



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Facultad De Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas

Carrera Ingeniería Industrial

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
EN LA INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC”.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

AUTORES:

Iza Santo Alex Adrian.

Toapanta Moposita Alex Dario.

TUTOR:

Ing. MSc. Lilia Cervantes Rodríguez.

Latacunga – Ecuador

Julio – 2019



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **IZA SANTO ALEX ADRIAN** y **TOAPANTA MOPOSITA ALEX DARIO** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC**”, siendo la Ingeniera **MSc. LILIA CERVANTES RODRÍGUEZ** tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la **Universidad Técnica de Cotopaxi** y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Iza Santo Alex Adrian
C.I. 050379985-0

Toapanta Moposita Alex Dario
C.I. 180461110-9



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el título:

“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC”, de IZA SANTO ALEX ADRIAN y TOAPANTA MOPOSITA ALEX DARIO, de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, julio del 2019.

.....
Ing. MSc. Lilia Cervantes Rodríguez
TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, los postulantes: **IZA SANTO ALEX ADRIAN** y **TOAPANTA MOPOSITA ALEX DARIO** con el título de Proyecto de titulación: **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, julio del 2019.

Para constancia firman:

Lector 1

PhD. Medardo Ángel Ulloa Enrique.
CC: 100097032-5

Lector 2

Ing. MSc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín.
CC: 171752625-3

Lector 3

Ing. MSc. Tania Karina Berrezueta Espín.
CC: 050293516-6



ASOCIACIÓN AGROECOLÓGICO PASTOCALLE

Democracia Paz y Soberanía empiezan por la Comida

AVAL INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC

Latacunga, 09 de Octubre del 2018

Sr.

José Pila

GERENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC

Presente:

Notificamos que la Industria Láctea **PASTOLAC**. Pastocalle, apoya a la realización del proyecto de investigación **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC EN EL SECTOR DE PASTOCALLE CIUDAD DE LATACUNGA”** llevado a cabo por los señores **IZA SANTO ALEX ADRIAN** y **TOAPANTA MOPOSITA ALEX DARIO** estudiantes de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la Universidad Técnica de Cotopaxi en los meses comprendidos desde Octubre 2018 hasta Agosto 2019.

Declaramos conocer y aceptar los términos y condiciones previstas para la ejecución del Proyecto, estando conformes con todas aquellas actividades que se prevean realizar con nuestro apoyo.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle las consideraciones de mi estima personal.

Atentamente:

Sr. José Pila

GERENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC



AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a Dios por la vida, mis padres y hermanos por ser mi fortaleza a lo largo de toda mi formación académica apoyándome y motivándome día a día.

Gracias a la Ing. M.Sc. Lilia Cervantes Rodríguez tutora de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia y su rectitud como docente durante el proceso de titulación.

Finalmente, un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Alex A. Iza S.

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento principalmente a Dios, por darme siempre aliento de vida, guiándome siempre en cada paso y brindándome la fortaleza para alcanzar mis metas.

Un sincero agradecimiento a mis padres y hermanos que me brindaron todo su apoyo incondicional; y me motivaron siempre para alcanzar este anhelado sueño.

*De una manera muy especial a la persona que apoyo significativamente con todos sus conocimientos que me permitieron la culminación de este proyecto: **Ing. M.Sc. Lilia Cervantes Rodríguez.***

Alex D. Toapanta M.

DEDICATORIA

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

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

A mi novia, por estar siempre presente, acompañándome y motivándome a lo largo de esta etapa estrechándome su mano en momentos difíciles y por su amor brindado.

A mis compañeros que me han apoyado y me han impulsado a salir adelante y convertirme en un gran profesional.

Alex A. Iza S.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a mi Dios que supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A toda mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han brindado en todo momento su apoyo para poder hacer realidad mis anhelos de triunfar, siendo siempre los más grandes impulsos en mi formación profesional.

Gracias también a mis queridos compañeros que me apoyaron y me permitieron formar parte de ellos durante todo el transcurso de estudio.

Alex D. Toapanta M.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC”.

Autores: Iza Santo Alex Adrian.

Toapanta Moposita Alex Dario.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realiza por la necesidad de dar solución a uno de los principales problemas de los productores de derivados de leche, el efecto contaminante de sus efluentes es resultado de la impurificación del agua debido a fugas y derrames de materias primas, en las limpiezas de los equipos de proceso (tanques, pasteurizadores, tinas de cuajo, etc.), en el lavado de superficies (suelos y paredes) y en el vertido de las salmueras agotadas la misma que posee una concentración de sal superior al 5 % (NaCl) disuelta. Las aguas residuales generadas en la industria láctea presentan una contaminación principalmente de carácter orgánico DQO (Demanda Química de Oxígeno) y DBO (Demanda Biológica de Oxígeno), con una elevada concentración de grasas, nitrógeno y fósforo. Aunque la DBO media puede estar en torno a 3.000-4.000 mg O₂/L, los vertidos muestran una elevada variabilidad, tanto en caudal como en composición. Ésta depende fundamentalmente del proceso que genera las aguas residuales y del producto que se prepara. Así, el suero que se genera en la elaboración de quesos tiene una DBO del orden de 40.000-50.000 mg O₂/L miligramos de oxígeno diatómico por litro). La Industria láctea PASTOLAC, en la actualidad ha encontrado como vías de desfogue la utilización del alcantarillado para eliminar las aguas residuales que se producen durante la manipulación de la materia prima hasta convertirlo en producto, finalizando así en ríos aledaños al sector o mediante canales de regadío que pasa junto a esta industria causando problemas a los usuarios debido a los malos olores que afectan su salud, lo que se pretende lograr con este estudio es dar una alternativa para solucionar los problemas anteriormente mencionados mediante la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto ambiental.

Palabras claves: sistema de tratamiento, aguas residuales, desfogue, impacto ambiental.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

SCHOOL OF SCIENCES AND APPLIED ENGINEERING

TITLE: “PROPOSAL OF A WASTE WATER TREATMENT SYSTEM AT THE PASTOLAC DAIRY INDUSTRY”.

Authors: Iza Santo Alex Adrian.

Toapanta Moposita Alex Dario.

ABSTRACT

This research aimed to give a solution to one of the main problems of the milk producers, the pollutant effect of its effluents is the result of the water pollution due to the spill of raw material, in the cleaning of the process equipment (tanks, pasteurizers, rennet tubs, etc.), in the washing of surfaces (floors and walls) and in the discharge of exhausted brines, the same that have a salt concentration superior to 5% (NaCl) dissolved. The sewage water which was generated in the dairy industry present pollution mainly of organic character COD (Chemical Oxygen Demand) and BOD (Biological Oxygen Demand), with an elevated concentration of fats, nitrogen and phosphorus. Although the average BOD might be around 3,000-4,000 mg O₂ / L, the spills show an elevated variability; both in the flow as in the composition. It depends fundamentally on the process that the sewage water generates and in the product that is prepared. Thus, the generated serum during the cheeses elaboration has a BOD of the order of 40,000-50,000 mg O₂ / L milligrams of diatomic oxygen per liter Currently, the Pastolac dairy industry has found as routes of vent the use of the sewerage to eliminate the sewage water that is produced during the manipulation of raw material until turning it into the final product, the same that ends in rivers adjacent to the sector or through irrigation channels that pass beside to this industry producing problem to the users, it due to the bad smells that affect the health, what is intended to achieve with this research project is to give an alternative to give a solution to the previously mentioned problems through the implementation of a sewage water treatment system to reduce the environmental impact.

Key words: treatment system, waste water, vent, environmental impact.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados **IZA SANTO ALEX ADRIAN** y **TOAPANTA MOPOSITA ALEX DARIO** de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**, cuyo título versa “**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 22 de Julio del 2019.

Atentamente,

Lic. Mayra Noroña Heredia Mg.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0501955470



INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE LA AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL INDUSTRIA LÁCTEA PASTOLAC.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xii
INDICE GENERAL.....	xiii
INDICE DE TABLAS.....	xviii
INDICE DE GRÁFICOS.....	xx
1 INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	5
3.1 Beneficiarios Directos.....	5
3.2 Beneficiarios Indirectos.....	5
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
4.1 Planteamiento del Problema.....	7
4.2 Árbol de Problema.....	8
5. OBJETIVOS:.....	8
5.1 Objetivo General.....	8
5.2 Objetivos Específico.....	8

6	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	9
7	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	11
7.1	Antecedentes Investigativos	11
7.2	Marco Teórico	13
7.2.1	Agua.....	13
7.2.2	Calidad de Agua.	13
7.2.3	Agua Residuales.	14
7.2.4	Tratamiento de Aguas Residuales.	15
7.2.5	Tipos de Tratamiento de Aguas Residuales.....	15
7.2.6	Zeolita.	18
7.2.7	Caudal.	19
7.2.8	Industria Láctea.	19
7.2.9	Aguas residuales de la Industria Láctea.....	20
7.2.10	Características físicas del agua residual de la industria láctea.....	21
7.2.11	Consumo de agua en la Industria Láctea.	23
7.2.12	Descargas Líquidas de las Industrias Lácteas.....	24
7.2.13	Procesos generadores de efluentes líquidos en la industria láctea.....	24
7.2.14	Leche.....	25
7.2.15	Suero de Leche.	25
7.2.16	Composición de la leche y del lactosuero.....	26
7.2.17	pH.	27
7.2.18	DBO.....	28
7.2.19	DQO.....	29
7.2.20	Sólidos totales.....	29
7.2.21	Grasas y Aceites.	29
7.2.22	Yogur.	29

7.2.23	Queso.....	30
7.2.24	Diseño del sistema de tratamiento de agua residual.....	31
7.2.25	Normativa Ambiental.....	35
7.2.26	Impacto Ambiental de la Industria Láctea.....	36
8	PREGUNTAS CIENTÍFICAS.....	37
9	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	37
9.2	Tipos de Investigación.....	37
9.2.1	Investigación Descriptiva.....	37
9.2.2	Investigación Explicativa.....	37
9.2.3	Investigación Exploratoria.....	37
9.3	Técnicas de Investigación.....	38
9.3.1	Técnica de Observación.....	38
9.3.2	Técnica Documental.....	38
9.3.3	Técnica de Muestreo.....	38
9.4	Métodos de investigación.....	39
9.4.1	Método de Análisis y Síntesis.....	39
9.4.2	Método Inductivo – Deductivo.....	39
9.4.3	Método de Observación.....	39
9.4.4	Métodos y procedimientos para la propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales.....	40
9.4.5	Método experimental de las sustancias contaminantes en las aguas residuales.....	40
10	DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS).....	44
10.2	Diagnóstico de la situación actual de las descargas de efluentes en la industria láctea PASTOLAC.....	44
10.2.1	Ficha Técnica.....	44
10.2.2	Identificación de procesos.....	45
10.2.3	Puntos de descarga de las aguas residuales.....	46

10.2.4	Cálculos de caudal de entrada y salida	47
10.2.5	Cantidades utilizadas por cada 100 litros de leche diaria.....	47
10.3	Determinar las características físicos-químicos de los efluentes en la industria láctea para la determinación del grado de contaminación.	48
10.3.1	Comparación de los resultados experimentales con la normativa ambiental vigente en el Ecuador.....	48
10.3.2	Interpretación de resultados del análisis físico-químico de los efluentes.....	48
10.4	Propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales que ayude a la minimización de los contaminantes en la industria láctea PASTOLAC.....	51
10.4.1	Cálculos para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales acorde al estudio realizado de los contaminantes de la industria láctea PASTOLAC.....	51
10.4.2	Realización de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la industria láctea PASTOLAC.	55
10.4.3	Determinación de los costos del tratamiento.....	56
11	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):	57
11.1	Impacto Técnico.....	57
11.2	Impacto Social.....	58
11.3	Impacto Ambiental.....	58
12	PRESUPUESTO.....	59
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
13.1	Conclusiones.....	63
13.2	Recomendaciones.....	64
14	BIBLIOGRAFÍA	65
15	ANEXOS	68
15.1	Anexo 1. Diagnóstico de la situación actual de la industria láctea PASTOLAC.....	68
15.2	Anexo 2. Recolección de las muestras en la industria láctea PASTOLAC.....	70
15.3	Anexo 3. Certificado de Servicio de Acreditación Ecuatoriano – SAE al Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana.....	72

15.4	Anexo 4. Informe de los resultados del Laboratorio muestra 1 y 2.....	73
15.5	Anexo 5. Cálculo del caudal de salida de la industria láctea PASTOLAC.	76
15.6	Anexo 6. Cantidades de las sustancias utilizadas para la fabricación del queso semanal, mensual y anual.	76
15.7	Anexo 7. Metodología para el cálculo del diseño de un sistema de tratamiento de agua residual.	77
15.8	Anexo 8. Planos del Sistema de Tratamiento de Efluentes.	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos del proyecto.	5
Tabla 2. Beneficiarios Indirectos del proyecto.	5
Tabla 3. Actividades planteadas en función de los objetivos específicos	9
Tabla 4. Límites máximos permisibles de descarga a cuerpos de agua dulce.	21
Tabla 5. Composición de los sueros de leche dulce y ácido.	26
Tabla 6. Factor de correlación para el cálculo del caudal.	32
Tabla 7. Información típica para el diseño de tanques de sedimentación primaria.	32
Tabla 8. Valores recomendados de la carga superficial.	33
Tabla 9. Valores de las constantes empíricas a y b.	34
Tabla 10. Materiales para la toma de muestra de las aguas residuales.	41
Tabla 11. Equipos utilizados en la Investigación.	41
Tabla 12. Métodos experimentales de las aguas residuales.	42
Tabla 13: Datos Generales.	44
Tabla 14. Punto de descarga del efluente.	46
Tabla 15. Caudal de salida.	47
Tabla 16. Productos para la elaboración de queso diaria.	48
Tabla 17. Comparación de la normativa vigente con los resultados experimentales.	48
Tabla 18. Requerimientos para el diseño de una trampa de grasa.	52
Tabla 19. Cálculos del volumen para la trampa de grasa.	52
Tabla 20. Cálculos de dimensiones para la trampa de grasa.	53
Tabla 21. Resumen del dimensionamiento del sedimentador de partículas discretas.	54
Tabla 22. Resumen del dimensionamiento del purificador con zeolita.	54
Tabla 23. Propuesta del presupuesto para la construcción del sistema de tratamiento de agua residual.	56
Tabla 24. Resumen de la propuesta del presupuesto para la construcción del sistema de tratamiento.	57
Tabla 25. Presupuesto del Proyecto.	59
Tabla 26. Costos directos del proyecto.	61
Tabla 27. Costos indirectos del proyecto.	61
Tabla 27. Productos para la elaboración de queso semanal.	76
Tabla 28. Productos para la elaboración de queso mensual.	76
Tabla 29. Productos para la elaboración de queso anual.	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del proceso de electrocoagulación.....	17
Figura 2 .Cantidad de iones hidrógeno (H+) e hidroxilo (OH-).....	28
Figura 3 Medidor de acidez, neutralidad o alcalinidad de elementos químicos, sustancias y alimentos.....	28
Figura 4. Método de objeto flotante.	31
Figura 5 Valoración de los impactos ambientales generados en la producción de lácteos.	36
Figura 6 Elaboración de queso	45
Figura 7: Manejo de efluentes	46
Figura 8. Ubicación del punto de descarga.....	47
Figura 9. Esquema del sistema de Tratamiento de agua residual.....	55
Figura 10. Sistema de tratamiento de aguas residuales para la Industria láctea PASTOLAC.	55
Figura 9. Elaboración del queso en la industria láctea.	68
Figura 10. Acumulación del suero de la leche.....	68
Figura 11. Efluentes que son vertidos libremente al desagüe.....	69
Figura 12. Efluentes descargados a la caja de revisión.	69
Figura 13. Recipientes de polietileno para muestras 1 y 2.	70
Figura 14. Toma de la muestra 1.	70
Figura 15. Toma de la muestra 2.	71
Figura 16. Identificación y etiquetado de las muestras.	71
Figura 17. Conservación de las muestras en un cooler.....	71

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Relación del resultado del DBO con la normativa vigente.	49
Gráfico 2. Relación del resultado del DQO con la normativa vigente.	50
Gráfico 3. Relación del resultado del Sodio con la normativa vigente.	50
Gráfico 4. Relación del resultado de Coliformes Totales con la normativa vigente.	51
Gráfico 5. Volumen y caudal de la trampa de grasa con la que se trabajará.	52

1 INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Título del Proyecto

Propuesta de un Sistema de Tratamiento de aguas residuales en la Industria Láctea PASTOLAC en el sector de Pastocalle ciudad de Latacunga.

1.2. Fecha de inicio

9 de Octubre del 2018

1.3. Fecha de finalización

12 de Julio del 2019

1.4. Lugar de ejecución

Barrio Pucara – Parroquia San Juan Pastocalle- Cantón Latacunga – Provincia Cotopaxi - Zona 3 Industria Láctea PASTOLAC.

1.5. Facultad que auspicia

Facultad de CIYA (Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas)

1.6. Carrera que auspicia

Ingeniería Industrial

1.7. Proyecto de investigación vinculado

Ninguno

1.8. Equipo de Trabajo

Tutora: Ing. MSc. Lilia Cervantes Rodríguez

Investigadores: Alex Adrian Iza Santo – Alex Dario Toapanta Moposita

1.9. Área de Conocimiento

Ingeniería, Industria y Construcción.

1.10. Línea de investigación

Lineamientos

Relación con los objetivos del plan nacional de desarrollo de ecuador 2013 – 2021

Objetivo 7.- Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global. (SENPLADES, 2013).

Subobjetivo 7.8.- Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental en los procesos de extracción, producción, consumo y por consumó.

a. Fomentar el uso de tecnologías limpias y la incorporación de enfoques de economía circular en las actividades de extracción, producción, consumo, y por consumó, a fin de reducir la contaminación ambiental.

g. Controlar y regular de manera integral el uso y la importación de sustancias químicas peligrosas, especialmente mercurio, cianuro, asbesto y contaminantes orgánicos persistentes, como medida para reducir la contaminación ambiental y proteger la salud de las personas.

m. Reforzar e incentivar el tratamiento de aguas residuales de uso doméstico, industrial, minero y agrícola, a fin de disminuir la contaminación en los sitios de descarga y de cumplir con las normas, regulaciones y estándares de calidad ambiental.

1.11. Líneas de investigación de la UTC

Línea

a) Procesos Industriales

Las investigaciones que se desarrollen en esta línea estarán enfocadas a promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo y la transformación de materias primas en productos de alto valor añadido, fomentando la producción industrial más limpia y el diseño de nuevos sistemas de producción industrial. Así como diseñar sistemas de control para la producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico del país y al cambio de la matriz productiva de la zona. (UTC, 2019).

Línea

b) Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

Esta línea de investigación abarca tres grandes ejes para su accionar investigativo, que están en correspondencia con los objetivos nacionales e internacionales de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en esta área. Se integran todas aquellas investigaciones que busquen promover el aprovechamiento de las energías alternativas y renovables, fomentar y promocionar el uso eficiente de la energía (Eficiencia Energética) en los diferentes sectores (Industrial, Residencial, Público, Transporte y Agrícola), y reducir el impacto medioambiental derivado de la utilización de los recursos energéticos. (UTC, 2019).

1.12. Sublínea de investigación de la Carrera

Sistema Integrado de Gestión de la Calidad.

Grupo temático de la sublínea

Gestión De Producciones Limpias.

2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el transcurso del tiempo, el hombre ha utilizado el agua en todas sus actividades cotidianas, incluyendo también las actividades realizadas en la industria, es por esta razón que el sector industrial se ha convertido en uno de los actores principales para contribuir a la disminución del impacto ambiental mediante la preservación y protección de los cuerpos hídricos. Dentro del sector industrial se encuentra la producción de lácteos por consiguiente, la industria láctea tiene el deber de contribuir con la conservación del agua mediante la reducción de la carga contaminante de sus vertidos.

La industria láctea genera cantidades significativas de residuos líquidos, mayormente leche diluida, leche separada, crema y suero, incluyendo grasas, aceites, sólidos suspendidos y nitrógeno. La descarga de éstos sin tratamiento previo se convierte en un foco contaminante. Los lavados contienen residuos alcalinos y ácidos utilizados para remover la leche y los productos lácteos.

El sistema de tratamiento de las aguas residuales para una planta de lácteos representa entonces el medio para aminorar la contaminación causada por la producción de leche pasteurizada y sus derivados lácteos, lo que conlleva a que la descarga de efluentes sea responsable con el ambiente. Además, un sistema de tratamiento de aguas residuales le permitirá a la industria cumplir con los requisitos estipulados en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso agua.

La industria láctea PASTOLAC no posee un sistema de tratamiento actual para los vertidos procedentes de la ejecución de sus actividades productivas, es por esta razón que en virtud de cumplir con la normativa vigente para la descarga de efluentes de origen industrial se justifica la creación de un sistema de tratamiento para sus aguas residuales.

Las empresas que procesan leche producen una gran cantidad de aguas residuales, generalmente se usa de 1 a 2 litros de agua por litro de leche procesada. La mayor cantidad de

dichas aguas 4 procede principalmente de la limpieza de aparatos, equipos y salas de tratamiento, por lo que poseen en su constitución varios restos de productos lácteos y productos químicos (ácidos, detergentes, desinfectantes, etc.), sin embargo, también se descargan aguas de refrigeración que al no ser recuperadas adecuadamente, logran ser hasta 2 o 3 veces la cantidad de leche procesada. La naturaleza de sus vertidos es orgánica y constituyen una fuente de contaminantes que afecta el aspecto del agua, así como pueden interferir en la flora y fauna acuáticas.

Las aguas residuales provenientes del proceso de una industria láctea generalmente contienen suero lácteo que es un subproducto obtenido durante el proceso de fabricación del queso, este posee un valor altamente nutritivo, pues es una fuente de proteínas, minerales y vitaminas. La presencia del suero altera los parámetros normales que debe poseer el agua al ser descargada al sistema de alcantarillado. Por lo tanto, la industria láctea PASTOLAC requiere de forma indispensable un sistema de tratamiento de aguas residuales, las cuales proceden de sus líneas de producción para así cumplir con las estipulaciones dispuestas por la autoridad ambiental. Cabe recalcar que según norma de calidad ambiental y descarga de efluentes, se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin previo tratamiento, reforzando así el criterio antes mencionado.

Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales. - La Autoridad Ambiental Competente en coordinación con la Agencia de Regulación y Control del Agua, verificará el cumplimiento de las normas técnicas en las descargas provenientes de los sistemas de tratamiento implementados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados. La gestión y el mantenimiento de sistemas de tratamiento de agua deberán ser monitoreados y evaluados por medio de los mecanismos de control y seguimiento establecidos en este Libro. Por ello es importante el reconocimiento de los métodos a emplear para el tratamiento de ésta, a fin de que pueda ser renovada o reutilizada para que la contaminación disminuya, las aguas residuales conforman esos desechos líquidos a tratar para su vertido o reutilización, que se originan bien sea por procesos industriales o usos domésticos. Se hace necesario un tratamiento previo para que puedan ser desechadas o introducidas nuevamente a la red de abastecimiento. (ACUERDO N° 061, 2015).

