo Taller de Capacitación Si t Sistema de d A Aguas Residuales R id l para el l S Sector t Lá Lácteo t Impartido por el Centro de Producción más Limpia de Nicaragua,” 2017.
- [29] N. Algeciras *et al.*, “Desarrollo de un sistema de biofiltración con bacterias proteolíticas y amilolíticas inmovilizadas utilizando subproductos del beneficio de café,” *Rev. la Soc. Química México*, vol. 46, no. 3, pp. 271–276, 2012.
- [30] J. L. Rojas-Morales, E. C. Gutiérrez-González, and G. de J. Colina-Andrade, “Obtención y caracterización de carbón activado obtenido de lodos de plantas de tratamiento de agua residual de una industria avícola,” *Ing. Investig. y Tecnol.*, vol. 17, no. 4, pp. 453–462, 2016.
- [31] J. G. Carriazo, M. J. Saavedra, and M. F. Molina, “Propiedades adsortivas de un carbón activado y determinación de la ecuación de Langmuir empleando materiales de bajo costo,” *Educ. Química*, vol. 21, no. 3, pp. 224–229, 2012.
- [32] G. I. Giraldo Gómez and M. Díaz Ramos, “Pre-tratamiento de aguas residuales de la industria láctea con una lipasa inmovilizada,” *Prod. más Limpia*, vol. 8, no. 2, pp. 51–59, 2014.

ANEXOS

Anexo 1. Informe análisis físico – químico agua cruda

Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	-----	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Vladimir Falcón	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Rocafuerte y Tomás Sevilla	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:		NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	099 6961 449	LACQUA 17-118158
e - mail:	vlady_ibt@hotmail.com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 51	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

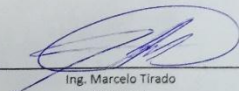

TIPO DE MUESTRA: Agua residual: Industria de Lacteos
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 25 de mayo al 05 de junio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 05 de junio de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 24 de mayo de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBOS**	mg/l	1139,35	PRO TEC 066 / HACH 8043	-----
DQO	mg/l	47530	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Aceites y Grasas	mg/l	2,8	PRO TEC 053 / EPA1664 A	± 18,02 %

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

 Ing. Marcelo Tirado ANALISTA		 Dr. Harold Jiménez DIRECTOR TECNICO
---	---	---

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono: Móvil: 099 594 449

Elaborado por: Vladimir Falcón

Anexo 2. Informe análisis físico – químico días 10

Lacquanalisis S.A.
soluciones ambientales

*Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	-----	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Vladimir Falcón	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Rocafuerte y Tomás Sevilla	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:		NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	099 6961 449	LACQUA 1 7 1 1 8 7 6
e - mail:	vlady_ibt@hotmail-com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	51	TEM. AMBIENTE(°C):	20
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Industria de Lacteos
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 05 al 14 de junio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 14 de junio de 2017

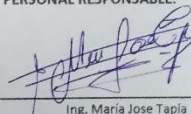
FECHA TOMA DE MUESTRA: 05 de junio de 2017

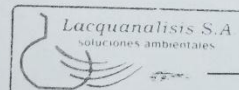
INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBOS**	mg/l	3092,07	PRO TEC 066 / HACH 8043	-----
DQO	mg/l	6329	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Aceites y Grasas	mg/l	1,30	PRO TEC 053 / EPA1664 A	± 18,02 %

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. María Jose Tapia
ANALISTA



 Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09 99 6961 449

Elaborado por: Vladimir Falcón

Anexo 3. Informe análisis físico – químico días 20



Colaboramos con la salud y el bienestar
Respetamos la confidencialidad y privacidad
Pensamos en el futuro de nuestros hijos
Comprometidos con la protección del medio ambiente
Desarrollamos trabajo con espíritu
Análisis de agua confiables

*Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Vladimir Falcón	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Rocafuerte y Tomás Sevilla	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:		NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	099 6961 449	LACQUA 1 7 1 8 9 2
e - mail:	vlady_jbt@hotmail-com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 51	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------


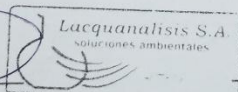

TIPO DE MUESTRA: RESPONSABLE MUESTREO: TIPO DE TOMA DE MUESTRA: FECHA DE ANALISIS: FECHA EMISION DE INFORME:	Agua residual filtrada - Industria de Lacteos Cliente Puntual Desde el 16 al 27 de junio de 2017 27 de junio de 2017	FECHA TOMA DE MUESTRA: 15 de junio de 2017
--	--	--

