



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PROVENIENTES DE LA QUESERA ARTESANAL
“DON MIRANDA” EN EL CANTÓN SUCÚA. PROVINCIA DE
MORONA SANTIAGO.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

JAIRO RENE VILLAVICENCIO GUAPIZACA

Macas – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PROVENIENTES DE LA QUESERA ARTESANAL
“DON MIRANDA” EN EL CANTÓN SUCÚA. PROVINCIA DE
MORONA SANTIAGO.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: JAIRO RENE VILLAVICENCIO GUAPIZACA

DIRECTORA: ING. JESSICA PAOLA ARCOS LOGROÑO

Macas – Ecuador

2023

© 2023, Jairo Rene Villavicencio Guapizaca

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jairo Rene Villavicencio Guapizaca, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 19 de mayo de 2023

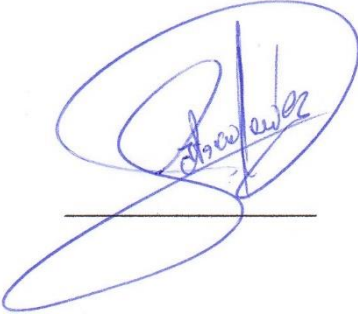
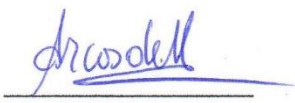



Jairo Rene Villavicencio Guapizaca

140132026-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Técnico, **DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA QUESERA ARTESANAL “DON MIRANDA” EN EL CANTÓN SUCÚA. PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.**, realizado por el señor: **JAIRO RENE VILLAVICENCIO GUAPIZACA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Patricio Vladimir Méndez Zambrano PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		23-05-19
Ing. Jessica Paola Arcos Logroño DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		23-05-19
Ing. Ximena Rashell Cazorla Vinueza ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		23-05-19

DEDICATORIA

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria y permitirme cumplir con esta meta tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Cumanda y Abel, por todo su amor y paciencia en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y por motivarme a seguir hacia adelante.

A mis hermanos Milton, Armando, Roberto, Lorena y Joselyn por su cariño y apoyo incondicional, espero les sirva de ejemplo de que todo lo que se propone se puede lograr.

También quiero dedicarle este trabajo a mi novia Priscila, por su amor, por su comprensión, por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento, y por darme fuerzas para cumplir un objetivo más en mi vida.

Jairo

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios por darme la vida y a toda mi familia por estar siempre presente apoyándome en las decisiones que tomo tanto de manera emocional como económicamente.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, sede Morona Santiago, Facultad de Ciencias, a todos los docentes, amigos y compañeros Yadira, Nathali, Nancy, Paul, Riera, Dennis, Sapatanga y Villarreal que formaron parte de mi vida universitaria.

Agradezco a la Ing. Jessica Arcos y a la Ing. Rashell Cazorla por su enseñanza, colaboración y aporte brindado en la elaboración de mi proyecto.

Al Bqf. John Ortiz por brindarme los conocimientos e información necesaria, para culminar mi trabajo de titulación.

A la Sra. Sandra Miranda gerente de la quesera Don Miranda por abrirme las puertas de su empresa y por haberme brindado toda la información necesaria.

Finalmente quiero agradecer a la SENESCYT que por medio del programa de BECAS NACIONALES ELOY ALFARO PARA ESTUDIOS DE GRADO 2017 me ha permitido solventar mis gastos y concentrarme en mis estudios.

Jairo

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Referencias teóricas.....	5
2.1.1. <i>Agua residual</i>	5
2.1.1.1. <i>Clasificación de las aguas residuales según su fuente de generación</i>	5
2.1.1.2. <i>Clasificación de las aguas residuales en la industria quesera</i>	6
2.1.1.3. <i>Caracterización de aguas residuales</i>	6
2.1.1.4. <i>Características físicas</i>	6
2.1.1.5. <i>Características químicas</i>	8
2.1.1.6. <i>Características biológicas</i>	9

2.1.2.	Autoridad ambiental nacional	10
2.1.3.	Carga contaminante	10
2.1.4.	Cuerpo de agua receptor	10
2.1.5.	Descarga de aguas residuales	10
2.1.6.	Efluente	10
2.1.7.	Impacto ambiental de la industria quesera	10
2.1.8.	Índice de biodegradabilidad	11
2.1.9.	Límite máximo permisible de descargas	11
2.1.10.	Operaciones y procesos unitarios	11
2.1.11.	Propiedades organolépticas del agua	11
2.1.12.	Prueba de jarras	12
2.1.13.	Industria láctea	13
2.1.14.	Industria Quesera	13
2.1.14.1.	Queso	13
2.1.15.	Medición del caudal	15
2.1.15.1.	Método volumétrico	16
2.1.16.	Muestreo	16
2.1.16.1.	Muestra Simple, puntual o instantánea	16
2.1.16.2.	Muestra Compuesta	17
2.1.16.3.	Tipos de recipientes	17
2.1.16.4.	Llenado y conservación	17
2.1.16.5.	Rotulado	18
2.1.17.	Planta de tratamiento de aguas residuales	18
2.1.18.	Tipos de tratamiento de aguas residuales	18
2.1.18.1.	Pretratamiento	18
2.1.18.2.	Tratamiento primario	19
2.1.18.3.	Tratamiento secundario	20
2.1.18.4.	Tratamiento terciario	21

2.1.19.	<i>Composición de la planta de tratamientos de aguas residuales provenientes de la quesera “Don Miranda”</i>	22
2.1.19.1.	<i>Canal</i>	22
2.1.19.2.	<i>Cribado o desbaste</i>	24
2.1.19.3.	<i>Sedimentación</i>	27
2.1.19.4.	<i>Aireación por difusores</i>	30
2.1.19.5.	<i>Tanque de coagulación y floculación</i>	35
2.1.19.6.	<i>Sedimentador secundario</i>	40
2.1.19.7.	<i>Sistema de filtración</i>	42
2.2.	Base legal	45
2.2.1.	<i>Acuerdo Ministerial 097-A, Recurso Agua</i>	45

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	47
3.1.	Diseño experimental	47
3.1.1.	<i>Tipo de estudio</i>	47
3.1.2.	<i>Localización del proyecto</i>	47
3.1.2.1.	<i>Clima</i>	48
3.1.2.2.	<i>Temperatura</i>	48
3.1.2.3.	<i>Datos geográficos</i>	48
3.1.3.	<i>Descripción de la quesera</i>	48
3.2.	Métodos	49
3.2.1.	<i>Aplicado</i>	49
3.2.2.	<i>Cuantitativo y cualitativo (mixto)</i>	49
3.2.3.	<i>Deductivo</i>	49
3.2.4.	<i>Experimental</i>	49
3.2.5.	<i>Explorativo</i>	49
3.2.6.	<i>Inductivo</i>	50
3.2.7.	<i>Longitudinal</i>	50

3.3.	Medición del caudal	50
3.3.1.	<i>Materiales</i>	50
3.4.	Obtención de la muestra	51
3.4.1.	<i>Materiales</i>	52
3.5.	Técnicas para la caracterización físico-química y microbiológica	52
3.5.1.	<i>Medición de los parámetros In Situ</i>	53
3.6.	Procedimientos para la caracterización de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual de la quesera “Don Miranda”	54
3.7.	Índice de biodegradabilidad	58
3.8.	Prueba de tratabilidad	59
3.8.1.	<i>Test de jarras</i>	59
3.8.1.1.	<i>Materiales</i>	59
3.8.1.2.	<i>Equipos</i>	59
3.8.1.3.	<i>Reactivos</i>	59
3.8.1.4.	<i>Metodología</i>	60
3.9.	Dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de la quesera “Don Miranda”	60
3.9.1.	<i>Cálculos del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales</i>	61
3.9.1.1.	<i>Caudal de diseño</i>	61
3.9.1.2.	<i>Canal de entrada (Rectangular)</i>	61
3.9.1.3.	<i>Sistema de cribado o rejillas</i>	63
3.9.1.4.	<i>Sedimentador primario (circular)</i>	64
3.9.1.5.	<i>Tanque de aireación mediante difusores</i>	66
3.9.1.6.	<i>Tanque de coagulación – floculación</i>	69
3.9.1.7.	<i>Sedimentador secundario</i>	71
3.9.1.8.	<i>Sistema de filtración</i>	73
3.10.	Elaboración de planos	74

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	75
4.1.	Resultados de la medición del caudal	75
4.2.	Resultados de la caracterización física, química y microbiológica del agua residual proveniente de la quesera “Don Miranda”	76
4.3.	Prueba de tratabilidad para el agua residual proveniente de la quesera “Don Miranda”	79
4.3.1.	<i>Prueba de jarras</i>	79
4.3.1.1.	<i>Prueba de jarras muestra 1</i>	79
4.3.1.2.	<i>Caracterización final del efluente después de la prueba de tratabilidad (M1)</i>	83
4.3.1.3.	<i>Prueba de jarras muestra 3</i>	84
4.3.1.4.	<i>Caracterización final del efluente después de la prueba de tratabilidad (M3)</i>	88
4.3.2.	<i>Porcentajes de remoción</i>	90
4.3.2.1.	<i>Porcentaje de remoción del sulfato de aluminio al 5% m/v, regulador de pH al 2.5% m/v y del polímero catiónico al 0.01% m/v</i>	90
4.3.2.2.	<i>Porcentaje de remoción del sulfato de aluminio al 10% m/v, regulador de pH al 10% m/v y del polímero catiónico al 0.1% m/v</i>	90
4.4.	Resultados del dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de la quesera artesanal “Don Miranda”	92
4.4.1.	<i>Resultados del cálculo del caudal de diseño</i>	92
4.4.2.	<i>Resultados del cálculo del canal rectangular</i>	92
4.4.3.	<i>Resultados del dimensionamiento del sistema de cribado o rejillas</i>	93
4.4.4.	<i>Resultados del dimensionamiento del sedimentador primario circular</i>	93
4.4.5.	<i>Resultados del dimensionamiento del tanque de aireación</i>	94
4.4.6.	<i>Resultados del dimensionamiento del sedimentador secundario</i>	94
4.4.7.	<i>Resultados del dimensionamiento del tanque de coagulación y floculación</i>	95
4.4.8.	<i>Resultados del dimensionamiento del filtro</i>	95
 CAPITULO V		
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97

5.1.	Conclusiones	97
5.2.	Recomendaciones.....	98

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Criterio de la biodegradabilidad en relación con la DBO5/DQO	11
Tabla 2-2: Proceso de producción de queso de la quesera "Don Miranda"	14
Tabla 2-3: Previsión de la capacidad de conducción de agua de los canales revestidos	22
Tabla 2-4: Borde libre en relación con el caudal	24
Tabla 2-5: Criterios de diseño para rejillas de limpieza manual	25
Tabla 2-6: Valores del coeficiente de Manning para los diferentes materiales	25
Tabla 2-7: Criterios de diseño para la sedimentación primaria.....	27
Tabla 2-8: Parámetros de diseño de un sedimentador primario circular	28
Tabla 2-9: Constantes empíricas de DBO y SST.....	30
Tabla 2-10: Coeficientes cinéticos para efluentes industriales	31
Tabla 2-11: Valores de coeficientes cinéticos para el proceso efluentes industriales	31
Tabla 2-12: Criterios de diseño para el dimensionamiento del floculador.....	36
Tabla 2-13: Valores recomendados carga superficial de acuerdo con la suspensión química ...	36
Tabla 2-14: Propiedades físicas del agua a temperaturas diferentes	38
Tabla 2-15: Valores de coeficiente de resistencia al avance de paletas	39
Tabla 2-16: Criterios para el diseño de un sedimentador secundario.....	40
Tabla 2-17: Criterios de diseño del filtro.....	42
Tabla 2-18: Tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	45
Tabla 3-1: Métodos y normas del análisis físico del agua residual industrial	52
Tabla 3-2: Métodos y normas del análisis químico del agua residual industrial	53
Tabla 3-3: Método y norma del análisis microbiológico del agua residual industrial	53
Tabla 3-4: Procedimientos para la caracterización física, química y microbiológica del agua residual	54
Tabla 3-5: Criterio del índice de biodegradabilidad en relación con la DBO5/DQO.....	58
Tabla 4-1: Datos de la medición diaria de los caudales producidos en la quesera "Don Miranda"	75
Tabla 4-2: Datos de la caracterización física, química y microbiológica de la quesera "Don Miranda"	77
Tabla 4-3: Dosis óptimas para el Regulante de pH, coagulante y floculante (M1).....	79
Tabla 4-4: Dosificación de regulante, coagulante y floculante (M1).....	80
Tabla 4-5: Análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua residual tratada (M1).....	83
Tabla 4-6: Dosis óptimas para el Regulante de pH, coagulante y floculante (M3).....	84
Tabla 4-7: Dosificación de Regulante, coagulante y floculante (M3)	85
Tabla 4-8: Análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua residual tratada (M3).....	89

Tabla 4-9: Porcentajes de remoción (M1)	90
Tabla 4-10: Porcentajes de remoción (M3)	91
Tabla 4-11: Resultados del cálculo del caudal	92
Tabla 4-12: Resultados del cálculo del canal	92
Tabla 4-13: Resultados del dimensionamiento de las rejillas	93
Tabla 4-14: Resultados del dimensionamiento del sedimentador primario	93
Tabla 4-15: Resultados del dimensionamiento del tanque de aireación	94
Tabla 4-16: Resultados del dimensionamiento del sedimentador secundario	94
Tabla 4-17: Resultados del dimensionamiento del tanque de coagulación y floculación	95
Tabla 4-18: Resultados del dimensionamiento del filtro	96