3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Beneficiarios Directos

El gerente general y los trabajadores de esta industria láctea PASTOLAC.

Tabla 1. Beneficiarios directos del proyecto.

	Mujeres	Hombres	Total
Beneficiarios Directos	3	5	8

Elaborado por: Autores.

3.2 Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos del proyecto son todos los habitantes del sector de Pastocalle.

Tabla 2. Beneficiarios Indirectos del proyecto.

	Mujeres	Hombres	Total. hab
Beneficiarios Indirectos	5.199	4.734	9.933

Fuente: INEC (2010).

Elaborado por: Autores.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El sector lácteo es uno de los sectores de la industria agro-alimentaria más complejos y también uno de los sectores industriales que genera mayor volumen de negocio.

En el Informe Mundial sobre Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017 se demuestra que una mejor gestión de las aguas residuales implica no solo la reducción de la contaminación en las fuentes, sino también la eliminación de contaminantes de los flujos de aguas residuales, la reutilización de las aguas regeneradas y la recuperación de los subproductos útiles. Conjuntamente, estas cuatro acciones generan beneficios sociales, ambientales y económicos para toda la sociedad, contribuyendo así al bienestar, a la salud, a la seguridad del agua, a la alimentaria y al desarrollo sostenible al nivel mundial. (UNESCO, 2017, pág. 5)

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. 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. (UNESCO, 2017)

Según (FAO, 2017: Internet), modo de ejemplo podemos decir que España ocupa la sexta posición como productor europeo de leche con un 6% del mercado. La industria láctea alcanza un volumen de negocio que supone más del 10,4% del volumen total de la industria alimentaria española. Los productos derivados de la leche, sobre todo el queso y las bebidas de base láctea, son cada vez más consumidos y se observa una creciente exportación hacia el resto de países europeos. Ello obliga a las industrias de este sector a cumplir las cada vez más estrictas exigencias técnicas y medioambientales.

En el Ecuador de cada 100 litros de agua se consumen 81.1 en agricultura, 12.3 en uso doméstico, 6.3 en industria y 0.3 en otros usos, según datos de SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua). El mayor consumo del agua en el país es en el sector agrícola y lácteo, el consumo industrial es menor pero no menos importante, por lo cual es indispensable contar con sistemas de tratamiento de agua eficientes que preserven la calidad del agua. (SENAGUA, 2015: internet)

Según (DIMAPAL, 2017: Internet). La provincia de Cotopaxi se encuentra ubicada en el centro de la Sierra Ecuatoriana, su capital es Latacunga. El área territorial es de 6.569 kilómetros cuadrados y representa el 2% de la superficie del país, se sitúa a 2.800 metros sobre el nivel del mar. En la provincia se ha desarrollado un gran potencial agrícola que es el sustento principal de sus habitantes.

Debido a la falta de sistemas de depuración más del 95 % de las aguas residuales se vierten directamente a los ríos sin ningún tratamiento previo. Adicionalmente una gran variedad y cantidad de sustancias químicas provenientes principalmente de efluentes industriales son descargadas directamente en los cuerpos receptores (ríos y quebradas) y en el alcantarillado sanitario, lo cual causa el deterioro de la calidad de los cuerpos de agua y destruye la infraestructura del alcantarillado lo que en ambos casos causa un impacto negativo a los recursos hídricos.

Desde el punto de vista GAD. Pastocalle (2015). El sector de Pastocalle es considerada zona de alta producción lechera por lo que existen un considerable número de empresas principalmente dedicadas al proceso y comercialización de productos lácteos convirtiéndose en una de las principales fuentes económicas para todos los habitantes, dedicados una gran

parte a la ganadería y agricultura por lo que la principal amenaza que sufren es la mala calidad de agua de regadío para los pastos y también para los animales que consumen las aguas que circulan por los canales de riego sin ningún control, en la actualidad las empresas han encontrado como única vía de desfogue la utilización de los canales para enviar las aguas residuales que se producen durante la manipulación de la materia prima hasta convertirlo en producto. Una de las tantas empresas existentes en el cantón que conviven con este problema es la Industria láctea “PASTOLAC” que actualmente tiene varios inconvenientes por estos fluidos, que en malas condiciones son desechados al alcantarillado que pasa junto a esta planta causando problemas a los ganaderos porque se ven afectados principalmente en la agricultura, al igual que los moradores por la infestación de malos olores que pueden afectar a la salud, igual que las autoridades municipales que obligan a tomar las medidas correctivas en el menor tiempo posible por lo que es una necesidad el tratamiento de aguas residuales para mejorar el impacto ambiental que está provocando.

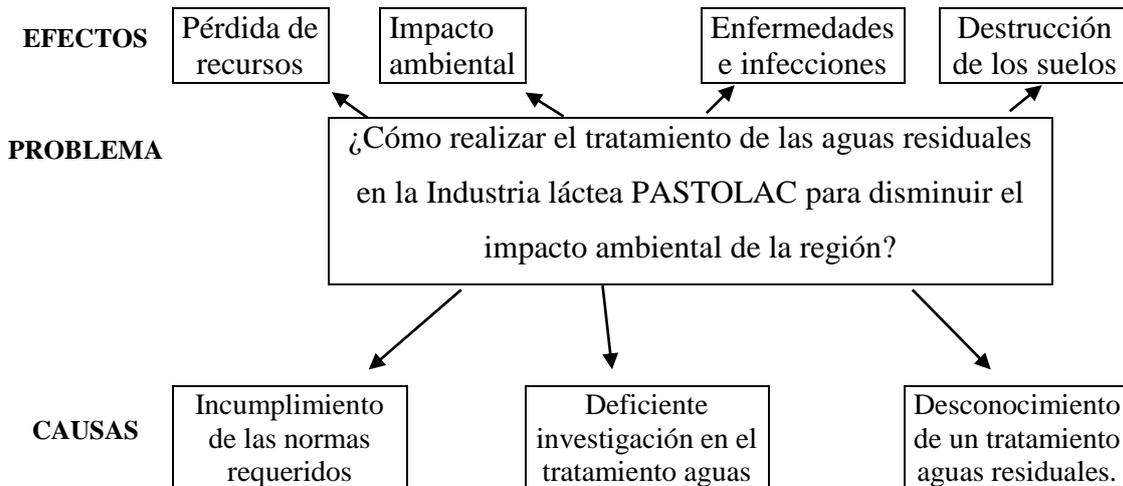
4.1 Planteamiento del Problema.

La industria láctea se ocupa de la elaboración de leche y producción de todos los derivados de la leche. Las aguas residuales de la industria láctea, es el problema ambiental de mayor importancia en su operación, ya que producen grandes volúmenes de aguas residuales, con gran carga contaminante, proveniente de la limpieza de equipos y superficies, de aguas de refrigeración, de condensados, de restos de leche y lacto suero.

Las aguas residuales de las industrias lácteas tienen como característica gran cantidad de material orgánico, alta biodegradabilidad, contiene aceites y grasas, fósforo, nitratos, sólidos en suspensión (especialmente las productoras de queso), y gran variabilidad de pH.

El tratamiento de aguas residuales de la industria láctea, consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, que hacen del agua residual un producto reutilizable y no dañino.

4.2 Árbol de Problema



Causa: Desconocimiento de los métodos para el tratamiento de aguas residuales.

Efecto: Impacto Ambiental.

Relación causa – efecto

La principal causa para que sean inadecuadas las condiciones del agua que se evacua de la planta, se debe al desconocimiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales que genere seguridad para su uso que evite contaminación y a su vez reduzca el impacto ambiental.

5. OBJETIVOS:

5.1 Objetivo General

Proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales en la Industria láctea PASTOLAC mediante un estudio de la composición Físico, Químico, Biológico de los efluentes de la fábrica que contribuya a tratar las aguas que se desechan de la industria.

5.2 Objetivos Específico

- Diagnosticar la situación actual de las descargas de aguas residuales en la industria láctea PASTOLAC.
- Determinar las características físicos-químicos de los efluentes en la industria láctea para la determinación del grado de contaminación.
- Proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales que ayude a la minimización de los contaminantes en la industria láctea PASTOLAC.

6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 3. Actividades planteadas en función de los objetivos específicos

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> Diagnosticar la situación actual de las descargas de aguas residuales en la industria láctea PASTOLAC. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de los procesos de la industria láctea. Puntos de descarga de las aguas residuales. Cálculos del caudal de entrada y salida de los efluentes. Identificación de los puntos a muestrear las aguas residuales. Toma de muestras de las aguas residuales. 	<ul style="list-style-type: none"> Medición de las cantidades en m³ de descarga por unidad de producción y destino de las aguas residuales. 	<ul style="list-style-type: none"> Bibliotecas Virtuales. La determinación del caudal se utilizó el método del aforo. La determinación de los puntos de descarga de las aguas residuales se utilizó un GPS.
<ul style="list-style-type: none"> Determinar las características físicos-químicos de los efluentes en la industria láctea para la determinación del grado de contaminación. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinación experimental de las sustancias contaminantes en las aguas residuales. Comparación de los resultados experimentales con las normativas ambientales vigentes. Interpretación de resultados del análisis físico-químico de los efluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinación de los parámetros que se encuentran dentro o fuera de los límites permisibles por la normativa vigente. 	<ul style="list-style-type: none"> Se realizó para la toma de muestras de aguas residuales con: La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:2013. Técnica Documental: Acuerdo Ministerial No. 061 sustituyente El Libro VI Del Texto Unificado de Legislación Secundaria.

<ul style="list-style-type: none"> • Proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales que ayude a la minimización de los contaminantes en la industria láctea PASTOLAC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculos para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales acorde al estudio realizado de los contaminantes de la industria láctea PASTOLAC. • Realización de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la industria láctea PASTOLAC. • Determinación de los costos del tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del sistema de tratamiento de aguas residuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizó mediante el software AutoCAD
--	---	--	---

Fuente: Elaborado por los autores.

En la tabla 3, Se muestra la relación existente de los objetivos específicos y actividades se determinó los resultados esperados de la propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Antecedentes Investigativos

“El sector lechero en el Ecuador ha mejorado su producción. Los ganaderos de la Sierra y Oriente, ven con buenos ojos las cifras que se han presentado en el último trimestre del año pasado. La producción ha crecido, en Ecuador se producen 5,3 millones de litros por día. Se han hecho las inversiones necesarias para fomentar una comercialización más justa para el productor y lo que se cree es que hay el espacio necesario para crecer en el mercado interno. El sector ha crecido en su producción de manera rentable, lo que permite que los ganaderos ya vean una alternativa para incrementar aún más la producción. Así mismo, parte de la producción de leche es destinada a los distintos derivados lácteos, siendo uno de ellos el queso. Este derivado se desarrolla nivel nacional a gran escala en los últimos doce años, de esta manera históricamente el queso es el producto lácteo de mayor consumo en nuestro país.” (Vizcarra, 2015, pág. 12)

“La elaboración industrial de los derivados de la leche, se generan grandes cantidades de agua residual. El manejo inadecuado de los efluentes es una de las principales fuentes de contaminación de las aguas subterráneas y de las aguas superficiales. Los efluentes residuales tienden a ser un factor negativo en el medio ambiente, contaminando los recursos hídricos, particularmente en términos de contaminación de nutrientes y eutrofización de sistemas acuáticos. Actualmente la implementación de tratamientos de aguas residuales se está fomentando en las grandes empresas del Ecuador; aunque muchas pequeñas empresas aún no cuentan con sistemas de tratamiento de estos efluentes; actualmente los sistemas de tratamiento más usados en el país son los tratamientos biológicos mediante un proceso aeróbico. La depuración de aguas residuales tiene como objetivo la reducción de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO) mediante la degradación de materia orgánica presente en las aguas residuales. Para poder paliar los efectos negativos a nivel ambiental de los efluentes creados en las industrias lácteas se requiere un tratamiento final de las aguas residuales, con el fin de obtener un efluente menos contaminado que podría permitir su descarga en cuerpos de aguas dulces.” (FAO, 2014, pág. 52)

“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, 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.” (Gómez & Gómez, 2013, pág. 65)

De acuerdo a (Villena, 2014) afirma: En las centrales lecheras se producen diariamente una considerable cantidad de aguas residuales, que suele oscilar entre 4 y 10 lt de agua por cada 1 de leche tratada, según el tipo de planta. La mayor parte de estas aguas proceden fundamentalmente de la limpieza de aparatos, máquinas y sales de tratamiento, por lo que contienen restos de productos lácteos y productos químicos (ácidos, álcalis, detergentes, desinfectantes, etc.), aunque también se vierten aguas de refrigeración que, si no se recuperan de forma adecuada, pueden suponer hasta 2-3 veces la cantidad de leche que entra en la central. En estos residuos también quedan englobados los generados por los locales sociales, baños, lavabos, etc. La composición de los efluentes líquidos es muy variable dependiendo del tipo de proceso y de producto fabricado.

De acuerdo con Castro (2012), los efluentes de tres procesos de tratamiento: sedimentación primaria, sedimentación secundaria y lagunas facultativas, se probaron en riego por gravedad y por goteo en tres cultivos: forraje (sorgo), cereal (maíz) y oleaginosas (girasol). Los tres cultivos se regaron también con agua potable y se utilizaron fertilizantes comerciales. Los rendimientos de los cultivos con efluentes de tratamiento primario y secundario fueron muy similares a los que se obtuvieron al regar con agua potable solamente, y los que además utilizaron fertilizantes comerciales. Así mismo los rendimientos observados fueron muy cercanos a los esperados teóricamente. Estos rendimientos similares que emplean los tres tipos de tratamiento, indican que el contenido de nitrógeno de los efluentes del alcantarillado tiene un valor de fertilización igual a los fertilizantes comerciales, cuando el agua residual tratada se usa para riego. En forma general, no se prevén efectos adversos en la composición de los cultivos regados con efluentes primarios y secundarios. Los resultados muestran que el nivel de contaminación de los cultivos con riego por gravedad con aguas tratadas (tratamiento primario y secundario) es similar a los obtenidos con agua potable.

“La contaminación del suelo se evalúa al comparar la cantidad de las muestras de suelo antes de la siembra y después del riego. Los resultados indican que la contaminación de suelo es tan

poca que no ha de tomarse en cuenta, a cuarenta días de concluido el riego. Una posible explicación de los valores altos de coliformes fecales encontrados en el girasol regado con efluentes primarios, puede deberse a razones ajenas al agua de riego (heces de pájaros en las semillas, depósitos de aerosoles en el efluente primario proveniente del distribuidor rotatorio que alimenta al percolador; bacterias arrastradas por las hormigas y otras que caminan en las plantas) y no así a su propia contaminación potencial, ya que esto no sucede en el caso del sorgo. El efluente, con alta salinidad, se usará para riego de al menos tres cultivos, usando tres métodos de riego (por gravedad, micro-aspersión y goteo).” (Cadena L, 2014, pág. 5).

7.2 Marco Teórico

7.2.1 Agua.

El agua es necesaria en todas las etapas de procesamiento y en especial para el funcionamiento de todas las industrias alimentarias. De esta manera se puede establecer que el agua es un recurso fundamental en la mayoría de las industrias lácteas. Las industrias lácteas consumen grandes cantidades de agua para usos diversos, como en los tratamientos de lavado de los equipos. La cantidad utilizada varía de una industria a otra dependiendo de los métodos de limpieza que se utilice y del agua que se utiliza en producción. Las fuentes de agua se agotan y contaminan, haciendo necesario un enfoque integral orientado a la mejora continua de disminuir la contaminación ambiental, gastos, mejoras en producciones y relaciones internas y externas de la empresa.” (Calidad y Tratamiento del Agua, 2012, pág. 3)

7.2.2 Calidad de Agua.

“La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Estas características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal.” (Calidad de Agua, 2013, pág. 6)

“La calidad del recurso se define como la capacidad intrínseca que posee el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella, incide de manera directa en la salud tanto de los ecosistemas que habitan en la misma como en el bienestar del ser humano, de la calidad del recurso depende tanto la biodiversidad como la calidad de los alimentos, la salud humana y las actividades económicas. La calidad del agua se clasifica dependiendo del uso para el cual va a ser empleada, ya sea para uso recreativo, uso de doméstico, uso agrícola y ganadero, como hábitat para organismos acuáticos, entre otros usos. Sin embargo, se debe tener en

cuenta que después de usar el recurso, este suele regresar al sistema hidrológico, de manera que si no se realiza el tratamiento adecuado puede acabar afectando gravemente a la fuente.” (Fibras y Normas de Colombia S.A.S., 2018)

7.2.3 Agua Residuales.

Según Rodríguez & Saen (2014) expresa: Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales.

Rodríguez & Saen (2014) dan a conocer que dentro de este concepto se incluyen aguas con diversos orígenes:

a) Aguas residuales domésticas o aguas negras.

Proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.

b) Aguas blancas.

Pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración.

c) Aguas residuales industriales.

Proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales.

d) Aguas residuales agrícolas.

Procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo.

7.2.4 Tratamiento de Aguas Residuales.

“El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente.” (Romero J. , 2013, pág. 20)

“Las aguas residuales son aquellas resultantes de las actividades humanas, proceden de las ciudades, industrias, etc. Estas aguas residuales suponen un peligro potencial para el medio ambiente pues cualquier vertido o filtración liberaría sustancias tóxicas al medio y desencadenaría desastres ecológicos, para que estas aguas puedan volver al medio natural deben seguir una serie de tratamientos que consisten en eliminar sus residuos. Estos tratamientos dependen de las características de las aguas residuales y de su destino final.” (Astillero, 2018, pág. 55)

7.2.5 Tipos de Tratamiento de Aguas Residuales.

Según Astillero (2018, pág. 216) argumenta que los tipos de tratamiento de aguas residuales son:

- **Primario.**

El tratamiento primario consiste en un conjunto de procesos físico-químicos que se aplican para reducir el contenido de partículas en suspensión del agua. Estos sólidos en suspensión pueden ser sedimentables o flotantes. Los primeros son capaces de llegar al fondo tras un periodo corto de tiempo mientras que los segundos están formadas por partículas muy pequeñas (menor de 10 micras) integradas en el agua por lo que no son capaces de flotar ni sedimentar y para eliminarlas se requiere de otras técnicas.

Algunos de los métodos de depuración de aguas residuales son los siguientes:

- a) **Sedimentación.** - Proceso por el que las partículas caen al fondo gracias a la acción de la gravedad. Pueden eliminarse hasta un 40% de los sólidos que contienen las aguas. Dicho proceso ocurre en unos tanques denominados decantadores.
- b) **Flotación.** - Consiste en la retirada de espumas, grasas y aceites ya que debido a la baja densidad que tienen se sitúan en la capa superficial del agua. También pueden eliminarse partículas de baja densidad, para lo que se inyectan burbujas de aire facilitando su ascensión. Con la flotación podrían eliminarse hasta un 75% de las

partículas suspendidas. Esto ocurre en otros tanques denominados flotadores por aire disuelto.

- c) **Neutralización.** - Consiste en la normalización del pH, es decir, ajustarlo a un valor en el rango de 6-8,5, que es típicamente el valor del agua. En el caso de aguas residuales ácidas (pH bajo) como las que contienen metales pesados se añaden sustancias alcalinas (pH alto) para subir el pH del agua. Por el contrario, en aguas residuales alcalinas suele introducirse CO₂ para que el pH del agua disminuya hasta los valores normales.
- d) **Otros procesos.** - Para conseguir una mayor depuración de las aguas residuales pueden aplicarse otras técnicas como el uso de fosas sépticas, lagunaje, filtros verdes u otros procesos químicos (intercambio iónico, oxidación, reducción, etcétera).
- **Secundario.**

El tratamiento secundario consiste en un conjunto de procesos biológicos que pretenden eliminar la materia orgánica que hay en las aguas residuales. Estos procesos biológicos consisten en el trabajo que desempeñan algunas bacterias y microorganismos y que se basa en la transformación de la materia orgánica en biomasa celular, energía, gases y agua. Este tratamiento tiene una eficacia del 90%.

Pueden distinguirse varios procesos, aerobios y anaerobios:

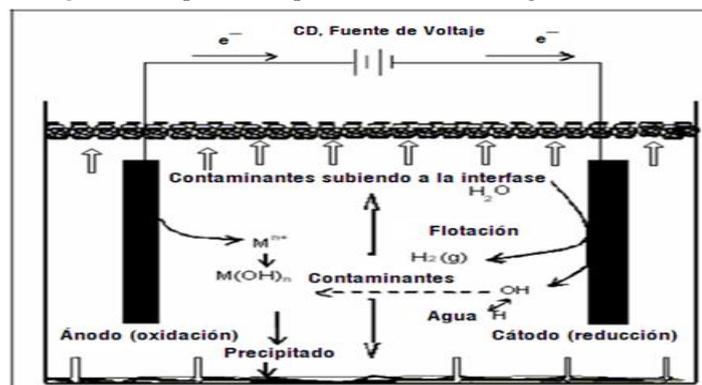
Procesos Aerobios se realizan en presencia de oxígeno por lo que es necesario introducirlo en los tanques donde están las aguas residuales. En esta etapa ocurre parte de la degradación de la materia orgánica, de la que se desprende agua y CO₂, y también la eliminación de los productos nitrogenados. El amonio, derivado del nitrógeno muy tóxico, se transforma en nitrato en una reacción llamada nitrificación. Ahora bien, el nitrato, aunque ya no es tóxico es una forma asimilable del nitrógeno y, por tanto, podría provocar una proliferación de algas y el enriquecimiento en nutrientes de las aguas en el medio receptor (eutrofización), por lo que mediante la desnitrificación este se convierte en nitrógeno y se libera a la atmósfera.

Procesos Anaerobios. - Son los que se realizan en ausencia de oxígeno. En este proceso ocurren reacciones fermentativas en las que la materia orgánica se transforma en energía, metano y dióxido de carbono.

A continuación, se mencionan algunos métodos de depuración de aguas residuales:

- a) **Lodos activos.** - Se trata de un proceso aerobio que consiste en añadir flóculos o grumos de materia orgánica con microorganismos al agua residual e infiltrar constantemente oxígeno para que se produzcan las reacciones.
- b) **Lechos bacterianos.** - Es un proceso aeróbico y se trata de unos soportes donde se encuentran los microorganismos y el agua residual se va echando en pocas cantidades para mantener las condiciones aeróbicas.
- c) **Filtros verdes.** - Se trata de cultivos que se riegan con aguas residuales ya que estos tienen la capacidad de absorber sus compuestos.
- d) **Digestión anaeróbica.** - Se trata de un proceso anaeróbico que se realiza en tanques completamente cerrados. Principalmente se usan bacterias que producen ácido y metano cuando degradan la materia orgánica.
- e) **Electrooxidación.** - Es una metodología muy versátil capaz de aplicarse a una gran variedad de problemáticas: disminución de DQO y DBO, eliminación de color, eliminación de compuestos no biodegradables, etc.
- f) **Electrocoagulación.** - Es una técnica electroquímica relacionada con la coagulación química muy interesante para el tratamiento de una gran variedad de aguas residuales (contenido en metales pesados, DQO y DBO, aceites y grasas, tensoactivos siendo especialmente interesante en la decoloración de aguas). (Figura 1).

