



**Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

*“Propuesta de un sistema de control de residuos contaminantes en el proceso de elaboración de quesos en la empresa el Paraíso ubicado en el cantón Salcedo”*

**Autores:**

Erik Fabricio Bazantes Cárdenas

Jhonatan Esteban Quispe Calo

**Directora:**

MSc. Ing. Lilia Cervantes Rodríguez

Latacunga - Ecuador

2019



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Erik Fabricio Bazantes Cárdenas** y **Jhonatan Esteban Quispe Calo** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: Propuesta de un sistema de control de residuos contaminantes en el proceso de elaboración de quesos en la empresa el Paraíso ubicado en el cantón salcedo, siendo la ing. 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.

**Erik Fabricio Bazantes Cárdenas**  
C.C. 1721259792-1

**Jhonatan Esteban Quispe Calo**  
C.C. 050431346-1



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título **“Propuesta de un sistema de control de residuos contaminantes en el proceso de elaboración de quesos en la empresa el Paraíso ubicado en el cantón Salcedo”**, de **Bazantes Erik Fabricio Cárdenas, Jhonatan Esteban Quispe Calo**, 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 ingeniería y aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, julio, 2019.

MSc. Ing. Lilia Cervantes Rodríguez

C.C. 175727437-6

TUTORA



## 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 INGENIERIA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: **Erik Fabricio Bazantes Cárdenas** y **Jhonatan Esteban Quispe Calo** con el título de Proyecto de titulación: **“Propuesta de un sistema de control de residuos contaminantes en el proceso de elaboración de quesos en la empresa el Paraíso ubicado en el cantón Salcedo”** 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 2019

Para constancia firman:

**Lector 1**  
Nombre: PHD. MEDARDO ULLOA  
CC: 100097032-5

**Lector 2**  
Nombre: ING. MSC. JORGE FREIRE  
CC: 050262481-0

**Lector 3**  
Nombre: ING. MSC. EDISON SALAZAR  
CC: 050184317-1



## CARTA AVAL

Sr. Patricio Toro

**Propietario**

**Empresa Láctea El Paraíso**

Presente. –

Notificamos que la empresa láctea el Paraíso, apoya la realización del proyecto investigativo *“Propuesta de un sistema de control de residuos contaminantes en el proceso de elaboración de quesos en la empresa El Paraíso ubicado en el cantón Salcedo”*, llevado a cabo por los señores estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Erik Fabricio Bazantes Cárdenas y Jhonatan Esteban Quispe Calo, en los meses de Abril - Agosto del 2019.

Declaramos conocer y aceptar los términos y condiciones prevista para la ejecución del proyecto investigativo, estando conformes con todas aquellas actividades que se provean realizar con nuestro apoyo.

Sin otro particular, saludos cordiales a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### AVAL DEL TUTOR

### APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Atentamente:

Sr. Patricio Toro

Propietario

Empresa Láctea El Paraíso



## ***AGRADECIMIENTO***

A Dios que es el motor de la vida y hace posible todas las cosas. A nuestros padres que nos han apoyado en todos los momentos de nuestras vidas, quienes, con sacrificio, sabiduría, esfuerzo y dedicación, han pulido día a día con sus enseñanzas a los seres que somos.

Mi más sincero agradecimiento a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI y a sus profesores quienes con su profesionalismo compartieron todos sus conocimientos que me servirán para poder ejercer una carrera con el respaldo que nos ofrece este prestigioso establecimiento.

A todos ellos **¡MUCHAS GRACIAS !**

***ERIK***

## ***AGRADECIMIENTO***

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme vivir, y a la vez a mi padre y madre quienes han sido un apoyo fundamental dentro de mi formación académica, gracias al apoyo incondicional de ellos hoy alcanzo este logro tan importante para mi vida, también agradecer a mis hermanas y hermano que siempre han estado conmigo apoyándome en los buenos y malos momentos de mi carrera.

Mi agradecimiento a mis docentes a quienes les correspondo gran parte de mis conocimientos, gracias a mi tutora ing. Lilia Cervantez gracias por su profesionalismo, paciencia e instrucción para el desarrollo de la investigación, también a mi querida alma mater la “Universidad Técnica de Cotopaxi” la cual me abrió las puertas para insertarme en este maravilloso mundo del saber.

Por ultimo quiero agradecer a la industria “el Paraíso” en la persona de la ing. Jessica Toro, gracias por la apertura para la realización del presente proyecto investigativo.

***Jhonatan***

## **DEDICATORIA**

Ante todo, a Dios, aquel ser supremo que está siempre con nosotros, a mi querida familia a mis padres Miguel y Geoconda quienes me brindaron su apoyo en los momentos más difíciles, y que a pesar de sus limitaciones me brindaron su apoyo económico, afecto, cariño comprensión, la humildad y sencillez, valores que los pondré en práctica todos los días, y a todos aquellos familiares y amigos quienes me brindaron su apoyo a lo largo de mi carrera

A ellos

***ERIK***

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo investigativo a Dios por darme fortaleza día tras día y no dejarme vencer, a mis padres Alfonso y Ercilia por su apoyo, consejos, comprensión, y amor que me han ayudado a forjar mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia, y coraje para alcanzar mis metas.

A mis sobrinos para que vean en mi un ejemplo a seguir y que algún día lleguen a ser mejores personas, profesionales, ya que nada es imposible en esta vida.

A mis amigos y compañeros que hemos compartido grandes momentos juntos y aquellos recuerdos que siempre llevare en mí.

***Jhonatan***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TEMA:** “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RESIDUOS  
CONTAMINANTES EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS EN LA  
EMPRESA EL PARAÍSO UBICADO EN EL CANTÓN SALCEDO”

**Autores:** Erik Fabricio Bazantes Cárdenas      Jhonatan Esteban Quispe Calo

**RESUMEN**

La empresa láctea el paraíso procesa un aproximado de 4500 litros diarios de leche para la elaboración de quesos, la empresa láctea genera en el proceso de elaboración de quesos 3580 litros de agua residual contaminada con altos valores de DBO<sub>5</sub>, DQO, iones de sodio, grasas, partículas en suspensión y sólidos totales, además cuenta químicos utilizados para la limpieza como lo son: detergente, solución acida, hipoclorito de sodio, dicha empresa no cuenta con un sistema de control de residuos contaminantes en el proceso de elaboración de quesos. Por lo que todos esos contaminantes se van directo al sistema de alcantarillado público, generando daños irreparables al medio ambiente. El proyecto se enfoca en la caracterización del proceso de elaboración de quesos, para demostrar los factores que inciden en la contaminación del agua residual, así también permitirá conocer el caudal, el cual servirá para proponer un sistema capaz de controlar y reducir la contaminación del agua residual en dicho proceso. El sistema de control de agua residual comprende de dos etapas: la reducción de la contaminación por procesos, el cual se enfoca en el rediseño del área de fabricación de quesos optimizando todo el proceso para evitar el vertimiento de materia prima y lograr reducir tiempos y movimientos. La segunda etapa se enfoca en el diseño de un sistema de tratamiento de agua residual, el cual consiste en 4 sub-etapas: la filtración, trampa de grasas, floculación y un proceso de electrocoagulación, que contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente reduciendo la contaminación ambiental. La implementación del sistema de tratamiento de agua residual tendrá un costo de 2784 dólares, y tendrá un costo variable mensual 248.68 correspondiente a la mano de obra y al compuesto químico para la floculación. El funcionamiento del sistema de control de agua residual ayudará a la empresa en aumentar su productividad y cumplir con la normativa vigente para que la empresa láctea el paraíso continúe sus actividades sin infringir la ley.

**Palabra clave:** sistema de control, agua residual, impacto ambiental

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**THEME:** "PROPOSAL FOR A RESIDUES CONTROL POLLUTING SYSTEM IN CHEESE MAKING PROCESS IN EL PARAÍSO COMPANY LOCATED AT SALCEDO CANTON ".

**Authors:** Erik Fabricio Bazantes Cárdenas  
Jhonatan Esteban Quispe Calo

**1 ABSTRACT**

The Dairy Company El Paraiso processes an approximate of 4,500 liters per day of milk for making, generates 3580 liters of contaminated wastewater in this cheese-making process, with high values of DBO5, DQO, sodium ions, fats, particles in suspension and total solids, also counts chemicals used for cleaning such as: detergent, acid solution, sodium hypochlorite. This company does not have a control system for polluting residues in the process of cheese making, so all those contaminants work directly to the public sewer system, generating irreparable damage to the environment. The project focuses on the characterization of the process of cheese making, to demonstrate the factors that affect the pollution of wastewater, the flow is also calculated, which will serve to propose a system capable of controlling and reducing wastewater contamination in that process. The wastewater control system comprises two stages: the reduction of contamination by processes, which focuses on the redesign of the cheese manufacturing area, optimizing the entire process to avoid the dumping of raw material and reducing time and movements. The second stage focuses on the design of a wastewater treatment system, which consists of 4 sub-stages: filtration, grease trap, flocculation and an electrocoagulation process, which contributes to the sustainability of the environment by reducing pollution environmental. The implementation of the wastewater treatment system will cost \$ 2534 and generate a monthly variable cost of \$ 12.43. The operation of the wastewater control system will help the company to increase its productivity and comply with current regulations so that the dairy company the paradise continues its activities without inflicting the law.

**KEYWORD:** Control system, Wastewater, 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 las señores Egresados de la Carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS: BAZANTES CARDENAS ERIK FABRICIO Y QUISPE CALO JHONATAN ESTEBAN**, cuyo título versa **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RESIDUOS CONTAMINANTES EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA EL PARAÍSO UBICADO EN EL CANTÓN SALCEDO**, 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 los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, julio del 2019.

Atentamente,

  
**Msc. Alison Ména Barthelotty**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0501801252**

XII



CENTRO  
DE IDIOMAS

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DECLARATORIA DE AUTORÍA</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>AVAL DEL TUTOR</b> .....	<b>V</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN</b> .....	<b>V</b>
<b>AVAL DE LA EMPRESA</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>X</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>AVAL DE TRADUCCIÓN</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>4</b>
<b>4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO</b> .....	<b>5</b>
<b>5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>6. OBJETIVOS:</b> .....	<b>7</b>
6.1 Objetivo general .....	7
6.2 Objetivos específicos .....	7
<b>7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</b> .....	<b>7</b>
<b>8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA</b> .....	<b>9</b>
8.1 PRODUCCIÓN DE LECHE .....	9
8.2 PRODUCCIÓN DE QUESOS .....	9
8.3 GESTIÓN AMBIENTAL .....	17
8.4 TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA .....	20
8.5 MARCO LEGAL .....	25
<b>9. VALIDACION DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS</b> .....	<b>27</b>
<b>10. METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>28</b>

10.1	Tipos de investigación .....	28
10.1.1	Investigación descriptiva .....	28
10.1.2	Investigación exploratoria .....	28
10.1.3	Investigación explicativa .....	28
10.2	Métodos y técnicas de investigación .....	28
10.2.1	Métodos .....	28
10.2.1.1	Método inductivo .....	28
10.2.1.2	Método Deductivo.....	29
10.2.1.3	Método experimental.....	29
10.2.1.4	Método de Análisis y síntesis.....	29
10.2.2	Técnicas .....	30
10.2.2.1	Técnica de Observación .....	30
10.2.2.2	Técnica Documental.....	30
<b>11.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
11.1	RESULTADO DEL OBJETIVO N° 1.....	30
11.2	RESULTADO DEL OBJETIVO N° 2.....	33
11.3	RESULTADO DEL OBJETIVO N° 3.....	44
<b>12.</b>	<b>IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....</b>	<b>58</b>
<b>13.</b>	<b>PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO .....</b>	<b>59</b>
<b>14.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>15.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>16.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>63</b>
<b>17.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>65</b>

## ***TABLA DE ILUSTRACIONES***

<b>Ilustración 1:</b> Reactores UASB _____	24
<b>Ilustración 2:</b> Actividades para la toma de muestras (muestreo) _____	37
<b>Ilustración 3:</b> Recomendaciones de cantidad y preservación de las muestras del agua residual. _____	38
<b>Ilustración 4:</b> Etapas del sistema de control de agua residual _____	46
<b>Ilustración 5:</b> Malla para la filtración _____	49
<b>Ilustración 6:</b> Dimensionamiento de trampa de grasas _____	50
<b>Ilustración 7:</b> Dimensionamiento tanque de floculación _____	52
<b>Ilustración 8:</b> Dimensionamiento tanque de electrocoagulación _____	53

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Líneas de investigación de la universidad técnica de Cotopaxi _____	2
<b>Tabla 2:</b> Sublíneas de investigación de la carrera de ingeniería industrial _____	2
<b>Tabla 3:</b> Beneficiarios directos _____	5
<b>Tabla 4:</b> Beneficiarios indirectos _____	5
<b>Tabla 5:</b> Sistema de tareas en relación con los objetivos planteados _____	7
<b>Tabla 6:</b> Presentación de queso fresco _____	30
<b>Tabla 7:</b> Cantidad de agua utilizada para el lavado de equipos e instrumentos _____	34
<b>Tabla 8:</b> Cantidad de agua utilizada en limpieza de área _____	35
<b>Tabla 9:</b> Cantidad total de agua residual diario del área de producción de quesos _____	36
<b>Tabla 10:</b> Métodos utilizados para los ajustes para las pruebas de caracterización _____	39
<b>Tabla 11:</b> Métodos utilizados para las pruebas de caracterización_____	41
<b>Tabla 12:</b> Parámetros de control por etapas _____	44
<b>Tabla 13:</b> Características de los compuestos floculantes _____	51
<b>Tabla 14:</b> Presupuesto para el rediseño del área de producción de quesos _____	55
<b>Tabla 15:</b> Presupuesto para la construcción del sistema de control de residuos contaminantes _	56
<b>Tabla 16:</b> Presupuesto de los accesorios a utilizar para el sistema de control de aguas residuales _____	56
<b>Tabla 17:</b> Presupuesto para la operación del sistema de control de residuos contaminantes_____	57
<b>Tabla 18:</b> Presupuesto total del sistema de control de residuos contaminantes _____	57
<b>Tabla 19:</b> Materiales y suministros_____	59
<b>Tabla 20:</b> Presupuesto para el análisis experimental de las aguas residuales_____	60
<b>Tabla 21:</b> Otros gastos _____	60
<b>Tabla 22:</b> Presupuesto total _____	60

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del proyecto:**

“Propuesta de un sistema de control de residuos contaminantes en el proceso de elaboración de quesos en la empresa el Paraíso ubicado en el cantón Salcedo”

**Fecha de inicio:** Octubre 2018

**Fecha de finalización:** Julio 2019

### **Lugar de ejecución:**

Empresa láctea El Paraíso S.A. ubicada en el barrio: Augusto Dávalos – parroquia: San Miguel – cantón: Salcedo – provincia: Cotopaxi -Zona 3.

### **Facultad que auspicia**

CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería industrial

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Carrera de Ingeniería industrial

### **Equipo de trabajo:**

### **Tutor de titulación:**

MSc. Ing. Lilia Cervantes Rodríguez

### **Autores:**

Erik Fabricio Bazantes Cárdenas

Jhonatan Esteban Quispe Calo

### **Área de conocimiento:**

Ingeniería Industrial, Industria y construcción.

Art. 54. Industria y producción, alimentación y bebida, textiles, confección, calzado, cuero, materiales (madera, papel, plástico, vidrio, etc.), minería e industrias extractivas. (Unesco, 1997)

### **Objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida**

**Objetivo 3.** Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones

3.4. Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global (Plan Nacional de Desarrollo, 2017).

### **Líneas de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi**

La Universidad Técnica de Cotopaxi en su afán para promover la investigación en los estudiantes se ha planteado una serie de líneas de investigación, para este proyecto se utiliza la siguiente línea de investigación indicada en la tabla 1.

**Tabla 1:** Líneas de investigación de la universidad técnica de Cotopaxi

<b>Línea 4</b>	<b>Procesos Industriales</b>
----------------	------------------------------

Fuente: UTC, 2017.

**Sublíneas de investigación de la carrera de ingeniería industrial.** Las Sublíneas se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2:** Sublíneas de investigación de la carrera de ingeniería industrial

<b>Sublínea 1</b>	<b>Procesos Productivos</b>
	Optimización de los procesos productivos
<b>Sublínea 3</b>	<b>Sistema integrado de gestión de la calidad</b>
	Gestión de producciones limpias

Fuente: UTC, 2017.

## 2. DESCRIPCIÓN

El proyecto de investigación se va a realizar en la Empresa láctea El Paraíso que se encuentra ubicado en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, se dedica a la transformación de la materia prima especialmente la leche, obteniendo principalmente subproductos como el queso, leche pasteurizada, yogurt, entre otros. La empresa láctea utiliza un aproximado de 4500 litros de leche diarios para la producción de quesos lo que genera residuos contaminantes especialmente efluentes líquidos debido a la cantidad elevada de agua que se utiliza en el proceso de elaboración de quesos, estos efluentes líquidos contiene elementos como grasas, carbohidratos, proteínas, sodio, cloro, detergentes entre otros, que son elementos propios de la leche, el subproducto lactosuero y de los desperdicios e insumos utilizados para el lavado, limpieza y desinfección de equipos e instrumentos, del área de producción, estos componentes hacen que los valores del DBO y DQO se eleven dentro del agua residual que son descargado al sistema de alcantarillado aumentando la contaminación del medio. El proyecto se enfoca en identificar y analizar mediante la investigación descriptiva y exploratoria, la materia prima, insumos, equipos y maquinarias utilizados en el proceso de elaboración de quesos, con el fin de evaluar, controlar y reducir la contaminación del agua por procesos en la elaboración de quesos, y a la vez proponer un sistema de control de efluentes líquidos que consta de 4 etapas (filtración, trampa de grasas, floculación y electrocoagulación), las cuales ayudará a reducir y controlar los contaminantes de las aguas residuales, además se pretende generar una alternativa para las industrias de provincia y el país con el fin de mejorar la forma de tratar sus residuos líquidos y cumplir con la normativa medio ambiental, mejorando la calidad de vida de las personas que habitan en el cantón, la provincia y el país.

### 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El ciclo de producción en la industria láctea tiene su origen en las haciendas ganaderas con la obtención de la leche por medio del ordeño de las vacas productoras, posteriormente es trasladada a los distintos centros de acopio o de industrialización donde la recepción de la misma constituye la primera fase en la elaboración de los distintos productos; a partir de este momento se diversifican los procesos y actividades auxiliares demandando cada uno de ellos un estudio específico para evaluar los principales aspectos medioambientales asociados.

La industria láctea por su diversidad de procesos y productos genera una gran cantidad de residuos sólidos, líquidos y gaseosos los cuales se ven incrementados al mejorar la productividad, calidad y sanidad de los mismos. El queso es un producto fundamental de la industria destinándose para su elaboración el 63% de la producción nacional de leche, de este se obtiene como subproducto el lacto suero en volúmenes significativamente altos convirtiendo su proceso como el más importante al momento de evaluar los aspectos medio ambientales asociados por su contenido en lactosa, grasa, proteínas, minerales, vitaminas, responsables de los elevados valores de DBO5 Y DQO presentes en el mismo.