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Equipo de prueba de jarras Phipps & Bird 7790-400	13
Ilustración 2-2:	Esquema de la producción de la quesera "Don Miranda"	14
Ilustración 2-3:	Geometría de la sección transversal de un canal bajo el nivel de agua	23
Ilustración 3-1:	Ubicación de la quesera “Don Miranda” en la parroquia Santa Marianita de Jesús, en el cantón Sucúa, provincia Morona Santiago	47
Ilustración 4-1:	Variación del caudal promedio diario.....	76
Ilustración 4-2:	Comparación de las concentraciones de los parámetros que se encuentran fuera del límite permisible	78
Ilustración 4-3:	pH óptimo en base a la turbiedad (M1)	80
Ilustración 4-4:	pH óptimo en base a los SST (M1).....	81
Ilustración 4-5:	pH óptimo en base al color (M1).....	81
Ilustración 4-6:	Dosis óptima de sulfato de aluminio al 5% en base a la turbiedad (M1)	82
Ilustración 4-7:	Dosis óptima de sulfato de aluminio al 5% en base a los SST (M1).....	82
Ilustración 4-8:	Dosis óptima de sulfato de aluminio al 5% en base al color (M1).....	83
Ilustración 4-9:	pH óptimo en base a la turbiedad (M3)	86
Ilustración 4-10:	pH óptimo en base a los SST (M3).....	86
Ilustración 4-11:	pH óptimo en base al color (M3).....	87
Ilustración 4-12:	Dosis óptima de sulfato de aluminio al 10% en base a la turbiedad (M3)	87
Ilustración 4-13:	Dosis óptima de sulfato de aluminio al 10% en base a los SST (M3).....	88
Ilustración 4-14:	Dosis óptima de sulfato de aluminio al 10% en base al color (M3).....	88
Ilustración 4-15:	Comparación de los porcentajes entre la M1 Y M3.....	91

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA QUESERA

ANEXO B: MEDICIÓN DEL CAUDAL

ANEXO C: TOMA DE MUESTRA

ANEXO D: CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

ANEXO E: PRUEBA DE JARRAS

ANEXO F: CERTIFICADO DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO G: INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA 1 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO H: INFORME DE ACEITES Y GRASAS DE LA MUESTRA 1 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO I: INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA 1 DEL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO J: INFORME DE ACEITES Y GRASAS DE LA MUESTRA 1 DEL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO K: INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA 2 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO L: INFORME DE ACEITES Y GRASAS DE LA MUESTRA 2 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO M: INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA 3 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO N: INFORME DE ACEITES Y GRASAS DE LA MUESTRA 3 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO O: INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA 3 DEL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO P: INFORME DE ACEITES Y GRASAS DE LA MUESTRA 3 DEL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO Q: CANAL RECTANGULAR Y SISTEMA DE REJILLAS PARA LA RECEPCIÓN DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA

ANEXO R: SEDIMENTADOR PRIMARIO

ANEXO S: TANQUE DE AIREACIÓN

ANEXO T: TANQUE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN

ANEXO U: SEDIMENTADOR SECUNDARIO

ANEXO V: FILTRO

ANEXO W: CORTE LATERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

ANEXO X: CORTE FRONTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

RESUMEN

Este proyecto tuvo como objetivo realizar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales provenientes de la quesera artesanal “Don Miranda” del cantón Sucúa, para lo cual se empezó midiendo el caudal por el método de aforo volumétrico, luego para la caracterización de los parámetros físicos, químicos, y microbiológicos, a causa de las variaciones de caudal, se tomó 6 muestras de 2 l y 3 muestras de 100 ml de agua residual, en el periodo de 3 meses, mediante muestreo compuesto, donde se obtuvo que los parámetros fuera de los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce de la Tabla 9 del Acuerdo Ministerial 097-A, fueron los aceites y grasas 139 mg/l, el cobre 8.18 mg/l, los cloruros 1260 mg/l, el color 312 UC, la DBO5 263.9mg/l, la DQO 626.67mg/l, los SST 946 mg/l, los ST 3266 mg/l y la materia flotante. Determinados estos parámetros se procedió a realizar la prueba de jarras, determinándose que la dosis óptima para 2 l de agua residual fue 50 ml de sulfato de aluminio al 5% m/v como coagulante y 0.3 ml de polímero catiónico al 0.01% m/v como floculante, lográndose obtener un porcentaje promedio de remoción del 88.13%. Finalmente se realizó el dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales compuesto por un canal rectangular, rejillas, un sedimentador primario, un tanque de aireación mediante difusores, un tanque de coagulación y floculación, un sedimentador secundario y un filtro compuesto por zeolita, arena, carbón activado y grava. Como una forma de ayuda al medio donde vivimos la quesera tiene que implementar un sistema de tratamiento a sus efluentes para que de esta manera se dé cumplimiento con la normativa ambiental y así incitar a otras empresas a cuidar y reducir la contaminación del ambiente.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES>, <INDUSTRIA QUESERA>, <COAGULACIÓN>, <FLOCULACIÓN>, <DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO>, <SUCÚA (CANTÓN)>.


1039-DBRA-UPT-2023

A handwritten signature in blue ink is written over a circular official stamp. The signature is cursive and appears to read 'Rafael...'. The stamp is light blue and contains text around its perimeter, including 'UNIVERSIDAD TÉCNICA DE CANTÓN' and 'FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA'.

ABSTRACT

The main objective of the current research project was to design a wastewater treatment plant for the artisanal cheese factory “Don Miranda” located in Sucúa; that is why it started by measuring the flow by volumetric gauging method. For the characterization of physical, chemical and microbiological parameters took 6 samples of 2 l and 3 samples of 100 ml of wastewater over a period of 3 months because of flow variations taking into account the use of composite sampling; identifying that the parameters are outside the limits for discharge into a freshwater body in the Table 9 of Ministerial Agreement 097-A, were 139 mg/l of oils and fats, copper 8.18 mg/l, chlorides 1260 mg/l, color 312 UC, BOD5 263.9 mg/l, COD 626.67 mg/l, TSS 946 mg/l, ST 3266 mg/l, and floating matter. Once these parameters were determined, the jar test was performed, determining that the optimum dose for 2 l of wastewater was 50 ml of aluminum sulfate at 5% m/v as coagulant and 0.3 ml of cationic polymer at 0.01% m/v as flocculant; obtaining an average removal rate of 88.13%. Finally, the sizing of the wastewater treatment plant was carried out which consists in a rectangular channel, grids, a primary settling tank, an aeration tank with diffusers, a coagulation and flocculation tank, a secondary settling tank and a filter consisting of zeolite, sand, activated carbon, and gravel. As a way of helping the environment, the cheese factory has to implement a treatment system for its effluents in order to comply with environmental regulations, and thus encourage other companies to care for and reduce environmental pollution.

Keywords: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <WASTEWATER TREATMENT>, <CHEESE INDUSTRY>, <COAGULATION>, <FLOCCULATION>, <TREATMENT PLANT DESIGN>, <SUCÚA (COUNTY)>.


By: Leonardo Mauricio Martínez Paredes

0602902504

INTRODUCCIÓN

En la industria láctea se produce un elevado consumo de agua y energía, la generación de agua residual con alto contenido orgánico, la liberación de gases y partículas al aire y el ruido (Vallejo Llerena, 2014, p.3), conforme a los procesos y sistemas usados para la fabricación de distintos productos (Oñate Barraza y Chinchilla Calderón, 2021: p.122), en donde por cada litro de leche procesada se genera desde 6 hasta 10 litros de agua residual (Porwal et al., 2015: p.2), proveniente de la limpieza, de la desinfección, del calentamiento, del enfriamiento y del lavado de las instalaciones (Chuiza-Rojas et al. 2019: p.246).

Según la FAO (2021, p.2), la producción lechera mundial se encuentra en constante aumento, ya que casi llegó en el 2020 a 906 millones de toneladas, un 2,0% más que en 2019, y también teniendo en cuenta que la proyección de crecimiento anual es de 1,7% con lo que se llegará a 1020 millones de toneladas en 2030 (OECD-FAO, 2021, p.179), acorde con estos datos es evidente que esta actividad acoja una gran importancia debido a la contaminación ambiental que produce su procesamiento a lo largo de su preparación para el comercio.

A nivel mundial, uno de los derivados lácteos de mayor interés por sus características alimentarias es el queso, el cual genera una cantidad considerable de un subproducto denominado lactosuero, que por parte de las queseras artesanales es usado para la alimentación animal o desechado como efluente líquido incrementando de este modo los niveles de contaminación ambiental en las zonas cercanas (Cortez Latorre, 2018, pp. 13-14), por la fuerza contaminante equivalente a la de las aguas negras producidas en un día por 500 personas, es decir, mil litros de lactosuero producen aproximadamente 35 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO) (INTI, 2017, p.13).

Las aguas residuales provenientes de la industria quesera además de la alta carga orgánica que posee también presentan aceites y grasas, variaciones de temperatura y pH, lo cual indica que antes de ser vertidas al ambiente y poder cumplir con las exigencias de calidad de las normas de cada país (Lazcano Carreño, 2016, pp.266-268), deben tener un tratamiento de varias etapas o procesos con el propósito de acondicionar el agua residual y preservar los ecosistemas (Quispe Pérez et al., 2020: p.17).

En el Ecuador debido a la contaminación por parte de las aguas residuales sin tratamiento alguno previo al vertido en los alcantarillados, así como, en las distintas fuentes hídricas, existen organismos reguladores como el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) que se encarga de llevar el control de las descargas de efluentes permitiendo, mediante

obligaciones, mejoras en el ambiente y de la comunidad que depende de este (Corona Lisboa, 2011; citado en Chavéz-Vera, 2017, p. 540).

Es así como la presente tesis, considerando el caudal que se produce diariamente, caracterizando el agua residual para determinar el índice de biodegradabilidad y realizando la pruebas de tratabilidad (prueba de jarras), busca implementar una planta de tratamiento de aguas residuales para la quesera “Don Miranda” determinando el mejor método con la finalidad de mantener el equilibrio del ambiente y poder descargar los parámetros del efluente de acuerdo con la normativa del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente “TULSMA”, Anexo 1 del libro VI: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.

El trabajo está estructurado en cuatro capítulos: en el primer capítulo se presenta el problema analizando los procesos y la practicas que causan mayor impacto en las actividades llevadas a cabo en la quesera; en el segundo capítulo se define los conceptos y teorías necesarios para comprender qué tipo de sistema y que diseño es más eficiente; el tercer capítulo representa la metodología a utilizar para la medición de caudales, tomar las muestras, realizar la caracterización del agua residual y la prueba de tratabilidad; y finalmente en el cuarto capítulo se presenta los resultados generados durante el trabajo para validar nuestra investigación mediante las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo.

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El efluente denominado aguas residuales se clasifica de acuerdo con su fuente de generación y se produce luego de que las propiedades organolépticas del agua cambien por acción del uso en minería, en la agricultura, en la ganadería, en el hogar en nuestra vida diaria, en sí, en todas las actividades antropogénicas y también por los factores naturales (Cabezas Rojas, 2017, p.1). Las descargas producidas por una quesera se consideran industriales, las cuales vierten hasta 10 kg de lactosuero por un kg de queso elaborado, lo que representa hasta un 90% de la leche usada (Parra Huertas, 2009; Ladino Carrillo, 2021), causando un severo impacto a la calidad del agua, al aspecto paisajístico con una mala presentación y a la salud de las personas (Cazorla Vinuesa, 2018, p.8).

La quesera artesanal “Don Miranda” está ubicada en el norte del cantón Sucúa, en la parroquia Santa Marianita de Jesús la cual no cuenta con una planta de tratamientos de aguas residuales por lo que se producen descargas directas a las quebradas y ríos aledaños o se hace uso de pozos sépticos.

Durante la elaboración de quesos, genera diariamente una elevada cantidad de agua residual compuesta del lavado de pomos y utensilios, de los restos del producto, del lactosuero y de la limpieza de las instalaciones. Al no contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales estas son vertidas sin tratamiento alguno al río Arapicos donde se realizan actividades recreativas lo cual produce problemas de salubridad, malos olores, contaminación al ambiente y el incumplimiento de los límites máximos permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce del Acuerdo Ministerial 097-A, Recurso Agua.

1.2 Justificación

Algunos autores (González, 2012; Saenz, 2013; Araujo et al., 2013; Vallejo Llerena, 2014; Cabezas Rojas, 2017; Velastegui Sanunga, 2020) plantean la problemática de las aguas residuales provenientes de la industria quesera, llegando a las mismas conclusiones, en donde al poseer una alta presencia de contaminantes, como el lactosuero, para los recursos hídricos aledaños son consideradas de alto impacto siendo consecuencia del desconocimiento de los propietarios y el desinterés de las autoridades en las zonas rurales, lo que a su vez provoca malas disposiciones de los efluentes hacia los arroyos, quebradas y alcantarillas que los dirigen directamente a los ríos.

Teniendo presente la contaminación que esta industria genera se eligió el presente proyecto técnico con la finalidad de tratar el agua residual industrial y al mismo evitar problemas ambientales.