Figura 1. Esquema del proceso de electrocoagulación



Fuente: (Herrera & Múzquiz, 2013)

- **Terciario.**

El tratamiento terciario consiste sobre todo en la eliminación de los agentes patógenos, sobre todo bacterias fecales y de los nutrientes. Este tratamiento es opcional y normalmente se hace cuando el agua se va a reutilizar como, por ejemplo, en jardines u otros espacios públicos para

que no supongan un peligro para la salud humana, o en el caso de que los cauces receptores se encuentren en espacios protegidos o con una alta calidad en sus aguas.

Los procesos de tratamiento de aguas residuales más habituales son los siguientes:

- a) **Radiación ultravioleta.** - Para poder aplicarse las aguas deben estar muy claras y sin mucho material particulado disuelto para que la luz pueda llegar a todas partes. La radiación ultravioleta impide la reproducción de los microorganismos e impide que desarrollen su capacidad de infección. Es capaz de eliminar en torno al 99% de los microorganismos.
- b) **Intercambio iónico.** - Técnica utilizada para retirar sales en bajas concentraciones y para ello se emplean unas resinas que son capaces de retener iones temporalmente.
- c) **Ósmosis inversa.** - Consiste en la eliminación de sales al pasar el agua desde una disolución más concentrada a una más diluida.
- d) **Filtración.** - Consiste en la eliminación de partículas orgánicas que no hayan podido ser extraídas en los tratamientos anteriores. Para ello se emplean arenas y gravas.
- e) **Cloración.** - Consiste en la eliminación de los microorganismos mediante la aplicación de productos clorados. Además, contribuyen a la eliminación del amonio e impide la oxidación de elementos inorgánicos.

7.2.6 Zeolita.

La zeolita natural es un mineral de aluminio-silicato hidratados con una estructura porosa y propiedades fisicoquímicas valiosas, además se utiliza para designar a una familia de minerales naturales con propiedades particulares como el intercambio de iones y la desorción reversible de agua. (Ramírez, 2013)

Desde el punto de vista de Ramírez (2013) los diversos usos de la zeolita son los siguientes:

a) **Zeolitas como absorbentes.**

Las zeolitas deshidratadas tienen estructuras porosas muy abiertas, poseen área superficiales internas extensas y son capaces de absorber grandes cantidades de sustancias aparte de agua. Una zeolita individual tiene una capacidad de tamizado altamente específica que puede ser aprovechada para la purificación o la separación.

b) Usos y Aplicaciones Industriales

Las zeolitas son de gran interés industrial ya que gozan de diversas propiedades lo que da como resultado distintas aplicaciones. Estos minerales se usan para diversas actividades como la nutrición animal, control de malos olores, construcción, entre otros. La utilización de Zeolitas naturales en los procesos de remoción de amonio y fósforo se presenta como una alternativa prometedora, de bajo costo y gran alcance.

7.2.7 Caudal.

“Se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, en una unidad de tiempo específica.” (Fibras y Normas de Colombia S.A.S., 2018).

Cálculo de caudal para identificar el flujo volumétrico.

$$Q \left(\frac{\text{lt}}{\text{seg}} \right) = \frac{V(\text{volumen del balde})(\text{lt})}{T(\text{tiempo que demora en llenarse})(\text{seg})} \quad \text{Ecuación 1}$$

7.2.8 Industria Láctea.

Según Vizcarra (2015) asegura que antes de la revolución Industrial la leche era muy difícil de conservar, por esta razón se consumía fresca o procesada en forma de quesos. Durante años se fueron produciendo diferentes productos lácteos. La posibilidad de transportar la leche fresca de las zonas rurales a las grandes ciudades se dio gracias a las mejoras en los transportes. El presente trabajo da a conocer que la empresa envasadora de leche está dedicada a la elaboración de lácteos y sus derivados, además cuenta con equipos tecnológicos para realizar procesamientos como: pasteurización, homogenización, clarificación, etc. Los mismos que permiten darle una mejor calidad e higiene para posteriormente ser refrigerada antes de su envasado y distribución, cumpliendo con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 076:2013 y todas sus normativas que abarca, por sus características los lácteos aportan beneficios ideales para proteger la salud, alimento ideal para todas las edades. Todos los procesos productivos en la Industria láctea utilizan una gran cantidad de agua, la cual después de su utilización en cada proceso, sus características físicas, químicas y biológicas son alteradas, siendo necesario realizar un tratamiento adecuado antes de ser descargadas a un cuerpo de agua o alcantarillado.”

7.2.9 Aguas residuales de la Industria Láctea.

“El problema ambiental más importante de la industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga de contaminantes asociadas, fundamentalmente a la contaminación orgánica. En cuanto al volumen de aguas residuales generado por una empresa láctea se pueden encontrar valores que oscilan entre 2 y 6 L de agua/L leche procesada.” (Ramirez, 2014)

De acuerdo a la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, se conoce como agua residual a aquella agua de composición variable que ha sufrido degradación de su calidad inicial y que procede de descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos. (TULSMA, 2015)

Como lo hace notar Monte, M (2014) que el agua residual también se define como aquella procedente de la utilización del agua natural o de la red; a la eliminación de esta agua residual se le conoce como vertido las cuales contienen varios patógenos, los vertidos industriales de las plantas que procesan leche y derivados, provienen principalmente de las operaciones de:

- Limpieza de equipos y superficies.
- Aguas de refrigeración (en el caso de no ser recuperadas).
- Condensados.
- Restos de leche y lactosuero.

“La comprensión de la naturaleza de las aguas residuales de una industria láctea es primordial para el diseño, operación y control de los sistemas de aguas residuales. Durante el análisis de DQO se ha considerado que alrededor de un 90% del mismo en aguas residuales de industrias lácteas proviene de los componentes de la leche y tan sólo un 19% de otras sustancias extrañas.” (Aymerich M, 2010, pág. 6)

“La carga contaminante esperada comprende materia orgánica, sólidos en suspensión, aceites y grasas, nitrógeno orgánico y detergentes. Los contaminantes esperados en el vertido de las aguas de refrigeración y purgas de calderas (sin tomar en cuenta cuando el agua entra en contacto directo con equipos y piezas), son sólidos en suspensión y conductividades elevadas. Según lo expuesto anteriormente, la industria láctea produce cantidades significativas de efluentes líquidos por lo tanto constituyen su principal fuente de contaminación. Las descargas líquidas generadas en este tipo de industria debido a la presencia del azúcar de la leche (lactosa), se caracterizan por un contenido moderado de DBO.” (Castro C, 2012)

La presencia de fósforo y nitrógeno, nutrientes para la población microbiana, obliga a evaluar los lodos generados por las plantas de tratamiento. Estos lodos son sometidos primero a un tratamiento físico químico y biológico y a un tratamiento de digestión posterior, aeróbico o anaeróbico, lo que conllevaría a una rebaja drástica en su cantidad (Tabla 4).

Tabla 4. Límites máximos permisibles de descarga a cuerpos de agua dulce.

Parámetro	Unidad	Límite Permissible
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	250
Temperatura	°C	< 35
Sólidos Totales	mg/L	1600
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	100
Aceites y grasas	mg/L	0.3
Fosfato	mg/L	10
Nitratos + Nitritos	mg/L	10
Nitrógeno Total	mg/L	15
Sulfatos	mg/L	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100

Elaborado por: Autores

Fuente: (TULSMA, 2015)

7.2.10 Características físicas del agua residual de la industria láctea.

“Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química, y microbiológica, muchos de los parámetros están relacionados entre sí, ya que una propiedad física como la temperatura afecta tanto a la actividad biológica como a la cantidad de gases disueltos en el agua residual. (Ramos, 2003, págs. 71-73)

Según Ramos (2003) argumenta que las aguas residuales se caracterizan por su:

a) **Temperatura.**

“La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, es menor que la temperatura del aire en verano y mayor en invierno. Es un parámetro importante por su influencia en el desarrollo de la vida acuática, en las reacciones químicas y su velocidad de reacción. El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría. Temperaturas elevadas pueden dar origen a la proliferación de hongos y bacterias. En relación con los procesos de tratamiento, su influencia se presenta en las operaciones de naturaleza biológica, pues la velocidad de descomposición de las aguas residuales se

incrementa con el aumento de temperatura y en las operaciones donde ocurre el fenómeno de la sedimentación, el aumento de la temperatura hace que disminuya la viscosidad, y mejorando las condiciones de este fenómeno, también disminuye la capacidad de absorción de gases.” (Zambrano P, 2017)

b) Color.

“El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible, en general en el agua subterránea esta originado por materiales orgánicos de formaciones carbonosas. El agua pura en gran espesor es azulada y con presencia de Fe puede tomar color rojizo y negro con Mn. El color puede indicar contaminación orgánica y es desagradable en el agua de bebida.” (Zambrano P, 2017)

c) Olor.

“Los olores desagradables en el agua están asociados a microorganismos vivos, residuos vegetales, sustancias orgánicas y sustancias minerales. Son debido a gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica, el agua residual reciente tiene un olor desagradable pero más tolerable que el agua residual séptica (debido al sulfuro de hidrógeno resultante de la reducción de sulfatos a sulfitos por microorganismos anaerobios).” (Zambrano P, 2017)

d) Turbidez.

“Se atribuyen a material en suspensión y en estado coloidal el cual posee una condición que tiene elementos en estado sólido, estos se encuentran dispersos en otro que se halla en estado líquido o gaseoso el cual está formado por 2 fases, estas se conocen como fase dispersa y fase fluida. La fase dispersa corresponde a un sólido, disperso en partículas muy pequeñas (Entre 1 y mil nanómetros), mientras que la fase fluida también conocida como dispersor, está constituida por un líquido o gas, donde las partículas sólidas están dispersas las mismas que impiden la penetración de la luz, la turbidez puede ser ocasionada por microorganismos o por sustancias minerales que incluyen compuestos de zinc, hierro o manganeso.” (Ramalho R. , 2012)

“La turbidez de las aguas se debe a la presencia de material suspendido y coloidal como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, plancton y otros organismos microscópicos. La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que hace que los rayos

luminosos se dispersen y se absorban, en lugar de que se transmitan sin alteración a través de una muestra. No debe relacionarse la turbiedad con la concentración en peso de los sólidos en suspensión, pues el tamaño, la forma y el índice de refracción de las partículas, son factores que también afectan la dispersión de la luz.” (Severiche , Castillo, & Acevedo, 2013)

“La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua. La turbidez puede impactar los ecosistemas acuáticos al afectar la fotosíntesis (limita el paso de la luz solar), respiración y la reproducción de la vida acuática, mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez.” (González C. , 2011)

7.2.11 Consumo de agua en la Industria Láctea.

Según Valencia & Ramírez (2010) analizan que 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, el agua de consumo empleada en una central lechera puede clasificarse en varios tipos, según su uso: (pág. 37)

Agua industrial empleada en la limpieza y aclarado de los equipos e instalaciones.

- Agua de refrigeración.
- Agua de empuje.
- Agua de servicios de la industria láctea.

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. El mayor consumo de agua se produce en las operaciones auxiliares, particularmente en la limpieza y desinfección, donde se consume entre el 25-40% del total; la cantidad de agua necesaria para el tratamiento de un litro de leche varía entre 1-10L, puede ser menor de un litro en actividades muy automatizadas donde se trabaja en consumo.” (Ramirez, 2014)

7.2.12 Descargas Líquidas de las Industrias Lácteas.

“En las plantas procesadoras de lácteos se recibe leche todos los días del año, por lo general, la leche se recibe en las primeras horas del día y se procesa en las horas siguientes, motivo por el cual, los residuos líquidos se generan de manera no continua a través del día, es decir, su caudal varía en función del tiempo y de los procesos que se estén ejecutando. En las plantas de lácteos, se empaca leche fresca y/o se procesa la leche para obtener productos lácteos. Cuando la leche llega a la planta, ésta es recibida en tanques fríos, de aquí pasa posteriormente a los pasteurizadores, luego se baja la temperatura al grado que ocupe el producto que se vaya a sacar. (FAO, 2014)

En el proceso de pasteurización que consiste en un calentamiento seguido de enfriamiento a que se somete la leche para destruirle los microorganismos patógenos que originan enfermedades y envasado de leche, el residuo está constituido por las aguas de lavado, lo que se asemeja a una leche muy diluida, el pH varía entre ácido y alcalino de acuerdo a las sustancias empleadas en la limpieza de tanques pasteurizadores, lavado de pisos, etc., tales como la sosa cáustica y el cloro.” (Vizcarra, 2015)

7.2.13 Procesos generadores de efluentes líquidos en la industria láctea.

Según García (2015) menciona que los procesos más importantes que generan efluentes residuales en la industria láctea se detallan en la siguiente manera (pág. 156):

- **Recepción de la leche.** - La limpieza de los silos de almacenamiento genera residuos que contiene gran cantidad de grasa que es provocado por el desnatado parcial de la leche, la cual es difícil emulsionar.
- **Estandarización de la leche.** - En este proceso se suelen producir efluentes con alto contenido en materia grasa. Se lo realiza mediante el uso de desnatadoras centrífugas.
- **Tratamiento térmico.** - En los tratamientos térmicos se suelen producir depósitos de proteínas que quedan adheridos a las superficies de los intercambiadores de calor y que posteriormente deben ser arrastrados por las limpiezas químicas.
- **Producción de queso.** - Los efluentes que más contaminación provocan si no tienen un aprovechamiento posterior son los sueros, los cuales contienen gran cantidad de lactosa y las proteínas del suero lácteo. Es aconsejable que estos sueros no sean vertidos de forma directa al cauce o a la depuradora, pues provocarían un enorme

incremento de la DBO5. El proceso de salado también provoca la emisión de efluentes líquidos, aunque en este caso con escasa materia orgánica y gran cantidad de sales.

- **Transpone de los productos lácteos líquidos.** - Cuando en un circuito se ha terminado de enviar un producto, se produce manual o automáticamente un empuje con agua para la eliminación de los líquidos restos de dicho producto, con lo cual se crea una pequeña zona de mezcla agua-producto.
- **Limpieza de circuitos y equipos.** - Empuje de los restos de leche y productos lácteos con agua. Lavado con sosa diluida (2-3% aproximadamente) a unos 80 °C. De esta forma se eliminan las grasas por saponificación de las mismas mediante arrastre. Lavado con ácido, normalmente ácido nítrico al 1-2%, a 60 °C, que disuelve la materia orgánica principalmente de origen proteico. Empuje final con agua para eliminar todos los posibles restos de producto, de ácido o de sosa.

El uso de ácido y sosa provoca que los vertidos tengan valores de pH muy extremos, que pueden oscilar desde 5 hasta 10.5. En ocasiones también se emplean detergentes y desinfectantes para determinados circuito y locales (ácido per acético, agua oxigenada, sales de amonio cuaternario, etc.).

7.2.14 Leche.

La leche es uno de los alimentos más completo que se encuentra en la naturaleza, por ser rica en proteínas, grasas, vitaminas y minerales, necesarias para la nutrición humana. La proteína de la leche, contiene una gran cantidad de aminoácidos esenciales necesarios para el organismo humano y que no puede sintetizar, la proteína que se encuentra en mayor proporción en la leche es la caseína. Entre las vitaminas que contiene están: la Vitamina B12 (riboflavina) la B1 (tiamina), y las vitaminas A, D, E y K liposolubles. Entre los minerales de mayor cantidad están el calcio y el fósforo. Su contenido de grasa se debe principalmente a los triglicéridos. La grasa de la leche está conformada principalmente por la combinación física de triglicéridos y éstos a su vez están formados por un alcohol (glicerol) y 14 o más ácidos grasos que en su mayoría son saturados excepto el ácido oleico que es insaturado y se encuentra en mayor cantidad. La combinación de este ácido con el linoleico, el butírico y caproico es lo que hace que la grasa de la leche tenga un bajo punto de fusión.” (FAO, 2014)

7.2.15 Suero de Leche.

“El lacto suero o suero lácteo es la fracción líquida obtenida durante la coagulación de la leche en el proceso de fabricación del queso y de la caseína, después de la separación del coágulo o fase micelar. Sus características corresponden a un líquido de color amarillo verdoso, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido que contiene un 94% de agua, proteínas y grasas. Considerado por largo tiempo como un desecho difícil de tratar y eliminar debido a las grandes cantidades producidas en la industria del queso, es actualmente una de las materias primas más usadas en el ámbito alimentario. Nuevas tecnologías permiten recuperar los principales nutrientes y elaborar a base de ellos nuevos productos como los concentrados de proteínas de suero, emulsificantes, estabilizantes y otros aditivos que confieren propiedades reológicas y sensoriales a los productos de la industria alimentaria.” (FAO, 2014)

Tabla 5. Composición de los sueros de leche dulce y ácido.

Componente (g/L)	Suero de Leche dulce (%)	Suero de Leche ácido (%)
Sólidos Totales	63.0 – 70.0	63.0 – 70.0
Lactosa	46.0 – 52.0	44.0 – 46.0
Grasa	0.0 – 5.0	0.0 – 5.0
Proteína	6.0 – 10.0	6.0 – 8.0
Calcio	0.4 – 0.6	1.2 – 1.6
Fósforo	0.4 – 0.7	0.5 – 0.8
Potasio	1.4 – 1.6	1.4 – 1.6
Cloruros	2.0 – 2.2	2.0 – 2.2

Elaborado por: Autores

Fuente adaptada: (Panesar & Kennedy, 2007) - (Callejas & Prieto, 2012)

7.2.16 Composición de la leche y del lactosuero.

“La leche es uno de los alimentos más completos que existe en la naturaleza por su alto valor nutritivo. Está compuesta principalmente por agua, materia grasa, proteínas, carbohidratos (lactosa), calcio, minerales y sal. Contiene un 87% de agua por lo que es una mezcla muy compleja y heterogénea en la cual los minerales y los carbohidratos se encuentran disueltos, las proteínas están en forma de suspensión y las grasas como pequeñas partículas insolubles en agua.” (FAO, 2014)

“El lactosuero, suero lácteo o suero de queso es el líquido que se separa de la leche cuando ésta se coagula para la obtención del queso, son todos los componentes de la leche que no se

integran en la coagulación de la caseína. Se estima que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede producir de 1 a 2 kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de suero. Al representar cerca del 90% del volumen de la leche, contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta, el 95% de lactosa (azúcar de la leche), el 25% de las proteínas y el 8% de la materia grasa de la leche.” (Magariños, 2016)

“La composición de la leche varía dependiendo del origen y el tipo de queso elaborado, pero en general el contenido aproximado es de 93.1% de agua, 4.9% de lactosa, 0.9% de proteína cruda, 0.6% de cenizas (minerales), 0.3% de grasa, 0.2% de ácido láctico y vitaminas hidrosolubles. Cerca del 70% de la proteína cruda que se encuentra en el suero corresponde a proteínas con un valor nutritivo superior al de la caseína, como son b-lactoglobulina, a-lactoglobulina, inmunoglobulinas, proteosa-peptonas y enzimas nativas. De acuerdo a su acidez, el suero se divide en dulce (pH mayor de 8), medio ácido (pH 5-5.8) y ácido (pH menor a 5). Los porcentajes anteriores nos indican el enorme desperdicio de nutrientes en la fabricación del queso.” (Vizcarra, 2015)

“Las proteínas y la lactosa se transforman en contaminantes cuando el líquido es arrojado al ambiente sin ningún tipo de tratamiento, ya que la carga de materia orgánica que contiene permite la reproducción de microorganismos produciendo cambios significativos en la DBO del agua contaminada.” (Valencia & Ramírez, 2010)

7.2.17 pH.

“Se trata de una unidad de medida de alcalinidad o acidez de una solución, más específicamente el pH mide la cantidad de iones de hidrógeno que contiene una solución determinada, el significado de sus siglas es, potencial de hidrogeniones, el pH se ha convertido en una forma práctica de manejar cifras de alcalinidad, en lugar de otros métodos un poco más complicados.” (Magariños, 2016)

Según Gonzáles (2011) menciona: El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. El potencial hidrógeno (pH) como el logaritmo negativo de la concentración molar (más exactamente de la actividad molar) de los iones hidrógeno. Esto es:

Cálculo del pH para medir la alcalinidad de una solución.

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

Ecuación 2

Desde entonces, el término pH ha sido universalmente utilizado por la facilidad de su uso, evitando así el manejo de cifras largas y complejas. Por ejemplo, una concentración de $[H^+] = 1 \times 10^{-8} M$ (0.00000001) es simplemente un pH de 8 ya que: $pH = -\log [10^{-8}] = 8$ La relación entre pH y concentración de iones H se puede ver en la (Figura 2), en la que se incluyen valores típicos de algunas sustancias conocidas:

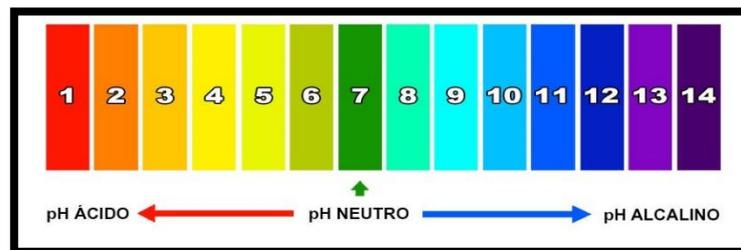
Figura 2 .Cantidad de iones hidrógeno (H+) e hidroxilo (OH-)

pH	H ⁺	H ⁺	OH ⁻
1	10 ⁻¹	0.1	0.0000000000001
2	10 ⁻²	0.01	0.000000000001
3	10 ⁻³	0.001	0.00000000001
4	10 ⁻⁴	0.0001	0.000000001
5	10 ⁻⁵	0.00001	0.00000001
6	10 ⁻⁶	0.000001	0.0000001
7	10 ⁻⁷	0.0000001	0.0000001
8	10 ⁻⁸	0.00000001	0.000001
9	10 ⁻⁹	0.000000001	0.0001
10	10 ⁻¹⁰	0.0000000001	0.001
11	10 ⁻¹¹	0.00000000001	0.01
12	10 ⁻¹²	0.000000000001	0.1
13	10 ⁻¹³	0.0000000000001	1
14	10 ⁻¹⁴	0.00000000000001	1

Fuente: (Romero, Navarro, & Noguera , 2015)

“La escala del pH va desde 0 hasta 14 (Figura 3). Los valores menores que 7 indican el rango de acidez y los mayores que 7 el de alcalinidad o basicidad. El valor 7 se considera neutro, cuando el pH está entre 6.5 y 8.5 es favorable para la vida acuática en su hábitat. Matemáticamente el pH es el logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrogeno o protones (H+) o iones hidronio (H₃O).” (Romero, Navarro, & Noguera , 2015)

Figura 3 Medidor de acidez, neutralidad o alcalinidad de elementos químicos, sustancias y alimentos.