La siguiente propuesta tiene como propósito realizar inicialmente la identificación de los contaminantes presentes en el agua , y así realizar la propuesta para reducir la contaminación de agua residuales que consta de cuatro sub-etapas, la filtración que constará de una malla donde se eliminarán las partículas de mayor tamaño, una trampa de grasas para retener las grasas y aceites presentes en las aguas residuales, un proceso de floculación donde se eliminarán partículas de menor tamaño que están en suspensión en la disolución usando un floculante, por último se realizará un proceso de electrocoagulación que constará de dos electrodos (positivo y negativo) de hierro y aluminio los cuales atraerán los metales reduciendo así la contaminación del agua residual, y su impacto en el medio ambiente.

Se trabajará la parte industrial relacionada con la transformación de productos, de acuerdo a la materia prima, insumos y maquinaria utilizados en dicho proceso, y así identificar donde se encuentran los índices de contaminación más altos que pudiesen ocasionar daños al medio ambiente. Con esto se ayuda a elaborar productos de calidad reduciendo la contaminación en los

residuos del proceso de elaboración de quesos, garantizando la sostenibilidad del medio ambiente reduciendo la contaminación del mismo.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

La población destinataria la dividimos en dos grupos. Por un lado, beneficiarios directos del proyecto que corresponde a los administradores, trabajadores y operarios de la empresa láctea y es un total de 52 personas, los cuales se detallan en la tabla 3.

**Tabla 3:** Beneficiarios directos

<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS</b>	
Hombres	42
Mujeres	9
Total	52

**Fuente:** Grupo de investigación

Y por otro lado los beneficiarios indirectos que son los habitantes del barrio Augusto Dávalos y sus alrededores con una aproximación de 200 familias, ya que se espera que al finalizar el proyecto se haya alcanzado impactos positivos sobre el entorno estructurado en tres dimensiones (técnico, social y ambiental). Por otro lado, también beneficiará indirectamente a pequeños ganaderos que son los proveedores de materia prima, (leche), que son un aproximado de 2000 personas, los cuales se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4:** Beneficiarios indirectos

<b>BENEFICIARIOS INDIRECTOS</b>	
Hombres	1120
Mujeres	1680
Total (personas)	2800

**Fuente:** Grupo de investigación

La ubicación donde se va a realizar la intervención es en el barrio: Augusto Dávalos. Parroquia: San miguel, cantón: Salcedo, provincia: Cotopaxi, Zona 3.

## 5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Toda actividad industrial supone la producción indirecta de residuos ya sea líquidos, gaseosos o sólidos. Estos residuos son emitidos hacia el medio ambiente produciendo alteraciones en las características propias del suelo, aire o agua. La industria láctea como parte del sector alimentario y de producción constituye uno de los eslabones más importantes de la cadena alimenticia, es por esto que la leche por ser un producto temporal requiere de un proceso para obtener un alimento estable y apto para prolongar el tiempo de consumo, dentro de las cuales se encuentran los siguientes derivados de la leche: leche en polvo, quesos, mantequilla, yogurt y otros derivados, en el proceso de elaboración de quesos se generan descargas de residuos líquidos que contiene partículas sólidas, estos residuos se caracterizan por su contenido de grasas, proteínas, carbohidratos y materia orgánica expresados en términos de DBO (demanda biológica de oxígeno), BQO (demanda química de oxígeno).

En la empresa láctea el paraíso durante el mes de mayo – junio del presente año se ha realizado un estudio de los aspectos negativos que inciden en los contaminantes de las aguas residuales, referidas al proceso de producción de quesos, se pudo constatar una incorrecta ubicación de los equipos utilizados que generan tiempos improductivos en la realización de las actividades, se comprobó que en el proceso de fabricación de quesos existe un manejo inadecuado de los desechos y los residuos incidiendo negativamente al medio ambiente, la empresa no posee planes de manejo ambiental que indiquen el manejo adecuado de los residuos que se generan en la empresa , generando así un continuo daño de las áreas donde se producen los vertimientos de aguas residuales.

El problema se declara:

¿Cómo controlar la contaminación de las aguas residuales en la industria láctea el Paraíso?

## 6. OBJETIVOS:

### 6.1 Objetivo general

Proponer un sistema de control de agua residual mediante procesos de filtración, trampa de grasas, floculación y electrocoagulación para la reducción de agentes contaminantes en las aguas residuales.

### 6.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso de elaboración de quesos en la empresa láctea El Paraíso.
- Establecer un sistema de tratamiento de efluentes líquidos para el control de la contaminación del agua.
- Determinar el costo de fabricación del sistema de control de residuos.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 5:** Sistema de tareas en relación con los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Técnicas e instrumentos
1. Caracterizar el proceso de elaboración de quesos en la empresa láctea El Paraíso.	1.1. Identificación de los procesos de elaboración de quesos	Determinar los puntos críticos en los que se presenta la mayor descarga de efluentes al piso (agentes contaminantes)	Observación
	1.2. Elaboración de diagramas de proceso	Confirmación y cuantificación de agentes contaminantes existentes en dicho proceso	Observación
	1.3. Elaboración de diagrama de flujos y volúmenes	Cuantificación las cantidades de insumos utilizados en el proceso de elaboración de quesos	Matriz de entradas y salidas

2. Establecer un sistema de tratamiento de efluentes líquidos para el control de la contaminación del agua.	2.1. Determinación de caudales de uso en el proceso de fabricación de quesos	Cuantificación del agua utilizado para el proceso de elaboración de quesos	Ecuaciones de cálculo Medición de volúmenes
	2.2. Diseño de un sistema de muestreo para la recopilación del agua residual	Adquisición de muestras para el análisis de laboratorio del agua residual	Técnica de muestreo de aguas residuales Muestreo aforo
	2.3. Caracterización físico químico del agua residual	Identificación de que agentes contaminantes se encuentran en las aguas residuales	Técnicas experimentales para caracterizar aguas residuales
	2.4. Comparación de los resultados de los análisis del agua residual con respecto a la normativa TULSMA	Determinación de las sustancias que más contaminan el agua residual	Comparación y análisis documental
3. Determinar el costo de fabricación del sistema para el control de residuos.	3.1. Diseñar una propuesta de tratamiento de efluentes líquidos	Obtención de un sistema capaz de reducir la contaminación del agua residual y así poder reutilizarla	Auto-CAD
	3.2. Dimensionar los componentes del sistema de tratamiento	Determinación del espacio que utilizará el sistema de control de residuos	Auto-CAD
	3.3. Realizar un análisis de costos de la propuesta	Determinación de los costos totales para la implementación de la propuesta del sistema	Microsoft office Excel

**Fuente:** Grupo de investigación

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1 PRODUCCIÓN DE LECHE**

Saquilema (2015) mencionan que la leche líquida o fluida es la materia prima básica de la industria láctea; los productos lácteos han sido elementos importantes de la alimentación humana desde tiempos remotos y en muchos países se han adoptado normativas estrictas que regulan la elaboración de dichos productos como por ejemplo la pasteurización y homogenización.

1. Spiegel (2018) indica que el interés por el agua y la conservación de la energía ha llevado a muchas instalaciones de producción de lácteos a reducir el consumo de estos elementos, sobre todo en lugares donde estos recursos escasean; y, con la presencia de centros productivos de cursos de aguas residuales, también se ha dado lugar al diseño y construcción de numerosos sistemas de tratamiento de aguas residuales, así como de programas de conservación y reutilización del agua.

### **8.2 PRODUCCIÓN DE QUESOS**

Una de las formas más antiguas de procesamiento de leche es el queso, con respecto a esto se conoce que:

El queso es un producto que se elabora con leche entera, nata, leche desnatada, mazada o con mezclas de estos productos. De forma general, el queso se produce por coagulación de las proteínas de la leche, a partir de fermentos lácteos y/o cuajo. Este proceso se puede favorecer añadiendo enzimas, acidificando y/o calentando. A continuación, se moldea, se sala, se prensa y en algunos tipos de queso se siembra con cultivos fúngicos o bacterianos. En algunos casos también se le añaden colorantes, especias u otros alimentos no lácteos. Se consume en fresco o con distintos grados de maduración (CARPL, 2015, pág. 59).

El Centro de Actividades Regional para la producción limpia (2002) también menciona que el proceso a seguir para la elaboración de quesos está compuesto por: coagulación, corte, desuerado, moldeo, prensado, salado, secado y maduración. El principal impacto ambiental generado por la elaboración de quesos se origina en el desuerado, es decir, la separación entre el suero de leche y las cuajadas, generando como residuo el lacto-suero; y, cuyo contenido alto en

lactosa y proteína origina un incremento alto del grado de contaminación del agua, razón por la cual es importante evitar verterlo con el resto de las aguas residuales.

Las plantas tradicionales de tratamiento de aguas residuales provenientes de industrias lácteas se basan principalmente en procesos de lodos activados que consisten en tratamientos por los cuales el agua residual y el lodo biológico son mezclados y aireados en un reactor que involucra el metabolismo microbiano aeróbico de grasas, lactosa y proteínas y el tratamiento anaeróbico que a menudo es inhibido por la presencia de grasas que causan la eliminación de nutrientes. (Aydiner, Sen, Topcu, Ekinci, Altinay, & Koseoglu-Imer, 2015)

## **Residuos**

Dentro de la legislación ecuatoriana existen códigos, normas, leyes y reglamentos que regulan las actividades industriales y el control adecuado de los desechos producidos por sus actividades, a fin de garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano, así como a la protección de los derechos de la naturaleza, de lo expuesto tenemos que, según el Código Orgánico del Ambiente, los residuos:

Son las sustancias sólidas, semisólidas, líquidas o gaseosas, o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, a cuya eliminación o disposición final se procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional o internacional aplicable y es susceptible de aprovechamiento o valorización (Arango, 2017, pág. 92).

López (2016), considera que los residuos se clasifican en: urbanos, agrarios, clínicos, radiactivos, industriales, siendo esos últimos los procedentes de las actividades de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza, cuyo poseedor lo destina al abandono o del cual el producto final se desprende al no constituirse como objeto directo de los procesos productivos.

## **Contaminación**

Según Bermudez (2018), la contaminación es la presencia o la incorporación de sustancias o elementos tóxicos, perjudiciales para los seres vivos al ambiente, considera además que los tipos de contaminación más importantes son los que afectan al aire, los suelos y el agua; por último,

menciona que un contaminante provoca daño o desequilibrio en un ecosistema, para que esto exista, la sustancia contaminante debe estar en cantidad suficiente para provocar dicho desequilibrio, el autor afirma que los agentes contaminantes sufren un crecimiento proporcional junto con el crecimiento de la población y el consumo.

### **Residuos de la industria láctea**

La mayor parte de los residuos generados en la empresa láctea son de carácter inorgánico, principalmente residuos de envases y embalajes tanto de materias primas y secundarias como del producto final. También se generan otros residuos relacionados con las actividades de mantenimiento, limpieza, o el trabajo de oficina y laboratorio. En general, los procesos llevados a cabo por la industria láctea suponen importantes consumos de agua y energía, así como grandes volúmenes de aguas residuales con una carga orgánica elevada (CARPL, 2015, pág. 80).

### **Impactos ambientales en la atmósfera provocados por la industria láctea**

Por regla general, la única posibilidad de contaminación atmosférica por parte de una industria láctea proviene de sus generadores de vapor, que habitualmente son calderas que trabajan a baja presión, con una generación de vapor inferior al 20 Tm/hora.

Según El Centro de Actividades Regional para la producción limpia (2002), las emisiones gaseosas en la industria láctea se generan en las calderas de producción de vapor o agua caliente, así como en pérdidas o fugas de gases refrigerantes, utilizados en los sistemas de refrigeración, además, menciona que los tipos de combustible que más se emplean en las calderas son del tipo sólido (carbón o madera), líquido (fuel o gasóleo) o gaseoso (gas natural).

La contaminación proviene de los gases de combustión como el CO, SO<sub>2</sub>, NO, y demás partículas contaminantes, cuyos niveles varían de acuerdo al tipo y calidad de combustible utilizado, así como del estado de las instalaciones y equipos.

### **Impactos ambientales que genera la industria láctea sobre el suelo**

Dentro de los residuos generados por las industrias lácteas se encuentran los siguientes:

- Residuos orgánicos: restos de materia prima, productos semielaborados y productos finales.
- Domésticos: restos de comida y papel
- Residuos de envases y embalaje: plásticos, vidrio, cartón, papel, madera.
- Residuos de operaciones de mantenimiento: cables eléctricos, chatarra
- Residuos peligrosos: aceites, baterías, productos químicos, jeringas.

### **Impactos ambientales que producen las industrias lácteas sobre las aguas**

Varios estudios coinciden en que este es uno de los principales problemas que genera la industria láctea. Gutiérrez (2018) menciona la siguiente clasificación de efluentes generados por las industrias lácteas:

- Agua de proceso (agua que interviene en el proceso de fabricación).
- Agua de Limpieza de equipos e instalaciones.
- Agua de servicios (necesarios para el funcionamiento de los equipos de refrigeración, calderas, etc.).
- Agua Sanitaria (utilizada en servicios sanitarios).

Valencia & Ramírez (2017) indican que en promedio una industria quesera que produzca 40.000 litros de suero sin depurar genera una contaminación diaria similar al que produce una población de 1'250.000 habitantes.

Como se mencionó anteriormente, el lacto-suero constituye uno de los residuos de mayor impacto ambiental que genera el proceso de elaboración de quesos, con respecto a esto, Valencia & Ramírez (2017)menciona:

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). 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 (pág. 28).

### **Efluentes líquidos en la industria láctea**

En las centrales lecheras se producen diariamente una considerable cantidad de aguas residuales, que suele oscilar entre 4 y 10 litros de agua por cada 1 litro de leche tratada, según el tipo de planta. La mayor parte de estas aguas proceden fundamentalmente de la limpieza de aparatos, máquinas y salas 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. Los residuos también quedan englobados los generados por los locales sociales, baños, lavabos, etc.

### **Algunos procesos generadores de efluentes**

Recepción de la leche La leche se recibe en cisternas, se termiza a unos 65 °C para eliminar gran parte de la contaminación bacteriana, se enfría a 4 °C y se transporta a los silos de almacenamiento, los cuales también están refrigerados. La limpieza de las cisternas genera unos residuos en los que la cantidad de grasa es bastante abundante, ya que el propio transporte de la leche provoca un desnatado parcial de la misma, que después es difícil de reemulsionar. La limpieza de los silos de almacenamiento genera unos residuos similares.

### **Estandarización de la leche**

La leche es estandarizada en materia grasa si es preciso, mediante el uso de desnatadoras centrífugas, de forma que se consiga la cantidad de grasa adecuada, aprovechándose la nata producida para la elaboración de nata para el consumo o mantequilla. En este proceso se suelen producir efluentes con alto contenido en materia grasa.

### **Tratamientos térmicos**

Los tratamientos térmicos habitualmente empleados son los siguientes: pasteurización, proceso muy similar a la termización pero que emplea temperaturas de hasta 85 °C durante unos 15 segundos para la eliminación de todos los microorganismos patógenos.- Esterilización mediante tratamiento UHT, en la cual la leche es calentada a alta temperatura (hasta 145 °C) durante un tiempo muy corto (de 2 a 5 segundos). En los tratamientos térmicos se suelen producir depósitos de proteínas que quedan adheridos a las superficies de los cambiadores de calor y que posteriormente deben ser arrastrados por las limpiezas químicas. Estos tratamientos térmicos son comunes para la leche, nata, postres lácteos, etc.

### **Producción de queso**

Los tipos de queso existente en el mercado son tan numerosos como sus métodos de preparación. Los efluentes que más contaminación provocan en las queserías 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 venidos de forma directa al cauce o a la depuradora, pues provocarían un enorme incremento de la DBO. Por ello, suele aprovecharse este suero para alimentación del ganado porcino. En las plantas más modernas se obtiene a partir de él lacto-suero, proteínas del suero lácteo y lactosa en polvo, productos con un alto valor añadido y de fácil venta posterior. El proceso de salado también provoca la emisión de efluentes líquidos, aunque en este caso con escasa materia orgánica y gran cantidad de sales.

### **Transporte de los productos lácteos líquidos**

Los productos lácteos líquidos se mueven por tuberías por medio de las bombas adecuadas, 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 restos de dicho producto, con lo cual se crea una pequeña zona de mezcla agua-producto, que es enviada a sumidero y que puede contener más o menos producto en función de lo ajustados que estén los empujes.

### **Limpieza de circuitos y equipos**

La limpieza de los circuitos y equipos se suele realizar en varios pasos: - Empuje de los restos de leche y productos lácteos con agua. Todo este efluente normalmente va a sumidero. - 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. Las soluciones de sosa se recuperan en los tanques de limpieza, perdiéndose pequeñas cantidades por los empujes. Con el tiempo, la sosa pierde su poder detergente y es necesario renovarla enviando a sumidero la solución diluida (<1%). - Lavado con ácido, normalmente ácido nítrico al 1-2%, a 60°C, que disuelve la materia orgánica principalmente de origen proteico, al igual que la sosa, cuando está agotado se renueva y se elimina por sumidero. - Empuje final con agua para eliminar todos los posibles restos de producto, de ácido o de sosa. La mayor parte de las aguas residuales lácteas proceden de este tipo de lavados. 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 circuitos y locales (ácido peracético, agua oxigenada, sales de amonio cuaternario, etc.).

### **Composición de los efluentes**

La composición general de los efluentes varía notablemente en función de los productos que fabrique cada empresa y de sus características de diseño se pueden observar los valores de vertido de diversas industrias lácteas, incluyendo los efluentes (Arango, 2017).

## **Sistema de control de residuos contaminantes**

Según Castells (2018), la generación de residuos es un problema importante a nivel global, por lo que resulta urgente encontrar soluciones para mitigarlo de la forma más sostenible posible, además indica tres puntos de referencia para la implementación de un sistema de control de residuos:

1. **Minimización:** Constituye un conjunto de acciones para la disminución de la generación de residuos, es la acción más respetuosa con el medio ambiente y está conformada por los cambios en los procesos de producción, uso de materiales y/o en hábitos de fabricación que permitan una disminución de generación de residuos.
2. **Valorización:** Se refiere al uso de una serie de técnicas para la reutilización de los residuos generados, es la denominada vía de las tres “R”: Recuperación de las materias primas que puedan volver a utilizarse, así como de los residuos que pueden usarse como nueva materia prima, Reciclaje mediante el uso de varias técnicas para volverlo a usar; y, Reutilización directa o indirecta de los residuos, es decir, volver a usar los residuos reciclados.
3. **Tratamiento:** Refiriéndose a los procesos cuya finalidad es reducir la toxicidad de los residuos, aunque su destino sea el vertedero, aquí se aplican tratamientos fisicoquímicos para reducir el impacto ambiental que el residuo provoca, antes de desecharlo. En este punto es muy importante identificar la normativa y requisitos legales vigentes en el país, que se encuentren relacionados con la actividad económica de la industria

Según el Centro de Actividades Regional para la Producción Limpia (CARPL, 2015), cada oportunidad identificada para prevenir la contaminación debe ser recogida en fichas donde se indique la siguiente información:

- Tipo de oportunidad: reducción, reciclaje o valorización.
- Proceso: proceso productivo.
- Problemática medioambiental: la situación medioambiental que provoca la necesidad de mejora.