Tanto la parroquia Santa Marianita de Jesús del cantón Sucúa como la quesera “Don Miranda”, no cuentan con estudios ambientales del tratamiento que se debería dar a sus efluentes generados, por lo que se estaría incumplimiento con la normativa ambiental vigente, razón por la que la quesera ha brindado todo su apoyo en la propuesta de una planta de tratamiento para sus aguas residuales y de esta manera poder descargarlas adecuadamente al río Arapicos evitando ser sancionados por la autoridad ambiental competente.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

- Realizar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la quesera “Don Miranda”, ubicado en la parroquia Santa Marianita de Jesús, cantón Sucúa, provincia Morona Santiago.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Determinar el caudal de las aguas residuales de la quesera “Don Miranda”, del cantón Sucúa.
- Caracterizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales para comparar con los parámetros permisibles que establece el TULSMA para descargas en cuerpos de aguas dulce.
- Efectuar una propuesta de diseño de un sistema de tratamiento adecuado a aplicar en base a los resultados de la caracterización final del efluente.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Referencias teóricas

2.1.1 *Agua residual*

Las aguas residuales son todas aquellas que han sido sometidas a las diferentes actividades en el hogar, en la agricultura y en las industrias (Camargo Gaona y Yambay Santamaría, 2020: p.16), que aumentan cada día más con el crecimiento poblacional, lo que causa una afectación a su calidad (Calderón Hidalgo, 2021, p.3).

2.1.1.1 *Clasificación de las aguas residuales según su fuente de generación*

➤ **Aguas residuales domésticas**

Son aquellas aguas generadas en oficinas, escuelas, centros comerciales, y especialmente en nuestras casas en el aseo personal, limpieza, cocina, lo cual indica que en su composición se destaca la carga de aguas fecales, aguas con detergentes, grasas, residuos de alimentos, entre otras (Albán y Jara, 2017; Soria, 2019).

➤ **Aguas residuales fluviales**

Son aquellas aguas provenientes de las lluvias que, al entrar en contacto con el suelo, techos, calles, jardines y demás superficies, llevan consigo una gran cantidad de residuos como el papel, basura, hojas, tierra, etc. (Guerra, 2014; Jiménez, 2019).

➤ **Aguas residuales agrícolas**

Son aquellas provenientes de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas, las cuales arrastran una elevada cantidad de agroquímicos, sales y sólidos en suspensión que se descargan a los ríos o a los alcantarillados (Cabezas Rojas, 2017, p.8).

➤ **Aguas residuales industriales**

Son aquellos líquidos generados en todo el proceso de producción de las distintas industrias, sus características dependerán del producto que genere la empresa, las cuales antes de ser vertidas

deben someterse a uno o más sistemas de tratamiento de sus aguas residuales (Hernández y Vásquez, 2014: pp.3-4).

2.1.1.2 *Clasificación de las aguas residuales en la industria quesera*

Según (Velastegui Sanunga, 2020, p.19), tenemos los siguientes tipos de aguas:

➤ **Aguas de proceso**

Es el agua utilizada en el enfriamiento de la leche la cual entra en contacto con los recipientes de la coagulación durante 30 minutos.

➤ **Aguas de limpieza**

Son aquellas utilizadas en el lavado de las pomas, de los cernidores, de las telas filtro para el cernido de la leche y en el lavado de las instalaciones, durante el proceso de producción y al finalizar esta.

➤ **Aguas de servicios**

Agua usada para el aseo, lavado de delantales y de las botas de los encargados de realizar la preparación de la leche y del queso.

2.1.1.3 *Caracterización de aguas residuales*

Las aguas residuales poseen características físicas, químicas y biológicas que las diferencian de otras aguas por lo que es importante realizar su análisis en un laboratorio que cuente con las debidas certificaciones, acreditaciones y permisos que aseguren la precisión y exactitud en los resultados para que de esta manera se pueda tratar correctamente y no se cause impactos desfavorables al ambiente en su desecho (Cuenca Acaro, 2018; Freire Hidalgo, 2019).

2.1.1.4 *Características físicas*

La característica física más importante del agua residual es el contenido total de sólidos y la materia disuelta (Lopez y Herrera, 2015: p.8). Entre los parámetros físicos tenemos las siguientes:

➤ **Materia flotante**

Son sólidos presentes en los efluentes durante la producción que pueden ser observados a simple vista.

➤ **Turbiedad**

Indica la transparencia del agua residual ya que por la presencia de impurezas en el efluente y solidos suspendidos se evita el paso de la luz presentando una turbiedad alta (Hernández y Vásquez, 2014; Soria, 2019).

➤ **Color**

Dependiendo del material disuelto se clasifica en color aparente por el material en suspensión y color verdadero que se nota después de la remoción de turbiedad existente (Soria, 2019, p.6).

➤ **Temperatura**

En la mayoría de los casos el agua residual tiene una mayor temperatura que el agua de entrada del proceso, lo que influye en las velocidades de reacción del agua, así como en el desarrollo de la vida acuática (Cabezas Rojas, 2017, p.13).

➤ **Conductividad**

Ayuda a estimar de forma rápida el contenido de sólidos disueltos luego de conocer la concentración de sustancias que permanecen disueltas de forma ionizada en el agua residual (Hernández y Vásquez, 2014: p.5).

➤ **Sólidos suspendidos totales**

Son partículas flotantes debido a que su densidad es menor o igual a la del agua, en su mayoría son orgánicas y al ser heterogenias provocan una elevada turbidez que se la puede eliminar mediante filtración o sedimentación (Velasategui Sanunga, 2020, p.11).

➤ **Sólidos totales disueltos**

Son partículas orgánicas e inorgánicas disueltas en el agua que afectan el color, olor y sabor de una muestra de agua, y también es utilizado para estimar la calidad del agua mediante la conductividad eléctrica (Rigola Lapeña, 1990; Albán y Jara, 2017).

➤ **Sólidos totales**

Es el parámetro más importante para el tratamiento de las aguas residuales, se presentan en partículas disueltas y suspendidas que ocasionan efectos negativos en la calidad del agua (Velastegui Sanunga, 2020, p.10).

2.1.1.5 *Características químicas*

Son principalmente el contenido de materia orgánica e inorgánica, y los gases presentes en el agua residual (Lopez y Herrera, 2015: pp.9-10). A continuación, tenemos algunas de los parámetros:

➤ **Aceites y grasas**

Sustancias poco solubles que alteran al desarrollo de la flora debido a la formación de natas, películas y capas sobre el agua, impidiendo el proceso de la fotosíntesis (Albán y Jara, 2017; Soria, 2019).

➤ **pH**

Determina la acidez o basicidad de una muestra de agua.

➤ **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)**

Es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para oxidar la materia orgánica de modo aerobio, se determina a una temperatura de 20°C en un tiempo de 5 días y se expresa en mg/l O₂ (Raffo y Ruiz, 2014: p.75).

➤ **Demanda química de oxígeno (DQO)**

Es la cantidad de oxígeno consumido por la oxidación química de sustancias orgánicas contenidas en el agua analizada (Sánchez y Román, 2020: p.13).

➤ **Arsénico**

Parámetro importante por considerar ya que el agua es su principal medio de dispersión en el ambiente y puede llegar a esta mediante disolución natural, descarga de los efluentes industriales y por sedimentación atmosférica (Alarcón et al., 2013: p.10).

➤ **Cloruros**

La presencia de grandes cantidades de cloruro en aguas residuales provoca alteraciones a la calidad del suelo (Chariguamán, 2018, p.30).

➤ **Cobre**

El cobre es primordial en pequeñas cantidades, pero cuando se presenta a niveles altos resulta ser tóxico en los organismos biológicos (Camargo, 2019, p.34).

➤ **Fosforo**

Lo podemos encontrar como orgánico, inorgánico, disuelto o en suspensión. El disuelto puede provenir de las rocas o del lavado del suelo, favorece la eutrofización y trae como consecuencia el aumento de materia orgánica, bacterias heterótrofas y disminución del oxígeno disuelto (Cazorla Vinueza, 2018, p.12).

➤ **Hierro y Manganeseo**

Superando los límites establecidos por las legislaciones estos metales pueden causar problemas estéticos, operativos e inclusive de salud pública (Guillen et al., 2021: p.1385).

➤ **Salinidad**

La salinidad es una limitante que afecta el desarrollo de las especies, a la producción agrícola, a la salud humana y genera un gran coste medioambiental y económico (Mullor, 2017, p.8).

2.1.1.6 *Características biológicas*

Son las más importantes debido a que mediante estas se puede establecer la presencia de microorganismos que son patógenos y causan enfermedades (Hernández y Vásquez, 2014: p.9).

Según Metcalf & Eddy (1995, p.108), los organismos específicos que indican la contaminación humana son:

- **Bacterias coliformes:** Especies de organismos que pueden fermentar lactosa con generación de gases a $35 \pm 0,5$ °C en un periodo de incubación de 24 ± 2 h a 48 ± 3 h.
- **Bacterias coliformes fecales:** Grupo de bacterias en función de la capacidad de generar gas (o colonias) a una temperatura de incubación elevada ($44,5 \pm 0,2$ °C durante 24 ± 2 h).

2.1.2 *Autoridad ambiental nacional*

Es la encargada de realizar la prevención, control y seguimiento de la contaminación producida al ambiente, ubicándose primero el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), continuando mediante delegaciones los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, metropolitanos y municipales (MAATE, 2015, p.2).

2.1.3 *Carga contaminante*

Es la cantidad de un contaminante presente en un residuo sólido, descarga de agua o fuente hídrica, en unidades de masa por unidad de tiempo (Fraume Restrepo, 2007; MAATE 2015).

2.1.4 *Cuerpo de agua receptor*

Es una masa de agua como un río, quebrada, laguna, cuenca, cauce, mar, etc., a la cual llegan las descargas de aguas residuales (Fraume Restrepo, 2007; MAATE, 2015).

2.1.5 *Descarga de aguas residuales*

Vertido de aguas con contenido antropogénico ya sea a un sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua receptor (MAATE, 2015, p.32).

2.1.6 *Efluente*

Descarga de materiales provenientes de la actividad industrial y de los residuos domésticos, los cuales deben ser tratados antes de su vertimiento a los cuerpos de agua (González, 2009, p.15).

2.1.7 *Impacto ambiental de la industria quesera*

Los impactos dependen principalmente del tipo de instalación y del manejo de los sistemas de limpieza, especialmente en el consumo de agua para las actividades de lavado de pomos, cernideras, e instalaciones (Vallejo Llerena, 2014, p.4). Entre los impactos más importantes se destaca el gran volumen de agua residual generado y la carga contaminante proveniente del lactosuero (Cabrera et al., 2018).

2.1.8 *Índice de biodegradabilidad*

El índice de biodegradabilidad es la relación entre la DBO5 y la DQO, que indica la capacidad de depuración por medio de microorganismos (Molina Flores, 2015: pp.12-13), lo que nos permite conocer si la materia orgánica del agua residual es o no biodegradable, y de esta manera elegir un tratamiento físico-químico o biológico acorde a la siguiente tabla (Cabezas Rojas, 2017, p.18):

Tabla 2-1: Criterio de la biodegradabilidad en relación con la DBO5/DQO

DBO₅/DQO	Tipo de biodegradabilidad	Tipo de tratamiento
>8	Muy biodegradable	Tratamientos biológicos
0.7 - 0.8	Biodegradable	Tratamientos físico-químicos o biológicos
0.3 – 0.7	Poco biodegradable	Tratamientos físico-químicos sin sistemas biológicos
< 0.3	No biodegradable	Tratamientos físico-químicos

Fuente: Bedoya et Al., 2014: p.280

Realizado por: Villavicencio, 2022

2.1.9 *Límite máximo permisible de descargas*

Es el nivel de carga que debe tener un determinado parámetro de un efluente antes de ser vertido a un cuerpo hídrico.

2.1.10 *Operaciones y procesos unitarios*

Las operaciones unitarias son tratamientos donde se utilizan métodos físicos, y los procesos unitarios son aquellos que utilizan los métodos químicos o biológicos, para obtener una acertada descontaminación de las aguas residuales actualmente se realiza la combinación de estos y así tener los tratamientos primarios, secundarios y terciarios (Metcalf & Eddy, 1995, pp.2-3).

2.1.11 *Propiedades organolépticas del agua*

Son las características químicas y físicas en las que destacan la temperatura, sabor, olor, color y turbidez, las cuales pueden ser percibidas por los sentidos (Fraume Restrepo, 2007, p.317).

2.1.12 Prueba de jarras

Análisis de vital importancia para evitar el desperdicio de coagulantes o evitar agregarlo en exceso, es la técnica más usada para determinar dosis óptimas a utilizar en los procesos unitarios (Santana et al., 2021: p.102-103), simulando los procesos de coagulación, floculación y sedimentación en el laboratorio en donde influyen los siguientes factores (Lorenzo-Acosta, 2006, p.14):

- **pH:** Es el más importante para la coagulación, ya que si la prueba se realiza sin el rango adecuado se va a necesitar mayor concentración de coagulante afectando a la mezcla y formación del floculo (Tafur y Quevedo, 2014: p.44).
- **Temperatura:** Afecta al tiempo de formación del floculo ya que mientras más fría se encuentre el agua su formación será más lenta (Restrepo, 2009; Fúquene y Yate, 2018).
- **Concentración de coagulante:** Influye directamente en la eficiencia del tratamiento debido a que a una alta dosis de coagulante los flóculos van a ser pequeños y no sedimentaran de manera correcta, mientras que a una baja dosis la formación de los flóculos será mínima (Tafur y Quevedo, 2014: p.45).
- **Secuencia de aplicación de sustancias químicas:** El orden en la cual se vaya añadiendo las sustancias afecta al proceso de la prueba de jarras, cuando no se añade primero el regulador de pH y el coagulante, y una vez desestabilizados los coloides se agregue el floculante, debido a que no se tendrá una neutralidad de las fuerzas que mantienen separados a los coloides que promueven su aglomeración o floculación (Velasategui Sanunga, 2020, p.38).
- **Grado de agitación:** Para un eficiente proceso de coagulación y floculación se tiene dos tipos de mezclado, el mezclado rápido de hasta 100 RPM que va de 1 a 3 minutos con el objetivo de reducir las fuerzas repulsivas de los coloides con la homogenización del coagulante y del regulador de pH, y el mezclado lento que promueve la formación de flóculos con la adición del floculante en un tiempo de hasta 10 minutos a 45 RPM (Lorenzo-Acosta, 2006; Ramírez y Jaramillo, 2015).