Fuente: (Romero, Navarro, & Noguera , 2015)

7.2.18 DBO.

“Es la cantidad de oxígeno empleado por los microorganismos a lo largo de un periodo de cinco días para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales a una temperatura de 20°C, se supone que la DBO es una reacción de primer orden. Los resultados de la DBO se emplean para: determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente, para dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, medir la eficiencia de algunos procesos de tratamiento y

controlar el cumplimiento de las limitaciones a la que están los vertidos.” (Rojas, 2002: Internet)

7.2.19 DQO.

“La DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de bicromato en una solución acida y convertirla en dióxido de carbono y agua. El valor de la DQO es siempre superior a la DBO porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente.” (Rojas, 2002: Internet)

7.2.20 Sólidos totales.

“Analíticamente, se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105°C. No se define como sólida aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor. Los sólidos sedimentables se definen como aquellos que sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica en el transcurso de un periodo de 60 minutos.” (Ramalho R. , 2009)

7.2.21 Grasas y Aceites.

“Las grasas y los aceites son muy complicados de transportar en las tuberías de alcantarillado, reducen la capacidad de flujo de los conductos, son difíciles de atacar biológicamente y generalmente se requiere su remoción en plantas de pre tratamiento. Las grasas y los aceites pueden constituir un problema serio de solución en mataderos, frigoríficos, industrias empacadoras de carne, fábricas de aceite de cocina y margarina, restaurantes, estaciones de servicio automotor e industrias de distinta índole. Su cuantificación es necesaria para determinar la necesidad del pre tratamiento, la eficiencia de los procesos de remoción y el grado de solución por este compuesto. En general, su concentración para descargar sobre el sistema de alcantarillado se limita a menos de 200 mg/l.” (Ganzáles., 2012)

7.2.22 Yogur.

“El yogur es un producto popular entre los consumidores, que se obtiene de la fermentación de la leche por microorganismos específicos (estreptococos, thermophilus y lactobacillus bulgaricus). Tiene la característica de ser altamente nutritivo sabroso y fácil digestión. Su consumo en la actualidad se ha llevado en aumento por lo que el mercado lo demanda. Las bacterias ácido-lácticas constituyen un vasto conjunto de microorganismos benignos, dotados de propiedades similares, que fabrican ácido láctico como producto final del proceso de fermentación. Gracias a la elaboración del yogur y otros productos lácteos fermentados, las

bacterias ácido-lácticas seguirán representando un filón de explotación como cultivos probióticos. Éstas se complementan con las bacterias presentes en nuestra flora intestinal y contribuyen al buen funcionamiento del aparato digestivo. Ante la creciente demanda de los consumidores, cada día más preocupados por la salud, el mercado internacional de estos productos no cesa de incrementarse.” (Ramírez, M & Valencia, E., 2009, pág. 62)

“La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche va modificándose (van cuajando), y lo mismo ocurre con la textura del producto. Existen otras variables, como la temperatura y la composición de la leche, que influyen en las cualidades particulares de los distintos productos resultantes. Una de las propiedades más destacables del yogur es su capacidad de regenerar la flora intestinal, la cual se ve muy afectada por una mala alimentación y, sobre todo, por infecciones y abuso de medicamentos como los antibióticos.” (FAO, 2014)

7.2.23 Queso.

“Alimento sólido que se obtiene por maduración de la cuajada de la leche una vez eliminado el suero; sus diferentes variedades dependen del origen de la leche empleada, de los métodos de elaboración seguidos y del grado de madurez alcanzado.” (FAO, 2014)

Según Vélez, J (2016) expone que el tratamiento químico-biológico que se da al queso es:

a) Tratamiento Químico

Son todos aquellos procesos en las que la eliminación de los contaminantes presentes en el agua residual se lleva a cabo mediante la adición de reactivos químicos, o bien mediante las propiedades químicas de diversos compuestos. Se utiliza junto con tipos físicos y biológicos.

Los procesos más empleados son:

- Oxidación.
- Precipitación química.
- Neutralización.
- Desinfección.
- Intercambio iónico.

b) Tratamiento Biológico.

Este tipo de tratamiento es facilitado principalmente por bacterias que digieren la materia orgánica presente en los fluidos residuales, las sustancias presentes en el líquido residual se utilizan como nutrientes para dichos microorganismos, dichos nutrientes se convierten a tejido celular y diversos gases. Los flósculos que se forman por agregación de microorganismos son separados en forma de lodos. Los principales procesos biológicos según el tipo de microorganismos, se clasifican como aeróbicos y/o anaeróbicos. Los procesos aeróbicos requieren la presencia de oxígeno y los anaeróbicos no requieren oxígeno. Algunas de las operaciones biológicas son:

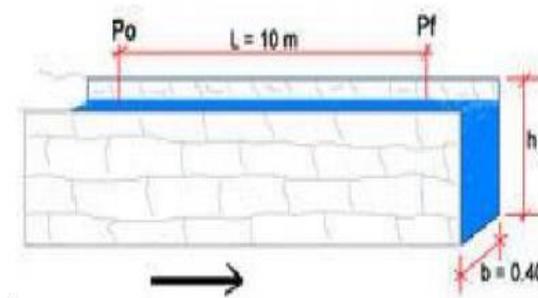
- **Biodiscos.** Intermedio entre los dos anteriores. Grandes discos dentro de una mezcla de agua residual con microorganismos facilitan la fijación y el trabajo de los microorganismos.
- **Lagunas aireadas.** Se realiza el proceso biológico en lagunas de grandes extensiones.
- **Degradación anaerobia.** Procesos con microorganismos que no necesitan oxígeno para su metabolismo.

7.2.24 Diseño del sistema de tratamiento de agua residual.

a) Caudal.

En dinámica de fluidos, Scanlon, J (2015) señala que caudal es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Para determinar el caudal del agua se utilizó el Método del objeto flotante, el cual consiste en el siguiente procedimiento: (pág. 89)

Figura 4. Método de objeto flotante.



Fuente: Horan, 2010.

El diseño del sistema de tratamiento se realizará para el agua residual del área productiva de queso la cual genera el 80 % de agua residual donde el punto Po al inicio del tramo es 0m y el punto Pf al final del tramo seleccionado es los 10m de largo en un tiempo de 600seg.

Calcular la velocidad (v) del agua utilizando la siguiente fórmula:

$$v = \frac{L}{t} \quad \text{Ecuación 3}$$

Medir el ancho del canal (b) en metros y la profundidad del agua (h) en metros, para calcular el área de la sección. Mediante la siguiente fórmula;

$$A = b * h \quad \text{Ecuación 4}$$

Observar el tipo de terreno del canal para seleccionar el factor de correlación (C) del caudal.

Tabla 6. Factor de correlación para el cálculo del caudal.

TIPO DE TERRENO DEL CAUDAL	FACTOR DE CORRELACIÓN
Canal de concreto	0,8
Canal de tierra	0,7
Arroyo quebrado	0,5

Fuente: Romero, 2014.

Calcular el caudal a partir de la siguiente fórmula:

$$Q = C * v * A \quad \text{Ecuación 5}$$

b) Consideración de diseño del tanque de sedimentación.

“Los sólidos presentes en el efluente fueran partículas discretas de tamaño, densidad, peso específico y forma uniforme, la eficiencia de eliminación de estos sólidos dependería solamente del área superficial del tanque y del tiempo de retención. En tal caso, suponiendo que las velocidades de circulación horizontales se mantuvieran por debajo de las de arrastre, la profundidad del tanque tendría poca importancia. Sin embargo, en la realidad, los sólidos de la mayoría de las aguas residuales no presentan características regulares debido a su naturaleza heterogénea. A continuación, se describen los parámetros más importantes involucrados en el diseño de sedimentadores primarios.” (Da Cámara L, 2010)

Tabla 7. Información típica para el diseño de tanques de sedimentación primaria.

Características	Intervalo	Típico
Sedimentación primaria		
• Tiempo de retención, h	1.5 – 2.5	2
Carga de superficie, m ³ /m ² * día		
A caudal medio	30-50	40
A caudal punta	80-120	100
• Carga sobre vertedero, m ³ /m * día	125-500	250

Sedimentación primaria con adición del lodo activado en exceso		
• Tiempo de retención, h	1.5-2.5	2
Carga de superficie, m ³ /m ² *día		
A caudal medio	24-32	28
A caudal de punta	48-70	60
• Carga sobre vertederos, m ³ /m *día	125-500	250

Fuente: Metcalf & Eddy, 2010.

“Los efectos de la carga de superficie y del tiempo de retención sobre la eliminación de sólidos suspendidos varían ampliamente en función de las características del agua residual, de la proporción de sólidos sedimentables y de la concentración de sólidos, principalmente. Es conveniente poner especial atención en el hecho de que las cargas de superficie deben ser lo suficientemente reducidas como para asegurar el rendimiento de las instalaciones de caudal punta.” (Da Cámara L, 2010)

- **Cálculo del área del sedimentador.**

Para poder determinar el área del sedimentador se debe utilizar la siguiente ecuación.

$$CS = \frac{Q}{A} \quad \text{Ecuación 6}$$

Carga de superficie.

Tabla 8. Valores recomendados de la carga superficial.

Suspensión	Carga superficial (m ³ /m ² *día).	
	Intervalo	Caudal pico
Agua residual sin tratar	24-48	48
Floculó de sulfato de aluminio	14-24	24
Floculó de hierro	21-32	32
Floculó de cal	21-48	48

Fuente: Metcalf & Eddy, 2010.

- **Volumen del sedimentador.**

“El volumen es la magnitud física que expresa la extensión de un cuerpo en sus tres dimensiones largo, ancho, y altura.” (Scanlon J, 2015)

$$V = L * a * h \quad \text{Ecuación 7}$$

Para poder determinar el volumen del sedimentador se debe utilizar la siguiente ecuación para determinar primero el área.

$$A = L * a \quad \text{Ecuación 8}$$

Aplicando una relación largo-ancho 1:4, se tiene:

$$L = 4a^2 \quad \text{Ecuación 9}$$

$$a = \sqrt{\frac{A}{4}} \quad \text{Ecuación 10}$$

- **Tiempo de Retención**

“Por lo general, los tanques de sedimentación primaria se proyectan para proporcionar un tiempo de retención entre 1.5 a 2.5 horas para el caudal medio del agua residual. Los tanques que proporcionan tiempos de retención menores (0.5 a 1 h), con menor eliminación de sólidos suspendidos, se usan en ocasiones como tratamiento primario previo a las unidades de tratamiento biológico.” (Scanlon J, 2015)

El tiempo de retención se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de retención} = \frac{V}{Q} \quad \text{Ecuación 11}$$

- **Remoción de DBO y SST**

Se obtuvo a partir de observaciones realizadas a sedimentadores en funcionamiento, y en ella se presenta información útil acerca de la eficiencia en la remoción de DBO y SST en tanques de sedimentación primaria, como función de la concentración del efluente y el tiempo de retención.

$$R = \frac{t}{a+bt} \quad \text{Ecuación 12}$$

Las constantes a y b pueden tomar los siguientes valores a 20°C.

Tabla 9. Valores de las constantes empíricas a y b.

Variable	a	b
DBO	0.018	0.020

SST	0.0075	0.014
-----	--------	-------

Fuente: Crites y Tchobanoglous, 2010.

c) Purificación.

“Las aguas residuales ya sean estas rurales, urbanas o industriales contienen organismos patógenos, razón por la cual se emplean distintos métodos de absorción o purificación, entre el que se destaca por la absorción por contacto con la zeolita, ya que es el método más viable, efectivo y de menor costo, garantizando una mejor purificación del efluente.” (Castro C, 2012)

Dimensionamiento del Tanque.

El peso requerido de absorción o purificación se considera en las siguientes ecuaciones.

$$P = Q * D \quad \text{Ecuación 13}$$

$$D = \frac{D_M + D_m}{2} \quad \text{Ecuación 14}$$

El diseño del tanque donde se mezclará la zeolita está determinado por la siguiente expresión:

$$V = Q * Tr \quad \text{Ecuación 15}$$

Altura del tanque está determinado por la siguiente ecuación:

$$H_t = \frac{V}{L * A} \quad \text{Ecuación 16}$$

7.2.25 Normativa Ambiental.

Los objetivos principales de las normas son: proteger, preservar, conservar y mejorar la calidad de las fuentes de suministro de agua a la población, los cuerpos naturales y artificiales, tanto superficiales como subterráneas, para su correcta depuración y puedan ser asimilados de forma natural. Específicamente, establecen los requisitos que deben cumplir las personas físicas o jurídicas responsables de descargas de aguas residuales a los cuerpos hídricos receptores. (ACUERDO N° 061, 2015)

a) Constitución de la República del Ecuador.

En el Art. 264 y 415 se menciona acerca del tratamiento de aguas residuales, obligando a un adecuado manejo de desechos líquidos de manera que no sea perjudicial para otras redes de agua, logrando mantener un ambiente sano conservando la calidad del agua Art. 276.

b) Ley de Gestión Ambiental.

Mediante un desarrollo sustentable Art. 7 se pretende no comprometer los recursos disponibles de la naturaleza, aplicando estrategias de protección y manejo ambiental Art. 18, cuyas medidas adoptadas para el control de impactos negativos son sometidos a evaluación por el Ministerio de Ambiente previa a su obtención de la licencia ambiental.

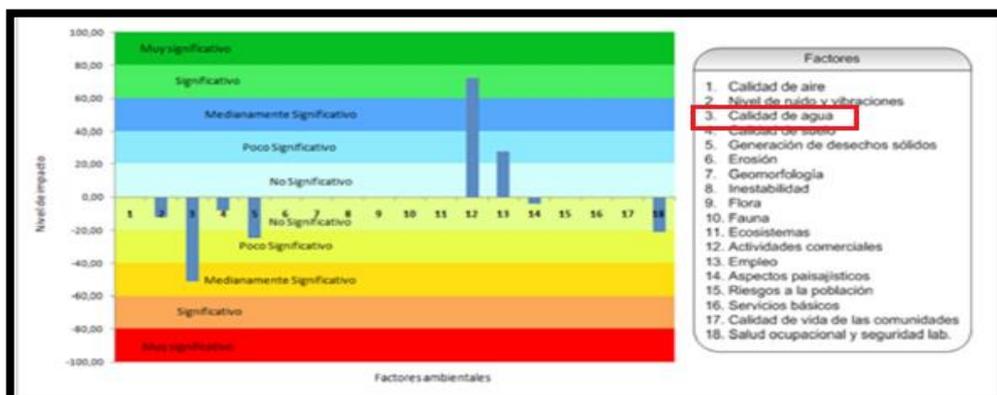
c) Ley Orgánica de Salud.

Libro II Salud y seguridad ambiental, Art. 95. La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio del Ambiente, establecerán las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana.

7.2.26 Impacto Ambiental de la Industria Láctea.

En la industria láctea se elaboran una gran variedad de derivados lácteos. Dicha producción ocasiona un impacto ambiental, generando desechos líquidos, sólidos y gaseosos, los desechos sólidos son producidos a partir de actividades provenientes de la elaboración, producción, rechazo y distribución, por consiguiente, los desechos se clasifican de acuerdo a su origen y algunos de los mismos son aprovechados o reciclados. La mayoría de residuos generados en dicha industria son de tipo inorgánico puesto que se derivan de actividades de limpieza, mantenimiento, oficina, laboratorio y empaquetamiento. Los desechos gaseosos se generan por pequeñas emisiones gaseosas por la utilización de calderas a vapor, marmitas y procesos de refrigeración que generan efluentes elevados. (González M. , 2012)

Figura 5 Valoración de los impactos ambientales generados en la producción de lácteos.



Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2013)

La descarga de efluentes es uno de los aspectos más importantes a considerar en la Industria Láctea. Dentro de los aspectos ambientales que se generan en una planta procesadora de lácteos, la generación de efluentes produce el mayor nivel de impacto negativo como se observa en la (Figura 5). (Ministerio del Ambiente, 2013)

8 PREGUNTAS CIENTÍFICAS

- 1) ¿Cómo diagnosticar la situación actual de los efluentes de aguas residuales en la empresa láctea PASTOLAC?
- 2) ¿Qué sustancias contaminantes se encuentran presentes en las aguas residuales de la empresa láctea el PASTOLAC?
- 3) ¿Cómo proponer un sistema de tratamiento de efluentes a partir de los contaminantes identificados en las aguas residuales de la empresa PASTOLAC?
- 4) ¿Cómo determinar el costo total para la implementación del sistema de tratamiento de efluentes líquidos de la planta láctea PASTOLAC?

9 METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.2 Tipos de Investigación.

Para la realización del presente trabajo investigativo basado en diferentes tipos de investigación que permitieron alcanzar los objetivos planteados en esta investigación se consideró las investigaciones citadas a continuación:

9.2.1 Investigación Descriptiva.

Mediante esta investigación se logró describir el área de estudio, el proceso de producción del queso, de modo sistemático las características de los efluentes generados en la industria láctea PASTOLAC, conjuntamente con la descripción de cada uno de los parámetros con los cuales se evaluó la calidad del efluente después del proceso.

9.2.2 Investigación Explicativa

Se utilizó para fundamentar el sistema de tratamiento de aguas residuales, sus procedimientos en cada una de las etapas del sistema y para explicar el cumplimiento de los parámetros experimentales medidos al compararlos con las normas medio ambientales vigentes.

9.2.3 Investigación Exploratoria.

La investigación exploratoria se efectuó para examinar los puntos de muestreos y los métodos a utilizarse para realizar esta actividad, así como para la selección del método adecuado para el tratamiento de las aguas residuales.

9.3 Técnicas de Investigación.

9.3.1 Técnica de Observación.

Se aplicó la observación para identificar las características del área de estudio, caracterización del proceso y determinación del muestreo a realizar. Se realizó en las visitas in situ a la industria láctea PASTOLAC.

9.3.2 Técnica Documental.

Esta técnica establece como fuentes o materiales de consulta las fuentes bibliográficas y las normativas ambientales vigentes en el Ecuador.

9.3.3 Técnica de Muestreo.

Para la toma de muestras de agua residual de la industria láctea PASTOLAC, se tomó en cuenta las normas técnicas determinadas por él (INEN, 2013), que redacta acerca de las técnicas de muestreo.

Teniendo en cuenta la presente técnica se procedió a tomar la muestra la cual fue representativa, es decir, la variable en la muestra fue de igual valor que la del cuerpo de agua descargado en el lugar y en el momento del muestreo. Por lo tanto, este cuerpo de agua fue completamente homogenizado en el lugar de muestreo, logrando que la concentración relativa de todos los componentes sea la misma en la muestra que el caudal de procedencia, y que la muestra sea manejada de tal forma que no se produzca alteraciones representativas en los resultados.

La muestra de agua fue tomada en el punto de muestreo establecido aplicando la misma Técnica y siguiendo observaciones del Laboratorio.

La muestra 1 de agua se envasó en un galón plástico de 3,78 litros.

La muestra 2 de agua se envasó en un galón plástico de 3,78 litros.

a) Punto de Muestreo.

El punto de muestreo se estableció en la descarga final, punto donde terminan los sistemas de conducción de los efluentes generados en la industria láctea PASTOLAC antes de tomar contacto con las descargas al sistema de alcantarillado público de la parroquia de Pastocalle.

b) Conservación de las muestras.

Para el manejo y conservación de las muestras se toma en cuenta la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98, del manejo y conservación de las muestras.

- Una vez etiquetada la muestra se procede al resguardo de las muestras que consiste en brindarle sombra y temperatura baja para evitar la alteración en los resultados para lo cual se utilizó un cooler.
- Inmediatamente después de la toma, etiquetado y resguardo de las muestras se procede a trasladarlas hacia el laboratorio para su respectivo análisis con las respectivas medidas y precauciones de conservación.

9.4 Métodos de investigación.

Los métodos que a continuación se muestran permiten la realización del presente estudio de investigación.

9.4.1 Método de Análisis y Síntesis.

Se logró analizar y diagnosticar los efluentes de la industria Láctea PASTOLAC, basada en la información obtenida en campo y los resultados obtenidos en laboratorio. También se determinó el nivel de contaminantes presentes en los efluentes analizados y se comparó su cumplimiento con los parámetros establecidos de la normativa ambiental vigente.

9.4.2 Método Inductivo – Deductivo.

Este método se utilizó ya que se partió de casos particulares para ir a lo general, se aplicó en toda la investigación al realizar el diagnóstico del área de estudio, conociendo de esta manera la situación actual de los efluentes, su fuente generadora y determinar posibles alternativas sostenibles para su tratamiento. El método, se aplicó mediante la observación, comparación de parámetros, donde se llegó a determinar los estudios tanto en cantidad como en el contenido de la carga contaminante de los efluentes.

9.4.3 Método de Observación.

En la recolección y toma de los datos en la industria láctea PASTOLAC, se utilizó el método de observación obteniendo conocimientos sobre los efluentes, la misma que contribuyó a cumplir con los objetivos de la investigación.

Este método se efectuó mediante los puntos de muestreo donde se pudo notar claramente que los efluentes eran descargados directamente al sistema de alcantarillado público, los mismos que sirvieron para determinar el diseño apropiado del sistema de tratamiento de aguas residuales en forma adecuada para reducir la contaminación ambiental.

9.4.4 Métodos y procedimientos para la propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales.

a) Dimensionamiento del sistema de tratamiento.

Para el diseño del sistema de tratamiento se tomó en cuenta; el volumen y las características físicas-químicas del agua a tratar, como también el espacio disponible, para de este modo garantizar una correcta depuración del agua y cumplir las exigencias de descargas de efluentes de acuerdo a la Normativa Ambiental vigente.

b) Elaboración de planos.

Para la realización del sistema correspondiente a los distintos procesos de tratamiento se usó el programa de AUTOCAD.

9.4.5 Método experimental de las sustancias contaminantes en las aguas residuales.

• Recolección de las muestras a enviar al Laboratorio.

Al observar las políticas del laboratorio y el Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98, del manejo y conservación de las muestras. Se tomó las muestras en la salida donde produce la descarga de efluentes para enviar al laboratorio de acuerdo a los siguientes requerimientos:

Cantidad requerida por muestra: 3,78 litros

Número de muestras: 2.

Tipo de envase: plástico (1 galón), estéril.

Refrigeración: 2 - 5 °C.

Tiempo máximo de envío de muestras desde su recolección: 24 horas.

• Llenado de los recipientes.

Para llenar los recipientes enviados al laboratorio se procedió de la siguiente manera:

La muestra para los análisis físicos y químicos se tomó en la salida del tubo de hormigón, como lo establece la norma, introduciendo el recipiente y tapándolo una vez lleno, con la finalidad de tener una buena muestra homogénea del efluente. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte evitando la modificación del contenido y la variación del pH.