- Oportunidad de prevención de la contaminación: Descripción de la oportunidad.
- Implantación: acciones a realizar.
- Balance económico: indicar mediante símbolos si el resultado de la oportunidad supone un beneficio o un coste económico.
- Balance medioambiental: indicar mediante símbolos si el resultado de la oportunidad supone un aspecto medioambiental positivo o negativo.

### **8.3 GESTIÓN AMBIENTAL**

Los grandes generadores tales como industria, comercio y de servicios deben disponer de instalaciones adecuadas y técnicamente construidas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos, con fácil accesibilidad para realizar el traslado de los mismos. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015)

#### **Gestión de residuos sólidos**

Los residuos se consideran como un subproducto no deseado del proceso de producción que debe controlarse para garantizar que los recursos de tierra, agua y aire no sean contaminados por encima de unos niveles considerados como aceptables debido a esto se debe gestionar los residuos sólidos de forma adecuada y específica. (Quillupangui, 2015)

La gestión de residuos sólidos es un conjunto de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación, que tienen la finalidad de dar a los residuos sólidos no peligrosos el destino más adecuado desde el punto de vista técnico, ambiental y socio-económico, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación y aprovechamiento, comercialización o finalmente su disposición final.

Está dirigida a la implementación de las fases de manejo de los residuos sólidos que son la minimización de su generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, tratamiento, aprovechamiento y disposición final (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015, pág. 55).

Los parámetros principales que se debe tomar para la gestión ambiental de sólidos son:

## **Normas técnicas**

La Autoridad Ambiental Nacional establecerá la norma técnica para la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos, en todas sus fases. Texto Unificado de Legislación Secundaria art 56:

### **Fases de manejo de desechos y/o residuos sólidos no peligroso**

Es el conjunto de actividades técnicas y operativas de la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos que incluye: minimización en la generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015, pág. 59)

### **Recolección.**

La recolección se puede realizar mediante mecanismos manuales, semi mecanizada y mecanizada, para lo cual se deben tomar en cuenta las siguientes medidas preventivas con el fin de reducir, minimizar y/o eliminar impactos ambientales como son:

- Colocar los desechos en sitios autorizados determinados por la autoridad competente.
- Utilizar recipientes o contenedores cerrados (con tapa), identificados y clasificados, en orden y de ser posible con una funda plástica en su interior.
- Las metodologías que se pueden utilizar para la recolección son: de esquina, de acera, intra domiciliario, de contenedores,
- Colocar los recipientes en el lugar de recolección, de acuerdo con el horario establecido.
- No depositar sustancias líquidas, pastosas o viscosas, excretas, ni desechos peligrosos o de manejo especial, en los recipientes destinados para la recolección de residuos sólidos no peligrosos.
- Se debe evitar dejar residuos y lixiviados esparcidos en la vía pública.
- No deberán permanecer en vías y sitios públicos bolsas y/o recipientes con residuos sólidos en días y horarios diferentes a los establecidos por el servicio de recolección, lo que consta en el art 66 (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015).

## **Separación**

Se debe realizar separación y clasificación en la fuente conforme lo establecido en las normas específicas en el art 60.

## **Almacenamiento**

Almacenar temporalmente los residuos en condiciones técnicas establecidas en la normativa emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.

Los grandes generadores tales como industria, comercio y de servicios deben disponer de instalaciones adecuadas y técnicamente construidas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos, con fácil accesibilidad para realizar el traslado de los mismos especificados en el art. 60 (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015).

Los contenedores para el almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser amplios para manipular en forma segura los residuos
- Estar cubiertos con ubicación y capacidad adecuada acorde con el volumen generado,
- Construidos con materiales resistentes su fácil limpieza e impidan la proliferación de bacterias o el ingreso de animales domésticos (paredes, pisos y techo de materiales no porosos e impermeables)
- Tener identificación de acuerdo al tipo de residuo bajo las condiciones establecidas en la norma técnica del INEN.
- Deberán estar separados de áreas de producción, servicios, oficinas y almacenamiento de materias primas o productos terminados
- Se deberá realizar limpieza, desinfección y fumigación de ser necesario de manera periódica.
- Contarán con iluminación adecuada y tendrán sistemas de ventilación, ya sea natural o forzada; de prevención y control de incendios y de captación de olores.
- El acceso deberá ser restringido, únicamente se admitirá el ingreso de personal autorizado y capacitado.

- Deberán contar con un cierre perimetral que impida el libre acceso de personas o animales.
- El tiempo de almacenamiento deberá ser el mínimo posible establecido en las normas INEN.
- Los usuarios serán responsables del aseo de las áreas de alrededor de los sitios de almacenamiento.

#### **8.4 TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA**

La cantidad de agua residual que genera un producto lácteo es de 2 a 3 L de agua residual/Kg de producto. Estas aguas residuales pueden ser tratadas por métodos tradicionales de tratamiento aerobio, químico o por simple irrigación (Flores, Bautista, & Egúsquiza, 2015).

Los métodos convencionales de tratamiento de aguas residuales, tanto para las aguas residuales municipales como para las de la industria de productos lácteos, dependen, en gran medida, de fuentes de energía no renovables, sistemas de los cuales carecen los entornos agrícolas que se dedican a producir derivados lácteos (Morgan, 2018). Las aguas residuales lácteas son generalmente tratadas por métodos biológicos y fisicoquímicos.

##### **Filtración**

Según, **Fuente especificada no válida.**, los sistemas de filtrado se utilizan para separar sólidos del agua. La selección del tipo de filtro y del ancho de la ranura a ser utilizada, depende del tipo y de la composición del agua, por ejemplo, efluentes industriales, del agua de alcantarillado, agua de proceso o agua potable. El ancho de la ranura varía de 0.25 a 15mm. A menudo un filtro es la primera etapa en un sistema completo de tratamiento de agua. Entre los principales tipos de sistemas de filtrado, la reja A, el Filtro Parabólico (reja Curva) y el Filtro Rotatorio. Además de estos sistemas normales, también se diseñan y construye sistemas de filtrados hechos a pedido para cumplir con los requerimientos específicos.

##### **Floculación**

La formación de los flóculos es consecuencia de la agrupación de las partículas descargadas al ponerse en contacto unas con otras. Puede ser causada por la colisión entre las partículas, debido

a que cuando se acercan lo suficiente las superficies sólidas, las fuerzas de Van der Waals predominan sobre las fuerzas de repulsión, por la repulsión, por la reducción de la carga eléctrica que trae como consecuencia la disminución de la repulsión eléctrica. La floculación puede ser ortocinética, que es la inducida por la energía comunicada al líquido por fuerzas externas (paletas giratorias) y es cuando los contactos son producidos por el movimiento del fluido, opericinética que es la promovida dentro del líquido por el movimiento que tienen las partículas en él, debido a la agitación y por la gravedad y el peso de las partículas, las que se aglomeran al caer y es cuando el contacto entre las partículas es producido por el movimiento Browniano. El coagulante aplicado da lugar a la formación del flóculo, pero es necesario aumentar su volumen, su peso y especialmente su cohesión. Para favorecer el engrosamiento del flóculo será necesaria una agitación homogénea y lenta del conjunto, con el fin de aumentar las posibilidades de que las partículas descargadas eléctricamente se encuentren con una partícula flóculo. (SUIA, 2016)

### **Método de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales**

La utilización de procesos electroquímicos para el tratamiento de aguas residuales está adquiriendo cada día más importancia por su versatilidad, reducido tamaño y capacidad de automatización.

La utilización de electricidad para tratar aguas residuales tiene una larga tradición, en la recuperación de metales, Los procesos electroquímicos utilizados en el tratamiento de aguas utilizan electricidad para producir una reacción química destinada a la eliminación o destrucción del contaminante presente en el agua. El sistema electroquímico está formado por un ánodo, donde ocurre la oxidación, un cátodo, donde tiene lugar la reducción y una fuente de corriente continua encargada de suministrar la electricidad. Los parámetros claves a la hora de aplicar un proceso electrolítico son diseño del reactor, naturaleza de los electrodos, y diferencia de potencial y/o corriente de trabajo.

Electrocoagulación: que ha tenido uso en la producción de agua potable y el tratamiento de aguas residuales.

Los ánodos empleados se llaman ánodos de castigo ya que se consumen en el proceso. En el cátodo se produce hidrógeno a partir de los protones, éste se libera como pequeñas burbujas que suben a la superficie.

El electro flotación es un proceso simple por el cual los contaminantes flotan en la superficie del agua absorbidos sobre las pequeñas burbujas de hidrógeno y oxígeno generadas respectivamente en el cátodo y en el ánodo en el proceso de descomposición electrolítica del agua.

Electro oxidación. - es una técnica que se usa en el tratamiento de aguas residuales en combinación con otras tecnologías; es efectiva en la degradación de contaminantes “difíciles” sobre la superficie de algunos electrodos.

Electro desinfección. En este tipo de reacción es similar a la oxidación indirecta, en el ánodo se genera cloro gas por la oxidación de los iones cloruros, que disuelto en el agua genera hipoclorito/hipocloroso, el verdadero desinfectante.

### **Biotratamiento de aguas en la industria láctea**

Según, (Wang, Li, Chen, Min, Chen, & Zhu, 2017), ha existido un creciente interés en el tratamiento de las aguas residuales de lácteos, y la mayoría de los estudios se han concentrado en el uso de hongos y bacterias para reducir la carga orgánica de sus aguas residuales. Las aplicaciones prácticas de la biodegradación de contaminantes por las algas siguen siendo inciertas, y debe investigarse más. Sin embargo, en los últimos años se ha informado acerca de la capacidad de estos microorganismos para biotransformar y biodegradar fenol y otros contaminantes, lo que sugiere que estos organismos potencialmente podrían ser utilizados en el tratamiento biológico de suelos y aguas contaminadas.

Las faunas acuáticas consideradas para su uso en el tratamiento de aguas residuales incluyen protozoos, cladóceros y una gran variedad de peces, almejas, ostras y langostas. Aunque abundantes en las aguas residuales, la contribución de los protozoos para el tratamiento de estas se consideró insignificante hasta hace poco. Los protozoos en cultivo puro y las bacterias ayudan tanto en la clarificación del efluente como en la formación de lodos. La ausencia de protozoos en plantas a escala real se traduce en la calidad del efluente turbio e inferior. (Shiny, Remani, Nirmala, & Jalaja, 2015)

Actualmente el uso de microalgas en el tratamiento y reciclaje de aguas residuales ha atraído un gran interés debido a la generación excesiva de biomasa a un costo más económico y sin entrada adicional de nutrientes (Kothari, Pathak, & Kumar, 2018), pero la aplicabilidad de los bioprocesos en la protección ambiental y los procesos de tratamiento de aguas residuales de la industria láctea se basan en investigar la forma en que los microorganismos actúan sobre el reciclaje de aguas residuales, la contaminación del aire y la recuperación del suelo.

### **Tratamientos anaerobios**

El tratamiento anaerobio de efluentes industriales lácteos posee una alta tasa de materia orgánica fácilmente hidrolizable, lo que dificulta la estabilidad del sistema, ya que la fase de acidificación ocurre de forma excesivamente rápida, principalmente cuando son aplicadas altas tasas de velocidad de carga orgánica en los reactores (Arango, 2017). La principal limitación para tratar el suero de quesería radica en su gran facilidad para acidificar, principalmente, cuando se utilizan velocidades de carga orgánica elevadas, donde las fases ácido génica y metano génica se extienden hacia la parte superior del reactor, ocasionando la inestabilidad del sistema. Esa inestabilidad del proceso metano génico durante el tratamiento anaerobio del suero del queso puede ser ocasionada por la gran cantidad de compuestos ácidos generados por la fermentación de la lactosa. La presencia y la acumulación de estos ácidos producen un descenso en el pH, promoviendo el crecimiento de bacterias aceto génicas e inhibiendo la actividad metano génica. (Arango, 2017)

Los procesos biológicos anaerobios han sido ampliamente aplicados en el tratamiento de aguas residuales agroindustriales como las de la fabricación de bebidas alcohólicas, productos lácteos, y cárnicos. Estos métodos son más eficaces y económicos cuando los compuestos orgánicos biodegradables se encuentran en elevada concentración. (Arango, 2017)

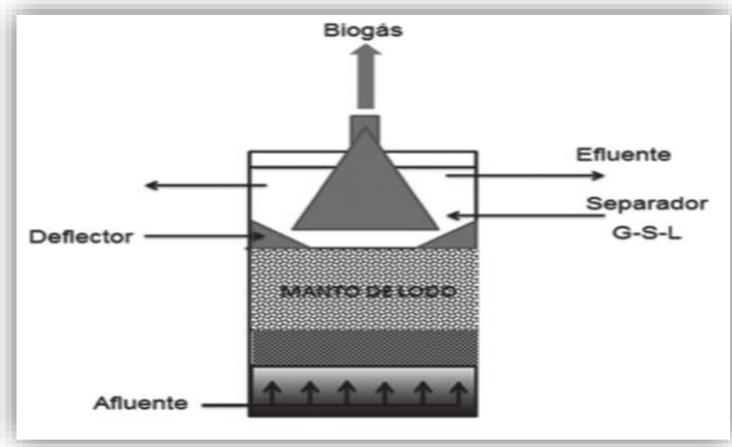
Según, (urkdogan, Park, & Evans, 2018), algunas ventajas del proceso anaerobio en los residuos de la industria láctea son: producción de metano (gas combustible utilizado como fuente de energía); menor consumo de energía comparado con los tratamientos aeróbicos, resultando en costos operacionales más reducidos; la fracción de materia orgánica convertida en células bacterianas es relativamente baja (cerca de 10%) en relación con el tratamiento aerobio (cerca de

50 %), lo que significa que la cantidad de fango biológico formado es menor, y por ende, menores problemas de disposición de los mismos.

### Reactores UASB

Los reactores UASB (del inglés Upflow Anaerobic Sludge Blanket), también conocido como RAFA (reactor anaerobio de flujo ascendente), son un tipo de biorreactor tubular, que operan en régimen continuo y en flujo ascendente, es decir, el afluente entra por la parte inferior del reactor, atraviesa todo el perfil longitudinal, y sale por la parte superior. Son reactores anaerobios en los que los microorganismos se agrupan formando biogránulos.

**Ilustración 1:**Reactores UASB



Fuente: (Arango, 2017)

Los reactores UASB fueron desarrollados para el tratamiento de aguas residuales industriales con una concentración de materia orgánica media y elevada (Tommaso, Ribeiro,, De Oliveira, Stamatelatou, Antonopoulou, & Lyberatos, 2016). En resumen, el reactor UASB es un tanque en el cual las aguas residuales de la industria láctea son introducidas en la parte inferior y salen por la parte superior, estableciendo un flujo ascendente, y la mezcla del sistema es promovida por el flujo ascensional del fluido y por las burbujas de gas, como se muestra en la ilustración 1.

Entre las ventajas de los reactores UASB se tienen: son sistemas compactos, con baja demanda de área, sin necesidad de utilización de un material de soporte, se obtienen niveles de remoción

de DBO/DQO superiores al 80 %, bajo costo de operación, elevada concentración del lodo excedente, no necesitan de una unidad de espesamiento de lodo, bajo consumo de energía.

### **Plan de manejo ambiental**

El plan de manejo consiste de varios sub planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto propuesto (SUIA, 2016)

Ecuador 2003 Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) Registro Oficial Edición Especial #2 del 31 de marzo del 2003

Ecuador 2003 Texto Único de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS) Registro Oficial Edición Especial #2 del 31 de marzo del 2003 Art. 59.- El Plan de manejo ambiental incluirá entre otros un programa de monitoreo y seguimiento que ejecutará el regulado, el programa establecerá los aspectos ambientales, impactos y parámetros de la organización, a ser monitoreados.

### **8.5 MARCO LEGAL.**

El Plan de Manejo Ambiental se sustenta bajo las siguientes bases legales:

#### **Constitución Política de la República**

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice las sostenibilidades y el buen vivir sumak Kawsay.

Art. 396.- El estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el estado adoptará medida protectoras eficaces y oportunas.

## **Ley de Gestión Ambiental**

Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire el paisaje, la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada
- b) Las condiciones de tranquilidad públicas tales como ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución
- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural

## **Ley de prevención y control de la contaminación ambiental**

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones a las redes de alcantarillado, quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, fauna, flora y a las propiedades.

Art. 10.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar la salud humana, flora, fauna, recursos naturales y otros bienes.

Art. 11.- Para los efectos de esta ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación. Las sustancias radioactivas y los desechos sólidos, líquidos o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica

## **Ley Orgánica de la Salud**

Art. 6.- Es responsabilidad del Ministerio de Salud Pública

Inciso 18.- Regular y realizar el control sanitario de la producción, importación, distribución, almacenamiento, transporte, comercialización, dispensación y expendio de alimentos procesados, medicamentos y otros productos para uso y consumo humano, así como los sistemas y

procedimientos que garanticen su inocuidad, seguridad y calidad a través del Ministerio de Salud y sus dependencias.

### **Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA)**

Capítulo IV del control ambiental Sección I Estudios Ambientales.

Manifiesta la obligatoriedad de la realización de estudios ambientales previo, durante y al finalizar las actividades productivas. Entre estas se pueden citar a los Estudios de Impacto ambiental (EIA), Auditoría Ambiental (AA) y Plan de Manejo Ambiental (PMA), el mismo que se realizará en cualquier etapa del proyecto, mientras que los otros se realizarán al inicio y durante la ejecución del proyecto respectivamente.

Art. 59.- El PMA deberá incluir en su estructura una serie de programas de acuerdo a la actividad ejercida, que debe orientarse a disminuir, minimizar o eliminar los impactos negativos generados del ejercicio de la empresa, además se deberá detallar los parámetros a controlar, actividades, frecuencias, responsables

## **9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

### **Preguntas científicas**

1. ¿Cómo caracterizar el proceso de elaboración de quesos de la empresa láctea el Paraíso?
2. ¿Qué sustancias contaminantes se encuentran presentes en las aguas residuales de la empresa láctea el Paraíso?
3. ¿Cómo proponer un sistema de tratamiento de efluentes a partir de los contaminantes identificados en las aguas residuales de la empresa el Paraíso?
4. ¿Cuál es el costo total para la implementación del sistema de tratamiento de efluentes líquidos de la planta láctea el Paraíso?