- **Tiempo de sedimentación:** Mediante la prueba de sedimentación se comprobará que tan efectiva es la dosis empleada en el proceso y es recomendable 30 minutos (Lorenzo-Acosta, 2006, p.16).



Ilustración 2-1: Equipo de prueba de jarras *Phipps & Bird 7790-400*

Realizado por: Villavicencio, 2022

2.1.13 *Industria láctea*

La conforman un conjunto de fábricas pertenecientes al sector alimenticio, y que como materia prima utilizan la leche de animales especialmente de vacas para la elaboración de diferentes productos lácteos como son queso, yogurt, mantequilla, crema de leche, etc. (Hernández y Vásconez, 2014; Velastegui Sanunga, 2020).

2.1.14 *Industria Quesera*

Es una actividad perteneciente al grupo de industrias lácteas tiene como producto primordial la elaboración de quesos utilizando la leche del ganado vacuno sean de uno o varios tipos (Vallejo Llerena, 2014, p.2).

2.1.14.1 *Queso*

Es un alimento derivado de la leche que se obtiene de la combinación de proteínas, grasa y otros componentes lácteos luego de la coagulación de la caseína (Albán y Jara, 2017, p.12).

En la quesera “Don Miranda” el queso se realiza de acorde con el procedimiento presentado en la siguiente ilustración y tabla:

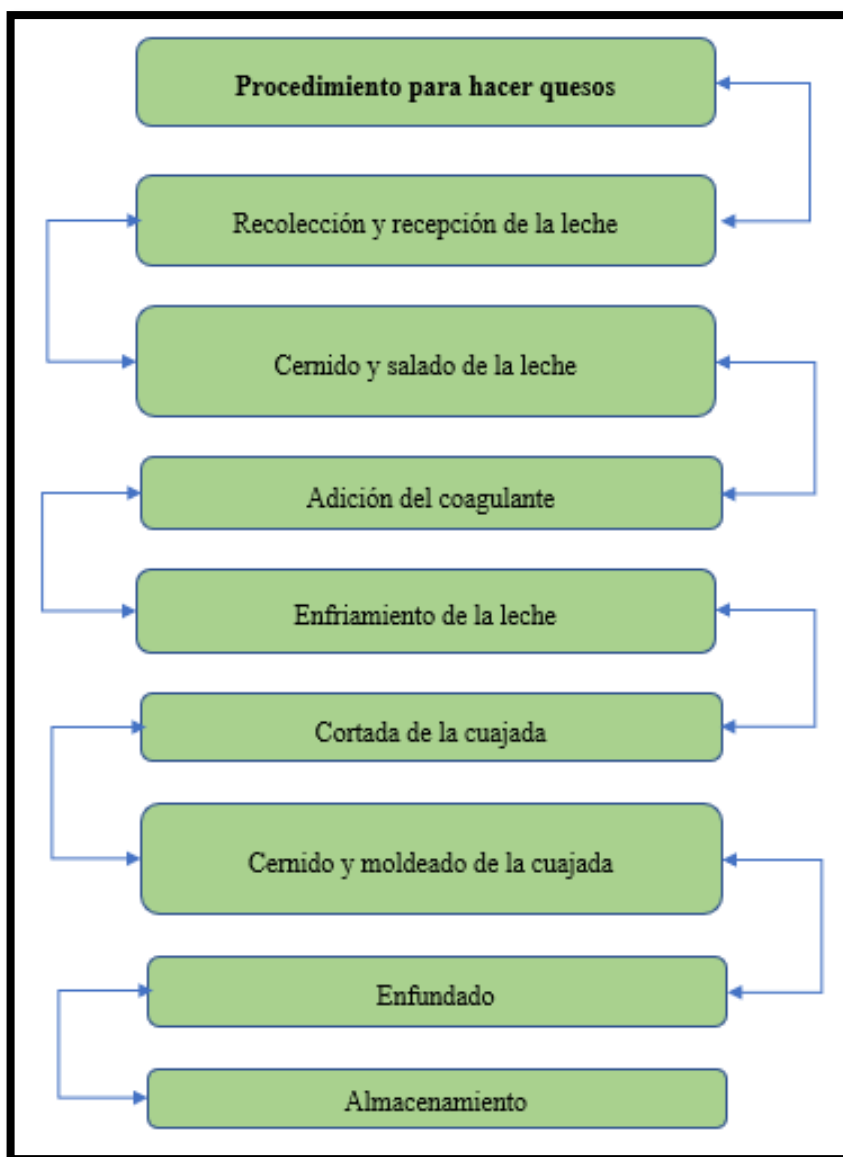


Ilustración 2-2: Esquema de la producción de la quesera "Don Miranda"

Realizado por: Villavicencio, 2022

Tabla 2-2: Proceso de producción de queso de la quesera "Don Miranda"

Actividad	Descripción
Recolección y recepción de la leche	Empieza desde las 7:00 hasta las 10:00 de la mañana en donde los trabajadores de la quesera junto con algunos miembros de la familia se dirigen hacia los sectores de su propia finca donde se encuentra el ganado

	vacuno y debido a que están divididos en diferentes lugares alejados y que se realiza el ordeño manualmente se tardan alrededor de tres horas en volver con la leche a la quesera.
Cernido y salado de la leche	La leche recolectada es aproximadamente 400 l, para lo cual se añade en un bote de hule de uso rudo de 200 l, una funda de 2 kg de sal y en 3 tambores de plástico de 70 l, alrededor de casi media funda de 2kg, es decir 0,70 kg de sal. Una vez realizado esto se procede a poner pedazos de tela que servirán como tamices, en las bocas de los 4 recipientes.
Adición del coagulante	Homogeneizada la sal con la leche, se procede a poner 10 ml de coagulante Reniplus NG 50 l por cada 100 l de leche.
Enfriamiento de la leche	Se procede a llenar dos tanques de agua en donde se encuentran los recipientes con la leche para que llegue la temperatura a 35 °C que recomienda el coagulante.
Cortada de la cuajada	Formada la cuajada se procede a realizar su corte con ayuda de una cuchara de palo de 1 m lo que permitirá que se separe del suero.
Cernido y moldeado de la cuajada	Luego de 30 minutos pasados de cuajar la leche se comienza a separar la cuajada del suero con la ayuda de cernidores los cuales le darán la forma ovalada de queso.
Enfundado	Realizada la separación de suero se procede a poner el queso dentro de fundas plásticas.
Almacenamiento	Una vez realizado todo el proceso se ponen los quesos enfundados en un lugar oscuro y libre de contaminación hasta llevarlo a las entregas.

Realizado por: Villavicencio, 2022.

2.1.15 Medición del caudal

Flujo de agua que circula por un espacio en un determinado tiempo, es decir, volumen del líquido por unidad de tiempo (González Valencia y Ramírez Soto, 2014; Monje et al., 2022).

$$Q = \frac{V}{t} = \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

Donde:

Q= caudal (m^3/s)

V= volumen del agua residual (m^3)

t= tiempo (s)

Parámetro que sirve para diseñar y proyectar una PTAR empleando el método volumétrico para caudales pequeños (Velasategui Sanunga, 2020, p.20). Además, las variaciones de caudal y de carga contaminante, el diario promedio y las condiciones críticas de operación son la base del diseño para la capacidad de una PTAR (Guerrero Hidalgo, 2014; Arnell et al., 2017).

2.1.15.1 *Método volumétrico*

Recolección del volumen de agua en un recipiente aforado por el tiempo que tarda en llenarse, medido con un cronómetro, se recomienda un recipiente de 10 litros de capacidad para caudales mayores de 4 l/s y de 200 litros para caudales de hasta 50 l/s (Guerrero Hidalgo, 2014; Velastegui Sanunga, 2020).

Cálculo del caudal para método volumétrico se mide en litros por segundo:

$$Q = \frac{v}{t} = \left(\frac{l}{s}\right)$$

Donde:

Q= Caudal (l/s)

v= Volumen del líquido (l)

t= Tiempo de flujo (s)

2.1.16 *Muestreo*

Proceso para obtener una cuota representativa del agua residual industrial, con la debida conservación de las muestras a partir de su toma hasta la entrega al laboratorio donde se analizarán los parámetros físicos, químicos y microbiológicos los cuales facilitarán la determinación del tipo de tratamiento a aplicar (INEN, 2013b, pp.1-2).

Tipos de muestreo:

2.1.16.1 *Muestra Simple, puntual o instantánea*

Indica la composición de la fuente en un determinado lugar y tiempo donde se realiza la captación, y recolección manual una sola vez con un volumen de 1 a 2 litros para su posterior caracterización en el laboratorio (Velasategui Sanunga, 2020, p.21).

2.1.16.2 *Muestra Compuesta*

Combinación de muestras simples recolectadas en un determinado lugar en diferentes intervalos de tiempo y se coloca en un solo recipiente dependiendo de la cantidad que se necesite en el laboratorio. El volumen de cada muestra simple debe ser proporcional al caudal de descarga al momento de recolección y se calcula con la siguiente expresión (Delgadillo et al., 2010; Velastegui Sanunga, 2020):

$$V_i = \frac{(V * Q_i)}{(n * Q_m)} = (l)$$

Dónde:

V_i = Volumen de cada muestra individual (l)

Q_i = Caudal instantáneo de cada muestra individual (l/s)

V = Volumen total de la muestra compuesta (2 l)

Q_m = Caudal medio durante el muestreo (l/s)

n = Número de muestras tomadas

2.1.16.3 *Tipos de recipientes*

Según la (INEN, 2013a, pp.3-4) tenemos las siguientes características:

- Los recipientes de vidrio ámbar disminuyen la actividad fotosensitiva.
- Para los análisis químicos se debe utilizar recipientes de vidrio, antes de la toma de muestras en el campo, lavar con detergente y enjuagar con agua destilada.
- Para determinar boro, sílice, agente surfactantes y fosfatos no se debe hacer la limpieza previa de los recipientes con ningún tipo de detergente.
- Para los análisis microbiológicos se usan recipientes de vidrio previamente lavados con detergente y enjuagados con agua destilada.

2.1.16.4 *Llenado y conservación*

Según la (INEN, 2013a, p.5) el llenado y conservación se realiza de la siguiente manera:

- Para los análisis físicos y químicos se deben llenar completamente los recipientes y taponarlos para evitar el ingreso de aire a la muestra.

- Para los análisis microbiológicos, no se deben llenar los recipientes completamente, una vez tomada la muestra para la preservación y traslado se deben colocar en una hielera a una temperatura menor.

2.1.16.5 *Rotulado*

Debe estar escrita con marcador permanente en los recipientes que contienen las muestras para entregar al laboratorio la siguiente información (INEN, 2013a, p.7):

- Persona que toma la muestra
- Fecha y hora de la muestra
- Tipo de muestra
- Tipo de análisis que solicita al laboratorio
- Tratamiento de las aguas residuales

2.1.17 *Planta de tratamiento de aguas residuales*

Es la unión de operaciones físicas, químicas y/o biológicas (Crites y Tchobanogloues, 2000: p.46) con la finalidad de remover o reducir todos los contaminantes presentes en el efluente procedente de actividades antropogénicas que intervengan en la calidad del agua (Ayed et al., 2022: p.2) y su descarga al medio ambiente esté dentro de los límites permisibles (Ocampo, 2019, p.1) del Acuerdo Ministerial 097-A (Chavéz-Vera, 2017, p.23).

2.1.18 *Tipos de tratamiento de aguas residuales*

2.1.18.1 *Pretratamiento*

Tiene el objetivo de proteger el funcionamiento de los distintos sistemas de tratamiento, su infraestructura, y separar del agua residual, tanto por operaciones físicas como mecánicas, los sólidos presentes en ella de tamaño considerable debido a que causan problemas en la eficiencia de los procesos (Wiki, 2007; Hernández y Vásquez, 2014).

Tanto Ramalho (1996) y Wiki (2007) plantean las siguientes operaciones para el pretratamiento:

- **Separación de grandes sólidos (Pozo de Gruesos):** Se aplica cuando existen sólidos muy gruesos y consiste en un pozo a la entrada del proceso con vigas de acero para evitar la entrada de estos afectarían al sistema de tratamiento.