- **Materiales y Equipos para la toma de muestras.**

Los materiales (Tabla 10) y equipos (Tabla 11) necesarios para llevar a cabo la investigación y obtener sus resultados fueron los siguientes:

Tabla 10. Materiales para la toma de muestra de las aguas residuales.

Herramienta	Cantidad
E.P.P.	2
Cooler	1
Libreta de mano	1
Galón	2
Cinta	1
Balde	1
Recipiente	1
Embudo	1

Elaborado por: Autores.

Tabla 11. Equipos utilizados en la Investigación.

Equipo	Cantidad
Cámara Fotográfica	1
GPS.	1
Computadora Portátil	2
Flash Memory	1
CD	1
Impresora	1

Programa AutoCAD 2018	2
Termómetro Digital	1

Elaborado por: Autores.

- **Identificación y registro de las muestras**

Las muestras se registraron de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98.

Para la identificación de las muestras se tomó en cuenta los siguientes datos informativos lo que facilitará el manejo e identificación en el laboratorio:

- Ubicación:** Barrio Pucará
- Procedencia:** Efluente industria láctea PASTOLAC
- Fecha:** 03 / Mayo / 2019
- Tipo de muestra:** Muestra simple.
- Hora:** 14:32 pm
- Responsables de la toma:** -Alex Adrian Iza Santo

-Alex Dario Toapanta Moposita

- Temperatura:** 15°C

- **Métodos de ensayos utilizados para el análisis físico-químico del agua residual.**

Los ensayos realizados en el agua residual, se enmarcan dentro de las normas y técnicas de la APHA / AWWA / WEF, ASTM, EPA, DIN, INEN con la finalidad de asegurar la fiabilidad de los resultados y cumplir con las normas de control de calidad en los análisis y ofrecer resultados técnicamente confiables.

Tabla 12. Métodos experimentales de las aguas residuales.

Parámetros	Unidad	Método experimental
Temperatura	°C	ELECTRÓNICO HANNA
Potencial Hidrógeno	U pH	SM. 4500 – H + A y 4500 – H + 8
Conductividad Eléctrica	mS/cm	ELECTRÓNICO MYRON
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/lt	SM. 5210 B
Demanda Química de Oxígeno	mg/lt	SM. 5220 D
Calcio	mg/lt	SM. 3111-B

Sodio	mg/lt	
Coliformes Totales	ufc/100ml	SM. 9222: D
Coliformes Fecales	ufc/100ml	

Fuente: Laboratorio de Suelos y Agua (UPS).

Elaborado por: Autores.

a) Método ELECTRÓNICO HANNA para la temperatura.

Es la magnitud que mide el estado térmico de un sistema termodinámico en equilibrio a través de un termómetro digital.

b) Método SM. 4500 – H + A y 4500 – H + 8 para el pH.

Se basa en la capacidad de respuesta del electro de vidrio ante soluciones de diferente actividad de iones H⁺ utilizando un material llamado pH-metro.

c) Método SM. 5210 B para el DBO.

Mide la cantidad de materia orgánica biodegradable; se determina midiendo la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos cuando utilizan la materia orgánica como fuente de energía para su metabolismo; los ensayos se realizan durante 5 días.

d) Método SM. 5220 D para el DQO.

Indica la cantidad de contaminantes que pueden oxidarse mediante un oxidante químico (dicromato potásico); estos contaminantes pueden ser materia orgánica e inorgánica; se expresa en mg de oxidación por litro.

e) Método SM. 9222: D para los Coliformes totales.

El total de bacterias coliformes incluye una amplia variedad de Bacilos aerobios, anaerobios facultativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C. Los coliformes totales producen, para fermentar la lactosa, la enzima β-galactosidasa. El grupo de los coliformes totales incluye especies fecales y ambientales. Debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, y la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento es inadecuado. La presencia de coliformes totales en sistemas de distribución y reservas de agua almacenada puede revelar una reproliferación y posible formación de biopelículas, o bien contaminación por la entrada de materias extrañas, como tierra o plantas.

10 DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS).

10.2 Diagnóstico de la situación actual de las descargas de efluentes en la industria láctea PASTOLAC.

10.2.1 Ficha Técnica

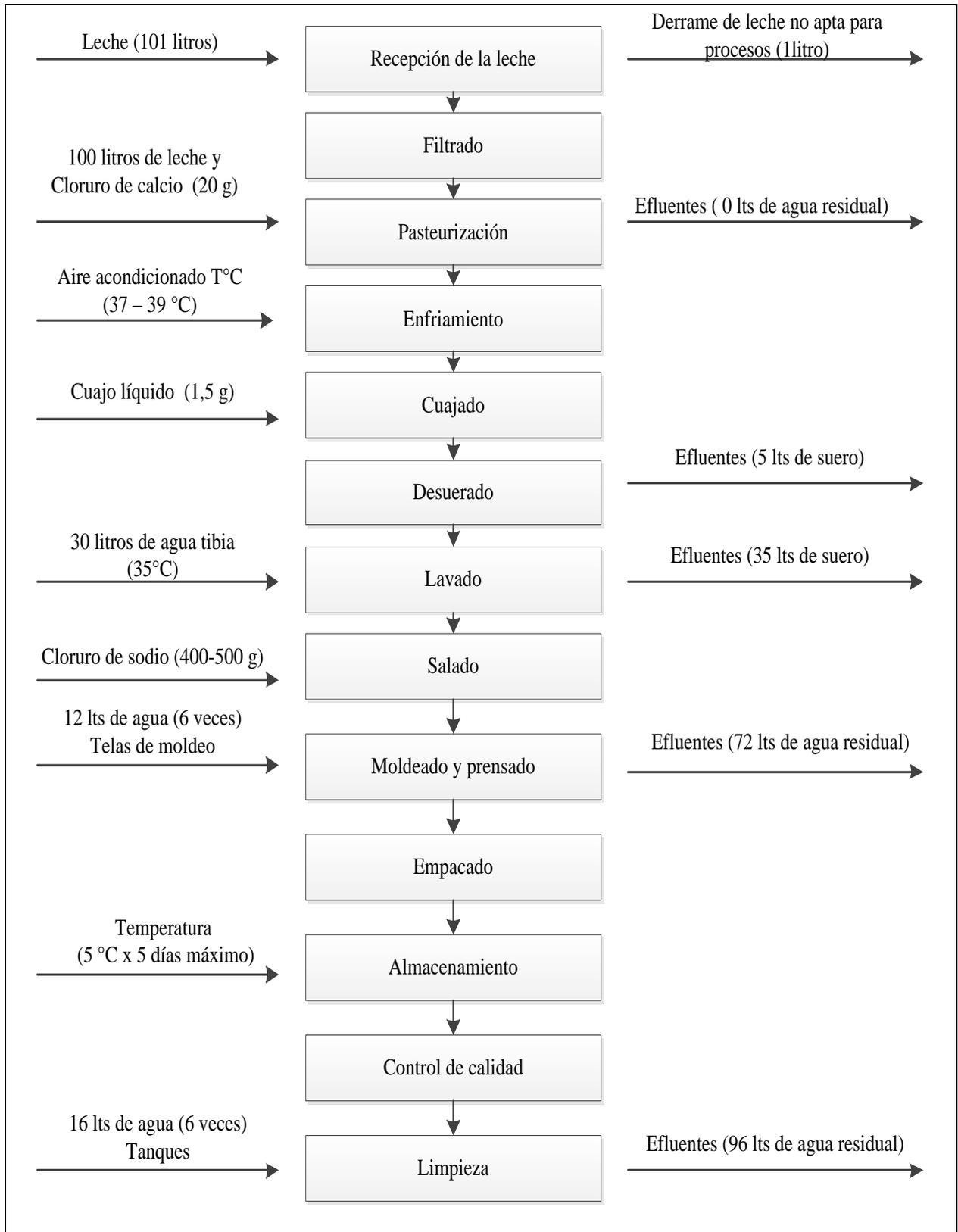
Tabla 13: Datos Generales

1.- DATOS GENERALES		
Situación Geográfica		
Altitud: 3.197 m.s.n.m	Latitud: 0°43'29''S	Longitud: 78°38'21''W
Provincia: Cotopaxi.	Cantón: Latacunga	Parroquia: San Juan de Pastocalle
Dirección de la Industria: Barrio Pucará		
Estado de la Industria: Operación – Producción		
Tipo de Empresa: Comercial		
Datos del Gerente – Propietario: Sr. José Pila		
Contactos de la empresa: 032712-599 / 0995291735		
Email: josepila91@gmail.com		
2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA		
Área de la industria: 476 m ²		Infraestructura: Industrial.
3.- INFORMACIÓN DE LA EMPRESA		
Es una empresa líder en el desarrollo de producción de queso se procesa con estándares de alta calidad, proyectada en brindar un producto de calidad y competitivo que satisfaga las necesidades y expectativas del cliente.		
4.- ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA EMPRESA:		
Elaboración de queso		
5.- JORNADA LABORAL:		
La jornada laboral es de 8 horas diarias en un horario de 6am a 2pm.		

Elaborado por: Autores

10.2.2 Identificación de procesos

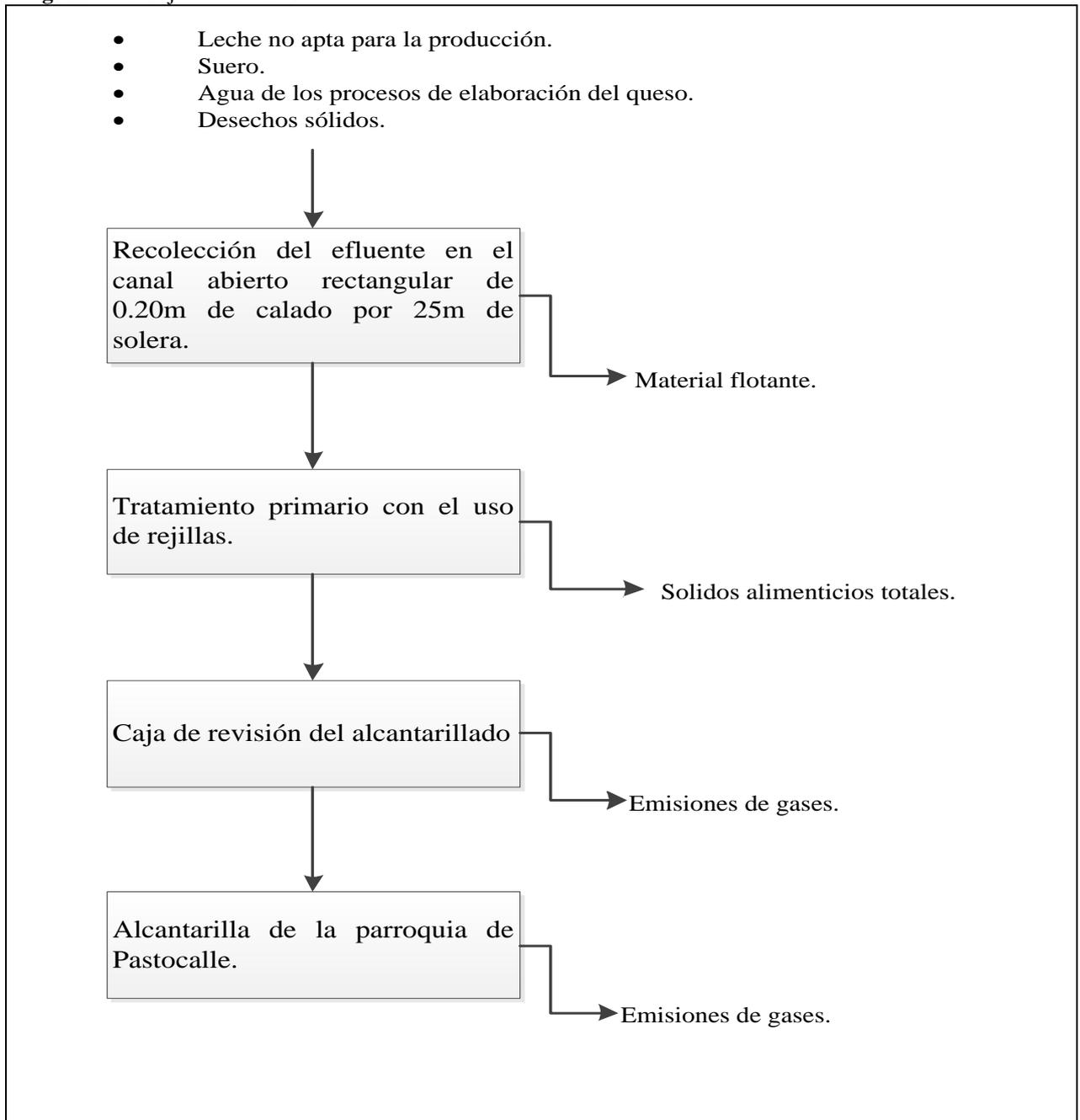
Figura 6 Elaboración de queso



Fuente: Industria Láctea PASTOLAC.

Elaborado por: Autores.

Figura 7: Manejo de efluentes



Fuente: Industria Láctea PASTOLAC.

Elaborado por: Autores.

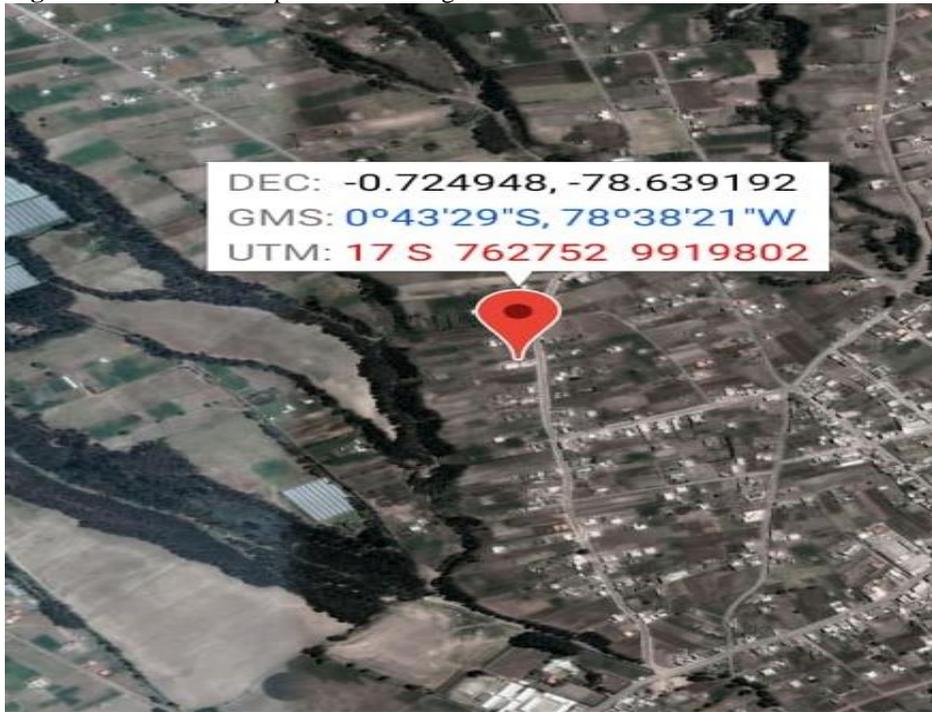
10.2.3 Puntos de descarga de las aguas residuales

Tabla 14. Punto de descarga del efluente.

Punto de descarga al sistema de alcantarillado público	
Coordenadas GPS	
X: 0°43'29''S	Y: 78°38'21''W

Elaborado por: Autores

Figura 8. Ubicación del punto de descarga.



Fuente: GPS

Elaborado por: Autores.

10.2.4 Cálculos de caudal de entrada y salida

Se realiza un análisis del caudal de salida en la industria láctea PASTOLAC cuyos resultados se expresa en la (tabla 14), el cálculo de esta magnitud se expresa en el anexo 5.

Tabla 15. Caudal de salida

Datos	Dimensión	Unidad
Volumen	12	lt
Tiempo	8	seg
Tubo de hormigón de salida	153,6	mm
Caudal calculado de salida	1,5	lt/seg

Fuente: Industria láctea PASTOLAC

Elaborado por: Autores.

10.2.5 Cantidades utilizadas por cada 100 litros de leche diaria.

Las cantidades de las sustancias utilizadas para la fabricación del queso semanales, mensuales y anuales que pueden tener incidencia en la contaminación de las aguas residuales se expresan en el anexo 6.

El análisis diario de las cantidades de estas sustancias utilizadas se expresa en la (tabla 15).

Tabla 16. Productos para la elaboración de queso diaria.

Resultados obtenidos.	
Cultivo láctico	10 – 15 cc
Cloruro de calcio	20 g
Cuajo	1,5 g
Sal	400 – 500 g
Agua de entrada	200 lt
Agua de salida	170 lt
Suero de salida	35 lt

Fuente: Industria láctea PASTOLAC

Elaborado por: Autores.

10.3 Determinar las características físicos-químicos de los efluentes en la industria láctea para la determinación del grado de contaminación.

10.3.1 Comparación de los resultados experimentales con la normativa ambiental vigente en el Ecuador.

Tabla 17. Comparación de la normativa vigente con los resultados experimentales.

Rotulación Muestra	MUESTRA 1	MUESTRA 2	Unidad	Límite Máximo Permissible (TULSMA)	Características de Resultados
Temperatura	16.20	15.10	°C	< 40	Cumple
Potencial Hidrógeno	5.23	5.10	U pH	7,00	Cumple
Conductividad Eléctrica	6.93	5.53	mS/cm	15,00	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	7500	8700	mg/lt	250	No Cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	16000	20000	mg/lt	500	No Cumple
Calcio	100.20	137.77	mg/lt		
Sodio	730.72	730.72	mg/lt	10,00	No Cumple
Grasas	390	370	mg/lt	100	No Cumple
Coliformes Totales	2.9×10^9	1.9×10^9	nmp/100ml	1000	No Cumple
Coliformes Fecales	7.3×10^7	9.1×10^7	nmp/100ml		

Elaborado por: Autores

10.3.2 Interpretación de resultados del análisis físico-químico de los efluentes.

Según los resultados obtenidos del análisis físico-químico de los efluentes de la Industria Láctea PASTOLAC se tiene que:

Los siguientes parámetros analizados en el laboratorio, Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Potencial Hidrógeno (pH) y Conductividad Eléctrica (mS/cm), se encuentran dentro del límite máximo permisible cumpliendo con la normativa actual vigente cómo lo es el Acuerdo Ministerial No. 061 que sustituye al Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria donde nos indica los límites a los que se deben encontrar cada uno de estos parámetros.

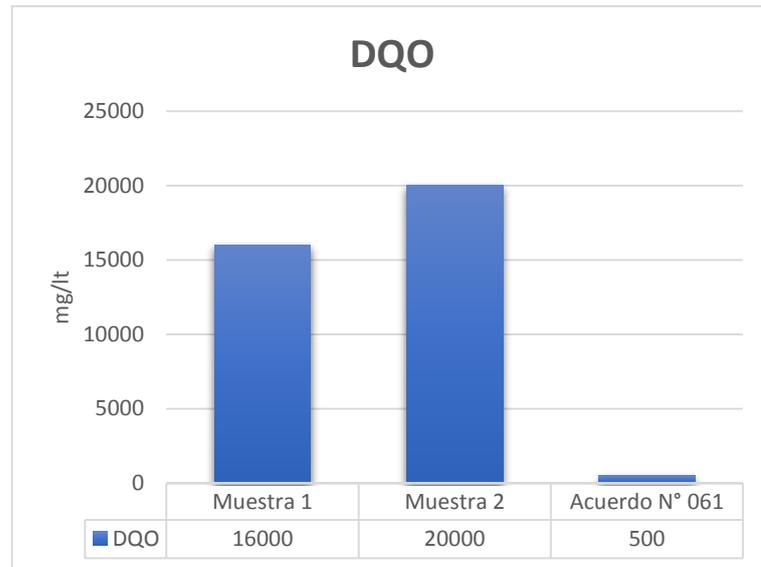
La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) tiene un resultado de la muestra 1 de 7500 y de la muestra 2 de 8700 mg/lit los cuales se encuentran fuera de los límites permisibles según el Acuerdo Ministerial No. 061 que sustituye al Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria en la tabla 11 indica que es de 250 mg/lit. Debido a la presencia de la cantidad de materia orgánica biodegradables no es la única causa del fenómeno, sino que también intervienen la oxidación de los nitritos y de las sales amoniacaes, susceptibles de ser también oxidadas por las bacterias en disolución produciendo la muerte de peces y de otras formas de vida acuáticas dependientes del oxígeno.

Gráfico 1. Relación del resultado del DBO con la normativa vigente.



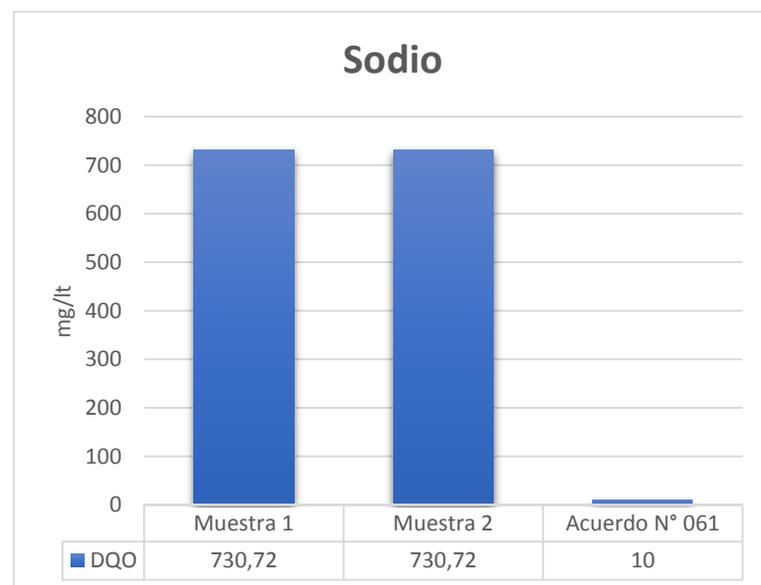
Elaborado por: Autores

En base a los resultados de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) se pudo constatar que la muestra 1 fue de 16000 mg/lit y en la muestra 2 de 20000 mg/lit los cuales no cumplían el límite permisible establecido por el Acuerdo Ministerial No. 061 que corresponde a 500,00 mg/lit. Debido a la presencia en el agua de compuestos orgánicos (carbohidratos, lactosa, proteínas, lípidos considerados como grasas) no biodegradables que perjudican la salud humana, dañan a los peces y a otras formas de vida acuáticas.

Gráfico 2. Relación del resultado del DQO con la normativa vigente.