## **10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **10.1 Tipos de investigación**

En la realización del presente trabajo investigativo se utilizó las investigaciones citadas a continuación, estos tipos de investigación permitieron cumplir con los objetivos planteados.

#### **10.1.1 Investigación descriptiva**

Mediante este tipo de investigación se establecen categorías precisas, que se adecuen al proceso de estudio, se utilizó para describir de modo sistemático las etapas del proceso de elaboración de quesos, la cantidad de efluentes en cada proceso y para el diseño del sistema de muestreo para el análisis de las aguas residuales.

#### **10.1.2 Investigación exploratoria**

Se utilizó para determinar los puntos críticos donde existe mayor descarga de efluentes líquidos (agua, lacto-suero) y para cuantificar la cantidad de insumos y materia prima utilizados en el proceso de elaboración de quesos.

#### **10.1.3 Investigación explicativa**

Se utilizó para fundamentar el nivel de contaminación que poseen las aguas residuales a partir de los resultados del análisis experimental y la comparación con las normas ambientales vigentes, y también para la fundamentación de la propuesta del sistema de control de residuos contaminantes.

### **10.2 Métodos y técnicas de investigación**

#### **10.2.1 Métodos**

##### **10.2.1.1 Método inductivo**

Este método se utilizó debido a que se partió de los casos exclusivos para ir a lo general, se aplicó en toda la investigación al realizar el diagnóstico del área de estudio, conociendo de esta

manera la fuente de generación de las aguas residuales, la situación actual y determinar posibles alternativas para el tratamiento en cada etapa del proceso de elaboración de quesos.

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. Y los puntos

#### **10.2.1.2 Método Deductivo**

Se realizó un análisis interpretativo de todo el proceso de producción de la industria láctea y la caracterización del proceso de elaboración del queso que realiza la empresa el Paraíso. Además, permitió realizar un análisis y dar explicaciones sobre las diferentes características de las aguas residuales, y determinar el diseño de la propuesta del sistema de control de residuos.

Posibilitó realizar la identificación y determinación del volumen o el caudal de las aguas residuales, fundamental para calcular el área necesaria para cada una de las etapas del sistema de control de residuos contaminantes.

#### **10.2.1.3 Método experimental**

Se utilizó para el estudio y cuantificación de la DBO, DQO, sólidos totales, partículas en suspensión, pH, carbohidratos, grasas, proteínas, calcio, cloro residual y agentes microbiológicos que son sustancias que producen la contaminación de las aguas residuales.

#### **10.2.1.4 Método de Análisis y síntesis**

Se logró analizar y diagnosticar los efluentes en el área de estudio, basado en la información obtenida en campo y los resultados obtenidos en laboratorio. Además, para el análisis del caudal de los efluentes líquidos del proceso de elaboración de quesos, además para valorar en qué etapa se produce la contaminación de las aguas residuales por la presencia de sustancias que fueron identificados por métodos experimentales y justificar los tipos de partículas que pueden ser controlados con la propuesta del sistema de control de residuos contaminantes.

## 10.2.2 Técnicas

### 10.2.2.1 Técnica de Observación

Se realizó en las visitas in situ a la industria láctea El Paraíso. Se aplicó la observación para identificar las características del área de estudio, caracterización del proceso, el punto de muestreo a realizar y para determinar en qué etapas del proceso de elaboración de quesos se produce mayor descarga de efluentes líquidos (agua, lacto-suero).

### 10.2.2.2 Técnica Documental

Esta técnica establece como fuentes o materiales de consulta las fuentes bibliográficas, además consiste en la identificación, recogida y análisis de documentos relacionados con el hecho o contexto estudiado. En este caso, las informaciones de las personas investigadas directamente o a través de sus trabajos escritos.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 11.1 RESULTADO DEL OBJETIVO N° 1.

#### Identificación de los procesos de elaboración de quesos

La empresa láctea el Paraíso fabrica queso fresco en tres presentaciones como se indica en la tabla 6, y para la elaboración de este producto realiza las siguientes actividades.

**Tabla 6:** Presentación de queso fresco

PRODUCTO	PRESENTACIÓN
Queso fresco	150 gramos.
	500 gramos
	750 gramos

**Fuente:** Empresa láctea “El Paraíso”.

- **Recepción de leche / Enfriamiento**

Previo al proceso de la recepción, la leche debe ser filtrada para eliminar las impurezas o partículas extrañas, en la recepción la leche filtrada pasa con un control para garantizar la calidad y eliminar las leches acidas y las contaminadas con impurezas.

Para el enfriamiento se utiliza el enfriador de placas que es un intercambiador de calor, donde por un lado circula la leche a enfriar y por la otra agua helada, esto se lo realiza debido a que la leche que llega a la empresa se encuentra a diferentes temperaturas y antes del proceso de elaboración de quesos se debe asegurar que la leche este por debajo de los 5°C. ¿para esto se utiliza 1 litro de agua helada por cada 1 litro de leche.

- **Pasteurización**

Este proceso se realiza con la finalidad de eliminar las bacterias perjudiciales que alteran la calidad de la leche, de esta manera la leche se mantiene por más tiempo bajo refrigeración y hace que los productos sean más seguros para su consumo, la leche es pasteurizada entre 80 y 85°C durante 20 minutos por el proceso de baño María, para esto se utiliza cuatro litros de agua por cada litro de leche a procesar, además se añade (CaCl<sub>2</sub>) cloruro de calcio para darle mayor firmeza a la cuajada.

- **Cuajado**

Para este proceso se utiliza 1 ml. de cuajo por cada 1000 ml. de leche, esto ocasiona la coagulación de la leche, obteniendo dos componentes separados que son el lacto-suero y la pasta.

Para determinar que la cuajada está lista, se pueden realizar las siguientes pruebas de signos de coagulación como: corte con espátula, consistencia gelatinosa, tocar la cuajada con la palma y observar que no tenga adherencia de grumos en la misma. Una vez terminada la fase de coagulación se procede a trabajar la cuajada.

- **Corte / Batido**

El corte y/o batido de la cuajada se lo realiza de forma manual, esto permite romper la cuajada en partes muy pequeñas, con la finalidad de que el lacto-suero salga a la superficie de la olla, facilitando retirar el lacto-suero y así quedar solamente con la parte sólida.

- **Desuerado**

Es el proceso de separación de la parte sólida y el lacto-suero, después de ubicar la cuajada semisólida en las mesas de trabajo, el lacto-suero se evacua para su disposición final por medio de una manguera de absorción y una bomba.

- **Moldeado**

En este proceso se coloca la cuajada en los moldes de acero inoxidable ideales para así obtener su forma final.

- **Prensado**

Para el prensado se coloca un filtro (tela) y una tapa a los moldes para eliminar toda la cantidad de suero restante en el queso, para esto se utilizan las prensas hidráulicas automáticas.

- **Salado**

Este proceso ayuda a que el producto se conserve por más tiempo, se retira los quesos del molde y son sumergidos en la salmuera (mezcla de agua y sal la concentración de esta mezcla es de 1kg de sal por cada 20 litros de agua) donde reposan por un tiempo de 90 minutos.

- **Cuarto frío / mantenimiento**

Cuando el queso haya absorbido la suficiente cantidad de sal es retirado y llevado al cuarto frío, en este lugar reposa durante 24 horas a una temperatura que oscila entre 3°C a 5°C.

- **Enfundado/empaquetado**

Los quesos son enfundados en bolsas de plásticos con el logo de la fábrica y sellados con cinta selladora en el área de producción.

- **Lavado de instrumentos y limpieza del área de producción de quesos**

El lavado de los instrumentos se lo realiza entre las operaciones diarias del proceso de elaboración de quesos, mientras que la limpieza del área se lo realiza al final de cada jornada, para esto se emplea abundante cantidad de agua y una disolución (agua más detergente), además para el lavado de los moldes de quesos se utiliza sosa caustica (hidróxido de sodio NaOH) en una

concentración de 10 g/l. Entre los componentes de las aguas residuales tenemos: lacto-suero, cloruro de sodio (sal), ácidos, residuos plásticos y cinta de sellar utilizados en el enfundado del producto.

En el anexo 1 se muestra el diagrama de procesos de la elaboración de quesos.

En el anexo 2 se muestra el diagrama de flujos y volúmenes de la elaboración de quesos.

## **11.2 RESULTADO DEL OBJETIVO N° 2.**

### **9 Procedimiento para determinar el volumen de agua total utilizado en el proceso de elaboración de quesos.**

Para determinar el volumen de agua residual total del área de producción de quesos, se tomó 15 muestras durante 15 días y se aplicó el método de análisis y síntesis.

Para el lavado de equipos e instrumentos del área se utiliza una disolución (agua + detergente) el cual es un volumen fijo y también se utiliza agua caliente, la cual se determinó mediante el método de diferencia de volúmenes, utilizando la ecuación 1, restando el volumen inicial del tanque de almacenamiento entre el volumen final, en el mismo tanque y los resultados se expresa en la tabla 7.

$$V = Vi - Vf$$

Donde;

**V**= volumen utilizado

**Vi**= volumen inicial

**Vf**= volumen final

*(Ecuación 1)*

**Tabla 7:** Cantidad de agua utilizada para el lavado de equipos e instrumentos

<b>cantidad de agua utilizado para lavado de equipos e instrumentos</b>			
<b>Día</b>	<b>Solución (agua + detergente) (m<sup>3</sup>)</b>	<b>cant/día (m<sup>3</sup>)</b>	<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>
1	0,005	1,1	1,105
2	0,005	1	1,005
3	0,005	0,96	0,965
5	0,005	1,2	1,205
6	0,005	1	1,005
7	0,005	1,15	1,155
8	0,005	1,18	1,185
9	0,005	0,98	0,985
10	0,005	1,2	1,205
11	0,005	0,9	0,905
12	0,005	1,2	1,205
13	0,005	0,95	0,955
14	0,005	1,02	1,025
15	0,005	1	1,005
<b>MEDIA</b>			<b>1,065</b>

**Fuente:** Grupo de investigación.

La media de agua utilizada para el lavado de equipos e instrumentos del área de producción de quesos es de 1,065m<sup>3</sup>, esto corresponde a 1065 litros de agua residual diario.

Para la limpieza del área de producción de quesos se utiliza una disolución (agua + detergente) el cual es un volumen fijo, y también se utiliza agua, para calcular el volumen de esta agua primero se calcula el caudal de ingreso diario al área de producción de quesos de la empresa. La medición del caudal se realizó mediante el método volumétrico que consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido, posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en minutos obteniendo el caudal en L/min.

En la medición se utilizó un galón graduado de 25 litros, y un cronometro, y por medio de la ecuación 2 se determinó el caudal diario del agua utilizado para la limpieza del área de producción de quesos.

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

Donde;

Q = caudal

V = volumen

t = tiempo

(Ecuación 2)

Para calcular la media (promedio) del uso del agua para la limpieza y el lavado de los instrumentos del área de producción de quesos, se utilizó la ecuación 3.

$$\text{Media}(x) = \frac{X1+X2+\dots+XN}{N}$$

Donde;

N = Numero de muestras

X1, X2, XN= Conjunto de observaciones (Ecuación 3)

Estos resultados se expresan en la tabla 8.

**Tabla 8:** Cantidad de agua utilizada en limpieza de área

cantidad de agua utilizada en limpieza del área					
Día	Caudal diario (L/min)	Tiempo (min)	volumen de agua (m <sup>3</sup> )	Solución (agua + detergente) (m <sup>3</sup> )	TOTAL (m <sup>3</sup> )
1	20	120	2,40	0,035	2,44
2	18	128	2,30	0,035	2,34
3	22	117	2,57	0,035	2,61
5	21	122	2,56	0,035	2,60
6	17	130	2,21	0,035	2,25
7	23	115	2,65	0,035	2,68
8	21	118	2,48	0,035	2,51
9	18	118	2,12	0,035	2,16
10	19	124	2,36	0,035	2,39
11	20	122	2,44	0,035	2,48
12	20	117	2,34	0,035	2,38
13	15	130	1,95	0,035	1,99
14	24	112	2,69	0,035	2,72
15	22	116	2,55	0,035	2,59
MEDIA					2,44

Fuente: Grupo de investigación.

El volumen de agua utilizado en la limpieza del área de producción de quesos, es directamente proporcional al tiempo (minutos) de demora en la limpieza del área, multiplicada por el caudal diario.

La media de agua utilizada para el lavado del área de producción es de 2,44m<sup>3</sup> que corresponde a 2440 litros de agua residual diario.

En la tabla 9 se muestra el volumen total del agua residual diario del área de producción de quesos, para esto se suman los resultados de la tabla 7 y de la tabla 8.

**Tabla 9:** Cantidad total de agua residual diario del área de producción de quesos

Día	Volumen utilizado para lavado de equipos e instrumentos (m <sup>3</sup> )	Volumen utilizado para la limpieza de área (m <sup>3</sup> )	TOTAL (m <sup>3</sup> )
1	1,105	2,44	3,54
2	1,005	2,34	3,34
3	0,965	2,61	3,57
5	1,205	2,60	3,80
6	1,005	2,25	3,25
7	1,155	2,68	3,84
8	1,185	2,51	3,70
9	0,985	2,16	3,14
10	1,205	2,39	3,60
11	0,905	2,48	3,38
12	1,205	2,38	3,58
13	0,955	1,99	2,94
14	1,025	2,72	3,75
15	1,005	2,59	3,59
<b>MEDIA</b>			3,58

**Fuente:** Grupo de investigación.

La media del total de agua utilizada en el área de producción de queso es de 3,58 m<sup>3</sup>, esto corresponde a 3580 litros de agua residual diario, teniendo una proyección mensual de 107400 litros y anual de 1288800 litros. Este valor corresponde a la sumatoria del agua residual del lavado de equipos e instrumentos, y el agua utilizado para la limpieza de área.

Además, se determinó que al agua utilizada para la limpieza y el lavado de equipos e instrumentos del área de producción de quesos es igual a las aguas residuales.

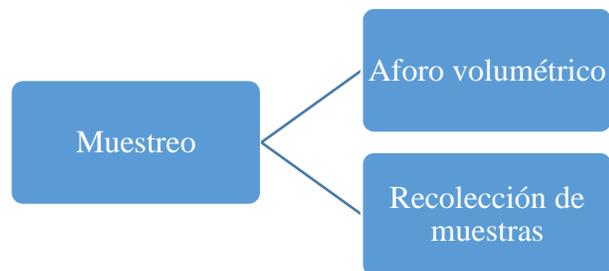
Se debe tener en cuenta que el agua residual que desecha la empresa láctea el paraíso contiene los siguientes agentes que son utilizados tanto en la limpieza como para la elaboración del queso: solución cáustica (hidróxido de sodio), solución ácida y detergente utilizado para el lavado, hipoclorito de sodio utilizado como desinfectante, agua, lacto-suero y retazos de plástico originados al empacar y sellar el producto, estos elementos no son tratados adecuadamente y son desechados sin tratamiento al sistema de alcantarillado público del cantón Salcedo. En el anexo 3 (Matriz de caracterización cuantitativa del proceso de elaboración de quesos), se muestra el tiempo, las entradas y salidas del proceso de elaboración de quesos.

### **Diseño de un sistema de muestreo para la recopilación del agua residual**

El objetivo del muestreo es obtener una parte representativa del material bajo estudio (cuerpo de agua, efluente industrial, agua residual, etc.) para el cual se analizarán las variables fisicoquímicas y microbiológicas de interés. Se requiere que la muestra conserve las concentraciones relativas de todos los componentes presentes en el material original y que no hayan ocurrido cambios significativos en su composición antes del análisis.

Para la toma de muestras se realiza dos actividades fundamentales que se indica en la ilustración 2.

**Ilustración 2:** Actividades para la toma de muestras (muestreo)



**Fuente:** los investigadores

**Aforar:** Es conocer el caudal de un flujo en una sección, caudal es el volumen de agua que pasa en una unidad de tiempo, sus unidades están dadas como: [Volumen/ Tiempo]. ( $\text{m}^3/\text{seg}$ ;  $\text{m}^3/\text{h}$ ; litros/seg). (Saquilema, 2015)

La medición volumétrica del caudal se realiza de forma manual utilizando un cronómetro y un recipiente aforado mediante la ecuación 2, se determinó que el caudal medio de salida del agua residual es de  $3,58 \text{ m}^3/\text{día}$  según la tabla 9.

Las recomendaciones para el muestreo, tamaño de la muestra, tiempo de almacenamiento y preservación de muestras de acuerdo al tipo de análisis a realizar se indican en la ilustración 3.

**Ilustración 3:** Recomendaciones de cantidad y preservación de las muestras del agua residual.

Determinación	Recipiente	Tamaño mínimo de la muestra mL	Preservación	Almacenamiento máximo (Recomendado / Regulatorio)
Acidez	P, V (B)	100	Refrigerada	24 h/14 días
Alcalinidad	P, V	200	Refrigerada	24 h /14 días
DBO	P, V	1000	Refrigerada	6 h / 48 h
Boro	P	100	No requiere	28 d / 6 meses
Bromo	P, V			28d / 28días
Carbón, orgánico, total	V	100	Analizar inmediatamente, o refrigerar y adicionar HCl a $\text{pH} < 2$	7 d / 28 días
Dióxido de carbón	P, V	100	Analizar inmediatamente	stat/N.S
DQO	P, V	100	Analizar tan pronto como sea posible o adicionar $\text{H}_2\text{SO}_4$ a $\text{pH} < 2$ ; refrigerar	7 d / 28días
Cloro residual	P, V	500	Analizar inmediatamente	0.5 h / stat
Dióxido de cloro	P, V	500	Analizar inmediatamente	0.5 h / N.S
Clorofila	P, V	500	30 días en la oscuridad	30 d / N.S
Color	P, V	500	Refrigerar	48 h / 48 h
Conductividad	P, V	500	Refrigerar	28 d / 28 días
Cianuros 1) Totales 2) Factibles de ser tratados por cloración (Amenable to chlorination)	P, V P, V	500 500	Adicionar NaOH a $\text{pH} > 12$ ; refrigerar en la oscuridad. Adicionar 100mg de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{L}$	24 h / 14 días ; 24 h si hay sulfuro presente stat/14 días 24 h si hay sulfuro presente
Fluoruros	P	300	No requiere	28 d/ 28días

Fuente: Tratamiento de Aguas Residuales Municipales. RAS 2000.

La toma de muestras del agua residual se realizó según el Anexo 4 (Procedimiento para la toma de muestras de fluidos del Laboratorio de Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. UTC).