- **Desbaste o cribado:** Reducen los sólidos en suspensión.
- **Tamizado:** tiene el objetivo de retener materia más fina que en los tratamientos anteriores mediante filtración por tamiz, que según sus orificios pueden ser microtamizado (menor a 100 micras) o macrotamizado (mayor a 0.02mm).
- **Dilaceración:** consiste en triturar la materia sólida y volver a depositarla en el agua por lo que su aplicación es cuestionada ya que no mejora la calidad del agua.
- **Desarenado:** Elimina partículas mayores a 200 micras por la diferencia de peso entre las partículas sólidas y el líquido en el que están. Entre sus tipos se encuentran los canales desarenadores, desarenadores rectangulares aireados, y desarenadores circulares con alimentación tangencial.
- **Desaceitado-desengrasado:** Eliminan grasas, aceites, espumas y materiales flotantes ligeros, el desaceitado mediante separación líquido-líquido y el desengrase por separación sólido-sólido.
- **Preaireación:** mejora la tratabilidad del agua, reduce BDO5, favorece la floculación, mediante la adición de aire entre 2-6 l/s/m del tanque por difusores o aireadores mecánicos.

2.1.18.2 *Tratamiento primario*

Conocido también como tratamiento físico-químico, el cual tiene el objetivo de alterar el estado físico de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual, agregando ciertos químicos que hacen a las partículas aptas para sedimentación (Wiki, 2007; Cazorla Vinuesa, 2018).

Este tipo de tratamiento en su afán por separar las partículas coloidales consta de las siguientes etapas:

➤ **Coagulación**

Consiste en la desestabilización de partículas coloidales mediante la adición de un químico electrolito como son las sales de hierro y aluminio que presentamos a continuación (Wiki, 2007, pp.3-4): Sulfato de aluminio (también conocido como sulfato de alúmina) ($Al_2(SO_4)_3$); Policloruro de aluminio (PAC) ($Al_2(OH)_3Cl$); Sulfato ferroso ($FeSO_4$); Sulfato férrico ($Fe_2(SO_4)_3$).

➤ **Floculación**

Ayudante de la coagulación cuando al encontrarse desestabilizadas las partículas no decantan, por lo que un producto químico floculante ya sea aniónico o catiónico añadido en una mezcla lenta aglutina los flóculos y de esta manera, aumenta su peso y volumen para que pueda asentarse con facilidad y en menor tiempo (Lombeida, 2017, p.29).

➤ **Decantación primaria**

Esta etapa final es donde se separa las partículas formadas por la diferencia de densidad y por las fuerzas gravitatorias, este tratamiento es la reducción de los sólidos suspendidos, sedimentable y materias flotantes (Wiki, 2007; Jiménez, 2019).

➤ **Flotación por aire disuelto**

Este proceso consiste en la creación de microburbujas de aire que se unen a las partículas a eliminar formando agregados que flotan debido a la densidad, y tiene el objetivo de reducir materia flotante y sólidos suspendidos (Wiki, 2007, pp.5-6).

2.1.18.3 *Tratamiento secundario*

Tratamiento realizado mediante procesos biológicos y químicos que reducen, transforman, coagulan y eliminan la materia orgánica en sólidos sedimentables que puedan ser separados fácilmente por sedimentación, estos tienen una eficiencia del 85% al 95% en la remoción de la DBO (Wiki, 2007; Hernández y Vásquez, 2014).

➤ **Lodos activados**

Consiste en una masa floculenta de microorganismos con la propiedad de poseer una superficie altamente activa para la adsorción de materiales coloidales y suspendidos (Lazcano Carreño, 2016).

➤ **Lagunas de oxidación**

Consisten en excavaciones de terreno de acuerdo con el dimensionamiento del proyecto, en donde se vierten las aguas residuales y por acción de los microorganismos se logra la bioestabilización

de la materia orgánica biodegradable y la eliminación de bacterias patógenas y huevos de helmintos (Lazcano Carreño, 2016, pp.271-272).

➤ **Aireación prolongada**

Su objetivo es disminuir la cantidad de lodo residual aumentando el tiempo de residencia de esta forma el volumen de reactor es comparativamente mayor que el requerido en el proceso convencional de lodos activos siendo una mejor opción por el pequeño tamaño de sus instalaciones (Luna, 2014, p.22).

2.1.18.4 *Tratamiento terciario*

Centra su objetivo en la eliminación de todos los iones orgánicos y color residual, tanto biológica como químicamente, mediante tratamientos como la precipitación química, la ozonización, la ósmosis inversa o la adsorción de carbono (Céspedes, 2019,p.15).

Según Ramalho (1996, pp.585-683) entre los tratamientos terciarios tenemos los siguientes:

- **Eliminación de sólidos en suspensión:** los sólidos constituyen una parte característica de la DBO por lo que al llegar hasta esta etapa se debe tratar mediante microtamizado, filtración con filtros más usados como arena, antracita y tierra de diatomeas, y coagulación con sulfato de aluminio, polielectrolitos, cal y otros químicos.
- **Adsorción en carbón activo:** el carbón activado es un absorbente que ayuda en la eliminación de olores, sabores y demás contaminantes que han logrado pasar las etapas anteriores mediante el flujo del agua en la columna de carbón activo.
- **Intercambio iónico:** proceso de intercambio de los iones que se mantienen unidos a grupos funcionales sobre la superficie de un sólido con iones de una especie diferente en disolución.
- **Osmosis inversa:** se pone al efluente en contacto con una membrana adecuada a una presión superior a la osmótica de la solución obteniéndose así agua purificada.
- **Electrodiálisis:** eliminación de nutrientes orgánicos mediante una celda compuesta de membranas con resina de intercambio iónico, la cual puede ser catiónica que permite el paso de cationes y retiene aniones, y aniónicas que permite el paso de aniones y repele los cationes.

- **Procesos de oxidación química:** desinfectan el agua residual mediante cloro eliminando el crecimiento de bacterias y algas, y con ozono para aguas que contienen cianuro.
- **Eliminación de fósforo:** importantes por la eutrofización que provocan, se realiza mediante precipitación química, proceso de lodos activos, balsas de estabilización, osmosis inversa, y electrodiálisis.
- **Eliminación de nitrógeno:** se realiza mediante nitrificación que es un proceso aerobio utilizado en el reactor biológico en donde los compuestos orgánicos se eliminan y el nitrógeno se convierte en nitritos y nitratos por bacterias nitrificantes, y desnitrificación que es un proceso anaerobio donde los nitritos y nitratos se convierten en óxido de nitrógeno gas y óxido de nitrógeno.

2.1.19 Composición de la planta de tratamientos de aguas residuales provenientes de la quesera “Don Miranda”.

2.1.19.1 Canal

Estructura abierta que conduce el agua residual desde la captación hacia el sistema de tratamiento por acción de la gravedad, este proceso posee toda planta y es realizada por el esfuerzo del hombre (Velastegui Sanunga, 2020, pp.23-24), para canales revestidos de hormigón o ladrillos se recomienda la forma geométrica rectangular (Coche, 1993, p.38).

Para el dimensionamiento del canal rectangular tenemos los siguientes componentes en base a los criterios de diseño de (Coche 1993):

- **Radio hidráulico (Rh)**

Tabla 2-3: Previsión de la capacidad de conducción de agua de los canales revestidos

Anchura del fondo (m)	Altura del agua (m)	Pendiente longitudinal (%)			
		0.02	0.05	0.10	0.15
0.30	0.30	20-30°	30-40°	40-60°	40-70°

Fuente: Coche, 1993, p.46

Realizado por: Villavicencio, 2022

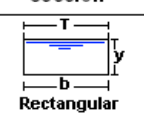

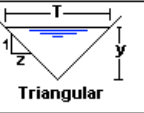
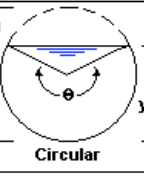
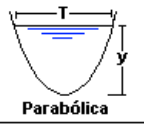
Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Ilustración 2-3: Geometría de la sección transversal de un canal bajo el nivel de agua

Fuente: Coche, 1993, p.42

Abreviaturas: **b** = anchura del fondo (en m)

h = altura máxima del agua en el centro del canal (en m)

z = pendiente lateral

Según la Tabla 3-2 se recomienda tomar los valores para el ancho de 0,30 m y para la altura del agua 0,30 m estimando la conducción del agua y la geometría de la sección transversal de un canal del Grafico 1-2.

$$Rh = \frac{b \times h}{b + 2h}$$

Donde:

b= ancho

h= altura

➤ Área del canal

Aquí se toma en cuenta la tubería de salida de efluentes de la quesera que es de 18 cm y según (Rodríguez, 2008, p.70), una velocidad de referencia de 0.76 m/s para evitar el crecimiento de vegetación en canales abiertos y usamos la ecuación de la continuidad.

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

Donde:

A= área del canal (m²)

Q= caudal (m³ /s)

v= velocidad (m/s)

➤ **Altura efectiva**

Tener en cuenta que $b=2h$.

$$h = \frac{A}{b}$$

Donde:

h= altura efectiva (m)

A= área del canal (m²)

b= anchura del fondo (m)

➤ **Altura del canal**

En la determinación de la sección transversal de un canal siempre se debe dejar un desnivel entre la superficie libre del agua y el cerco de los bordes, con el objetivo de evitar posibles reboses (Villón, 2007, p.139).

Tabla 2-4: Borde libre en relación con el caudal

Caudal Q (m ³ /s)	Borde libre (m)
Menores a 0.5	0.30
Mayores a 0.5	0.40

Fuente: Villón, 2007, p.139

Realizado por: Villavicencio, 2022

$$H = h + h_s$$

Donde:

H= altura del canal (m)

h= altura efectiva (m)

h_s= altura de seguridad o borde libre (m)

2.1.19.2 *Cribado o desbaste*

Reducen los sólidos en suspensión para que no causen un mal funcionamiento en los siguientes procesos mediante rejillas ya sean de limpieza manual o automática y se clasifican por la separación de barras en desbaste fino y grueso (Wiki, 2007, pp.4-5).

Según (Crites y Tchobanogloues, 2000; Ramalho, 1996), para el dimensionamiento de cribado, se utiliza las siguientes ecuaciones:

➤ **Velocidad aproximada del agua hacia la rejilla**

Tabla 2-5: Criterios de diseño para rejillas de limpieza manual

Características	Limpieza manual
Anchura de las barras	0,5-1,5cm
Profundidad de las barras	2,5-7,5 cm
Abertura o espaciamiento	2,5-5,0 cm
Pendiente con la vertical	30°-45°
Velocidad de acercamiento	0,3-0,6 m/s
Pérdida de carga admisible	15 cm

Fuente: Crites y Tchobanogloues, 2000: p.249

Realizado por: Villavicencio, 2022

Tabla 2-6: Valores del coeficiente de Manning para los diferentes materiales

Material	Coeficiente de Manning
Acero Corrugado	0.022
Acero Galvanizado	0.016
Asbesto Cemento	0.011
Hierro Fundido	0.012
Hormigón Simple	0.013
Latón	0.011
Madera	0.012
Plástico de PVC	0.090
Plomo	0.01

Fuente: Coche, 1993, p.43

Realizado por: Villavicencio, 2022

Según las Tablas 3-2 y 6-2 de Coche (1993, pp.43-46) escogemos el gradiente de velocidad de 0,02 %, y el coeficiente de Manning para el hormigón simple con un valor de 0,013.

$$v = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

v= velocidad aproximada (m/s)

n= coeficiente de Manning o de rugosidad

Rh= Radio hidráulico del canal (m)

S= pendiente del canal (m)

➤ **Suma de separación entre barras**

Para el ancho del canal tenemos un valor de 0,18 m de acuerdo al ancho de la tubería en donde se reúnen todos los líquidos de la quesera y un valor, entre 0.025 y 0.05 m, de 0.03 m para la separación de barras y un espesor de barras de 0.005 m de acuerdo con la Tabla 5-2.

$$b_g = \left(\frac{b - e}{s + e} + 1 \right) e$$

Donde:

b_g= suma de separación entre barras (m)

b= ancho del canal (m)

e= separación entre barras (m)

s= espesor de las barras (m)

➤ **Número de barras**

$$n = \frac{b_g}{e} - 1$$

Donde:

n= número de barras

b_g= suma de separación entre barras (m)

e= separación entre barras (m)

➤ **Longitud de las barras**

Para la pendiente en relación con la vertical tenemos tomaremos el valor de 45°.

$$l_b = \frac{H}{\sin \theta}$$

Donde:

l_b = longitud de las barras (m)

H = altura del canal (m)

$\sin \theta$ = pendiente en relación con la vertical (grados)

➤ **Área de espacio entre barras**

$$A_{eb} = b_g * l_b$$

Donde:

A_{eb} = área de espacio entre barras (m²)

b_g = suma de separación entre barras (m)

l_b = longitud de las barras (m)

➤ **Velocidad a través de la rejilla**

$$v = \frac{Q}{A_{eb}}$$

Donde:

v = velocidad a través de la rejilla (m/s)

Q = caudal (m³ /s)

A_{eb} = área de espacio entre barras (m²)

2.1.19.3 Sedimentación

En la propuesta de diseño tendremos 2 sedimentadores circulares los cuales tendrán el objetivo de reducir los sólidos suspendidos, sedimentables y materias flotantes mediante la separación de las partículas formadas por la diferencia de densidad y por las fuerzas gravitatorias (Wiki, 2007; Jiménez, 2019).

El sedimentador primario será aplicado para reducir la carga de sólidos sedimentables antes del proceso de aireación, coagulación y floculación (Romero, 1999).