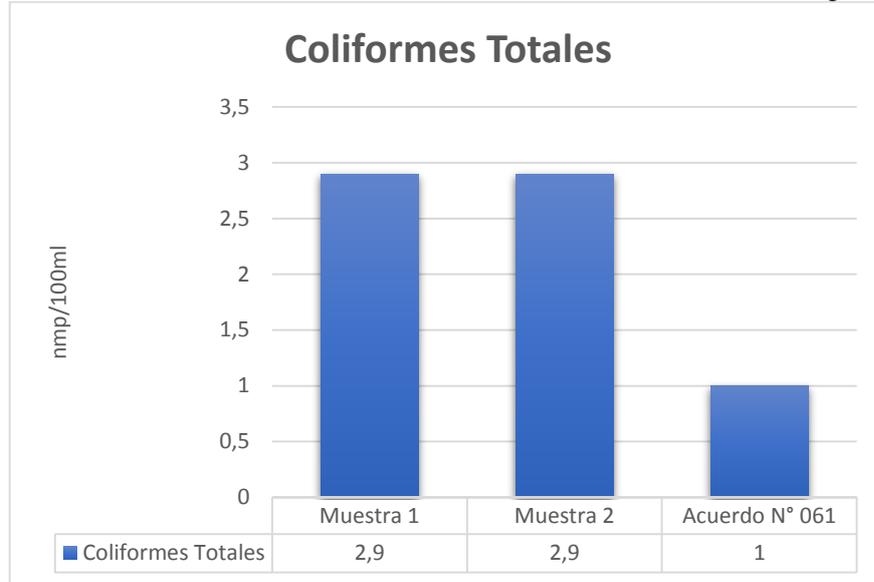
Elaborado por: Autores

En el análisis realizado de Sodio se pudo observar que según el Acuerdo N° 061 no cumple con el límite permisible según él ya que la muestra 1 y 2 es de 730.72 mg/lt mientras que la norma establece 10,00 mg/lt. Altos contenidos de iones de sodio en las aguas de regadío, afecta la permeabilidad del suelo y causa problemas de infiltración de agua.

Gráfico 3. Relación del resultado del Sodio con la normativa vigente.

Elaborado por: Autores.

Según los parámetros establecidos por el Acuerdo N° 061 en el análisis de Coliformes Totales tanto de la muestra 1 que es 2.9×10^9 nmp/100ml y muestra 2 resultante a 1.9×10^9 nmp/100ml no cumplen ya que el límite permisible correspondiente es $1000 = (1.0 \times 10^3)$ nmp/100ml. Su presencia está en las bacterias que entran a través de tuberías y son desechadas al alcantarillado causando olores desagradables y enfermedades en la salud de las personas.

Gráfico 4. Relación del resultado de Coliformes Totales con la normativa vigente.

Elaborado por: Autores.

10.4 Propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales que ayude a la minimización de los contaminantes en la industria láctea PASTOLAC.

10.4.1 Cálculos para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales acorde al estudio realizado de los contaminantes de la industria láctea PASTOLAC.

Una vez obtenido los resultados del análisis de los efluentes, se ha considerado necesario la propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales que pueda disminuir el contenido de sólidos totales, sodio, DBO, DQO, coliformes, aceites y grasas. Por estos parámetros los que se encuentran con valores por encima de los que este la normativa vigente.

El sistema de tratamiento de aguas residuales contará de los siguientes procesos:

a) Primer Tratamiento.

Trampa de grasas.

La principal función de esta unidad es la retener materiales y sustancias inhibidoras y tensoactivos que interfieren en los procesos de sedimentación, principalmente los aceites y grasas, así como los detergentes.

El diseño de la trampa de grasa es obligatorio debido a que contiene 390 mg/lit encontrándose por encima de los límites permisibles del libro VI, ANEXO 1, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), para lo cual se tomarán las siguientes consideraciones.

Tabla 18. Requerimientos para el diseño de una trampa de grasa.

Características	Valor
Tiempo de retención hidráulica (TRH)	24 minutos
Relación largo: ancho	Entre 2:1 y 3:2
Profundidad útil	Mínima: 0,8 m Máxima: 2,00 m
Dispositivos de ingresos y salida	Te de 90° y mínimo de 3 pulgada de diámetro.
Sumergencia del codo de entrada	Mínimo 0,15 m respecto del nivel de salida.
Borde libre	0,30 m (mínimo).

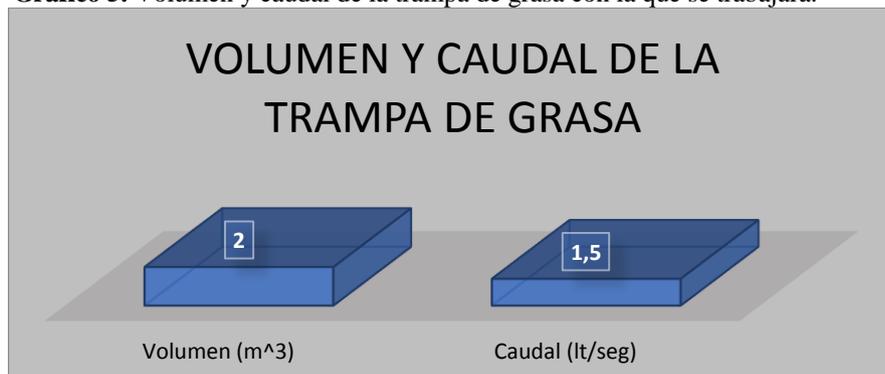
Fuente: Lozano-Riveras (2012).

Considerando un Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) de 24 minutos el volumen de la trampa de grasa será:

Tabla 19. Cálculos del volumen para la trampa de grasa.

VOLUMEN PARA EL DISEÑO DE TRAMPA DE GRASA				
Fórmula	$V_{tg} = Q * TRH$ $V_{tg} = 1,5 \text{ lt/seg} * 1.440 \text{ seg}$			
V_{tg}	Volumen de la trampa de grasa (m^3)			
Q	Caudal			
TRH	Tiempo de retención hidráulica (min)			
CÁLCULOS				
Q	TRH (min)	Seg/min	V_{tg} (lt)	V_{tg} (m^3)
1,5	24	60	2.160	2,16

Fuente: Autores.

Gráfico 5. Volumen y caudal de la trampa de grasa con la que se trabajará.

Elaborado por: Autores.

La trampa de grasa trabajará con un caudal de punta de 1,5 lt/seg y tendrá un volumen de 2,16 (m³).

Tabla 20. Cálculos de dimensiones para la trampa de grasa.

Consideración para las dimensiones de la trampa de grasa.				
Relación	Largo-Ancho	L	2	3
		B	1	2
H. útil	2	m		
Q med	1,5	lt/s		
Sumergencia del codo de entrada		Mínimo 0,15. Respecto al nivel de salida.		
Borde libre	0,30 m	Minuto		
Fórmula	$V_{tg} = H * L * B$			
CÁLCULOS				
V _{tg} (m ³)	H (m)	L (m)	B (m)	V _{tg} diseño (m ³)
2,16	1	2	1	2

Fuente: Autores.

b) Segundo Tratamiento.

- **Sedimentador de partículas discretas.**

La sedimentación ayudará a producir una suspensión de partículas, el resultado final que se tendrá será siempre un fluido clarificado y una suspensión más concentrada. Se habla de clarificación cuando hay un especial interés en el fluido clarificado, y de espesamiento cuando el interés está puesto en la suspensión concentrada.

Los cálculos relacionados con la velocidad del agua, el área recorrida, el cálculo del caudal real, así como el dimensionamiento del Sedimentador de partículas discretas se representan en el anexo 7.

En la siguiente tabla se expresan los valores obtenidos de ese cálculo.

Tabla 21. Resumen del dimensionamiento del sedimentador de partículas discretas.

Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Velocidad del agua	v	m/seg	0,016
Caudal real	Q_r	m ³ /h	1,26
Caudal de diseño	Q	m ³ /d	12,096
Capacidad	V	m ³	18
Área	A	m ²	8,64
Largo	L	m	5,84
Altura	H	m	2,10
Tiempo de retención	Tr	h	1,48

Fuente: Sáenz. L. 2013.

c) Tercer Tratamiento.

• **Dimensionamiento del tanque de purificación con el uso de zeolita.**

La zeolita en los sistemas de filtrado se puede aplicar de manera sencilla en el interior del tanque permitiendo el control de la coloración del agua y actuando como un filtro biológico. La zeolita se debe cambiar cada tres meses para evitar que esta pierda sus características de filtración y se logre una purificación óptima en el agua.

Los cálculos realizados de la dosis promedio del purificador, el peso requerido del purificante así como el dimensionamiento del tanque purificador con zeolita se expresan en el anexo 7.

En la siguiente tabla se expresan los valores obtenidos de ese cálculo.

Tabla 22. Resumen del dimensionamiento del purificador con zeolita.

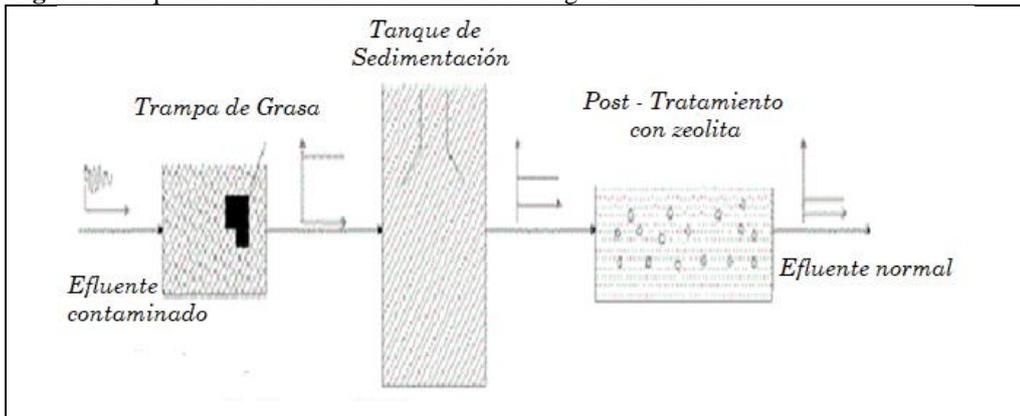
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Dosis del purificador	D	mg/lt	2,85
Peso del purificante	P	kg/d	0,36

Caudal de diseño	Q	m ³ /d	12,096
Capacidad	V	m ³	18
Ancho	A	m	1,20
Largo	L	m	6
Altura	H	m	1,64
Tiempo de retención	Tr	h	0,5

Fuente: Autores.

- **Flujograma con la secuencia del tratamiento. |**

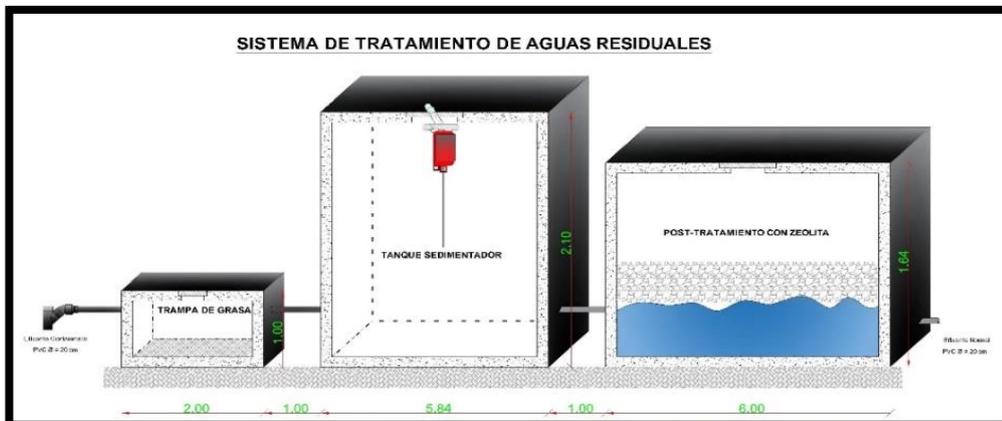
Figura 9. Esquema del sistema de Tratamiento de agua residual.



Fuente: Autores.

10.4.2 Realización de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la industria láctea PASTOLAC.

Figura 10. Sistema de tratamiento de aguas residuales para la Industria láctea PASTOLAC.



Fuente: Autodesk - AutoCAD.

10.4.3 Determinación de los costos del tratamiento.

Esta propuesta del presupuesto servirá para tener una idea del costo del proyecto si se lo llega a construir en la industria láctea PASTOLAC. A continuación se describe los rubros, unidad, cantidades y precios unitarios:

Tabla 23. Propuesta del presupuesto para la construcción del sistema de tratamiento de agua residual.

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL					
TRAMPA DE GRASA Y REJILLA					\$ 1.542,45
N°	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO \$	P. TOTAL\$
1	REVANTEO Y NIVELACIÓN	m ²	3,00	1,41	4,22
2	EXCAVACIÓN A MANO	m ³	2,40	5,60	13,45
3	EMPEDRADO BASE e= 15cm	m ²	3,00	3,74	11,21
4	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m ²	14,00	10,57	148,00
5	HORMIGÓN SIMPLE f _c = 210 kg/cm ²	m ³	1,82	146,81	267,19
6	ACERO DE REFUERZO F _y = 4200 kg/cm ²	kg	174,87	2,39	417,78
7	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m ²	8,45	8,51	71,93
8	SUM. INST. REJILLA (SEGÚN DISEÑO)	u	2,00	185,66	371,32
9	SUM. INST. TUBERIA PVC DESAGUE 200 mm	m	2,00	106,09	212,19
10	PINTURA ANTICORROSIVA	m ²	7,00	3,59	25,16
TANQUE SEDIMENTADOR					\$ 5.296,93
CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN					\$ 4.428,42
11					
12	DESBROCE Y LIMPIEZA	m ²	68,89	1,58	108,59
13	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m ²	68,89	1,13	77,85
14	EXCAVACIÓN A MANO	m ³	44,78	5,60	250,97
15	EMPEDRADO BASE E = 15 CM	m ²	68,89	3,74	257,34
16	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m ²	64,40	10,57	680,81
17	ACERO DE REFUERZO F _y = 4200 kg/cm ²	kg	714,59	2,39	1.707,22
18	HORMIGÓN SIMPLE f _c = 210kg/cm ²	m ³	3,22	146,81	472,73
19	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m ²	65,40	8,51	556,68
20	CAJA DE REVISIÓN 60x60x100 cm H.S. f _c =180kg/cm ² + TAPA H.A.	u	1,00	86,47	86,47
21	PINTURA ANTICORROSIVA	m ²	64,00	3,59	229,76
ACCESORIOS DEL TANQUE SEDIMENTADOR					\$ 868,51
22	ENTRADA AL TANQUE	GLB	1,00	388,95	388,95
23	DESAGUE DEL TANQUE	GLB	1,00	257,51	257,51
24	SALIDA DEL TANQUE	GLB	1,00	68,89	68,89
25	RECOLECTOR DE BIOGÁS	GLB	1,00	153,16	153,16
TANQUE PURIFICADOR					\$ 8.134,31
CÁMARA DE PURIFICACIÓN					\$ 8.058,31
26	DESBROCE Y LIMPIEZA	m ²	68,89	1,58	108,59

27	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m ²	68,89	1,13	77,85
28	EXCAVACIÓN A MANO	m ³	44,78	5,60	250,97
29	EMPEDRADO BASE E = 15 CM	m ²	68,89	3,74	257,34
30	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m ²	57,30	10,57	605,75
31	HORMIGÓN SIMPLE f _c = 210kg/cm ²	m ³	25,32	146,81	3.717,21
32	ACERO DE REFUERZO F _y = 4200 kg/cm ²	kg	433,49	2,39	1.035,64
33	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m ²	66,36	8,35	554,11
34	SUM. INST. TUBERIA PVC DESAGUE 200 mm	m	11,20	106,09	1.188,26
35	CAJA DE REVISIÓN 60x60x100 cm H.S. f _c =180kg/cm ² + TAPA H.A.	u	1,00	86,47	86,47
36	PINTURA ANTICORRESIVA	m ²	49,00	3,59	176,12
ZEOLITA					\$ 76,00
37	SACO DE ZEOLITA 25kg	Kg	2,00	38,00	76,00
Fuente: Autores.				TOTAL	\$ 14.973,69

- **Resumen de la cotización del presupuesto.**

Tabla 24. Resumen de la propuesta del presupuesto para la construcción del sistema de tratamiento.

N°	Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Trampa de grasa y rejilla.	unidad	1	\$ 1.542,45	\$ 1.542,45
2	Tanque sedimentador de partículas discretas	unidad	1	\$ 5.296,93	\$ 5.296,93
3	Tanque purificador con zeolita	unidad	1	\$ 8.134,31	\$ 8.134,31
CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO					\$ 14.973,69

Fuente: Autores.

Una vez realizado la cotización del presupuesto de los equipos que contendrá el sistema de tratamiento de agua residual en la industria láctea PASTOLAC, se pudo obtener los costos de implementación en base a las condiciones económicas de la empresa siendo de un total de \$14.973,69, la misma que cumple con los procesos requeridos para la reducción de los parámetros que se encuentran fuera de la normativa vigente ecuatoriana.

11 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

Los impactos generados con, las propuestas del presente proyecto están enmarcados a cada uno de los aspectos indicados a continuación:

11.1 Impacto Técnico.

La propuesta que se realiza del sistema de tratamiento de aguas residuales para la industria láctea, presenta ventajas respecto a otros sistemas de tratamientos en cuanto a las posibilidades que tiene de utilizar un intercambiador iónico como la zeolita de fácil

adquisición en la región en que se encuentra la fábrica de productos lácteos y la posibilidad de eliminar fundamentalmente los iones sodio que están en altas proporciones en las aguas residuales según los análisis experimentales realizados. En Jordania, Ibrahim et al., (2002) se mostró un éxito con el uso de la zeolita en la remoción de una gran variedad de cationes metálicos incluso en presencia de altas concentraciones de iones competidores tales como Na^+ , Ca^{+2} y K^+ .

La combinación de este procedimiento con otras etapas de descontaminación de grasas y partículas coloidales en suspensión, puede propiciar la disminución de la DQO y DBO de las aguas residuales, que se encuentran por encima de los valores permisibles de acuerdo con las normas ambientales vigentes del Ecuador.

11.2 Impacto Social.

La población que reside en las cercanías de los vertimientos de las aguas residuales de la industria láctea PASTOLAC es de 11.449 personas aproximadamente, los cuales se han visto afectados por los vertimientos contaminados, el área afectada tiene una extensión aproximada de 13.913,86 hectáreas, las cuales erosionan los suelos por la presencia de grasas, carbohidratos y proteínas que se encuentran en la composición de la leche, derivados y los subproductos de la fábrica. El proyecto beneficiará la producción agrícola a cultivos menos contaminados y suelos menos erosionados dada la calidad del agua tratada, con lo que recibirán beneficios los pobladores de esta zona. Se disminuirá además los olores desagradables que en la zona de vertimientos se produce.

11.3 Impacto Ambiental.

Los factores más influyentes en la contaminación del recurso hídrico, son el desarrollo de la actividad humana, el crecimiento poblacional y los desechos industriales, las industrias lácteas y sus desechos tienen gran incidencia en este sentido por la incorporación de grasas, carbohidratos y sales entre otras sustancias, razón por la que es de suma importancia contar con un buen sistema de tratamiento de aguas residuales que permita disminuir los impactos directos a las aguas residuales y luego a los suelos .

Con la propuesta que se realiza para la descontaminación de los efluentes de dicha planta láctea, se contribuye a través de un sistema de tratamiento de las aguas residuales a disminuir la cantidad de grasas, partículas coloidales en suspensión y sales que entre otras afectaciones elevan la demanda biológica y química de oxígeno de las aguas y erosionan los

suelos que se encuentran en la desembocadura del río Blanco del sector Pastocalle, ubicado al norte de la parroquia del mismo nombre cuya producción fundamental es la agricultura y ganadería y diariamente se vierten los contaminantes.

El presente proyecto sirve de apoyo como fuente de información para el desarrollo de otros trabajos relacionados con el tratamiento de aguas residuales, dado que permite conocer los métodos para identificar los contaminantes y se da a conocer un sistema de tratamiento de las aguas residuales con costos bajos.

12 PRESUPUESTO

El presupuesto del presente proyecto está enmarcado a las actividades (Tabla 3) que se desarrollaron para la Propuesta de un Sistema de Tratamiento de las aguas residuales en la industria láctea PASTOLAC.

Tabla 25. Presupuesto del Proyecto.

	Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN			
		Cantidad	Unidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Equipos	Cámara fotográfica Canon SX420	1	Unidad	244	244
	GPS Garmin Resiste Al Agua Y Polvo	1	Unidad	200	200
	Computador portátil	2	Unidades	420	840
	Flash Memory	1	Unidad	8	8
	CD	1	Unidad	0,50	0,50
	AutoCAD 2018	2	Unidades	5	10

	Termómetro Digital	1	Unidad	16	16
Herramientas	Guantes quirúrgicos de Látex	2	Pares	0,75	1,50
	Mandil	2	Unidad	-	0
	Zapatos puntas de acero	2	Pares	-	0
	Cooler	1	Unidad	27	27
	Libreta de campo	20	Hojas	0,05	1
	Botella	2	Galones	2	4
	Cinta	1	Unidad	5	5
	Balde	12	Litros	-	0
	Recipiente	1	Unidad	2	2
Transporte y salida de campo	Salida a Pastocalle	60	Viajes	1,30	78
	Retorno a Latacunga	60	Viajes	1,30	78
Materiales y Suministros	Internet	100	Horas	-	0
	Impresiones: B/N	120	Hojas	0,05	6
	Impresiones: Color	20	Hojas	0,15	3
	Copias	30	Hojas	0,03	0,6
	Muestras de efluentes	2	Galones	126	252
Gastos Varios	Alimentación	20	Almuerzos	4	80
	Anillado	2	Copias	3	6
	Envío de las muestras al laboratorio	2	Muestras	5	10
Sub Total					\$1.872,6
I.V.A. 12%					\$156,05
TOTAL					\$2.028,65

Elaborado por: Autores.

En la tabla anterior una vez calculado el presupuesto de la propuesta del proyecto se pudo observar el monto de un total de \$2.028,65. Siendo para ello las muestras de efluentes a analizar y las computadoras portátiles los costos más elevados.

Costo Directo. - Es aquella que pueden identificarse directamente con un proceso para la realización de un proyecto.

Tabla 26. Costos directos del proyecto.

	Recurso	Cantidad	Unidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Equipos	Cámara fotográfica Canon SX420	1	Unidad	244	244
	GPS Garmin Resiste Al Agua Y Polvo	1	Unidad	200	200
	Computador portátil	2	Unidades	420	840
	Flash Memory	1	Unidad	8	8
	CD	1	Unidad	0,50	0,50
	AutoCAD 2018	2	Unidades	5	10
	Termómetro Digital	1	Unidad	16	16
Herramientas	Cooler	1	Unidad	27	27
	Botella	2	Galones	2	4
	Cinta	1	Unidad	5	5
	Balde	12	Litros	-	0
	Recipiente	1	Unidad	2	2
TOTAL					\$1356,50

Elaborado por: Autores.