### **Métodos utilizados para las pruebas de caracterización de las aguas residuales.**

Las pruebas de caracterización de: calcio, cloro, DBO<sub>5</sub> (Demanda Biológica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno), sodio, proteína, grasas y carbohidratos de las aguas residuales del proceso de elaboración de quesos de la empresa El Paraíso se muestra en la tabla 10, estas se realizaron en el laboratorio de Química Ambiental de la facultad de Ciencias Químicas Oferta de Servicios y Productos ubicado en la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, ciudad de Quito, provincia de Pichincha, (Anexo 5). Este laboratorio es 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”

**Tabla 10:** Métodos utilizados para los ajustes para las pruebas de caracterización

<b>PARÁMETRO</b>	<b>ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS</b>	<b>MÉTODO</b>
<b>Calcio</b>	Calcio (Ca), 0,2 – 1,5 mg/l	MAM-05 / APHA 3111 B MODIFICADO
<b>Cloro residual</b>	Cloro Residual, Volumetría, 0,24 – 5 mg/l	MAM-06 / APHA 4500 Cl B MODIFICADO
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ), Volumetría, 5 – 1 700 mg/l	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO
<b>DQO</b>	Demanda química de oxígeno (DQO), Espectrofotometría UV-Vis, 8 – 1500 mg O <sub>2</sub> /l	MAM-23A / MERCK 112.28.29.132 MODIFICADO
<b>Sodio</b>	Sodio (Na), 0,25 – 100 mg/l	MAM-27 / APHA 3111 B MODIFICADO
<b>Proteína</b>	Proteína, Kjheldal, 38 –41%	MAL-04 / AOAC 981.10
<b>Grasa</b>	Grasa, Gravimetría, 3 –38%	MAL-03 / AOAC 991.36
<b>Carbohidratos</b>		CÁLCULO

**Fuente:** Laboratorio de Química Ambiental de la facultad de Ciencias Químicas, Oferta de Servicios y Productos. UCE.

El método para determinar cloro residual consiste en una titulación amperométrica, este a diferencia los de titulación tradicionales es más preciso, sólo se ve afectado por los cambios de temperatura y turbidez de las muestras, que en el caso que se estudia las aguas residuales presentan ligera turbidez.

El método MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO para medir la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), se basa en la medición de oxígeno consumido por una población microbiana, en condiciones en que es inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno.

La DQO por el método MAM-23A / MERCK 112.28.29.132 MODIFICADO, se basa en la reacción de una muestra de agua contaminada con un oxidante energético como el bicromato de potasio en medio ácido, en presencia de un catalizador de iones plata. La cantidad de bicromato de potasio se encuentra en una relación proporcional a la cantidad de contaminantes en el agua residual.

Para la determinación de proteínas se usó el método, Kjeldal, que se basa en la determinación del contenido de nitrógeno en la muestra de agua residual, la digestión de la proteína se realiza con ácido sulfúrico concentrado y el nitrógeno se convierte en sulfato de amonio, se neutraliza la mezcla con una base y se destila, posteriormente se recoge en disolución de ácido bórico, y por último los iones boratos se titulan con ácido clorhídrico para determinar el contenido de proteínas.

Las grasas se determinaron por el método MAL-03 / AOAC 991.36, que consiste en la extracción de grasas del agua por contacto con el disolvente n-hexano y su determinación se realiza por gravimetría mediante la recuperación del solvente por un proceso de destilación.

Las pruebas de caracterización de: pH, partículas en suspensión, materia seca, sólidos totales y microbiológicas de las aguas residuales del proceso de elaboración de quesos de la empresa El Paraíso se muestra en la tabla 11, estas se realizaron en el laboratorio de Medio Ambiente de la facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales ubicado en la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, ciudad Latacunga, provincia de Cotopaxi (anexo 6).

**Tabla 11:** Métodos utilizados para las pruebas de caracterización

<b>PARÁMETRO</b>	<b>ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS</b>	<b>MÉTODO</b>
<b>pH</b>	pH, Electrometría, 4 – 10 unidades de pH	Potenciométrico
<b>Partículas en suspensión</b>	Sólidos totales suspendidos, Gravimetría 8 – 1000 mg/l	Filtración al vacío
<b>Sólidos totales</b>	Sólidos totales disueltos, Gravimetría, 100 – 1000 mg/l	Diferencia de masas
<b>Análisis Microbiológicos</b>	Coliformes Fecales, Número más probable, >1,8NMP/100mL	NMP (Numero Más Probable)

**Fuente:** Laboratorio de Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. UTC.

Para la determinación de pH se utilizó el método Potenciométrico que consiste en la medición de potencial de equilibrio en la celda utilizada, con la muestra de agua residual, se utilizó un electrodo de vidrio sensible a la presencia de iones hidrógeno y un electrodo de referencia saturado de cloruro de plata.

Para determinar las partículas en suspensión se utilizó el método gravimétrico que consiste en determinar la cantidad de sólidos suspendidos a partir de procedimientos experimentales que culminan con la pesada de la sustancia por diferencia de masa en una balanza analítica sin utilizar la volatilización.

Los coliformes fecales se determinaron por el método de filtración por membrana donde quedan atrapados los microorganismos de tamaño mayor al de los poros de la membrana de 0,45  $\mu\text{m}$ , los microorganismos retenidos se llevan a un medio enriquecido para lograr su crecimiento y luego se miden (cuantifican) las cantidades de colonias formadas.

### **Determinación de los contaminantes del agua con respecto a la normativa TULMAS.**

Los parámetros analizados para el diseño de la propuesta para controlar la contaminación en las aguas residuales son: calcio, cloro residual,  $\text{DBO}_5$ , DQO, SODIO, PROTEINA, grasa, carbohidratos, pH, partículas en suspensión, sólidos totales y análisis microbiológicos, los mismos que se muestra en la tabla 12.

**Tabla 12:** Resultados de las pruebas de caracterización

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	Limite permisible TULSMA
*Calcio	89	mg/L	-
Cloro residual	<0,24	mg/L	0,5
DBO <sub>5</sub>	7308	mgO <sub>2</sub> /L	250
DQO	10500	mgO <sub>2</sub> /L	500
Sodio	1106	mg/L	200
*Proteína	0,8	%	-
Grasa	1,22	%	1
*Carbohidratos	0,02	%	-
pH	7,65	-	6,5 – 8,5
Partículas en suspensión	12600	mg/L	220
Sólidos totales	7000	mg/L	1600
Microbiológicos	>1x10 <sup>3</sup>	UFC/L	600

Fuente: Laboratorio de Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. UTC.

Tabla 11 de Límite de descarga al sistema de alcantarillado del TULSMA

Según los resultados del análisis experimental se determinó que la mayoría de los parámetros analizados se encuentran fuera del rango permisible en la normativa ambiental (TULSMA), el valor del pH es el único que se encuentra dentro del rango establecido. Los parámetros marcados con \* no se encuentran dentro de la *tabla 11 de Límite de descarga al sistema de alcantarillado del TULSMA*. (Anexo 7).

Los parámetros de microbiológicos (coniformes totales y fecales) no se consideran en la *Tabla 11 de Límite de descarga al sistema de alcantarillado del TULSMA*, en los resultados de la caracterización se obtuvo >1x10<sup>3</sup> UFC/100ml, demostrando así la gran cantidad de microorganismos presentes en el agua residual proveniente del área de producción de quesos de la empresa El Paraíso.

Con el análisis experimental de las aguas residuales también se determinó que las partículas en suspensión y sólidos totales tienen valores de 12600 mg/L y 7000 mg/L respectivamente, las cuales están fuera de los límites permisibles de descarga al sistema de alcantarillado según la normativa TULSMA, dada esta problemática se consideró incluir al sistema de control de aguas

residuales la etapa de filtración, con la finalidad de retener los residuos sólidos de las aguas residuales como la caseína restos de fundas y cintas de sellar procedentes del proceso de prensado, desuerado y empaque.

Según el análisis experimental de las aguas residuales se determinó que los porcentajes de grasa están por encima de los límites permisibles, por lo cual se propone la inclusión de una trampa de grasas con el propósito de retener los lípidos (aceites y grasas) que son los encargados de elevar la cantidad de DQO y DBO<sub>5</sub> dentro de las aguas residuales.

Los valores de DQO y DBO<sub>5</sub> se encuentran muy por encima de los valores permisibles de descarga al alcantarillado según la normativa TULSMA, estos componentes son los principales contaminantes del agua residual. Estos valores altos se deben a la cantidad de materia orgánica presentes en las aguas residuales de la industria, principalmente por sustancias como: proteínas, grasas y carbohidratos presentes en la leche y sus derivados, así como en el subproducto lactosuero que se obtiene en esta industria láctea. Los microorganismos necesitan de oxígeno para la degradación de dichas sustancias por la cual se eleva el DBO<sub>5</sub>. De forma similar la DQO mide la cantidad de materia orgánica que se necesita degradar mediante la presencia de oxígeno.

Para disminuir el contenido de partículas proteicas y carbohidratos que disueltos en agua pueden formar coloides los cuales se mantienen en suspensión dentro de las aguas residuales que produce esta industria láctea. Para esto se ha considerado dentro del sistema de control de residuos una etapa de floculación, que tiene como principio añadir una sustancia floculante para aglutinar las partículas en suspensión y facilita la sedimentación.

Además, como la última etapa del sistema de control de residuos contaminantes para el tratamiento de efluentes líquidos, se propone utilizar un proceso de electrocoagulación que permite que las partículas que pudiesen quedar suspendidas sean desequilibradas a través del uso de electrodos con corriente de bajo voltaje, en este proceso se genera una gran carga de cationes que desestabilizan los contaminantes del agua residual, además se forman hidróxidos complejos que adsorben los flóculos contaminantes, la electrocoagulación también es un método eficiente para eliminar grasas en suspensión o emulsionadas, como sucede en estas industrias al mezclar residuos de leche, lactosuero y detergentes utilizados para la limpieza.

En la tabla 13 se muestra de forma detallada los agentes contaminantes que se van a tratar por cada etapa del sistema de control de residuos contaminantes.

**Tabla 12:** Parámetros de control por etapas

<b>Etapas</b>	<b>Parámetros a tratar en cada etapa</b>	<b>Observaciones</b>
Filtración	Sólidos totales Caseína	Estas partículas aumentan el DBO5 Y DQO
Trampa de grasas	Grasa superficial	
Floculación	Partículas en suspensión Carbohidratos Proteínas Grasas emulsionadas	
Electrocoagulación	Partículas en suspensión Sodio Coloides Grasas emulsionadas	

**Fuente:** los investigadores.

### **11.3 RESULTADO DEL OBJETIVO N° 3.**

#### **Sistema de control de agua residual**

El sistema control para reducir la contaminación del agua residual constará de 2 etapas para la reducción de los contaminantes.

#### **Primera etapa: Reducción de la contaminación por procesos**

En esta etapa se plantea un rediseño del área de producción de quesos para reducir la contaminación del agua residual.

En el anexo 8 se muestra la distribución actual del área de producción de quesos de la empresa láctea El Paraíso, con esto se pudo determinar que la distribución actual de la planta genera

movimientos largos para pasar de un proceso a otro, esto genera derrame de sustancias contaminantes que aumentan la cantidad total de estas en las aguas residuales, por ejemplo: En la etapa de transportar la cuajada a la mesa de moldeo se genera vertimientos de la cuajada ya que se lo realiza de manera manual (baldes), aproximadamente se desperdicia el 4% del total de producción al día, esto aumenta la cantidad de residuos contaminantes en las aguas residuales, generando así mayor contaminación.

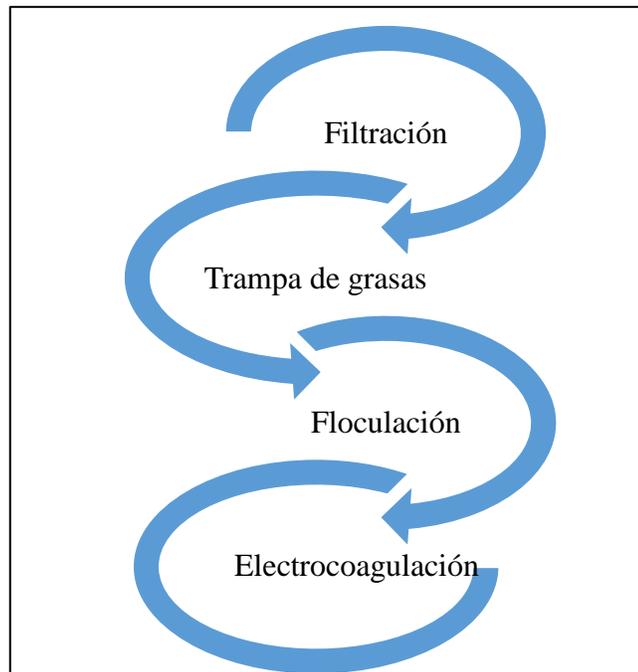
Además, se determinó que el tiempo utilizado para pasar del proceso de prensado a la salmuera es largo debido a la mala distribución de los equipos del área de producción, donde existen vertimientos de lacto-suero hacia el piso.

Para reducir este problema de contaminación se realizó el rediseño del área de producción de quesos, que se muestra en el anexo 9, proponiendo la colocación de una mesa para poder ubicar tanque de cuajada a la altura de la mesa de moldeo y una tubería de acero inoxidable con su respectiva válvula, para solucionar el desperdicio de cuajada y así evitando la contaminación de las aguas residuales, además se propone la reubicación del proceso de prensado, quedando este cerca del proceso de salmuera, con esto la empresa láctea el paraíso reducirá tiempos y movimientos innecesarios, podrá aumentar su productividad dentro del área y se reduciría la cantidad de vertimiento del lacto-suero al piso.

### **Segunda etapa: tratamiento de agua residual**

Para el diseño del sistema de control de sustancias contaminantes en las aguas residuales del proceso de elaboración de quesos de la empresa Láctea el Paraíso, se toma en cuenta el valor medio de agua residual diario, con este valor se puede dimensionar el tanque de tratamiento para estas aguas residuales, el sistema de tratamiento constara de cuatro sub-etapas, que son las que se muestran en la ilustración 4.

**Ilustración 4:** Etapas del sistema de control de agua residual



**Fuente:** Grupo de investigación.

### 1) Etapa de filtración

La filtración consiste en la separación de partículas sólidas de un líquido utilizando un material poroso llamado filtro. La técnica consiste en recolectar las aguas residuales a un punto específico del área de producción, después filtrar la mezcla sólido-líquido sobre un filtro que permita el paso del líquido y retenga las partículas sólidas, estas partículas serán retiradas de forma manual para su disposición final.

#### **Determinación de caudal.**

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. La determinación de los caudales de agua residual a eliminar es fundamental a la hora de proyectar el dimensionamiento del filtro, con esto podemos obtener un diseño adecuado a las necesidades que se presentan. Para la determinación del caudal se aplicó la ecuación 4.

Nota: Se toma como referencia el valor medio de las aguas residuales por día.

$$Q = \frac{V}{T} \quad \text{Donde;} \quad \begin{array}{l} \mathbf{Q} = \text{Caudal (m}^3/\text{seg)} \\ \mathbf{V} = \text{Volumen (m}^3\text{)} \\ \mathbf{T} = \text{Tiempo (seg)} \end{array}$$

*(Ecuación 4)*

$$Q = 3.58 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$3.58 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * \frac{\text{día}}{8 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} = 0,00013 \text{ m}^3/\text{seg}$$

#### **Determinación del canal.**

El diseño del canal es importante ya que que ayudará luego en el dimensionamiento de las rejillas que van situadas en el mismo.

El área del canal se calcula con la ecuación 5, asumiendo el valor de la velocidad de aproximación es de (0,3m/s) según la Norma RAS 2000, como se muestra en el Anexo 10.

$$A = \frac{Q}{v} \quad \text{Dónde:} \quad \begin{array}{l} \mathbf{A} = \text{Área del canal (m}^2\text{)} \\ \mathbf{Q} = \text{Caudal (m}^3/\text{seg)} \\ \mathbf{v} = \text{Velocidad (m/seg)} \end{array}$$

*(Ecuación 5)*

$$A = \frac{0,00013 \text{ m}^3/\text{seg}}{0,3 \text{ m/s}} = 0.0004 \text{ m}^2$$

Debido al recorrido de las aguas residuales desde el área de producción hacia la planta de tratamiento se va a utilizar un tubo PVC de 10cm de diámetro, y mediante la ecuación 6 calculamos el área.

$$A = \pi * (r)^2 \quad \text{donde;}$$

$A = \text{Área del canal (m}^2\text{)}$

$\pi = \text{constante (3,1416)}$

$r = \text{radio de la circunferencia}$

*(Ecuación 6)*

$$A = \pi (r)^2 \quad r = \frac{D}{2} \quad D = \text{Diámetro (m)}$$

$r = 0,05\text{m}$

$$A = \pi (0,05)^2$$

$$A = 0,007 \text{ m}^2 \quad \text{Esta área cumple con el dimensionamiento del canal.}$$

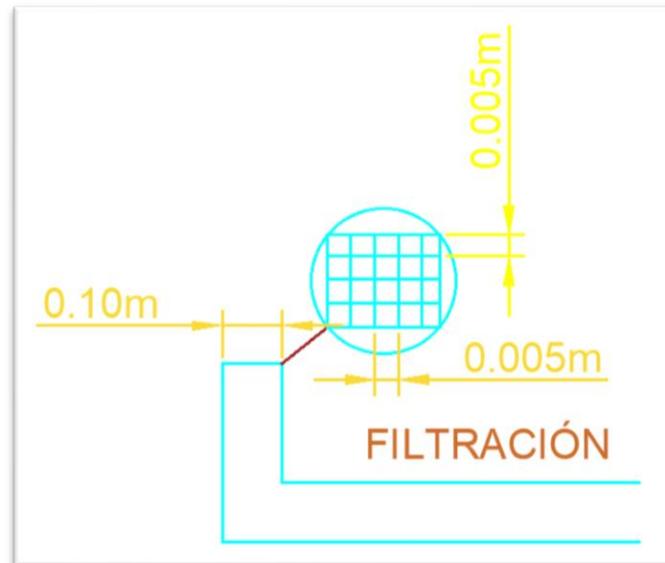
### **Dimensionamiento del filtro.**

Para el proceso de filtración se utilizará rejillas que consisten en un conjunto de barras metálicas, paralelas, de sección regular y con la misma separación entre ellas. Colocadas en un canal de hormigón situadas transversalmente al flujo, para que el agua residual pase a través de ellas quedando de esta forma atrapados los sólidos que poseen un tamaño mayor entre barrotos. Para hacer fuerte o rígido este sistema se colocan dichas rejillas en un marco. El objetivo fundamental de estas rejillas es la eliminación de todos los sólidos en suspensión de tamaño superior a la separación entre barrotos con el fin de evitar obstrucciones en líneas.

La dimensión de las rejillas se muestra en la ilustración 5. Para determinar la dimensión de las rejillas se tomó en consideración el tamaño de las partículas sólidas presentes en el agua residual

(anexo 6). Se determinó una distancia entre barras de la rejilla de 0,5 cm. con una forma circular que encaja en el área del canal de flujo (tubo).