Tabla 2-7: Criterios de diseño para la sedimentación primaria

Decantación primaria seguida de tratamiento secundario		
Características	Intervalo	Típico
Tiempo de retención (h)	1.5-2.5	2
Carga superficie (m ³ /m ² d)	-	24

Carga sobre el vertedero (m³/m²d)	10 000-40 000	20 000
Sedimentación primaria con adición del fango activado en exceso		
Tiempo de retención (h)	1.5-2.5	2
Carga superficie (m³/m²d)	-	24
Carga sobre el vertedero (m³/m²d)	10 000-40 000	20 000

Fuente: Metcalf y Eddy, 1995: p.542

Realizado por: Villavicencio, 2022

Tabla 2-8: Parámetros de diseño de un sedimentador primario circular

Parámetro	Unidad	Intervalo	Típico
Profundidad	m	3-4.5	3.6
Diámetro	m	3-60	12-45
Pendiente de la solera	mm/m	6.25-16	8
Velocidad de los rascadores	r/min	0.02-0.05	0.03

Fuente: Metcalf y Eddy, 1995: p.544

Realizado por: Villavicencio, 2022

Según los criterios de Crites y Tchobanoglous (2000: pp.542-57) se llevó a cabo el dimensionamiento.

➤ **Volumen del tanque de sedimentación**

Considerando la Tabla 7-2, para determinar el volumen del tanque se procedió a considerar un tiempo de retención hidráulica de 2h.

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

$$V = Trh * Q$$

Donde:

V= volumen del tanque de sedimentación (m³)

Trh= tiempo de retención hidráulica (s)

Q= caudal (m³ /s)

➤ **Radio del tanque de sedimentación**

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi h}}$$

Donde:

r= radio del tanque (m)

V= volumen del tanque (m³)

h= altura (m)

➤ **Diámetro del tanque de sedimentación**

$$\emptyset = 2r$$

Donde:

∅= diámetro del tanque de sedimentación (m)

r= radio del tanque (m)

➤ **Área del tanque de sedimentación**

$$A = \pi \times r^2$$

Donde:

A= área del tanque de sedimentación (m²)

r= radio del tanque (m)

➤ **Carga Superficial del tanque de sedimentación**

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

Donde:

C_s= carga superficial del tanque de sedimentación (m³ /m²d)

Q= caudal (m³ /s)

A= área del tanque de sedimentación (m²)

➤ **Reparto central en el tanque de sedimentación**

$$R_c = \frac{\emptyset T - \emptyset t}{2}$$

Donde:

R_c= reparto central en el tanque de sedimentación (m)

∅T= diámetro del tanque (m)

$\varnothing t$ = diámetro de la tubería (m)

➤ **Altura de reparto**

Siendo el 10 % del reparto central

$$\Delta y = 0,1 * R_c$$

Donde:

Δy =altura de reparto (m)

R_c = reparto central en el tanque de sedimentación (m)

➤ **Remoción de la DBO y Sólidos Suspendidos Totales**

Tabla 2-9: Constantes empíricas de DBO y SST

Variables	a	b
DBO	0.018	0.020
SST	0.0075	0.014

Fuente: Crites y Tchobanogloues, 2000, p.547

Realizado por: Villavicencio, 2022

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

Donde:

R=porcentaje de remoción esperada (%)

Tr= Tiempo de retención teórico (h)

a,b= constantes empíricas

2.1.19.4 *Aireación por difusores*

Esta etapa de tratamiento se realiza por medio de la inyección de aire al tanque, por difusores impulsados mediante un compresor, con la finalidad de aumentar el oxígeno disuelto y de esta manera la biodegradabilidad de los contaminantes (Jiménez, 2019, p.88).

El dimensionamiento del tanque de aireación se realiza mediante los criterios de diseño (Metcalf y Eddy, 1995: pp.330-340).

➤ **Volumen del tanque de aireación**

Tabla 2-10: Coeficientes cinéticos para efluentes industriales

Coeficiente	Rangos	Típicos
Y (mgSSV/mg DBO ₅)	0.4-0.8	0.6
K (d ⁻¹)	0.004-0.075	0.06

Fuente: Metcalf y Eddy, 1995: p.408

Realizado por: Villavicencio, 2022

Tabla 2-11: Valores de coeficientes cinéticos para el proceso efluentes industriales

Modificación del proceso	θ_c , (días)	FM (kgDBO ₅ aplicada/kgSSVLM, d)	Carga volumétrica (kgDBO ₅ aplicada/m ³ d)	X (SSLM,mg/l)	V/Q, H (m)	Qr/Q
Mezcla completa	5-15	0.2-0.6	0.80-1.92	2500-4000	3-5	0.25-1

Fuente: Metcalf y Eddy, 1995: p.408

Realizado por: Villavicencio, 2022

Según la Tabla 11-2 se considera el tiempo de retención $\theta_c = 10$ días y un valor de 4,6 m de profundidad. También se tiene los valores de DBO₅ antes y después del tratamiento por prueba de jarras.

$$S_o = 263.9 \text{ mg/l} = 0.2639 \text{ kg/m}^3$$

$$S = 8.69 \text{ mg/l} = 0.00869 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{TA} = \frac{\theta_c Y (S_o - S) Q}{X (1 + k_d \theta_c)}$$

Donde:

V_{TA} = volumen del tanque de aireación (m³)

θ_c = tiempo medio de retención celular, basado en el tanque de aireación (d)

Y = coeficiente de producción celular, kg de células producidas/ kg de materia orgánica eliminada.

S_o = DBO₅ en el afluente (kg/m³)

S = DBO₅ en el efluente (kg/m³)

Q = caudal residual a tratar (m³/d) (80% del Q_d)

X = SSV en el tanque de aireación (kg/m³)

K_d = coeficiente de degradación endógena (d⁻¹)

➤ Profundidad del tanque

El valor más usado de la relación ancho/profundidad para los tanques es de 1,5:1 que se encuentra entre 1:1 a 2,2:1.

$$V_{TA} = aH_{TA}P_{TA}$$
$$V_{TA} = 1.5P_{TA}H_{TA}P_{TA}$$
$$P_{TA} = \sqrt{\frac{V_{TA}}{1.5H_{TA}}}$$

Donde:

P_{TA} = profundidad del tanque de aireación (m)

V_{TA} = volumen del tanque de aireación (m³)

a = ancho del tanque de aireación (m)

H_{TA} = altura del tanque de aireación (m)

➤ **Ancho del tanque**

$$a = 1.5P_{TA}$$

Donde:

a = ancho del tanque de aireación (m)

P_{TA} = profundidad del tanque de aireación (m)

➤ **Tiempo de retención hidráulica**

$$\theta = \frac{V_{TA}}{Q}$$

Donde:

θ = tiempo de retención en el tanque (h)

V_{TA} = volumen del tanque de aireación (m³)

Q = caudal del agua residual a tratar (m³/d)

➤ **Producción de lodo activado observada**

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + k_d\theta_c}$$

Donde:

Y_{obs} = producción observada (kg/kg)

Y = coeficiente de producción celular, kg de células producidas/ kg de materia orgánica eliminada

K_d = coeficiente de degradación endógena (d⁻¹)

Θ_c = tiempo medio de retención celular (h)

➤ **Producción diaria neta de lodo**

$$P_x = Y_{obs}Q(S_o - S)$$

Donde:

P_x = producción diaria neta de fango activado SSV(kg/d)

Y_{obs} = producción observada (kg/kg)

Q = caudal residual a tratar (m^3/d)

S_o = DBO5 en el afluente (kg/m^3)

S = DBO5 en el efluente (kg/m^3)

➤ **Caudal de recirculación**

En la Tabla 11-2, bajo los criterios de Metcalf y Eddy tenemos el valor de la tasa de recirculación de 0,25:

$$Tasa\ de\ recirculación = \frac{Q_r}{Q}$$

$$Q_r = Tasa\ de\ recirculación * Q$$

Donde:

Q_r = caudal de recirculación (m^3/d)

Q = caudal residual a tratar (m^3/d)

➤ **Necesidad y transferencia de oxígeno**

f : factor de conversión de DBO5 en DBO_L : (0,45-0,68)

Valor medio tomado para el factor de conversión = 0,50

$$kg \frac{O_2}{d} = \frac{Q(S_o - S)}{f} - 1.42P_x$$

Donde:

Q = caudal residual a tratar (m^3/d)

S_o = DBO5 en el afluente (kg/m^3)

S = DBO5 en el efluente (kg/m^3)

f = factor de conversión de DBO5 en DBO_L

P_x = producción diaria neta de fango activado (kg/d)

➤ Caudal de aire teórico

Según Crites y Tchobanogloues, (2000: p.240) tenemos la $\rho_{\text{aire}}=1,20 \text{ kg/m}^3$ y $F_{O_2}= 0,2315$.

$$Caudal_{\text{aire-teórico}} = \frac{kg \frac{O_2}{d}}{\rho_{\text{aire}} F_{O_2}}$$

Donde:

$Caudal_{\text{aire teórico}}$ = caudal del aire teórico (m^3/d)

$kg \text{ O}_2/\text{d}$ = demanda teórica de oxígeno (kg/d)

ρ_{aire} = densidad del aire a condición estándar (kg/m^3)

F_{O_2} = fracción de oxígeno en el aire (kg/kg)

➤ Caudal de aire real

A condiciones reales se asume una eficiencia de transferencia de oxígeno del 8 % para los equipos de aireación, $e = 0.08$.

$$Caudal_{\text{aire-real}} = \frac{Caudal_{\text{aire-teórico}}}{e}$$

Donde:

$Caudal_{\text{aire real}}$ = caudal de aire real (m^3/d)

$Caudal_{\text{aire teórico}}$ = caudal de aire teórico (m^3/d)

e = eficiencia

➤ Demanda de aire

Para el factor de seguridad se tiene un valor de 2 m.

$$Demanda_{\text{aire-real}} = Caudal_{\text{aire-real}} * FS$$

Donde:

$Demanda_{\text{aire real}}$ = demanda aire real (m^3/d)

$Caudal_{\text{aire real}}$ = caudal aire real (m^3/d)

FS = factor de seguridad

➤ Potencia necesaria

Según Crites y Tchobanogloues, (2000: p.265) tenemos:

R: 8.314 kJ/kmol °K

n: 0.283 para el aire

k: 1,395 para el aire

e: eficiencia (el rango usual para compresores es 0.70 – 0.90)

$$P_w = \frac{wRT_1}{29.7ne} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{0.283} - 1 \right]$$

Donde:

P_w= potencia necesaria para cada soplante (kW)

w= caudal de aire en peso (m³/s)

R= constante de los gases (KJ/kmol°K)

T₁=temperatura absoluta a la entrada (°K)

P₁= presión absoluta a la entrada (atm) (1atm)

P₂= presión absoluta a la salida (atm) (1.42atm)

n= k⁻¹/k

e= eficiencia

2.1.19.5 Tanque de coagulación y floculación

➤ Coagulación

Consiste en la desestabilización de partículas coloidales mediante la adición de un químico electrolito como son las sales de hierro y aluminio que presentamos a continuación (Wiki, 2007, pp.3-4): Sulfato de aluminio (también conocido como sulfato de alúmina) (AL(SO₄)₃); Policloruro de aluminio (PAC) (Al₂(OH)₃Cl); Sulfato ferroso (FeSO₄); Sulfato férrico (Fe₂(SO₄)₃).

➤ Floculación

Ayudante de la coagulación cuando al encontrarse desestabilizadas las partículas no decantan, por lo que un producto químico floculante ya sea aniónico o catiónico añadido en una mezcla lenta aglutina los flóculos y de esta manera, aumenta su peso y volumen para que pueda asentarse con facilidad y en menor tiempo (Lombeida, 2017, p.29).

Para el dimensionamiento del floculador y coagulador se tiene los siguientes parámetros a considerar:

Tabla 2-12: Criterios de diseño para el dimensionamiento del floculador

Características	Unidad	Valor	
		Intervalo	Típico
Tiempo de retención	Min	20 - 60	30
Floculación inducida por paletas, máxima velocidad periférica de la paleta, con reductor de velocidad hasta el 30% de velocidad máxima	m/s	0.45 – 1.00	0.60
Agitación de paletas	Rpm	50 - 80	60
Sedimentación a continuación de filtros percoladores	M	0.50 - 2	0.80

Fuente: Metcalf y Eddy, 1995: p.537

Realizado por: Villavicencio, 2022

➤ **Área del floculador**

Según la suspensión química se tiene los siguientes valores recomendados de carga superficial.