Costo Indirecto. - Es aquella que afecta el proceso productivo en general de uno o más productos, por lo que no se puede asignar directamente a un solo producto sin usar algún criterio de asignación.

Tabla 27. Costos indirectos del proyecto.

	Recurso	Cantidad	Unidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Herramientas	Guantes quirúrgicos de Látex	2	Pares	0,75	1,50
	Mandil	2	Unidad	-	0
	Zapatos puntas de acero	2	Pares	-	0

	Libreta de campo	20	Hojas	0,05	1
Transporte y salida de campo.	Salida a Pastocalle	60	Viajes	1,30	78
	Retorno a Latacunga	60	Viajes	1,30	78
Materiales y Suministros.	Internet	100	Horas	-	0
	Impresiones: B/N	120	Hojas	0,05	6
	Impresiones: Color	20	Hojas	0,15	3
	Copias	30	Hojas	0,03	0,6
	Muestras de efluentes	2	Galones	126	252
Gastos Varios	Alimentación	20	Almuerzos	4	80
	Anillado	2	Copias	3	6
	Envío de las muestras al laboratorio	2	Muestras	5	10
TOTAL					\$516,10

Elaborado por: Autores.

- **Costo total del proyecto de investigación.**

Para poder determinar la inversión del proyecto de investigación se utilizará la siguiente formula:

$$C_T = \text{costo directo} + \text{costo indirecto} + \text{impuesto } 12\% \quad \text{Ecuación 17}$$

$$C_T = \$1356,50 + \$516,10 + \$156,05$$

$$C_T = \$2.028,65$$

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones.

- Una vez realizado el diagnóstico de la situación actual de los efluentes generados en la industria láctea PASTOLAC, se identificó que las aguas residuales son descargadas directamente al río Blanco sin un previo tratamiento. A continuación es vertido, en un solo punto y el cálculo de la cantidad del efluente diario es de 170 litros.
- Mediante la caracterización de análisis físico-químico del agua residual de la industria láctea PASTOLAC se obtuvo los resultados de: 8.700 mg/lit de DBO₅, 2.000 mg/lit de DQO, 730,20 mg/lit de sodio, 390 mg/lit de grasas y $2,9 \times 10^9$ nmp/100ml de coliformes por lo que se comprobó que no cumplen con la normativa ambiental vigente utilizada para hacer la comparación.
- Para dar solución a los problemas identificados en los parámetros ambientales medidos con los métodos experimentales que se utilizaron se diseñó un sistema de tratamiento de estas aguas a partir de los cálculos y estudios realizados que consta de una trampa de grasa, un sedimentador y purificador de zeolita que con su implementación permitirá dar tratamiento a las aguas residual de esta industria.

13.2 Recomendaciones.

- Se recomienda a la industria láctea PASTOLAC implementar un sistema de tratamiento de las aguas residuales propuesta en el presente proyecto de titulación, para disminuir los parámetros identificados que no se encuentran acorde a las normas vigentes.
- Se recomienda que se debe comprobar la efectividad o la validación del sistema propuesto para el tratamiento de las aguas residuales.
- Se recomienda a las entidades el control constante de las condiciones de la calidad de los efluentes que son descargados sin un previo tratamiento al río Blanco para la búsqueda de las soluciones que permitan disminuir la contaminación en las industrias lácteas.
- Realizar un mantenimiento preventivo del sistema de conducción de los efluentes hacia el sistema de alcantarillado público para evitar la corrosión existente en los tubos de hormigón debido a la acumulación de aceites y grasas.
- Continuar realizando estudios de los contaminantes en el río blanco donde se hacen los vertimientos de residuos, a diferentes profundidades y en la superficie para la cuantificación de los indicadores de contaminación y su comparación con los valores que se determinaron en el punto de vertimiento.
- Establecer un sistema de control en el proceso de elaboración de quesos que permita disminuir los efluentes contaminantes químicos, como detergentes y ácidos.

14 BIBLIOGRAFÍA

- Calidad y Tratamiento del Agua. (2012). *AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION*, 1-3.
- Calidad de Agua. (2013). *ONU-DAES*, 1-6.
- ACUERDO N° 061. (2015). REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE. Quito, Ecuador: Corporación de Estudios y Publicaciones.
- Astillero, A. (6 de Agosto de 2018). *Ecología Verde*. Obtenido de Tipos de Tratamientos de Aguas Residuales: <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-tratamiento-de-aguas-residuales-1448.html>
- Aymerich M. (2010). *Tratamiento de residuos Lácteos*. Obtenido de http://www.cnp.go.cr/php_mysql/admin/.../TratResLactLiquidos.pdf
- Cadena L. (2014). *Coliformes totales*. Colombia: Calixta.
- Callejas , J., & Prieto, F. (2012). Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. *Acta Universitaria*, 11-18.
- Castro C. (2012). *Tratamiento de aguas de residuales*. España: Acriba.
- Cázares, Christen, Jaramillo, Villaseñor, & Zamudio. (2014). *Tipos de Investigación*. Obtenido de <http://www.mistareas.com.ve/tipo-de-investigacion/Investigacion-de-Campo.htm>
- Da Cámara L. (2010). *Manual para Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*. Obtenido de http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/manual_tratamiento.pdf
- DIMAPAL. (2017: Internet). *La Empresa Pública Municipal encargada de Garantizar el suministro de Agua y Saneamiento*. Obtenido de <https://www.latacunga.gob.ec/municipalidad/85-municipalidad/156-dimapal>
- Do Monte M. (2014). *Aguas Residuales*. Caracas: Playco.
- FAO. (2014). *ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Leche y Productos Lácteos*. Roma-Italia.
- FAO. (2017: Internet). *Organización de las Naciones Unidas para la Producción y la Alimentación*. Obtenido de <http://www.nu.org.bo/agencia/organizacion-de-las-naciones-unidas-para-la-produccion-y-la-alimentacion/>
- Fernandez, P., & y Díaz, P. (2012). *Investigación Cuantitativa y Cualitativa*. Obtenido de http://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp
- Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (5 de Marzo de 2018). *Calidad del agua*. Obtenido de <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/calidad-del-agua-definicion-factores-y-criterios/>
- Ganzáles., M. (2012). *ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES ASOCIADOS A LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA. Mundo Pecuario*. Obtenido de http://produccionbovina.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/37-industria.pdf
- García, L. (2015). *Residuos agroalimentarios*. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Gómez, D., & Gómez, M. (2013). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Gonzáles, C. (2011). *Monitoreo de la Calidad del Agua*. Puerto Rico: Comité Editorial.

- González, M. (2012). *Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea*. Venezuela.
- Herrera, R., & Múzquiz, E. (2013). La Electrocoagulación. *CienciAcieta*, 39.
- INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda. Ecuador*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/?s=POBLACION+POR+SEXO+SEG+AN+PROVINCIA+PARROQUIA+Y+CANT+DE+EMPADRONAMIENTO>
- INEN. (2013). *La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176*. Quito: First Edition.
- Magariños, H. (2016). *Producción higiénica de la leche cruda*. Guatemala: Producción y Servicios Incorporados S.A.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Estudio para conocer los potenciales Impactos Ambientales y Vulnerabilidad relacionada con las Sustancias Químicas y Tratamiento de Desechos peligros en el sector productivo de Ecuador*. Ecuador.
- Parella, S., & Martins, F. (21 de Abril de 2013). *Aplicación de la Investigación bibliográfica*. Obtenido de <http://planificaciondeproyectosemirarismendi.blogspot.com>
- Panesar, P., & Kennedy, D. (2007). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*, 1-14.
- Pastocalle. (14 de Mayo de 2015). *GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL SAN JUAN DE PASTOCALLE*. Obtenido de PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0560018830001_PDYOT_PASTOCALLE_FINAL%2031-10-2015_23-33-28.pdf?fbclid=IwAR1TVEohEF3akXQQ_6_2bPIMobnHTvd0K8i95qn4sYk5syKFJ2GI1KhbJeM
- Ramallo, R. (2009). *tratamiento de aguas residuales industriales y domésticas*. España: Editorial Reverté, S.A.
- Ramallo, R. (2012). *Tratamiento de aguas residuales*. Sevilla-España: Reverté.
- Ramírez, K. (2014). Prevención de la contaminación. *CENTRO DE ACTIVIDAD REGIONAL PARA LA PRODUCCION LIMPIA*, 42-69.
- Ramírez, M & Valencia, E. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. *Revista ciencia y cultura.*, pp. 27.
- Ramírez, P. (2013). *Zeolitas, Imaginación sin límites. Investigación y ciencia.*. Obtenido de <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/la-fuerza-de-la-cooperacion-560/zeolitas-imaginacion-sin-limites-9107>
- Ramos, R. (2003). *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis*. Primera edición.
- Rodríguez, A., & Saen, J. (2014). *Manual de Disposición de Aguas Residuales*. Lima-Perú: CEPIS.
- Rojas, R. (2002: Internet). *GETIÓN INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Coordinador de Proyectos Especiales*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/41228623/2002_Sistema_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSistema_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential

- Romero, J. (2013). *Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría de Principios y Diseño*. Bogotá-Colombia: Escuela Colombiana de la Ingeniería.
- Romero, X., Navarro, P., & Noguera, J. (2015). *Acidez y pH*. Venezuela: Smart Service C.A. .
- Scanlon J. (2015). *Elementos esenciales de caudales ambientales*. Costa Rica: UICN.
- SENAGUA. (2015: internet). *Secretaría Nacional del Agua. Estrategia de Agua Potable y Saneamiento*. Obtenido de <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/REVISTA-SENAGUA.compressed.pdf>
- SENPLADES. (2013). Plan Nacional de Desarrollo/Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2021. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). Quito, Ecuador: Primera Edición.
- Severiche, C., Castillo, M., & Acevedo, R. (2013). *Manual de Métodos Analíticos para la determinación de parámetros Fisicoquímicos básicos en agua*. Colombia: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso .
- TULSMA. (2015). *Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua - LIBRO VI. ANEXO 1*. Corporación de Estudio y Publicaciones.
- UNESCO. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017*. La lista de miembros y colaboradores de ONU - Aguas.
- UTC. (2019). Líneas de Investigación. *Dirección de Investigación. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador*.
- Valencia, E., & Ramírez, M. (2010). *La Industria de la Leche y la Contaminación del Agua*. Obtenido de <http://www.elementos.buap.mx/num73/pdf/27.pdf>
- Vélez J.F. (2016). Tratamiento Químico y Biológico de la Industria Quesera. *Orinoquia*, 22-29.
- Villena, L. (2014). *Contaminación de la Industria Lactea*. Sevilla: Insacan.
- Vizcarra, R. (2015). *LA LECHE DEL ECUADOR - Historia de la lechería ecuatoriana*. Quito: Effecto Studio.
- Zambrano P. (2017). Características de las aguas residuales. *Paradise Sphynx*, 1-4.

15 ANEXOS

15.1 Anexo 1. Diagnóstico de la situación actual de la industria láctea PASTOLAC.

Figura 11. Elaboración del queso en la industria láctea.



Fuente: Autores.

Figura 12. Acumulación del suero de la leche.



Fuente: Autores.

Figura 13. Efluentes que son vertidos libremente al desagüe.



Fuente: Autores.

Figura 14. Efluentes descargados a la caja de revisión.



Fuente: Autores.

15.2 Anexo 2. Recolección de las muestras en la industria láctea PASTOLAC.

Figura 15. Recipientes de polietileno para muestras 1 y 2.



Fuente: Autores.

Figura 16. Toma de la muestra 1.



Fuente: Autores

Figura 17. Toma de la muestra 2.



Fuente: Autores.

Figura 18. Identificación y etiquetado de las muestras.



Fuente: Autores.

Figura 19. Conservación de las muestras en un cooler.



Fuente: Autores.

15.3 Anexo 3. Certificado de Servicio de Acreditación Ecuatoriano – SAE al Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana.

	SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO - SAE	
	ALCANCE DE ACREDITACIÓN	
LABORATORIO DE ENSAYO		
LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		
Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre Teléfono: 02 3962 946 • E-mail: psimbaña@ups.edu.ec Quito - Ecuador		
<p> Certificado de Acreditación N°: SAE LEN 17-008 Expediente N°: E-SAE LEN 17.001 Revisión N°: 02 Acreditación Inicial/Renovación: 2017-10-05 Vigencia hasta: 2022-10-04 </p>		
<p> Está acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración", Criterios Específicos para la acreditación de laboratorios que realizan ensayos. (CR GA01), Guías y Políticas del SAE en su edición vigente, para las siguientes actividades: </p>		
<p> Localización (oficina crítica, detallar ciudad, país): No aplica Sector: Ensayos Responsable Técnico: Elsa Echeverría Landeta </p>		
PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS	MÉTODO DE ENSAYO
Leche cruda	Grasa, Espectrofotometría infrarrojo, (2,6 a 4,5) % (mg/100 ml)	LCL-PE-01 Método de referencia: ISO 9622:2013. IDF 141
	Proteína, Espectrofotometría infrarrojo, (2,9 a 3,6)% (mg/100 ml)	LCL-PE-01 Método de referencia: ISO 9622:2013. IDF 141B
FECHA	MODIFICACIONES O CAMBIOS	NUMERO DE RESOLUCIÓN
2017-10-05	Inicial, Otorgar la Acreditación.	SAE-ACR-0181-2017
2018-11-15	Vigilancia 1, Mantener la Acreditación.	SAE-ACR-0281-2018
<p> La versión aprobada y más reciente de este documento puede ser revisada en el web www.acreditacion.gob.ec </p>		
<p> PA01 01 R02 </p>		
<p>Página 1 de 1</p>		

15.4 Anexo 4. Informe de los resultados del Laboratorio muestra 1 y 2.



REPORTE DE ANÁLISIS

Cilente: XXXXX
Atención: Dra. Tania Merino
Muestra Recibida : 10-05-2019
Análisis Completado: 23-05-2019
Orden de Trabajo n° 19250
Tipo de investigación : Análisis Agua Residual
Nro Secuencia: 1
Rotulación Muestra : MUESTRA 1

SUELO
AGUA
CULTIVOS
NEMATODOS Y ENFERMEDAD DE PLANTAS
OTROS : (especificar)

x

Rotulación Muestra	MUESTRA 1	Unidad	Límite Máximo Permisible TULSMA	Característicos de Resultados	Método Valoración
Parámetros :					
Temperatura	16.20	°C	< 40	CUMPLE	ELECTRON HANNA
Potencial Hidrógeno	5.23	U Ph	7,00 (2)	CUMPLE	SM. 450-H+A y 4500-H+ B
Conductividad Eléctrica	6.93	mS/cm	15,00 (2)	CUMPLE	ELECTRON MYRON
Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O5)	7500	mg/L	250 (2)	NO CUMPLE	SM. 5210 B
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O)	16000	mg/L	500,00 (2)	NO CUMPLE	SM. 5220 D
Calcio	100.20	mg/L			SM. 3111-B
Sodio	730.72	mg/L	10,00 (2)	NO CUMPLE	SM. 3111-B
Coliformes Totales	2.9X10 ⁶	Nmp/100 ml			SM. 9222: D
Coliforme Fecales	7.3X10 ⁷	Nmp/100 ml			SM. 9222: D

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Acuerdo Ministerial N°97-4, TULSMA, Libro VI, Anexo I, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 11: Límites máximos permisibles para descarga al sistema de alcantarillado público.

Dra. Tania Merino
Responsable Técnico

Nota 1: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada por personal técnico del cliente.

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.



Terraproduktos

Y SERVICIOS DE AGRICULTURA

REPORTE DE ANÁLISIS

Cliente: XXXXX
Atención: Dra. Tania Merino
Muestra Recibida : 10-05-2019
Análisis Completado: 23-05-2019
Orden de Trabajo nº 19249
Tipo de investigación : Análisis Agua Residual
Nro Secuencia: 2
Rotulación Muestra : MUESTRA 2

SUELO
AGUA
CULTIVOS
NEMATODOS Y ENFERMEDAD DE PLANTAS
OTROS : (especificar)

X

Rotulación Muestra	MUESTRA 2	Unidad	Límite Máximo Permisible	Característicos de Resultados	Método Valoración
Parámetros :					
Temperatura	15.10	°C	< 40	CUMPLE	ELECTRON HANNA
Potencial Hidrógeno	5.10	U Ph	7,00 (2)	CUMPLE	SM. 450-H+A y 4900-H+ B
Conductividad Eléctrica	5.53	mS/cm	15,00 (2)	CUMPLE	ELECTRON MYRON
Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O5)	8700	mg/L	250 (2)	NO CUMPLE	SM. 5210 B
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O)	20000	mg/L	500,00 (2)	NO CUMPLE	SM. 5220 D
Calcio	137.77	mg/L			SM. 3111-B
Sodio	730.72	mg/L	10,00 (2)	NO CUMPLE	SM. 3111-B
Coliformes Totales	1.9X10 ⁸	Nmp/100 ml			SM. 9222- D
Coliforme Fecales	9.1X10 ⁷	Nmp/100 ml			SM. 9222- D

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Acuerdo Ministerial N°997-A, TULSMA, Libro VI, Anexo I, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, Tabla 11: Límites máximos permisibles para descarga al sistema de alcantarillado público.

Dra. Tania Merino
Responsable Técnico

Nota 1: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada por personal técnico del cliente

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE
Cliente: Terraproductos y Servicios

Dirección: Ayora

Contacto: Roberto Sandoval

Teléfono: 2138597

Correo electrónico: asistencia@terraproductos.com

INFORME DE RESULTADOS
Cantidad de muestras: COMP 2

Muestras con observaciones: 2

Lote: 19286
Fecha de colecta: 13/05/2019
Fecha de recepción: 14/05/2019
Fecha de análisis: 14/05/2019
Fecha de emisión de resultados: 20/05/2019
Descripción: Suero de leche

Muestra	Código examinado	Grasa (% g/100 ml)	Proteína Total (% g/100 ml)	¹ Lactosa (% g/100 ml)	² Sólidos Totales (% g/100 ml)	³ Sólidos No Grasos (% g/100 ml)	Observaciones de las muestras
Filtro							
217407	1	0,39	0,54	1,22	2,92	2,53	A-G-K-T
217408	2	0,37	0,46	0,91	2,51	2,14	A-G-K-T
Promedio		0,38	0,50	1,07	2,72	2,34	-
(*)Especificación de norma o reglamento		0,3*	0,8*	5,0**	-	-	-

Referencias y Observaciones:

Laboratorio de ensayo de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN-17-008

Los ítems marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE

Origen de las especificaciones de norma o reglamento:

* VMP = Valor mínimo permitido. (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2594:2011 Suero de leche líquido requisitos)

** VMP = Valor máximo permitido. (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2594:2011 Suero de leche líquido requisitos)

Métodos de Referencia e Internos utilizados:

ISO 8622-IDF 141/2013 Guía para la aplicación de espectrofotometría media infrarroja para leche/LCL-PE-01 para Comp.

Simbología: (CCS) Cuento Células Semáticas, (CBT) Cuento bacteriano Total, (Comp) Composición leche (a) Azúcar (b) Bronopel (U) Incerdumbra expandida

(A) Sin Conservante (G) Sin etiqueta (T) Trazevasada (K) Tomada en frasco diferente

Nota 1. Este informe corresponde a la muestra que se ingresó

Nota 2. Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe, sin previa autorización escrita por parte del LCL.

 Nota 3. Muestra tomada por: Cliente

 LCL

Ver Anexo _

Nota 4. La temperatura aproximada de ingreso de la muestra(s) es

8,2 °C

Nota 5. Los valores de Sólidos no grasos son calculados (Sólidos Totales - Grasa)


 Quim Paola Simbana
 Jefe de Laboratorio


 Ing. Elsa Echeverría
 Responsable Técnico

LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE

 Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. • Teléfonos: 593 121 3962 946 / 3962 800 ext.: 2501
 Correo electrónico: psimbana@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

15.5 Anexo 5. Cálculo del caudal de salida de la industria láctea PASTOLAC.

Cálculo del caudal de salida: En base a la ecuación 1.

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

$$Q = \frac{12 \text{ lt}}{8 \text{ seg}}$$

$$Q = 1,5 \text{ lt/seg}$$

15.6 Anexo 6. Cantidades de las sustancias utilizadas para la fabricación del queso semanal, mensual y anual.

Cantidades utilizadas por cada 700 litros de leche semanales.

Tabla 28. Productos para la elaboración de queso semanal.

Resultados obtenidos.	
Cultivo láctico	70 – 105 cc
Cloruro de calcio	140 g
Cuajo	10,5 g
Sal	2.800 – 3.500 g
Agua de entrada	1.400 lts
Agua de salida	1.190 lts
Suero de salida	245 lts

Fuente: Industria láctea PASTOLAC

Elaborado por: Autores.

Cantidades utilizadas por cada 3.000 litros de leche mensuales.

Tabla 29. Productos para la elaboración de queso mensual.

Resultados obtenidos.	
Cultivo láctico	300 – 450 cc
Cloruro de calcio	600 g
Cuajo	45 g
Sal	12.000 – 15.000 g
Agua de entrada	6.000 lts
Agua de salida	5.100 lts
Suero de salida	1.050 lts

Fuente: Industria láctea PASTOLAC

Elaborado por: Autores.

Cantidades utilizadas por cada 25.000 litros de leche al año.

Tabla 30. Productos para la elaboración de queso anual.

Resultados obtenidos.	
Cultivo láctico	2.500 – 3.750 cc
Cloruro de calcio	5.000 g
Cuajo	375 g
Sal	100.000 – 125.000 g
Agua de entrada	50.000 lts
Agua de salida	42.500 lts
Suero de salida	8.750 lts

Fuente: Industria láctea PASTOLAC

Elaborado por: Autores.

15.7 Anexo 7. Metodología para el cálculo del diseño de un sistema de tratamiento de agua residual.

a) **Diseño del caudal y dimensionamiento del sedimentador de partículas discretas.**

- **Segundo tratamiento**

Cálculo de la velocidad del agua: En base a la ecuación 3.

De los datos obtenidos de la (figura 4) del método del objeto flotante se tiene que $L = 10$ m y $t = 600$ s.

$$v = \frac{L}{t}$$

Dónde:

v = velocidad del agua (m/s).

L = longitud del tramo (m).

t = tiempo (seg).

$$v = \frac{10 \text{ m}}{600 \text{ seg}}$$

$$v = 0,016 \text{ m/seg}$$

Cálculo del área de recorrido del agua: En base a la ecuación 4.

$$A = b * h$$

Dónde:

A =área de la selección (m^2).

b = ancho del canal (m)= 0.40 m.

h = profundidad del agua (m)= 0,07 m.

$$A = 0,40 \text{ m} * 0,07 \text{ m}$$

$$A = 0,028 \text{ m}^2$$

Cálculo del caudal real: En base a la ecuación 5.

$$Qr = C * v * A$$

Dónde:

Q = caudal (m^3/seg).

v = velocidad del agua (m/seg).