**Ilustración 5:** Malla para la filtración



**Fuente:** Grupo de investigación.

## 2) Trampa de grasa

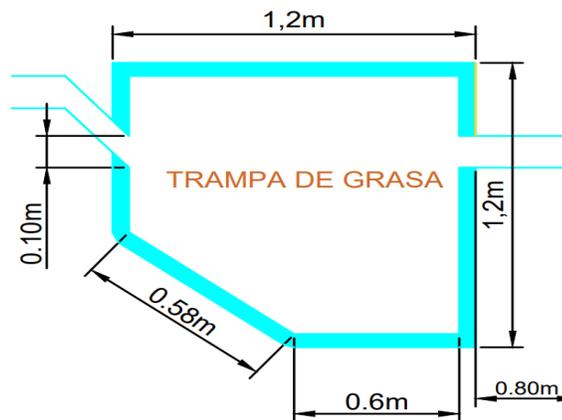
Las trampas de grasa son pequeños tanques de flotación natural, en donde los aceites y las grasas, con una densidad inferior a la del agua, se mantienen en la superficie del tanque para ser fácilmente retenidos y retirados, esto ayudará a mejorar el mantenimiento del sistema de tratamiento y con la ventaja de disminuir estos contaminantes sin el uso de un compuesto químico.

Deben colocarse elementos controladores de flujo en las entradas para protección contra sobrecargas o alimentaciones repentinas. El diámetro de la entrada debe ser de un diámetro mínimo de 5 cm y el de la salida de por lo menos 10 cm, el extremo final del tubo de entrada debe sumergirse por lo menos 15 cm, el tubo de salida que haga la recolección debe localizarse por lo menos a 15 cm del fondo del tanque y debe estar sumergido por lo menos 0.9 m.

El diseño debe realizarse de acuerdo con las características propias y el caudal del agua residual a tratar, teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento mínimo que debe ser de por lo menos una cuarta parte del caudal de diseño (caudal máximo de agua residual diario), según la norma RAS 2000.

Entonces; para determinar el volumen de la trampa de grasas se toma en consideración el caudal máximo de salida de agua residual según la tabla 8 es de  $3,87 \text{ m}^3/\text{día}$ , entonces la capacidad del tanque para la trampa de grasas será de  $0,96 \text{ m}^3$  que corresponde a 960 litros, y se muestra en la ilustración 6.

**Ilustración 6:** Dimensionamiento de trampa de grasas



**Fuente:** Grupo de investigación.

Y para calcular el tiempo de retención hidráulica se aplica la ecuación 7.

$$V_T = Q * T_{rt}$$

donde;

$V_T$  = Volumen efectivo de la trampa de grasas

$Q$  = Caudal  $\text{m}^3/\text{día}$

$T_{rt}$  = tiempo de retención trampa de grasas

**(Ecuación 7)**

$$T_{rt} = \frac{V_T}{Q}$$

$$T_{rt} = \frac{9\text{m}^3}{3,58\text{m}^3/\text{día}}$$

1 día	=	8	horas
laborables			

$$T_{rt} = 0.25 \text{ días} \longrightarrow 2 \text{ horas}$$

Se toma en cuenta que un día es igual a 8 horas laborables, entonces el tiempo de retención de la trampa de grasas será de 2 horas.

### 3) Floculación

La floculación consiste en la aglomeración de los coloides descargados, favorecida por un proceso de agitación mecánica, capaz de desestabilizar las partículas coloidales, con la adición de productos químicos floculantes. Estos productos estimulan la coagulación, aumentando la velocidad de formación, la cohesión y la densidad de los flóculos. En la tabla 14, se muestra algunos compuestos floculantes, utilizados en las industrias.

**Tabla 13:** Características de los compuestos floculantes

COMPUESTO	FORMULA	pH ÓPTIMO DE UTILIZACIÓN
Sulfato de aluminio	$\text{Al}_2 (\text{SO}_4).18 \text{ H}_2\text{O}$	5,5 – 8
Sulfato ferroso	$\text{FeSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	8,5 – 11
Cloruro férrico	$\text{FeCl}_3.6 \text{ H}_2\text{O}$	4 – 11
Policloruro de aluminio	$\text{Al}^{+3} (\text{C}_2\text{Cl}_2)_3$	6 - 9

**Fuente:** RODRÍGUEZ A., Tratamientos Avanzados de Aguas Residuales Industriales

Para el dimensionamiento del tanque para la floculación se toma como referencia el volumen diario de las aguas residuales que es de  $3,58\text{m}^3$  (tabla 9), del área de producción de quesos y se aplica la ecuación 7.

$$V = a * l * h \quad \text{donde;}$$

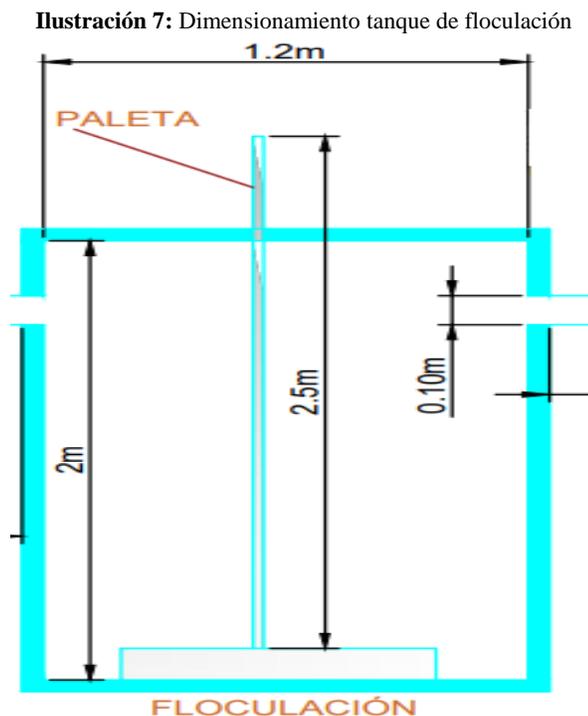
**V=** Volumen ( $\text{m}^3$ )  
**a=** Ancho (m)  
**l=** Largo (m)  
**h=** Altura (m)

*(Ecuación 7)*

$$V = 1,20\text{m} * 1,50\text{m} * 2,00\text{m}$$

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

En la ilustración 7 se muestra el dimensionamiento del tanque de floculación, con este volumen de capacidad se cubre el promedio diario de agua residual procedente del área de producción de quesos.



**Fuente:** Grupo de investigación.

El compuesto químico que se va utilizar para la floculación es el Policloruro de aluminio, que produce flóculos de gran tamaño, sumamente homogéneos, además posee varias ventajas:

- Mayor potencia de coagulación.
- Mayor velocidad de coagulación y floculación.
- Menor gasto de coagulantes (especialmente a altas turbiedad).
- No aporta aluminio disuelto al agua.
- Menor turbidez final en el proceso.
- Disminuye el carbono orgánico total (TOC)
- Efectividad en un amplio rango de pH.

- Igual rendimiento con distintas temperaturas.
- Remoción de color.

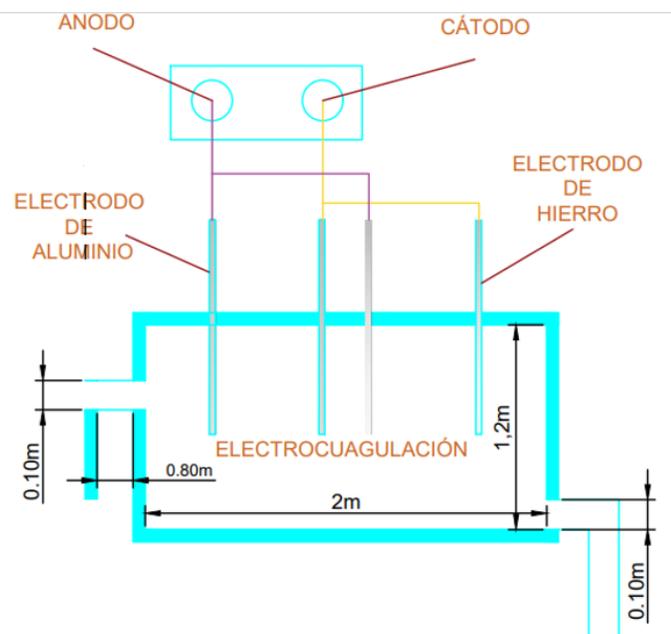
El Policloruro de Aluminio se adicionará a una concentración de 0,34gr/L, la mezcla se realizará con una paleta y con un tiempo de retención de 24 minutos.

Los sólidos en suspensión, se recogen como resultado de esta operación, como fangos, más concentrados, denominados fangos primarios, que se separan de las aguas residuales depuradas.

#### 4) Electrocoagulación

Nota: el volumen de capacidad del tanque para el proceso de electrocoagulación es la misma al del tanque de floculación ya que toda el agua residual pasa de un tanque a otro con la ayuda de una bomba para la etapa final del sistema de control de residuos contaminantes como se muestra en la ilustración 8.

**Ilustración 8:** Dimensionamiento tanque de electrocoagulación



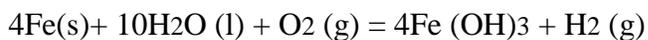
**Fuente:** Grupo de investigación.

En la electrocoagulación el agua es hidrolizada, produciendo burbujas de oxígeno en el ánodo y de hidrógeno en el cátodo. Estas burbujas ayudan a que los flóculos con el contaminante vayan a

la superficie, para una fácil separación. El método consiste en utilizar una celda de coagulación donde solo hay un ánodo y un cátodo los cuales son hechos de un metal.

Se utilizará para el proceso de la electrocoagulación un electrodo de aluminio que actué como ánodo por la siguiente razón, en la disolución del ánodo se forman especies como  $Al_3^+$ ,  $Al(OH)_2$ , los cuales producen espontáneamente los respectivos hidróxido o polihidróxidos los cuales tienen una gran afinidad a las partículas dispersas en las aguas residuales e iones como los de sodio y los cloruros entre otros, esto facilita la coagulación de esas sustancias y su eliminación antes de su salida al medio ambiente.

El cátodo se propone sea de hierro, es donde se produce la reducción, específicamente la siguiente reacción:



El hidróxido de hierro III formado en este proceso es un excelente agente coagulante.

La capacidad del tanque para el proceso de electrocoagulación es la misma que el tanque utilizado para el proceso de floculación ya que el volumen de agua residual a tratar es la misma.

### **Tipo de la conexión eléctrica:**

Para la planta de tratamiento de agua residual se utilizará una conexión eléctrica de tipo bipolar: en el cual solo los electrodos de los extremos están directamente conectados a la fuente el cual por sus características genera un menor consumo de energía, los electrodos restantes toman la polaridad opuesta al electrodo que tiene en frente, produciendo una potencia igual a 60watts.

El tiempo total en el cual se va realizar la electrocoagulación es de 30 minutos diarios, tiempo necesario para la desestabilización de las partículas.

Debido al electrolisis del agua que produce un desprendimiento de oxígeno e hidrógeno gaseoso en los electrodos, los cuales al ascender a la superficie provocan tres fenómenos:

1. Separación rápida de coloides del electrodo.
2. Formación de una nata en la superficie fácilmente extraíble por medios mecánicos, debido al arrastre de coloides desestabilizada a la superficie.
3. Se produce una agitación espontánea que evita la utilización de agitación mecánica, debido a que las burbujas de gas producen corrientes ascendentes y descendentes en la solución generando una mejor superficie de contacto y por lo tanto un aumento en la eficiencia de la desestabilización.

Las condiciones de operación de un sistema de electrocoagulación son altamente dependientes de las condiciones químicas como: pH, tamaño de partículas del agua a tratar y especialmente de su conductividad.

Los planos de la propuesta del diseño para la construcción del sistema de control de residuos contaminantes se muestran en el anexo 11.

#### **Análisis de costos de la propuesta del sistema de control de residuos.**

El presupuesto para el rediseño del área de producción de quesos, se muestra en la tabla 15.

**Tabla 14:** Presupuesto para el rediseño del área de producción de quesos

<b>UNIDAD</b>	<b>DETALLE</b>	<b>COSTO \$</b>
1	Soporte metálico de 1 metro de altura	40
1	1,50 metros de tubo de acero inoxidable 3"	18
1	Válvula de paso de 3"	22
	<b>TOTAL</b>	<b>80</b>

**Fuente:** Grupo de investigación.

#### **Costos fijos del sistema de control de residuos contaminantes.**

En la tabla 16 se muestra el presupuesto para la construcción (obra civil) del sistema de control de residuos contaminantes.

**Tabla 15:** Presupuesto para la construcción del sistema de control de residuos contaminantes

UNIDAD	DETALLE	COSTO \$
	Trabajos de excavación	150
1	Construcción de un tanque de hormigón de 0,9m <sup>3</sup> (Trampa de grasas)	400
1	Construcción de un tanque de hormigón de 3,6m <sup>3</sup> (Floculación)	800
1	Construcción de un tanque de hormigón de 3,6m <sup>3</sup> (Electrocoagulación)	800
	<b>TOTAL</b>	<b>2150</b>

Fuente: Grupo de investigación.

El presupuesto de los accesorios a utilizar para el sistema de control de aguas residuales se muestra en la tabla 17.

**Tabla 16:** Presupuesto de los accesorios a utilizar para el sistema de control de aguas residuales

UNIDAD	DETALLE	COSTO \$
2	Electrodos de aluminio	8
2	Electrodos de hierro	10
1	Paleta de agitación	25
1	Bomba	200
4	Tubos PVC 4"	24
3	Codos PVC 4"	6
1	Sifón PVC 4"	2
1	Válvula hidráulica 4"	18
2	Filtros metálicos	10
	<b>TOTAL</b>	<b>304</b>

Fuente: Grupo de investigación.

A estos costos también se le añade el costo de mano de obra para instalación del sistema de control de aguas residuales el cual será de **250 dólares**.

#### **Costos variables del sistema de control de residuos contaminantes.**

Los costos variables se terminan en base a la mano de obra para la operación del sistema, y el costo del compuesto químico que se utilizara en el proceso de floculación, en la tabla 18 se muestra el costo de mano de obra

**Tabla 17:** Costo mensual de mano de obra

No.	Costo hora de mano de obra USD	Horas de trabajo al día	Costo total diario USD	Días laborables al mes	Más el 5 % de los seguros de ley	Costo total de mano de obra/mes USD
1	2.50	3	7.50	30	11.25	
<b>Total</b>				<b>225</b>	<b>11.25</b>	<b>236.25</b>

En la tabla 19 se muestra el presupuesto para el funcionamiento del sistema de control de residuos contaminantes.

**Tabla 18:** Presupuesto para la operación del sistema de control de residuos contaminantes

UNIDAD	DETALLE	COSTO \$
	<b>Insumos Químicos</b>	
38.32Kg/mes	Poli cloruro de Aluminio	12.43
	<b>Mano de obra para la operación del sistema</b>	
1	Persona/mes	236.25
	<b>\$ Total/mes</b>	<b>248.68</b>

**Fuente:** Grupo de investigación.

El costo variable mensual para la operación del sistema de control de residuos contaminantes es de 248.68 dólares correspondientes a la mano de obra y compuesto químico para la floculación.

Y el presupuesto total para la construcción e instalación del sistema se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19:** Presupuesto total del sistema de control de residuos contaminantes

DETALLE	COSTO \$
Presupuesto para el rediseño del área	80
Trabajos de obra civil	2150
Accesorios	304
Mano de obra de instalación	250
<b>TOTAL</b>	<b>2784</b>

**Fuente:** Grupo de investigación.

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

Los impactos generados con la propuesta del presente proyecto están en marcados a cada uno de los aspectos indicados a continuación.

### **Técnicos:**

La propuesta de un sistema de control de residuos contaminantes para la industria láctea el paraíso, presenta ventajas respecto a otros sistemas debido a que dicho sistema tratará de reducir en primer instancia los contaminantes vertidos en la elaboración de quesos reduciendo así la cantidad de agua utilizada para la limpieza de dicha área, además constará de un sistema de tratamiento del agua residual para cumplir con normativas de control y reducir los impactos al medio ambiente, disminuyendo el DBO<sub>5</sub> presente en las aguas residuales de la industria láctea y los productos químicos limpiadores empleados en los procesos de lavado que se traducen en la presencia de DQO.

### **Impacto social:**

La población que reside en las cercanías de los vertimientos de las aguas residuales de la planta láctea el paraíso es de aproximadamente 200 familias, los cuales se han visto afectados por los vertimientos contaminados, el área aproximada tiene una extensión de 10 hectáreas las cuales erosionan los suelos por la presencia de grasas, carbohidratos y proteínas que se encuentran en la composición del queso, derivados y los subproductos de la empresa. El proyecto beneficiará a la disminución de agentes contaminantes emitidos a los ríos, lagos, océanos y el medio ambiente en general.

### **Impactos ambientales:**

La industria láctea representa una de las principales fuentes de contaminación de los recursos hídricos, ya que en sus procesos de producción se utiliza aproximadamente entre 1,3-3,2 L de agua/kg de leche recibida además entre las operaciones que generalmente producen vertidos están: el lavado y esterilización de los depósitos, tanques, equipos de enfriamiento y suelos. Que generan gran cantidad de agentes contaminantes que afectan a la salud de los habitantes de la provincia y del país.

Con la propuesta de un sistema de control de residuos contaminantes se pretende una descontaminación de efluentes de dicha planta, disminuyendo la cantidad de grasas, partículas coloidales en suspensión, y sales que entre otras afectaciones elevan la demanda biológica de oxígeno y demanda química de oxígeno de las aguas, afectando así la erosión de los suelos que se encuentran en la desembocadura del río Cutuchi que pasa por la parte sur-occidental del cantón Salcedo.

El proyecto minimizará la problemática de contaminación causada por las industrias lácteas de la provincia y del país, siendo estas las causantes de generar daños al medio ambiente, la propuesta es una alternativa para la industria de mejorar la forma de tratar sus efluentes líquidos y cumplir con la normativa medio ambiental.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Los diferentes costos y gastos para la elaboración del proyecto se detallan en las siguientes tablas.

En la tabla 20 se muestra los materiales y suministros utilizados para la elaboración del presente proyecto.

**Tabla 20:** Materiales y suministros

<b>Descripción</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
<b>Impresiones</b>	500	\$ 0.05	\$ 25
<b>Computadora/ Internet</b>	240 horas	\$ 0.60	\$ 144
	<b>Total</b>		<b>\$ 169</b>

**Fuente:** Grupo de investigación.

En la tabla 21 se muestra los materiales y suministros utilizados para el análisis experimental de las aguas residuales.