Tabla 2-13: Valores recomendados de carga superficial de acuerdo con la suspensión química

Suspensión	Carga Superficial m ³ /m ² d	
	Intervalo	Caudal Punta
Floculo de Alúmina	25-50	50
Floculo de Hierro	25-50	50
Floculo de Cal	30-60	60
Agua residual cruda	25-50	50

Fuente: Metcalf y Eddy, 1995: p.537

Realizado por: Villavicencio, 2022

Cs= del floculo de alúmina 50m³/m²d

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

Donde:

A= área del floculador (m²)

Q= caudal de diseño (m³/d)

Cs= carga superficial (m³/m²d)

➤ **Radio del Floculador**

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Donde:

r= radio del floculador (m)

A= área del floculador (m²)

➤ **Diámetro del floculador**

$$A = \frac{\pi\phi^2}{4}, \quad \text{también se puede usar } \phi = 2r$$

Donde:

∅ = diámetro del floculador (m)

A= área del floculador (m²)

r= radio del floculador (m)

➤ **Volumen del floculador**

$$V = \pi * r^2 * h$$

Donde:

V= volumen del floculador (m³)

r= radio del floculador (m)

h= altura del floculador (m)

➤ **Tiempo de retención hidráulica**

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

Donde:

Trh= tiempo de retención hidráulica (h)

V= volumen del floculador (m³)

Q= caudal de diseño (m³/h)

➤ **Gradiente de velocidad del fluido**

Se considera 60 RPM usada en la prueba de jarras en el laboratorio de la planta Potabilizadora de Agua San Isidro, lo que indica que se agita 60 revoluciones por minuto, para el cálculo del gradiente de velocidad.

$$G = 0.25 * n^{1.25}$$

Donde:

G= gradiente de velocidad del fluido (s⁻¹)

n= velocidad de rotación (rpm)

➤ **Potencia disipada de la mezcla**

Tabla 2-14: Propiedades físicas del agua a temperaturas diferentes

Temperatura °C	Densidad kg/m ³	Viscosidad Dinámica (Ns/m ²), $\mu \times 10^{-3}$	Viscosidad Cinemática (m ² /s), $\nu \times 10^6$
0	99.8	1.781	1.785
5	1000.0	1.518	1.519
10	99.7	1.307	1.306
15	99.1	1.139	1.140
20	998.2	1.002	1.003
25	997.0	0.890	0.893
30	995.7	0.798	0.800
40	992.2	0.653	0.658

Fuente: Crites y Tchobanogloues, 2000

Realizado por: Villavicencio, 2022

$$W = G^2 * \mu V$$

Donde:

W= potencia (watts)

G= gradiente medio de velocidad del fluido (s⁻¹)

μ = viscosidad dinámica del agua (Ns/m²)

V = volumen del floculador (m³)

➤ **Área de las paletas**

Tabla 2-15: Valores de coeficiente de resistencia al avance de paletas

Cantidad	C _D
1	1.16
5	1.20
20	1.50
∞	1.95

Fuente: Vallejo Llerena, 2014, p.26

Realizado por: Villavicencio, 2022

$$\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$P = C_D * A * \rho * v^3$$

Donde:

A = área de la sección transversal de las paletas (m²)

P = potencia necesaria (HP)

C_D = coeficiente de resistencia al avance de las paletas

ρ = densidad del fluido (kg/m³)

v = velocidad relativa de las paletas (m/s)

Despejando el área de la sección transversal de las paletas

$$A = \frac{2 * W}{C_D \rho v^3}$$

➤ **Longitud de las paletas**

$$A = l * b$$

Despejando tenemos:

$$l = \frac{A}{b}$$

Donde:

l = longitud de la paleta (m)

A = área de la sección transversal de las paletas (m²)

b = ancho de la paleta (m)

➤ **Ancho de las paletas**

$$b = \frac{l}{5}$$

Donde:

b= ancho de la paleta (m)

l= longitud de la paleta (m)

2.1.19.6 Sedimentador secundario

El sedimentador secundario propuesto para esta etapa se encargará de la remoción de los sólidos producidos, el color, la turbiedad, la materia orgánica y la biomasa por el tratamiento químico de la coagulación y floculación (Romero, 1999).

Tabla 2-16: Criterios para el diseño de un sedimentador secundario

Tipo de Tratamiento	Carga Superficial m ³ /m ² d	Carga de sólidos kg/m ² h	Profundidad m
Sedimentación a continuación del proceso de fangos activados (excepto en la aireación prolongada)	16-32	3.90-5.85	3.6-6
Sedimentación a continuación del proceso de fangos activados con oxígeno	16-32	4.88-6.83	3.5-6
Sedimentación a continuación del proceso de aireación prolongada	8-16	0.97-4.88	3.6-6
Sedimentación a continuación de filtros percoladores	16-24	2.93-4.88	3.0-4.5

Fuente: Metcalf y Eddy, 1995: p.669

➤ **Volumen del tanque de sedimentación**

Considerando la Tabla 2-7, para determinar el volumen del tanque se procedió a considerar un tiempo de retención hidráulica de 2h.

$$Trh = \frac{V}{Q}$$
$$V = Trh * Q$$

Donde:

V= volumen del tanque de sedimentación (m³)

Trh= tiempo de retención hidráulica (s)

Q= caudal (m³ /s)

➤ **Radio del tanque de sedimentación**

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi h}}$$

Donde:

r= radio del tanque (m)

V= volumen del tanque (m³)

h= altura (m)

➤ **Diámetro del tanque de sedimentación**

$$\emptyset = 2r$$

Donde:

∅= diámetro del tanque de sedimentación (m)

r= radio del tanque (m)

➤ **Área del tanque de sedimentación**

$$A = \pi x r^2$$

Donde:

A= área del tanque de sedimentación (m²)

r= radio del tanque (m)

➤ **Carga Superficial del tanque de sedimentación**

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

Donde:

C_s= carga superficial del tanque de sedimentación (m³ /m²d)

Q= caudal (m³ /s)

A= área del tanque de sedimentación (m²)

➤ **Reparto central en el tanque de sedimentación**

$$R_c = \frac{\varnothing T - \varnothing t}{2}$$

Donde:

R_c= reparto central en el tanque de sedimentación (m)

∅T= diámetro del tanque (m)

∅t= diámetro de la tubería (m)

➤ **Altura de reparto**

Siendo el 10 % del reparto central

$$\Delta y = 0,1 * R_c$$

Donde:

Δy =altura de reparto (m)

R_c= reparto central en el tanque de sedimentación (m)

2.1.19.7 *Sistema de filtración*

Etapa de eliminación de todos aquellos contaminantes que han pasado de los procesos anteriores de sedimentación, aireación, coagulación y floculación. Su eficiencia depende del medio filtrante utilizado, este puede ser de grava, carbón activado, arena y zeolita resultando ser económico y de fácil implementación (Cabezas Rojas, 2017; Velastegui Sanunga, 2020).

Tabla 2-17: Criterios de diseño del filtro

Parámetro	Unidad	Valor
Tasa de filtración	m/d	180 - 480

Medio		Arena y antracita
Profundidad del medio	m	Antracita: 0.4 – 0.6 Arena: 0.15 – 0.3 Zeolita: 0.50 – 0.80
Profundidad de grava	m	0.30 – 0.45

Fuente: Romero, 1999, p.197

Realizado por: Villavicencio, 2022

➤ Caudal de diseño para el filtro

Partimos con una pérdida del 5% de porcentaje en el caudal de diseño a causa de la separación de sólidos en el sedimentador.

$$Q_D = 68.52m^3/d * 0.95$$

Donde:

Q_D = caudal de diseño con el 5% de pérdida (m^3/d)

➤ Número de filtros

$$n = 0.044 * \sqrt{Q_D}$$

Donde:

n= número de filtros

Q_D = caudal de diseño con el 5% de pérdida (m^3/d)

➤ Caudal de diseño de filtración

$$Q_f = \frac{Q_D}{n}$$

Donde:

Q_f = caudal de diseño de filtración (m^3/d)

Q_D = caudal de diseño con el 5% de pérdida (m^3/d)

n= número de filtros

➤ Área del filtro

$$A_f = \frac{Q_f}{T_f}$$

Donde:

A_f = área del filtro (m^2)

Q_f = caudal de diseño de filtración (m^3/d)

T_f = tasa de filtración (m/d)

➤ **Ancho del filtro**

$$b = \sqrt{A_f}$$

Donde:

b = ancho del filtro (m)

A_f = área del filtro (m^2)

➤ **Altura del lecho filtrante**

Entre la composición del lecho filtrante más efectiva esta la grava, arena, carbón activado y zeolita, por lo que se utilizara estos para el filtro.

Para la composición de las capas nos basamos en la Tabla 2-17.

$$HLF = e_{cg} + e_a + e_{ca} + e_{cz}$$

Donde:

HLF = Altura del lecho filtrante (m)

e_{cg} = espesor de la capa de grava (m)

e_a = espesor de la capa de arena (m)

e_{ca} = espesor de la capa de carbón activado (m)

e_{cz} = espesor de la capa de zeolita (m)

➤ **Altura del filtro**

Se emplea un factor de seguridad del 25% con el objetivo de prevenir reboses en el filtro.

$$H = (HLF * 0.25) + HLF$$

Donde:

H = Altura del filtro (m)

HLF = Altura del lecho filtrante (m)

2.2 Base legal

2.2.1 Acuerdo Ministerial 097-A, Recurso Agua

Normativa emitida por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Registro Oficial N° 387, Acuerdo Ministerial 097-A, Refórmese el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente “TULSMA”, ANEXO 1 DEL LIBRO VI: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, establece en la tabla 9 los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Tabla 2-18: Tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. Carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl	mg/l	1000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real 1	Color real	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	BBO5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	Fenol	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro Total	Fe	mg/l	10

Hidrocarburos Totales de petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso Total	Mn	mg/l	2
Materia flotante	Visibles	mg/l	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	50
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH	mg/l	De 6 a 9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1600
Sulfato	SO42	mg/l	1000
Sulfuros	S2	mg/l	0,5
Temperatura	°C	mg/l	Condición natural +- 3
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1
1 La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida			

Fuente: MAATE, 2015, p.13

Realizado por: Villavicencio, 2022

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño experimental

3.1.1 Tipo de estudio

Este trabajo es de tipo técnico, pues tiene una aplicación teórico-práctica en la obtención de los datos experimentales que se necesita para realizar el diseño de la PTAR.

3.1.2 Localización del proyecto

El presente proyecto se realizó en la quesera artesanal “Don Miranda” que se encuentra ubicada en la parroquia Santa Marianita de Jesús del cantón Sucúa situada en la provincia de Morona Santiago.

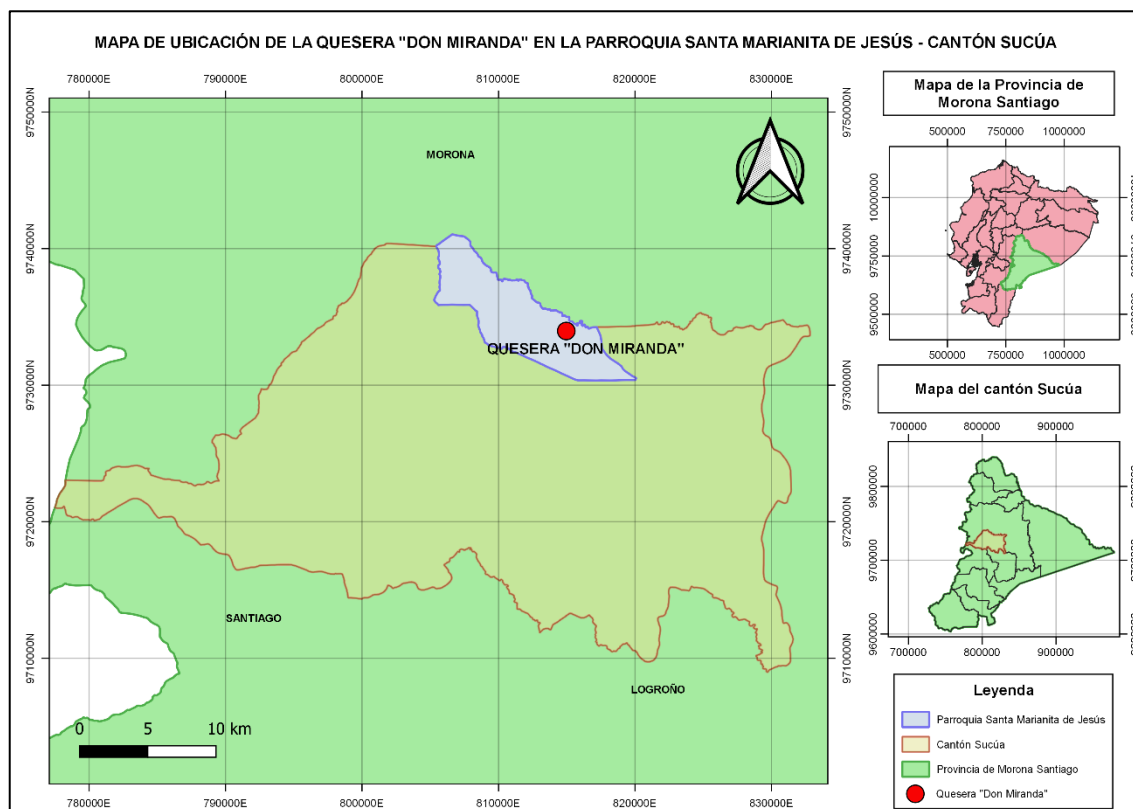


Ilustración 3-1: Ubicación de la quesera “Don Miranda” en la parroquia Santa Marianita de Jesús, en el cantón Sucúa, provincia Morona Santiago

Realizado por: Villavicencio, 2022

3.1.2.1 *Clima*

Según el GAD de Santa Marianita de Jesús (2022, p.42), su territorio presenta 2 tipos de clima:

➤ **Mega térmico lluvioso**

Con temperatura entre los 23°C y los 25°C, presencia de lluvia habitual, humedad relativa del 90% y alta nubosidad.

➤ **Tropical mega térmico húmedo**

Clima de transición entre la región andina, las zonas del litoral y Amazonía, entre los 500 y 1900 m.s.n.m, con temperaturas entre los 16°C y 22°C y se extiende sobre aproximadamente 95% del territorio.

3.1.2.2 *Temperatura*

Esta parroquia presenta temperaturas que va desde los 16 °C en la región fría hasta los 24°C, en la zona cálida, esta variación es debido a la presencia del relieve montañoso, con una temperatura promedio de 20 °C (GAD de Santa Marianita de Jesús, 2022, p.43).