A = área de la sección (m^2).

C = factor de corrección= 0,8 (Dato canal de concreto).

$$Qr = 0,8 * 0,016 \frac{\text{m}}{\text{seg}} * 0,028 \text{ m}^2$$

$$Qr = 0,00035 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Qr = \frac{0,00035 \text{ m}^3}{\text{seg}} * \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$Qr = 1,26 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para calcular el caudal de diseño: se emplea el factor de Seguridad (FM), que corresponderá al 20% de la Norma Técnica para el diseño de sistemas de tratamientos de aguas residuales NB 688.

$$Qd = Qr + FM$$

$$Qd = 1,26 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} + (1,26 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 0,20)$$

$$Qd = 1,512 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el caudal de diseño: se toma en cuenta el caudal por las 8 horas, que se refiere a la jornada laboral de la industria.

$$Qd = 1,512 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 8\text{h}$$

$$Qd = 12,096 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cálculo del área sedimentador: Para determinar el área del Sedimentador el valor de la carga superficial se asumió un valor de $1,4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, debido a que se va a realizar un proceso de coagulación química. En base a la ecuación 6.

$$A = \frac{Q}{CS}$$

Dónde:

CS = carga superficial ($m^3/m^2 \cdot \text{día}$).

Q = caudal (m^3/seg).

A = área (m^2).

$$A = \frac{12,096 \text{ m}^3 / d}{1,4 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} * d}$$

$$A = 8,64 \text{ m}^2$$

Proponiendo una relación ancho/largo de 4 a 1, se calcula entonces el largo y el ancho del tanque, se utiliza la ecuación 10.

$$a = \sqrt{\frac{A}{4}}$$

$$a = \sqrt{\frac{8,64 \text{ m}^2}{4}}$$

$$a = 1,46 \text{ m}$$

Por lo tanto el largo será:

$$\text{Largo} = 4 * \text{ancho}$$

$$\text{Largo} = 4 * 1,46 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 5,84 \text{ m}$$

Cálculo de la altura del sedimentador:

Como el caudal del agua residual se ha considerado diseñar un sedimentador de 18 m^3 de capacidad.

$$H = \frac{V}{A}$$

Dónde:

V= Volumen del tanque (m^3).

A= Área (m^2).

h = Altura del tanque (m).

$$H = \frac{18 \text{ m}^3}{8,64 \text{ m}^2}$$

$$H = 2,10 \text{ m}$$

Cálculo del volumen del tanque sedimentador: En base a la ecuación 7.

$$V = L * a * h$$

Dónde:

V = volumen del sedimentador (m^3).

L = largo (m).

a = ancho (m).

h = altura (m).

$$V = 5,84 \text{ m} * 1,46 \text{ m} * 2,10 \text{ m}$$

$$V = 17,90 \text{ m}^3$$

Tiempo de retención hidráulico: En base a la ecuación 11.

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

Dónde:

V = volumen (m^3).

Q = caudal (m^3/h).

$$Tr = \frac{18 \text{ m}^3}{1,512 \text{ m}^3/h}$$

$$Tr = 11,90 \text{ h}$$

Para el tiempo de retención hidráulico se toma en cuenta el caudal de 8 horas, que se refiere a la jornada laboral de la empresa.

$$Tr = \frac{18 \text{ m}^3}{12,096 \text{ m}^3/h}$$

$$Tr = 1,48 \text{ h}$$

Desempeño del sedimentador.

Asumimos los valores de las constantes a y b (Tabla 7), y el tiempo de retención real es de 30 minutos.

Cálculo de la remoción teórica de DBO5: en base a la ecuación 12.

$$R = \frac{Tr}{a + b * Tr}$$

Dónde:

R = porcentaje de remoción de BQO o SST esperado, (%).

Tr = tiempo nominal de retención (min).

a, b = constante empíricas.

$$R = \frac{71 \text{ min}}{0,018 + (0,020 * 71 \text{ min})}$$

$$R = 49,37 \%$$

Cálculo de la remoción teórica de SST: en base a la ecuación 12.

$$R = \frac{Tr}{a + b * Tr}$$

$$R = \frac{1,48}{0,0075 + (0,014 * 1,48)}$$

$$R = 52,44 \%$$

b) Dimensionamiento del tanque de purificación con el uso de zeolita.

• **Tercer Tratamiento.**

Primero se calcula la dosis promedio del purificante: En base a la ecuación 14.

$$D = \frac{D_M + D_m}{2}$$

Dónde:

D= dosis promedio del purificador (mg/lt).

D_M= dosis máxima (mg/lt).

D_m= dosis mínima (mg/lt).

$$D = \frac{4,3 \text{ mg/lt} + 1,4 \text{ mg/lt}}{2}$$

$$D = 2,85 \text{ mg/lt}$$

Posteriormente el peso requerido del purificante se considera en la siguiente ecuación:

$$P = Q * D$$

Dónde:

P= peso requerido de purificación (mg/seg o kg/d).

Q= caudal (lt/seg).

D= dosis promedio del purificador (mg/lt).

$$P = 1,49 \text{ lt/seg} * 2,85 \text{ mg/lt}$$

$$P = 4,24 \text{ mg/seg}$$

$$P = 0,36 \text{ kg/d}$$

Cálculo del volumen del tanque de purificación. En base a la ecuación 15.

$$V = Q * Tr$$

Dónde:

V= volumen del tanque (m³).

Q= caudal (m³/seg). = 4,492 m³/h.

Tr= tiempo de retención (30 minutos). = 0,5 h.

$$V = 12,096 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 0,5 \text{ h}$$

$$V = 6,048 \text{ m}^3$$

Asumiendo una base rectangular el ancho y el largo del tanque serán:

$$L = 6 \text{ m}$$

$$a = 1,20 \text{ m}$$

Altura del tanque. En base a la ecuación 16.

$$H_t = \frac{V}{L * a}$$

Dónde:

H_t = altura del tanque (m).

V = volumen del tanque (m^3).

L = largo del tanque (m).

a = ancho del tanque (m).

$$H_t = \frac{6,048 \text{ m}^3}{6 \text{ m} * 1,20 \text{ m}}$$

$$H_t = 0,84 \text{ m}$$

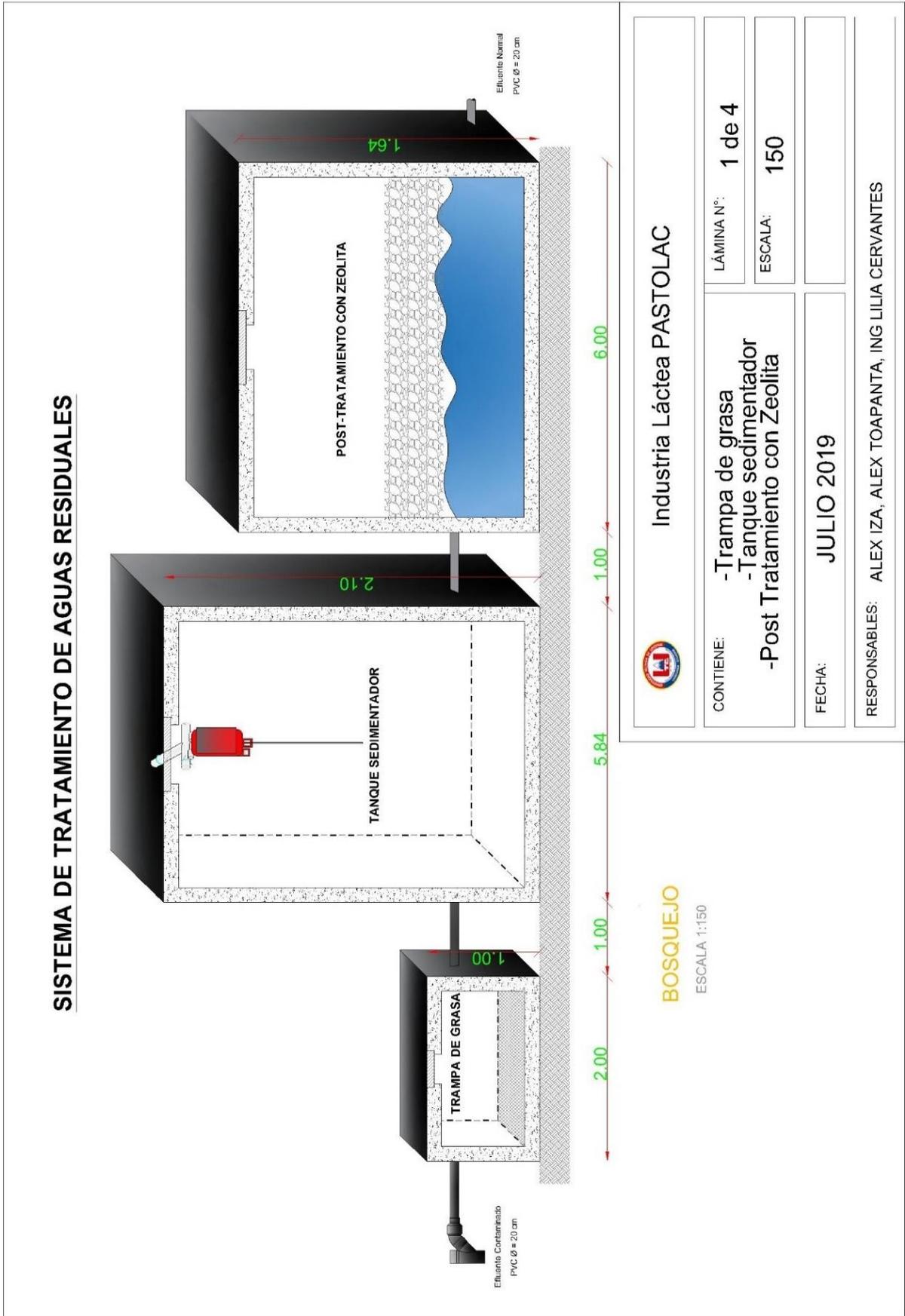
Además se debe considerar una altura de seguridad mínima de 0,5 m por tanto la altura final será.

$$H_T = A_t + A_s$$

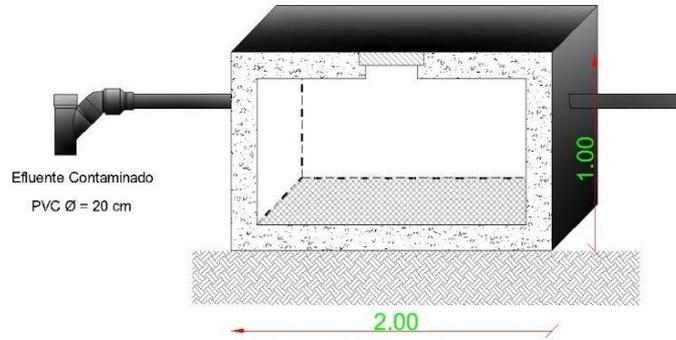
$$H_T = 0,84 \text{ m} + 0,5 \text{ m}$$

$$H_T = 1,64 \text{ m}$$

15.8 Anexo 8. Planos del Sistema de Tratamiento de Efluentes.

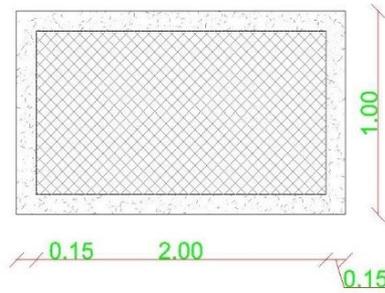


TRAMPA DE GRASAS



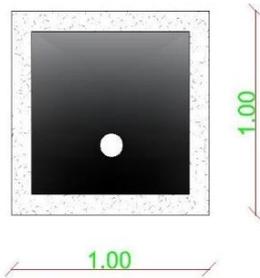
BOSQUEJO

ESCALA 1:200



EN PLANTA

ESCALA 1:200

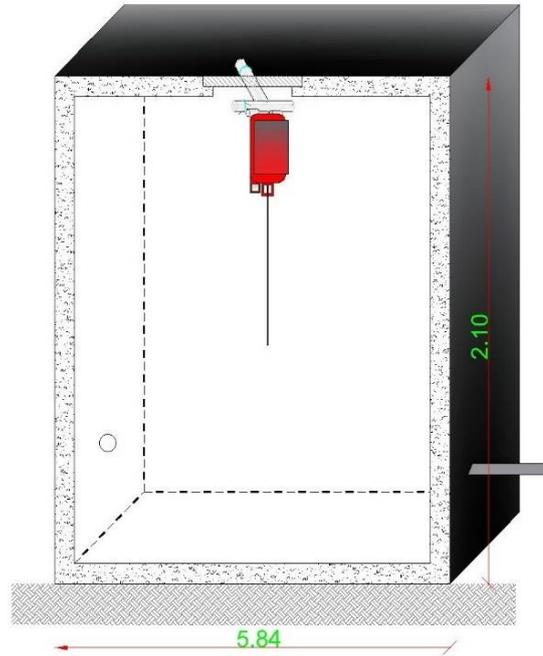


LATERAL IZQUIERDO

ESCALA 1:200

	Industria Láctea PASTOLAC	
CONTIENE:	-Trampa de grasa	LÁMINA N°: 2 de 4
		ESCALA: INDICADAS
FECHA:	JULIO 2019	
RESPONSABLES:	ALEX IZA, ALEX TOAPANTA, ING LILIA CERVANTES	

TANQUE SEDIMENTADOR



PVC Ø = 20 cm

BOSQUEJO

ESCALA 1:150



EN PLANTA

ESCALA 1:200



LATERAL IZQUIERDO

ESCALA 1:100



Industria Láctea PASTOLAC

CONTIENE: -Tanque Sedimentador

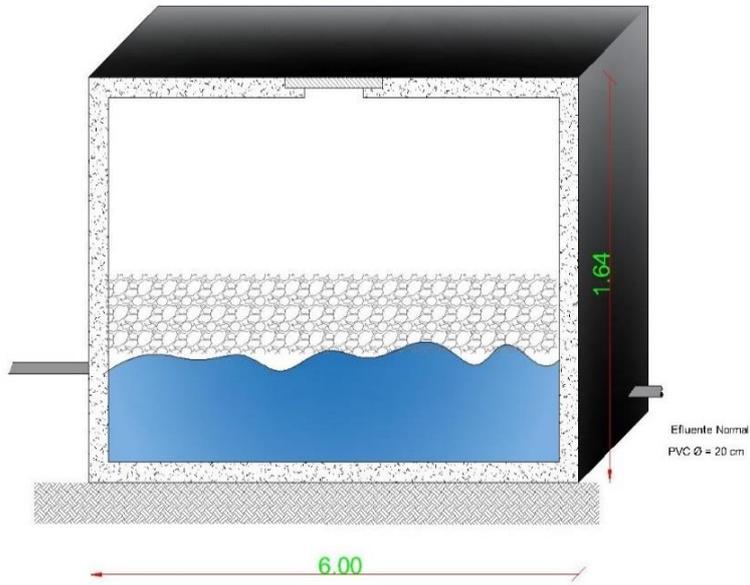
LÁMINA N°: 3 de 4

ESCALA: INDICADAS

FECHA: JULIO 2019

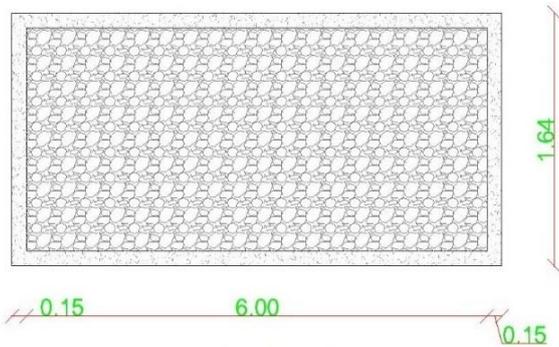
RESPONSABLES: ALEX IZA, ALEX TOAPANTA, ING LILIA CERVANTES

TANQUE DE TRATAMIENTO CON ZEOLITA



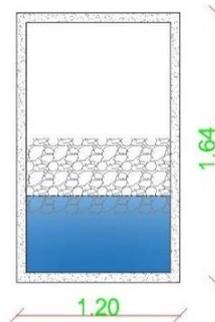
BOSQUEJO

ESCALA 1:150



EN PLANTA

ESCALA 1:150



LATERAL IZQUIERDO

ESCALA 1:100

	Industria Láctea PASTOLAC	
CONTIENE: -Tanque de Tratamiento de Zeolita	LÁMINA N°: 4 de 4	ESCALA: INDICADAS
FECHA: JULIO 2019		
RESPONSABLES: ALEX IZA, ALEX TOAPANTA, ING LILIA CERVANTES		

CURRÍCULUM VITAE



Nombre MSc Lilia Cervantes Rodríguez

DATOS PROFESIONALES

Universidad o Institución:	Universidad Técnica de Cotopaxi
Títulos profesionales obtenidos:	Ingeniera Química, Licenciada Química y Master en Enseñanza de la Química.
Dirección Institucional	Avenida Simón Rodríguez Barrio El Elegido
Correo electrónico	lilia.cervantes@utc.edu.ec
No. Teléfono – Celular – incluir código	0998254139

Resumen de la hoja de vida:

Master en Química, Ingeniera Química y Licenciada en Química, con 29 años de experiencia en la docencia y en la investigación de las Ciencias Químicas y Pedagógicas, con participación en 22 eventos internacionales, 12 publicaciones en revistas y en eventos, 2 de alto impacto. Participación en 24 eventos nacionales, ha ocupado responsabilidades a nivel de facultad como la dirección de postgrados y de una sede universitaria durante 7 años atendiendo los procesos de pregrado y post grado, con buenos resultados en los indicadores establecidos. Obtuvo la distinción por la Educación cubana en el año 2008. Tutora de 28 tesis de grado y de 9 tesis de Maestrías con buenos resultados. Profesora de Química General e Inorgánica, Análisis Químico, Química Física y Química Industrial.

CURRÍCULUM VITAE

Apellidos	IZA SANTO
Nombres	ALEX ADRIAN



Datos Personales

Tipo de Documento	Cédula	C.I.	0503799850-0	Estado Civil	Soltero
Fecha de Nacimiento:	20 / JULIO/ 1994		Nacionalidad	ECUATORIANA	
Domicilio	COTOPAXI-LATACUNGA PARROQUIA ELOY ALFARO, BARRIO 4 ESQUINAS; CALLE 10 DE AGOSTO Y NICARAGUA				
Teléfono Móvil	0984721847	Correo Institucional	alex.iza0@utc.edu.ec		
E-mail personal	alexis199420@hotmail.com				

Datos Académicos

FACULTAD	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI				
Dirección/ Calle	Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido Sector San Felipe. Latacunga - Ecuador	Teléfono	(593) 03 2252205 / 2252307 / 2252346.		
Carrera que cursa	INGENIERÍA INDUSTRIAL				

Educación Formal

Formación	Institución Educativa	Año Egreso	Título
Secundaria	Instituto Tecnológico “Vicente León”	2011	Bachiller en Ciencias “FISICO MATEMATICO”

CAPACITACIÓN

INFORMÁTICA	Inicial	Medio	Avanzado
AutoCAD	X		

IDIOMAS	Inicial	Medio	Avanzado
Inglés	X		

CONGRESOS Y SEMINARIOS				
Tipo y Nombre de Capacitación	Carga Horaria	Institución	En calidad de	Año
XIV CONGRESO ECUATORIANO DE ESTUDIANTES DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y CARRERAS AFINES	40 horas	Universidad Técnica del Norte	Congresista	2018
Taller Práctico del XIV CEEII Ibarra	40 horas	Universidad Técnica del Norte	Seminarista	2018
PREVENCIÓN DE RIESGOS ELECTRICOS	60 horas	SEPRYTSA	Seminarista	2017

I CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍAS CONGRESO	40 horas	Universidad Técnica del Norte	Congresista	2017
INTERNACIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL: “OPTIMIZACION DE LA PRODUCCIÓN CON RESPONSABILIDAD SOCIAL”	40 horas	Universidad Técnica de Cotopaxi	Congresista	2017
II CONGRESO INTERNACIONAL DE SEGURIDAD SALUD Y	32 horas	SEPRYTSA	Seminarista	2016
Google Apps Session	80 horas	INNOVA Training & Enterprise	Seminarista	2015
I SEMINARIO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y RIESGOS LABORALES	50 horas	Centro Latinoamericano MONSEÑOR LEONIDAS PROAÑO	Seminarista	2015
10mo. CONGRESO ECUATORIANO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y CARRERAS AFINES: “LOS	32 horas	Universidad Técnica de Cotopaxi	Seminarista	2014
SEMINARIO INTERNACIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL	24 horas	Universidad Técnica de Cotopaxi	Seminarista	2014

EXPERIENCIA LABORAL		
Organización	Actividades realizadas	Fecha
NOVACERO S.A.	PASANTE (Laboratorio de Control de Calidad)	2018

CURRÍCULUM VITAE

ARGUMENTO PERSONAL

Apellidos	TOAPANTA MOPOSITA
Nombres	ALEX DARIO



Datos Personales

Tipo de Documento	Cédula	C.I.	180461110-9				
Fecha de Nacimiento:	22	JULIO	1993	Nacionalidad	ECUATORIANA		
Domicilio	COTOPAXI-LATACUNGA PARROQUIA ELOY ALFARO, BARRIO SAN FELIPE; AV. 10 DE AGOSTO Y PARAGUAY.			N°	0	Piso	1 ^{er}
Teléfono Móvil	0982570790	Correo Institucional	alex.toapanta9@utc.edu.ec				
E-mail personal	a.matias93@hotmail.com						

Datos Académicos

FACULTAD	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		
Dirección/ Calle	Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido Sector San Felipe. Latacunga - Ecuador	Teléfono	(593) 03 2252205 (593) 03 2252307 (593) 03 2252346.
Carrera que cursa	INGENIERÍA INDUSTRIAL		

Año que cursa	10 ^{mo}	Promedio Académico	8,00	Fecha de ingreso a la Institución	2	Abril	2014
Cantidad de Materias Aprobadas	65		Cantidad de materias de la carrera	65			

Educación Formal

Formación	Institución Educativa	Año Egreso	Título
Secundaria	Unidad Educativa “ Los Andes”	2011	Bachiller en Física y Matemáticas

Capacitación

IDIOMAS	Inicial	Medio	Avanzado
Inglés	X		
AutoCAD	X		

CONGRESOS Y SEMINARIOS				
Tipo y Nombre de Capacitación	Carga Horaria	Institución	En calidad de	Año
II CONGRESO INTERNACIONAL DE SEGURIDAD Y AMBIENTE.	32 horas	SEPRYTSA	Congresista	2016
GESTION DE LA CADENA DE VALOR EMPRESARIAL	24 horas	XIII CEII CUENCA	Congresista	2017
PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIAS	40 horas	Universidad Técnica del Norte	Congresista	2017
XIII CONGRESO ECUATORIANO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA IDNUSTRIAL.	24 horas	Universidad del Azuay	Congresista	2017