**Tabla 21:** Presupuesto para el análisis experimental de las aguas residuales

<b>Descripción</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio unitario (\$)</b>	<b>Precio total (\$)</b>
Estudio químico biológico para la caracterización de los residuos contaminantes.	1	112	112
<b>Insumos</b>			
Recipientes para las muestras	4	0,8	3,20
Coolers	1	5	5
<b>Otros</b>			
Cajas Petri	20	0.30	6
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 126,20</b>

**Fuente:** Grupo de investigación.

En la tabla 22 se muestra los gastos complementarios para la elaboración del presente proyecto de investigación.

**Tabla 22:** Otros gastos

	<b>N°. de veces</b>	<b>estudiantes</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Movilización</b>	30	2	\$ 2	\$ 120
<b>Viáticos</b>	30	2	\$ 1	\$ 60
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 180</b>

**Fuente:** Grupo de investigación.

En la tabla 23 se muestra el total de gastos en la ejecución del presente proyecto de investigación. A esto se le suma el costo de la propuesta del sistema de control de residuos contaminantes.

**Tabla 23:** Presupuesto total

<b>Concepto</b>	<b>Valor en dólares (\$)</b>
Materiales y suministros	169
Presupuesto para el análisis de los residuos.	126,20
Otros gastos	180
Presupuesto para el rediseño del área de producción	80
Presupuesto para implementación de la planta de tratamiento	2354
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2909, 20</b>

**Fuente:** Grupo de investigación.

## 14. CONCLUSIONES

- La contaminación de las aguas residuales en un aproximado de 3600 litros diarios, se produce debido a la utilización de sustancias contaminantes como sosa caustica y detergentes utilizados para la limpieza y lavado de instrumentos del área de producción de quesos, además por el derrame de la cuajada, el lacto suero, salmuera y químicos utilizados para la elaboración del producto.
- En el análisis experimental de las aguas residuales se determinó que el DBO5, DQO, los iones de sodio, grasas, partículas en suspensión y sólidos totales no se encuentran dentro del límite permisible del TULSMA, produciendo así la contaminación del medio ambiente.
- Para controlar los residuos contaminantes presentes en las aguas residuales se propone un sistema de control para los residuos contaminantes que consta de dos etapas: la primera es un control de contaminantes por procesos y la segunda es la propuesta del sistema de control de residuos contaminantes mediante etapas de filtración, trampa de grasas, floculación y electro coagulación, que permitirá tratar 3600 litros de agua residual diarios.
- El costo de implementación del sistema de control de residuos contaminantes de las aguas residuales del área de producción de quesos es de 2784 dólares, y tendrá un costo mensual 248.68 adicional del policloruro de aluminio utilizado para la etapa de floculación y la mano de obra para la operación del sistema.

## 15. RECOMENDACIONES

- Implementar el rediseño del área de elaboración de quesos de la empresa láctea con el fin de reducir tiempos y movimientos innecesarios, con esto se logrará reducir la contaminación por procesos.
- Implementar la propuesta del sistema de control de residuos contaminantes en el área para reducir la contaminación generada en la elaboración de quesos de dicha planta.
- El lodo obtenido de los procesos de floculación y electrocoagulación, conjuntamente con las grasas retenidas en la etapa de trampa de grasas se recomienda utilizar como abono para cultivos ya que su composición es totalmente orgánica y ayuda a la fertilización de los suelos.
- Reutilizar el agua tratada para el lavado de los camiones recolectores de materia prima (leche), o para el riego de cultivos.

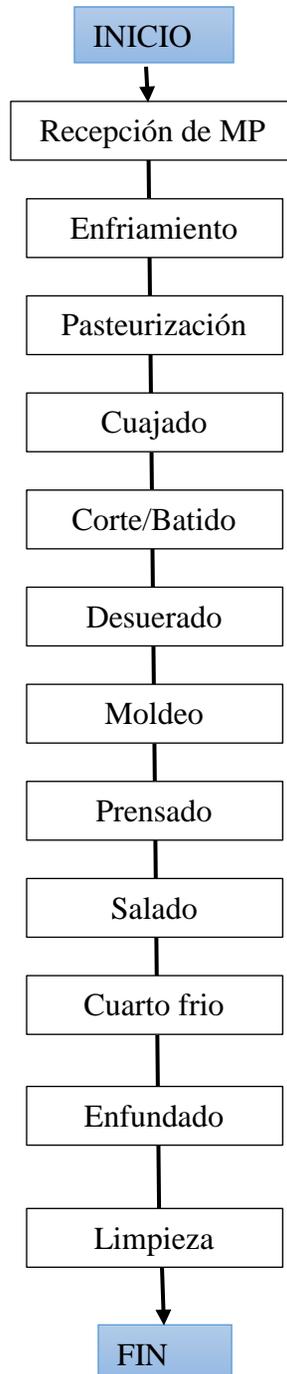
## 16. BIBLIOGRAFÍA

- Arango, O. y. (2017). Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea en sistemas anaerobios tipo UASB. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 24-31.
- Aydiner, C., Sen, U., Topcu, S., Ekinci, D., Altinay, A. D., & Koseoglu-Imer, D. Y. (2015). Technoeconomic viability of Innovative membrane systems in water and mass recovery from dairy wastewater. *Journal of Membrane Science*, 66-75.
- Bermudez, M. (2018). *Contaminacion y turismo sostenible*. Quito: Senaes.
- CARPL. (2015). *Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia*. Obtenido de Plan de Acción:  
[https://www.academia.edu/33371463/Centro\\_de\\_Actividad\\_Regional\\_para\\_la\\_Producci%C3%B3n\\_Limpia\\_CAR\\_PL\\_Plan\\_de\\_Acci%C3%B3n\\_para\\_el\\_Mediterr%C3%A1neo](https://www.academia.edu/33371463/Centro_de_Actividad_Regional_para_la_Producci%C3%B3n_Limpia_CAR_PL_Plan_de_Acci%C3%B3n_para_el_Mediterr%C3%A1neo)
- Castells, M. (2018). *Arsénico en el agua de bebida de América Latina y su efecto en la salud pública*. Lima: Atlanta.
- Flores, A., Bautista, M., & Egúsqüiza, R. y. (2015). Desarrollo de bioprocesos para la reducción de los niveles de dbo y dco de efluentes de la industria alimentaria. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 3-10.
- Gutiérrez, P. (2018). *La contaminación del aire*. Chile : Graficas.
- Kothari, R., Pathak, V. V., & Kumar, V. y. (2018). Experimental study for growth potential of unicellular alga *Chlorella pyrenoidosa* on dairy waste water: An integrated approach for treatment and biofuel production. *Bioresource technology*, 466-470.
- López , D. (2016). *El medio ambiente*. Madrid: Galarza. Obtenido de Catedra.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). Texto unificado de legislación ambiental secundaria. *Ministerio del Ambiente Libro VI reformado con Acuerdo Ministerial No. 061 del 04 de mayo*.
- Morgan, J. A. (2018). Performance of an ecological treatment system at three strengths of dairy wastewater loading. *Ecological engineering*, 195-209.
- Plan Nacional de Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, Toda una Vida*. Obtenido de Planificación : [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)
- Quillupangui, M. (2015). *Diseño de un plan de manejo de desechos Sólidos*. Quito: Garcia.

- Saquilema, R. (2015). *Elaboración de un diseño de un sistema de gestión ambiental para efluentes líquidos en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca*. Cuenca: Gordonez.
- Seyssiecq, F. J. (2015). State of the art rheological characterisation of wastewater treatment sludge. *Biochemical Engineering Journal*, 41-56.
- Shiny, K. J., Remani, K. N., Nirmala, E., & Jalaja, T. K. (2015). Biotreatment of wastewater using aquatic invertebrates, *Daphnia magna* and *Paramecium caudatum*. *Bioresource Technology*, 55-58.
- Suárez, A., & Fidalgo T. y Riera, F. A. (2016). Recovery of dairy industry wastewaters by reverse osmosis. Production of boiler water. *Separation and Purification Technology*, 204-211.
- SUIA. (2016). *Sistema Único de Información Ambiental*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec/sistema-unico-de-informacion-ambiental-suia/>
- Tommaso, G., R. R., De Oliveira, C. A., Stamatelatos, K., Antonopoulou, G., & Lyberatos, G. y. (2016). . Clean Strategies for the Management of Residues in Dairy Industries. *In Novel Technologies in Food Science*. Springer New York., 381-411.
- urkdogan, F. I., Park, J., & Evans, E. A. (2018). Evaluation of pretreatment using UASB and SGBR reactors for pulp and paper plants wastewater treatment. *Water, Air, y Soil Pollution*, 1-8.
- Valencia, R., & Ramírez, A. (2017). *Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático*. Lima: Med.
- Wang, L., Li, Y., Chen, P., Min, M., Chen, Y., & Zhu, J. y. (2017). . Anaerobic digested dairy manure as a nutrient supplement for cultivation of oil-rich green microalgae *Chlorella* s p. *Bioresource technology*, 2623-2628.

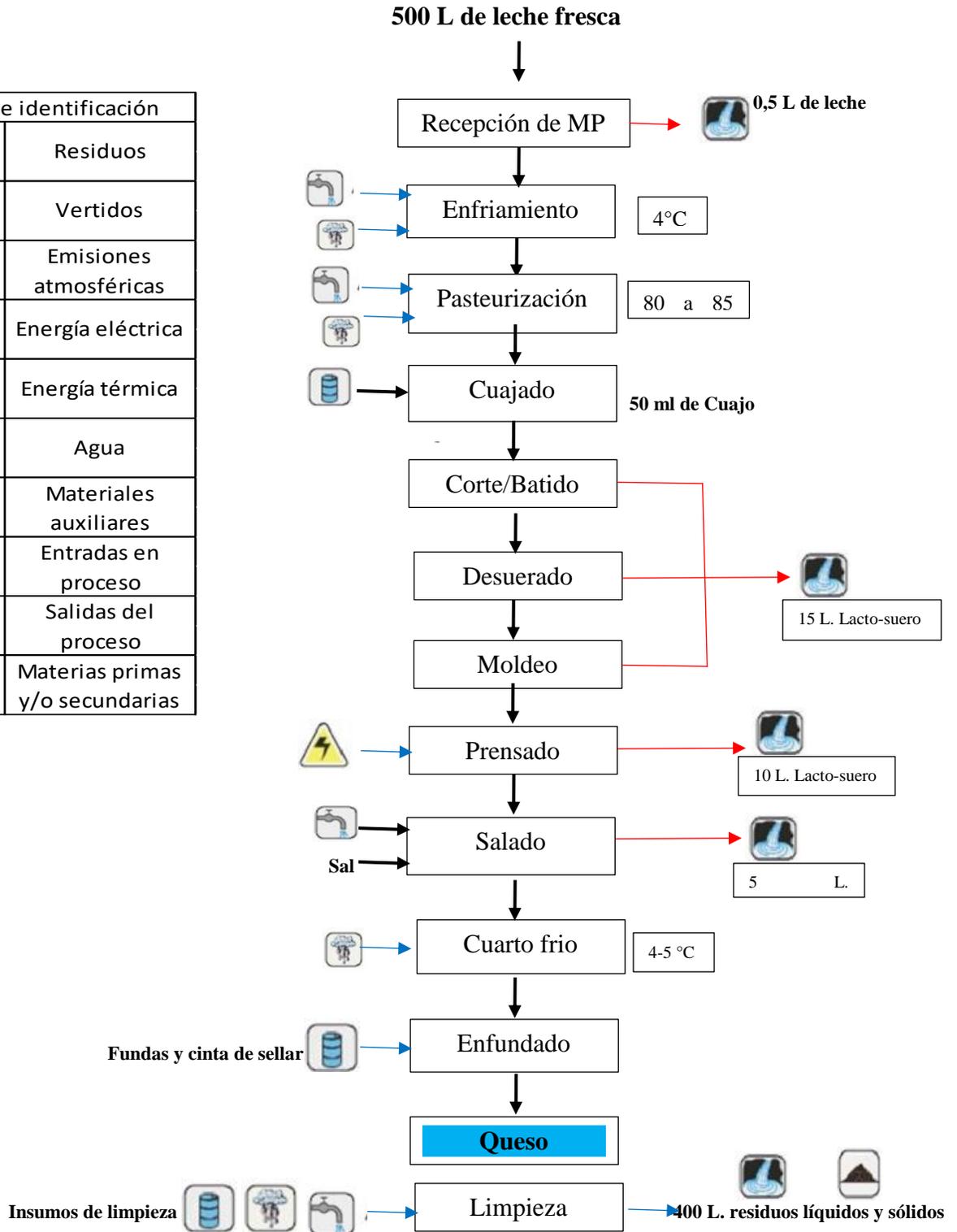
## 17. ANEXOS

**Anexo 1.** Diagrama de proceso de elaboración de quesos.



**Anexo 2.** Diagrama de flujo y volumen del proceso de elaboración de quesos para 500 litros de leche

Tabla de identificación	
	Residuos
	Vertidos
	Emisiones atmosféricas
	Energía eléctrica
	Energía térmica
	Agua
	Materiales auxiliares
	Entradas en proceso
	Salidas del proceso
	Materias primas y/o secundarias



	<b>MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN CUANTITATIVA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS</b>		 <b>Ingeniería Industrial</b>	
	<b>EMPRESA: EL PARAISO</b>			
	<b>PROCESO: ELABORACIÓN DE QUESOS</b>			
<b>ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS</b>	<b>INSUMOS UTILIZADOS</b>		<b>Duración de la actividad.</b>	<b>Observaciones</b>
	<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>		
RECEPCIÓN DE M.P.	Leche	Leche		
ENFRIAMIENTO	Leche Agua helada	Leche estandarizada	40 min.	El agua se reutiliza
PASTEURIZACIÓN	Leche Estandarizada Vapor Agua al clima	Leche pasteurizada	20 min.	
CUAJADO	Leche pasteurizada Calcio 90gr/500litros de leche 0.45 ml de cuajo/1000ml de leche	Cuajada	20 min.	
CORTE/BATIDO	Cuajada	Cuajada semi-sólida Lacto-suero	15 min.	
DESUERADO	Cuajada semi-sólida Lacto-suero	Cuajada semi-solida	5 min.	
MOLDEADO	Cuajada semi-sólida	Cuajada semi-solida Lacto-suero	30 min.	
PRENSADO	Cuajada dentro de los moldes	Queso Lacto-suero Litritos de queso	30 min.	
SALADO/SALMUERA	Queso moldeado Salmuera (mezcla de agua y sal)	Queso salado	90 min.	El agua de la salmuera se reutiliza
CUARTO FRIO	Queso salado	Queso duro	24 horas.	
ENFUNDADO	Queso duro Fundas Cinta de sellar	Queso enfundado	40 min.	
LIMPIEZA	Agua Detergente Solución ácida Hipoclorito de sodio	Agua + detergente Restos de fundas y cintas Residuos sólidos de queso Ácidos	90 min.	Esta agua se desecha

**Anexo 3. Matriz de entradas y salidas del proceso de elaboración de quesos.**

#### **Anexo 4. Procedimiento para la toma de muestras de fluidos del Laboratorio de Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. UTC.**

Para la toma de muestras de fluidos se debe seguir los siguientes pasos:

- a) Preparación del muestreo.
- b) Preparación de los envases para la identificación y la toma de muestra.
- c) Coordinación para el transporte de las muestras.
- d) Calibración de los equipos de campo análisis “in situ”.
- e) Preparación de los equipos de muestreo (guantes, mandil, mascarilla, cofia, Cámara fotográfica, coolers, etc.)
- f) Organización de la logística para la toma de muestras.

#### **Selección del punto de muestreo**

- **Accesibilidad.** - el punto de muestreo debe estar en un lugar fácilmente accesible con las vías de acceso vehicular y peatonal que sean necesarias, de tal manera que faciliten obtener las muestras y transportar la carga que implica los equipos y materiales de muestreo.
- **Representatividad.** - el punto de recolección de las muestras debe ser lo más representativo posible de las características totales del cuerpo de agua residual esto significa que el cuerpo de agua debe estar mezclado totalmente en el lugar de muestreo relacionado específicamente con la turbulencia velocidad y apariencia física del mismo adquiriendo que la muestra lo más homogénea posible.
- **Seguridad.** - el punto de muestreo sus alrededores y las condiciones meteorológicas deben garantizar la seguridad de las personas responsables del muestreo minimizado los riesgos de accidentes y de lesiones personales es por esto que es recomendable tomar siempre todas las precauciones y utilizar los equipos de seguridad y de protección personal necesario.

## **Toma de muestras**

Procedimiento de toma de muestras:

- Llenar el recipiente de muestreo con una porción de agua del cuerpo hídrico muestreado.
- Registro de localización del punto de muestreo.
- Registro de la fecha y hora del muestreo.
- Caracterizar del sitio con fotografía.
- Identificación de la muestra.
- La toma de muestras la realiza sumergiendo el envase de forma contraria al flujo evitando la inclusión de aire por flujo turbulento.

## **Análisis de campo**

Después de tomadas las muestras en el cuerpo agua se miden los parámetros “in situ” establecidos en el plan de muestreo, siguiendo los siguientes pasos:

- Para los análisis de temperatura y pH, se sumerge la sonda limpia del equipo de campo en el cuerpo del agua a muestrear.
- Las mediciones se hacen según los instructivos de operación del equipo, y los resultados se registran en el formato de muestreo.

## **Llenado de recipientes y preservación de muestras**

- Los recipientes para las muestras de las aguas residuales se llenan hasta las  $\frac{3}{4}$  partes de su capacidad total para permitir la aireación y asegurar la supervivencia de los microorganismos a ser cuantificados.
- Preservar las muestras en coolers a 4°C.
- Tapar herméticamente cada recipiente y rotularlo con la identificación de la muestra, fecha y hora de muestreo, persona responsable, parámetros a analizar.

## **Sellado de recipientes**

- Después de que las muestras han sido envasadas y preservadas, se sellan secando la parte superior de los envases con papel absorbente o un trapo limpio, y se pone varias vueltas de cinta de enmascarar (masking tape) alrededor de la tapa del envase para asegurar que la tapa no se afloje.

### **Almacenamiento de muestras**

- Se debe evitar el uso de hielo seco o aditivos al hielo para evitar que las muestras se congelen, lo que puede provocar que los recipientes se habrán o se rompan y en determinados casos se puede alterar las características de la muestra.

### **Transporte de muestras**

- Verificar que el recipiente de la muestra contenga suficiente hielo para asegurar que la refrigeración se mantendrá hasta la llegada al laboratorio.
- Asegurar que las tapas de los recipientes estén bien cerradas, de tal manera que durante el viaje no se destapen.

### **Entrega de muestras al laboratorio**

- La persona responsable del muestreo debe mantener la custodia permanente de las muestras hasta que sean entregadas al laboratorio.
- En las instalaciones del laboratorio el responsable del muestreo debe entregar las muestras al responsable de recibirlas, junto con los registros de cadena de custodia.