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS


PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5**	mg/l	1895,6	PRO TEC 066 / HACH 8043	-----
DQO	mg/l	2917	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Aceites y Grasas	mg/l	2,2	PRO TEC 053 / EPA1664 A	± 18,02 %

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

 Ing. Marcelo Tirado ANALISTA		 Dr. Harold Jiménez DIRECTOR TECNICO
---	---	---

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio


 Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202. Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo

Elaborado por: Vladimir Falcón

Anexo 4. Informe análisis físico – químico días 30

Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

Colaboramos con la legislación ambiental
Cumplimos con la legislación ambiental
Reservamos confidencialidad y respeto
Participamos en el futuro de nuestras plantas
Contribuimos a la protección del medio ambiente
Desarrollamos el futuro en equipo
Análisis de agua confiables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Vladimir Falcón	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Rocafuerte y Tomás Sevilla	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:		NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	099 6961 449	LACQUA 17-11909
e - mail:	vlady_jbt@hotmail-com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	TEM. AMBIENTE(°C):
	52	20

TIPO DE MUESTRA: Agua residual filtrada - Industria de Lacteos
RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
FECHA DE ANALISIS: Desde el 26 de junio al 05 de julio de 2017
FECHA EMISION DE INFORME: 05 de julio de 2017

FECHA TOMA DE MUESTRA: 26 de junio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	831,0	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	2605	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Aceites y Grasas*	mg/l	0,65	PRO TEC 053 / EPA1664 A	± 18,02 %

Parámetro acreditado
* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
ANALISTA


Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio


Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono Móvil: 09-5363620 info@lacquanalisis.com

Elaborado por: Vladimir Falcón


Anexo 5. Informe análisis físico – químico días 40




Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales




Cumplimos y colaboramos con la legislación vigente




Respetamos la confidencialidad y el respeto




Pensamos en el futuro de nuestros hijos



Contribuimos a la protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua potable

*Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 11-010	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
	CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
	REPRESENTANTE:	Sr. Vladimir Falcón	Código: REG TEC 018
	DIRECCION:	Rocafuerte y Tomás Sevilla	Fecha formato: 20/03/2017
	TELEFONO:		NÚMERO DE INFORME:
	CELULAR:	099 6961 449	LACQUA 1 7- 1 9 2 7
e - mail:	vlady_ibt@hotmail-com		

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 50	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

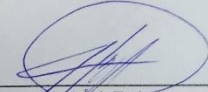
TIPO DE MUESTRA: Agua residual filtrada - Industria de Lacteos
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente FECHA TOMA DE MUESTRA: 05 de julio de 2017
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 05 al 14 de julio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 14 de julio de 2017

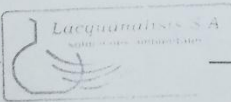
INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5*	mg/l	1399	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	3181	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Aceites y Grasas*	mg/l	0,5	PRO TEC 053 / EPA1664 A	± 18,02 %

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Mg. Marcelo Tirado
ANALISTA






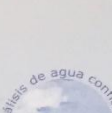

 Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Elaborado por: Vladimir Falcón

Anexo 6. Informe análisis físico – químico días 50

Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

*Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Vladimir Falcón	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Rocafuerte y Tomás Sevilla	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:		NUMERO DE INFORME:
CELULAR:	099 6961 449	LACQUA 1 7 - 1 9 4 3
e - mail:	vlady_jbt@hotmail-com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 45	TEM. AMBIENTE(°C): 19
-------------------------	-----------------	-----------------------


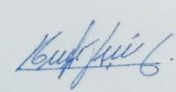
TIPO DE MUESTRA: Agua residual filtrada - Industria de Lacteos
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 14 al 25 de julio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 25 de julio de 2017

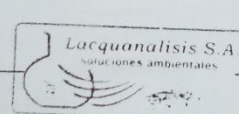
INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBOS	mg/l	1699,17	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	3069	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Aceites y Grasas*	mg/l	0,90	PRO TEC 053 / EPA1664 A	± 18,02 %

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:



 Ing. María Jose Tapia ANALISTA	 Dr. Harold Jiménez DIRECTOR TECNICO
---	---



NOTA:
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Elaborado por: Vladimir Falcón

Anexo 7. Informe análisis físico – químico días 60

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
 www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Vladimir Falcón	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Rocafuerte y Tomás Sevilla	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:		NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	099 6961 449	LACQUA 17-11966
e - mail:	vlady_ibt@hotmail-com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 51	TEM. AMBIENTE(°C): 19
-------------------------	-----------------	-----------------------

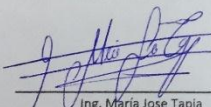
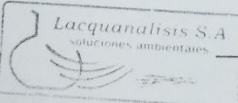