## Anexo 5. Resultados del análisis experimental realizado en la UCE.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

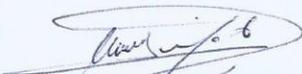
INF. LAB. ALI- 27239  
ORDEN DE TRABAJO No. 61342

SOLICITADO POR:	BAZANTES ERIK
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	CIUDADELA IBARRA
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA RESIDUAL
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	15/05/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	14:11
FECHA DE ANÁLISIS:	20-27/05/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	31/05/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	LIQUIDO
Contenido:	1GL
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

### INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.38)	%	0.80	MAL-04/ AOAC 981.10
Grasa	%	1.22	MAL-03/ AOAC 991.36
Carbohidratos	%	0.02	Cálculo



  
Dr. Geovany Garófalo  
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



1 1/1

RAL-4.1-04

Anexo 6. Resultados del análisis experimental realizado en la UTC.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE**

**Informe de resultados**

<b>Solicitado por:</b>	Erik Bazantes, Jhonatan Quispe
<b>Muestra de:</b>	Agua residual
<b>Descripción:</b>	Residuos de elaboración de quesos
<b>Fecha de análisis:</b>	14/05/2019
<b>Fecha de entrega de resultados:</b>	17/05/2019
<b>Estado:</b>	Líquido
<b>Cantidad:</b>	1000 ml
<b>Observaciones:</b>	-----

**Resultados**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>pH</b>	Potenciométrico	<b>7,65</b>	-
<b>Partículas en suspensión</b>	Filtración al vacío	<b>12600</b>	<b>mg/L</b>
<b>Sólidos totales</b>	Diferencia de masas	<b>7000</b>	<b>mg/L</b>
<b>Análisis Microbiológicos</b>	NMP (Numero Más Probable)	<b>&gt;1x10<sup>3</sup></b>	<b>UFC/L</b>
<b>Tamaño de partículas</b>	Medición directa	<b>4 - 15</b>	<b>mm</b>

Avalado por: Ing. Natalia Chasig  
Responsable del laboratorio de agro industrial

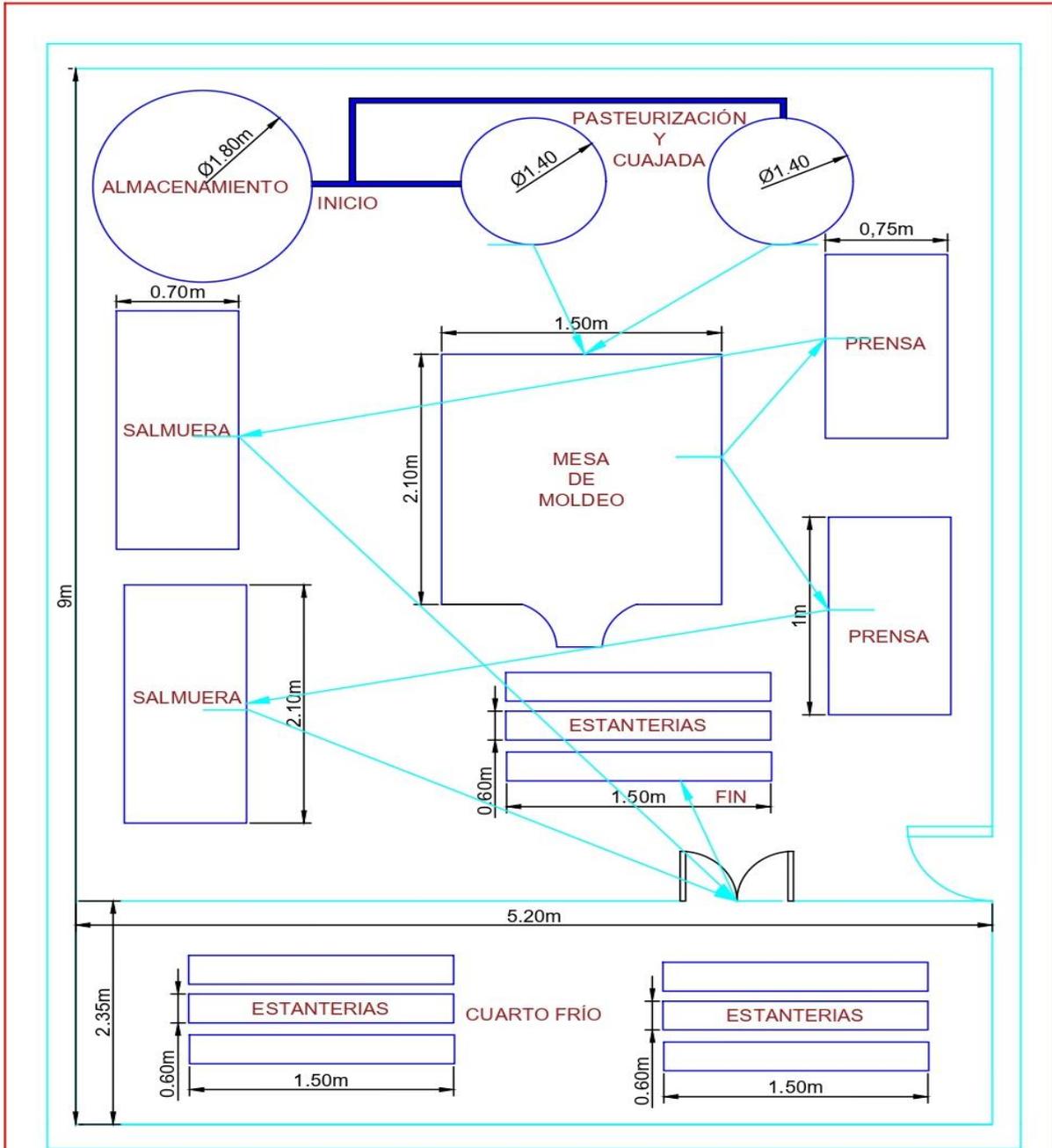
Ing. Celene aguilera  
Responsable del laboratorio de medio ambiente

**Anexo 7. Tabla 11 del TULSMA (Límites de descarga al sistema de alcantarillado público)**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO <sub>3</sub>	mg/l	0,1
Caudal máximo		l/s	1,5 veces el caudal promedio horario del sistema alcantarillado.
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10

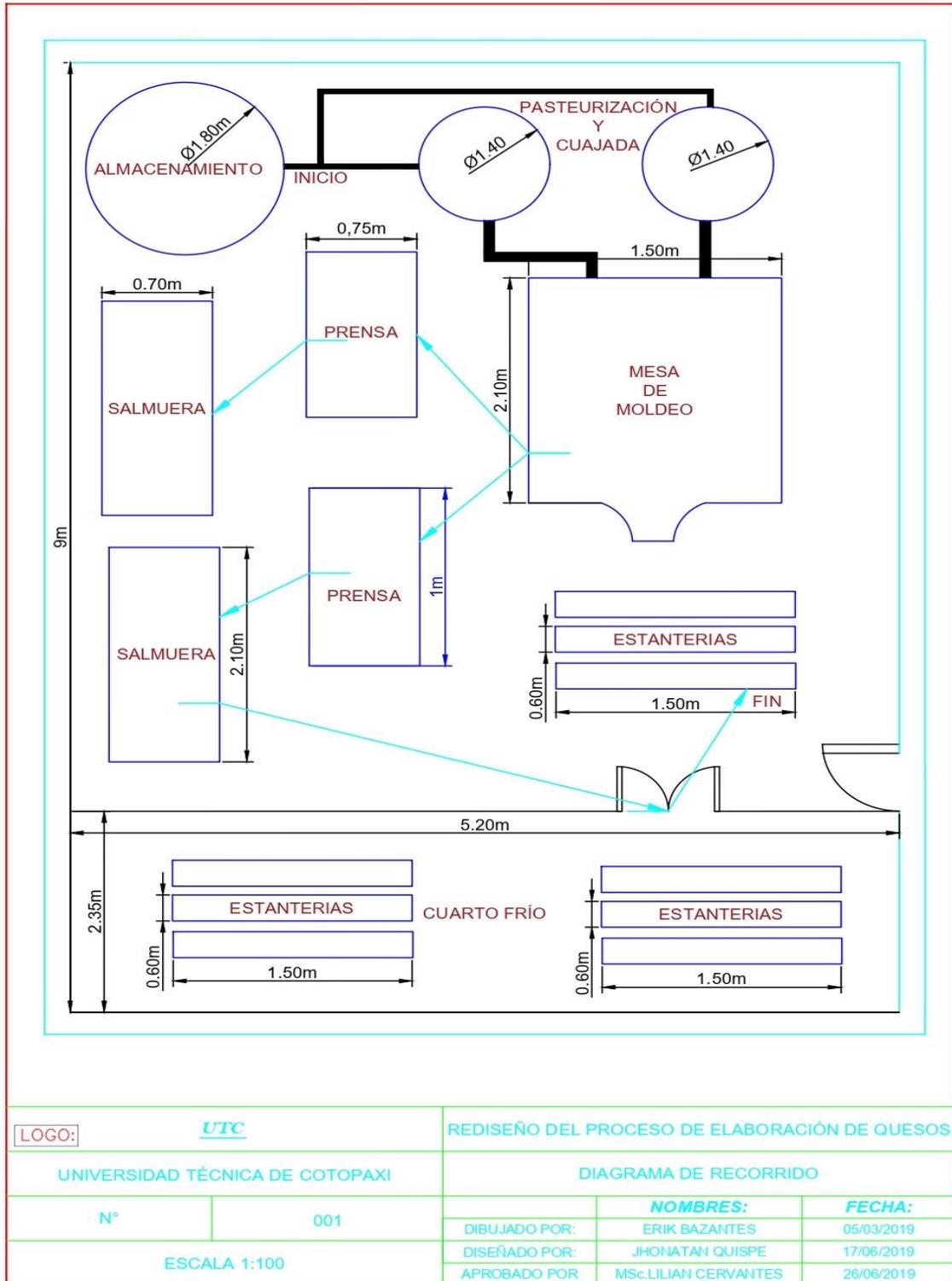
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-sep
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO <sub>4</sub> =	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organoclorados y carbomatos (totales)	Concentración de organoclorados y carbonatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5
Zinc	Zn	mg/l	10

## Anexo 8. Distribución actual del área de producción



LOGO: 		REDISEÑO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS	
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		DIAGRAMA DE RECORRIDO	
N°	001	NOMBRES:	FECHA:
ESCALA 1:100		DIBUJADO POR:	ERIK BAZANTES
		DISEÑADO POR:	JHONATAN QUISPE
		APROBADO POR:	MSc.LILIAN CERVANTES
			05/03/2019
			17/06/2019
			26/06/2019

## Anexo 9. Rediseño del área de producción de quesos.



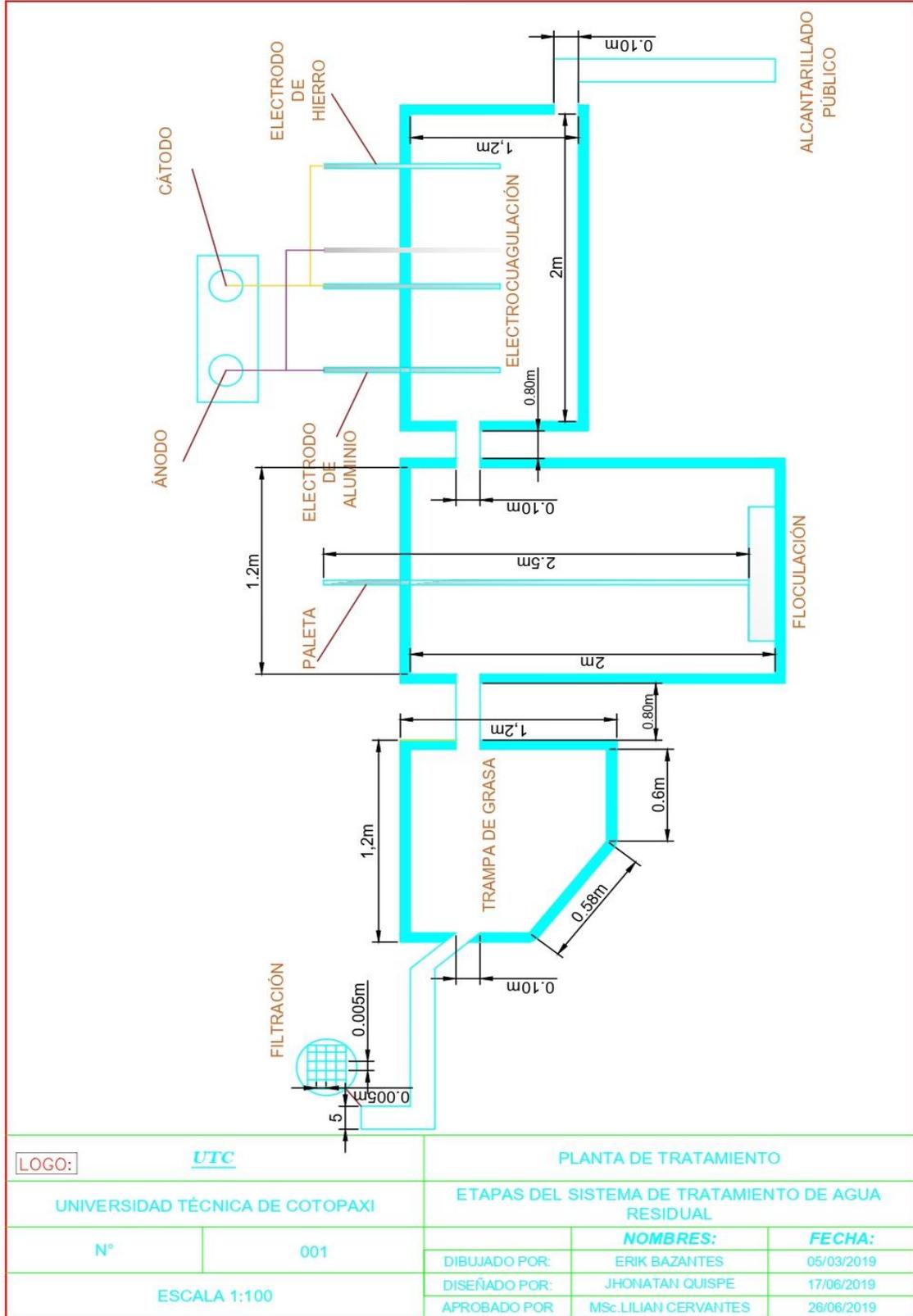
## **Anexo 10. Norma RAS 2000**

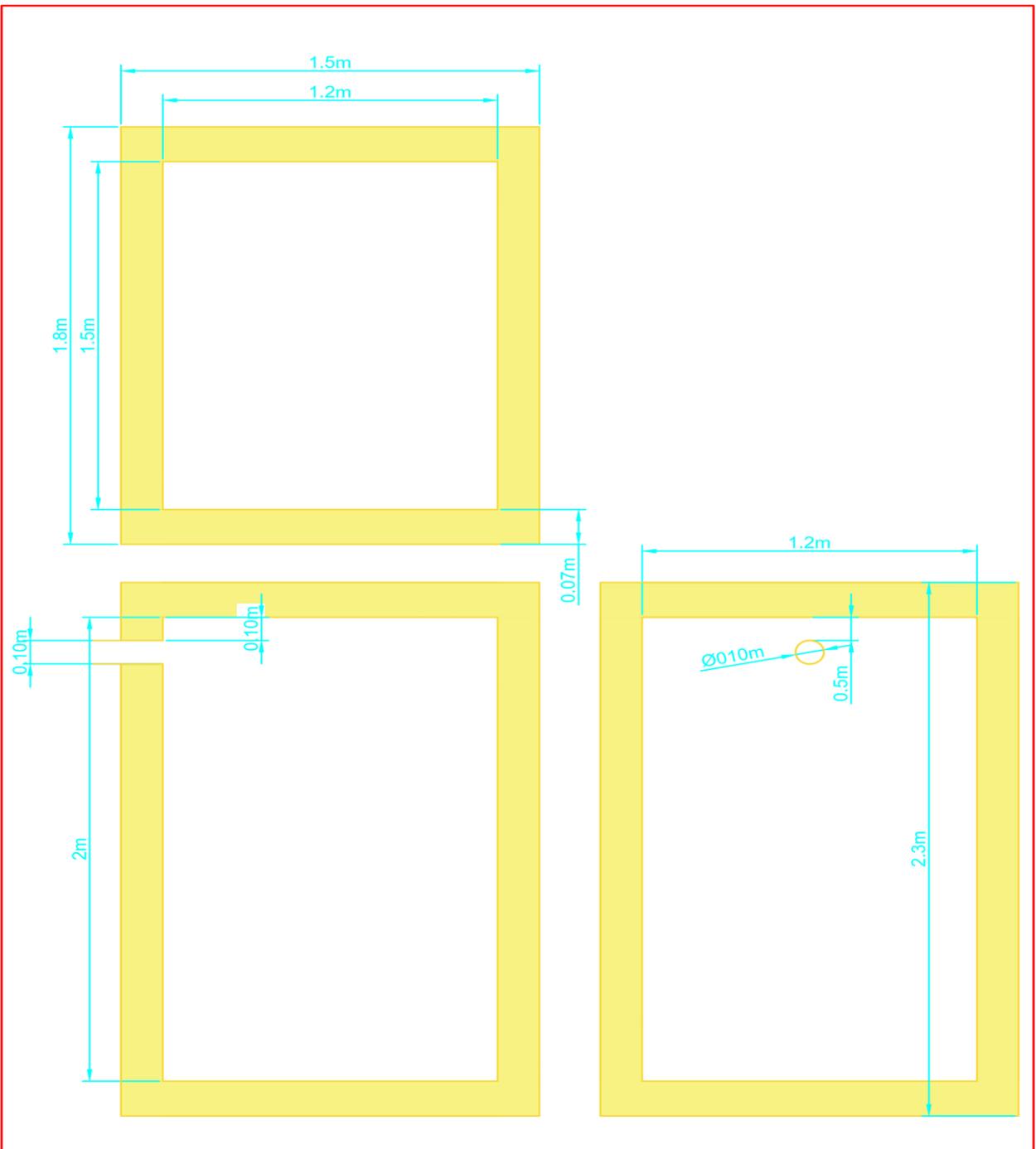
### **E. 4.4.2.4 Velocidad mínima de aproximación**

Para garantizar un área de acumulación adecuada, la velocidad de aproximación a las rejillas debe estar entre 0,3 y 0,6 m/s para rejillas limpiadas manualmente, entre 0,3 y 0,9 para rejillas limpiadas mecánicamente.

Fuente: Norma RAS 2010, título E, pág. 50.

**Anexo 11. Diseño de la propuesta del sistema de control de residuos contaminantes.**





LOGO: <u>UTC</u>		Tanque de floculación		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Dimensiones del tanque de floculación		
N°	001	<b>NOMBRES:</b>		<b>FECHA:</b>
ESCALA 1:100		DIBUJADO POR:	ERIK BAZANTES	05/03/2019
		DISEÑADO POR:	JHONATAN QUISPE	17/06/2019
		APROBADO POR	MSc.LILIAN CERVANTES	26/06/2019