TIPO DE MUESTRA:	Agua residual filtrada - Industria de Lacteos	FECHA TOMA DE MUESTRA: 25 de julio de 2017
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANALISIS:	Desde el 25 de julio al 03 de agosto de 2017	
FECHA EMISION DE INFORME:	03 de agosto de 2017	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	331,03	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	1494	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Aceites y Grasas*	mg/l	0,80	PRO TEC 053 / EPA1664 A	± 18,02 %

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A


PERSONAL RESPONSABLE:

 Ing. María Jose Tapia ANALISTA	 Dr. Harold Jiménez DIRECTOR TECNICO	
---	--	--


NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Elaborado por: Vladimir Falcón


Anexo 8. Informe análisis físico – químico días 70




Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales




Colaboramos con la inspección




Respetamos la confidencialidad y el secreto




Pensamos en el futuro de nuestros hijos



Contribuimos a la protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua con fines

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio con fines"

www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 11-010	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
	CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
	REPRESENTANTE:	Sr. Vladimir Falcón	Código: REG TEC 018
	DIRECCION:	Rocafuerte y Tomás Sevilla	Fecha formato: 20/03/2017
	TELEFONO:		NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	099 6961 449	LACQUA	1 7 1 9 8 6
e - mail:	vlady_ibt@hotmail.com		

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 50	TEM. AMBIENTE(°C): 19
--------------------------------	------------------------	------------------------------

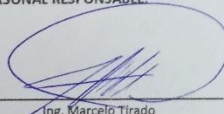
TIPO DE MUESTRA: Agua residual filtrada - Industria de Lacteos
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 04 al 15 de agosto de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 15 de agosto de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 04 de agosto de 2017

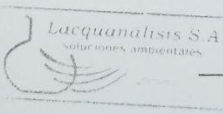
INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

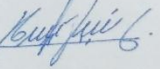
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5*	mg/l	1243,03	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	2511	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
Aceites y Grasas*	mg/l	0,15	PRO TEC 053 / EPA1664 A	± 19,58 %

* Parámetro acreditado ** Parámetro No acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. Marcelo Tirado
ANALISTA




 Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Elaborado por: Vladimir Falcón

Anexo 9. Informe análisis físico – químico días 80

Lacquanálisis S.A.
SOLUCIONES AMBIENTALES

*Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Vladimir Falcón	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Rocafuerte y Tomás Sevilla	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:		NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	099 6961 449	LACQUA 1 7- 2 0 2
e - mail:	vlady_ibt@hotmail-com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 43	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

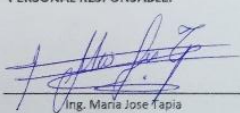
TIPO DE MUESTRA: Agua residual filtrada - Industria de Lacteos
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 15 al 24 de agosto de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 24 de agosto de 2017

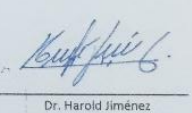
INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	753,77	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	1012	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
Ácidos y Grasas*	mg/l	0,50	PRO TEC 053 / EPA1664 A	± 19,58 %

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. María José Tapia
ANALISTA



 Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 info@lacquanalisis.com

Elaborado por: Vladimir Falcón

Anexo 10. Informe análisis físico – químico días 90



Compartimos con la legislación exigente
Reservamos confidencialidad y respeto
Preocupamos en el futuro de nuestros hijos
Contribuimos a la protección del medio ambiente
Desarrollamos trabajo en equipo
Análisis de agua confiables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Vladimir Falcón	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Rocafuerte y Tomás Sevilla	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:		NUMERO DE INFORME:
CELULAR:	099 6961 449	LACQUA 1 7 2 0 2 8
e - mail:	vlady_ibt@hotmail-com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 48	TEM. AMBIENTE(°C): 21
-------------------------	-----------------	-----------------------

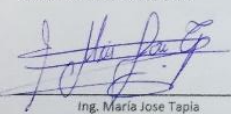


TIPO DE MUESTRA:	Agua residual filtrada - Industria de Lácteos	FECHA TOMA DE MUESTRA: 25 de agosto de 2017
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANALISIS:	Desde el 25 de agosto al 05 de septiembre de 2017	
FECHA EMISION DE INFORME:	05 de septiembre de 2017	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	102,57	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	180	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
Aceites y Grasas*	mg/l	0,05	PRO TEC 053 / EPA1664 A	± 19,58 %

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

 Ing. María Jose Tapia ANALISTA		 Dr. Harold Jiménez DIRECTOR TECNICO
---	---	---

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Elaborado por: Vladimir Falcón