3.1.2.3 *Datos geográficos*

La parroquia se encuentra ubicada en la parte central norte del cantón Sucúa, geográficamente entre los puntos 2° 23' 46.2" S y 78° 10' 10.7" W, posee una superficie de 58.38km², que representa el 4.54 % del total de la superficie del cantón y sus límites son desde las nacientes del Río Arapicos hasta la unión con el río Upano en norte, el barrio Belén en el sur, el río Arapicos en el este y desde la afluencia del río Matemsa, en el Río Miriumi, de ésta aguas arriba hasta el río Sunganza (GAD de Santa Marianita de Jesús, 2022, p.16).

3.1.3 *Descripción de la quesera*

La quesera “Don Miranda” es una empresa familiar que produce uno de los mejores quesos artesanales de la provincia Morona Santiago desde hace unos 50 años aproximadamente con una producción diaria de 45 unidades por 400 litros de leche propia. Estos quesos son enviados más del 70% a los Estados Unidos y el resto es entregado en todos los diferentes cantones de la provincia.

La quesera cuenta con un cuarto de un área de 100 m² para la producción de quesos, el cual está dividido en secciones, primero un espacio destinado para la recepción de la leche y el cernido, seguido se encuentran los tanques para el enfriamiento de la leche, luego los mesones en un lugar oscuro para el almacenamiento y finalmente un encementado separado para el lavado de las pomas.

3.2 Métodos

El presente proyecto está compuesto por los siguientes tipos de métodos:

3.2.1 *Aplicado*

El cual consiste en usar todo el conocimiento impartido por los docentes a lo largo de la carrera y de esta manera poder generar una PTAR para la quesera con procesos nuevos y eficientes.

3.2.2 *Cuantitativo y cualitativo (mixto)*

Usado al momento de realizar la caracterización física, química y microbiológica fundamentada en métodos analíticos en donde se obtiene valores mediante la observación.

3.2.3 *Deductivo*

Porque conociendo los efectos producidos por los contaminantes del agua se asegurará que los parámetros establecidos por el TULSMA estén dentro del rango permitido para que el efluente pueda llegar al ambiente y no causar ningún daño.

3.2.4 *Experimental*

Ya que usando distintos materiales y equipos para tratar el agua de la quesera se comprueba si los procesos unitarios y la disminución de la carga contaminante es eficiente de acorde al porcentaje de remoción.

3.2.5 *Explorativo*

Mediante la comparación de los resultados adquiridos de la caracterización del agua residual, sin tratamiento alguno, con el límite máximo permisible establecido en la normativa del TULSMA.

3.2.6 Inductivo

Con el objetivo de determinar la cantidad de agua contaminada y al mismo tiempo permitir su caracterización mediante muestras compuestas representativas de la descarga con ayuda del método volumétrico para que de esta forma se logre un mejor diseño de la PTAR.

3.2.7 Longitudinal

En donde se recopila datos del caudal durante una semana, de lunes a domingo, y de las muestras una vez por mes en un periodo de 3 meses, de mayo a julio.

3.3 Medición del caudal

Para determinar el caudal se definió el punto de toma de las muestras para la caracterización y se procedió a utilizar el método de aforo volumétrico, para la tubería a la cual van todas las aguas generadas de la quesera, que es el más recomendado para calcular caudales pequeños ya que las características de donde se descarga el efluente favorecerían para la aplicación de este.

Este método se realizó utilizando un recipiente de 5 litros para el volumen del efluente (V) y un cronometro para el tiempo de llenado (t), con intervalos de media hora durante una semana, de lunes a domingo, desde las 10:00 hasta las 15:00 horas para obtener un caudal significativo.

Para el cálculo del caudal una vez recolectados los datos de volumen y tiempo se aplicó la siguiente formula:

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

Donde:

Q = caudal (L/s)

V = volumen conocido del recipiente (L)

t = tiempo de llenado del recipiente (s)

3.3.1 Materiales

- Botas de caucho
- Libreta

- Mandil
- Guantes
- Cronometro
- Balde graduado de 5 litros
- Termómetro
- Tiras de prueba de pH

3.4 Obtención de la muestra

Con la finalidad de obtener una muestra representativa del efluente generado por la quesera a lo largo de su producción, y una vez determinada la variación del caudal, se tomó una muestra compuesta en el tubo donde se mezclan todas las aguas utilizadas en las actividades de lavado de pomos, cernideros y demás materiales, del enfriamiento, del cernido de suero y finalmente del lavado de pisos.

Para conformar la muestra compuesta del agua residual industrial de 2L requerida por los laboratorios se siguió la NTE INEN 2169:2013 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras, y la NTE INEN 2176:2013 Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas de Muestreo.

Se tomo 5 muestras simples con la ayuda de un balde y un vaso de precipitación desde las 10:00 hasta las 15:00 horas, en intervalos de una hora para que de este modo mediante el cálculo del caudal de cada muestra simple podamos determinar sus alícuotas utilizando la siguiente ecuación:

$$V_i = \frac{V * Q_i}{n * Q_m}$$

Donde:

V_i = volumen individual de cada una de las alícuotas (ml)

V = volumen de la muestra compuesta (ml)

Q_i = caudal medido al momento del muestreo de cada una de las alícuotas (l/s)

Q_m = caudal medio del período de muestreo (l/s)

n = es el número de muestras simples

Una vez determinado el volumen de la alícuota que contribuirá al total de la muestra, obtendremos 2 litros de muestra compuesta la cual será transportada y entregada de inmediato al laboratorio para efectuar la caracterización del efluente.

Se realizó 3 muestreos en un lapso de 3 meses, con la finalidad de obtener datos más representativos el 26 de mayo, el martes 12 de julio, y el lunes 25 de julio.

3.4.1 *Materiales*

- Botas de caucho
- Mandil
- Guantes
- Mascarilla
- Vasos de precipitación de 250 y 500 ml
- Recipiente plástico de 2 L
- Frasco estéril de 100 ml
- Hielera
- Termómetro
- Tiras de prueba de pH

3.5 **Técnicas para la caracterización físico-química y microbiológica**

La caracterización físico-química y microbiológica del agua residual industrial de la quesera se realizó en el laboratorio Planta Potabilizadora de Aguas de San Isidro a cargo del departamento de Gestión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio del cantón Morona y en el laboratorio LABCESTTA S.A., en un periodo de tres meses facilitando tres muestras por vías terrestres, el mismo día en el laboratorio de San isidro y en menos de 24 horas en el LABCESTTA, usando los siguientes métodos/normas de la Tablas 1-3, 2-3, y 3-3:

Tabla 3-1: Métodos y normas del análisis físico del agua residual industrial

Parámetros	Método/Norma
Materia flotante	Organoléptico
Turbiedad	Colorimétrico HACH
Color real	Colorimétrico HACH
Temperatura	Conductimétrico
Conductividad	Conductimétrico
Sólidos suspendidos totales	Conductimétrico
Sólidos totales disueltos	Conductimétrico
Sólidos totales	Conductimétrico

Fuente: Laboratorio Planta de Agua San Isidro, 2022

Realizado por: Villavicencio, 2022

Tabla 3-2: Métodos y normas del análisis químico del agua residual industrial

Parámetros	Método/Norma
Aceites y Grasas	Standard Methods 5520 B
Arsénico	Tiras semicuantitativas
Cloruros	Titulación con nitrato de plata
Cobre	Colorimétrico Hach
Demanda bioquímica de oxígeno	Bod-Track II - Digestión
Demanda química de oxígeno	Reactor, colorimétrico
Fluoruros	Colorimétrico HACH
Fosforo total	Colorimétrico HACH
Hiero total	Colorimétrico HACH
Manganeso total	Colorimétrico HACH
pH	Potenciómetro, Kit para piscina, Tiras para pH
Salinidad	Conductimétrico
Sulfatos	Colorimétrico HACH

Fuente: LABCESTTA y Laboratorio Planta de Agua San Isidro, 2022

Realizado por: Villavicencio, 2022

Tabla 3-3: Método y norma del análisis microbiológico del agua residual industrial

Parámetros	Método/Norma
Coliformes fecales	Siembra con asa bacteriológica

Fuente: Laboratorio Planta de Agua San Isidro, 2022

Realizado por: Villavicencio, 2022

3.5.1 *Medición de los parámetros In Situ*

A través de las tiras de prueba para medición del pH y de un termómetro para la temperatura se midió los parámetros in situ de cada muestra simple tomada para que de esta manera los datos sean más confiables.

La determinación del pH se realizó sumergiendo las casillas marcadas de las tiras de pH en la muestra durante 2 segundos, luego se esperó 10 segundos para comparar los resultados con la tabla guía de la prueba, y para la temperatura se situó el bulbo del termómetro en la muestra de agua residual, se esperó algunos segundos y se anotó el resultado después de su estabilización.

3.6 Procedimientos para la caracterización de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual de la quesera “Don Miranda”.

Tabla 3-4: Procedimientos para la caracterización física, química y microbiológica del agua residual

Parámetros	Procedimiento
Materia flotante	<ol style="list-style-type: none"> 1. Homogeneizar la muestra. 2. Observar la presencia de sólidos en la muestra.
Turbiedad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encender el equipo DR-900 presionando el botón encendido/apagado. 2. Presiona el botón que indica “Opciones”, seleccione la opción “Todos los programas” y ponga la prueba número 745. 3. Llenar las celdas de vidrio con 25 ml de agua destilada el cual será el “Blanco” y en otra celda llenar con 25 ml de la muestra a analizar. 4. Introducir la celda de “Blanco” en el equipo. 5. Tapar la celda, y proceder a presionar el botón “Cero” y observar en la pantalla “0,00”. Proceder a retirar el “Blanco” e introducir la celda con la muestra a analizar en el mismo sentido que la celda “Blanco”, y registrar el resultado de la muestra que se desee analizar.
Color real	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encender el equipo DR-900, seleccionar la prueba número 122. 2. Para preparar las muestras, llenar las celdas de vidrio con 25 ml de agua destilada, el cual será el “Blanco” y diluir 1 ml de muestra en 20 ml de agua destilada. 3. Introducir la celda de “Blanco” en el equipo. 4. Tapar la celda, proceder a presionar el botón “Cero” y observar en la pantalla “0,00”. Proceder a retirar la tapa y retirar el “Blanco” e introducir la celda con la muestra a analizar, presionar el botón de “Leer” y registrar el resultado del valor del color del agua se desee analizar.
Temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos y salinidad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar 100 ml de la muestra problema en un vaso de precipitación. 2. Sumergir el electrodo en los 100 ml de la muestra y con cuidado mezcle el agua por aproximadamente 15 segundos antes de encender el equipo evitando golpes fuertes en las paredes del vaso de precipitado. 3. Encender el equipo HACH Modelo CO150, espere hasta que el equipo encienda y se estabilice la lectura, anote el resultado cuando en la parte superior derecha de la pantalla se observe la palabra “Ready”.
Sólidos suspendidos totales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encender el equipo DR-900. 2. Presionar el botón que indica “Opciones”, seleccione la prueba número 630 que corresponde a “Solid. En Suspensión”. 3. Llenar las celdas de vidrio con 25 ml de agua destilada, el cual será el “Blanco”, y 25 ml de la muestra a analizar. 4. Transcurrido el tiempo, introducir la celda de “Blanco” en el equipo. 5. Con la tapa del equipo, tapar de forma vertical la celda, y encere el equipo, espere 3 segundos y observe en la pantalla “0,00”. Retirar la tapa y la celda “Blanco” e introduzca la celda muestra, tapar de forma vertical la celda y presione el botón de la derecha que dice “Leer”, esperar 3 segundos y obtendrá el resultado. 6. Anotar el resultado de la muestra.
Sólidos totales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Una vez obtenido los resultados de SST y STD, sumar los valores de cada uno. 2. La suma será el resultado de Sólidos totales.
Arsénico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Insertar una tira de análisis en la tapa de manera que la almohadilla cubra el orificio pequeño por completo. Cerrar la parte superior de la tapa y presionar para que quede bien cerrada. 2. Llenar el frasco de reacción con muestra hasta la marca (50 ml).

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Añadir a la muestra un sobre del reactivo en polvo N° 1 a la muestra. Mezclar, haciendo girar la solución. La mayor parte del polvo se disolverá. 4. Añadir a la muestra un sobre del reactivo en polvo N° 2 a la muestra. Mezcle, haciendo girar la solución. La mayor parte del polvo se disolverá. Espere 3 minutos. 5. Añadir a la muestra un sobre del reactivo en polvo N° 3 a la muestra. Mezclar, haciendo girar la solución. No todo el polvo se disolverá. Espere 2 minutos. Mezclar haciendo girar nuevamente la solución. 6. Agregar una cucharadita de reactivo N°4 a la muestra. Mezcle, haciendo girar la solución. La mayor parte del polvo se disolverá. 7. Agregar un sobre de reactivo en polvo N°5 a la muestra. Tapar de inmediato el frasco de reacción. Mezcle, haciendo girar la solución. No sacudir ni invertir a la muestra y evitar que esta toque la tira. 8. Esperar entre 30 y 35 minutos a que se produzca la reacción. Mezcle, haciendo girar la solución dos veces durante el periodo de reacción. 9. Extraer la tira de ensayo y compare inmediatamente el color desarrollado con el gráfico que se observa en el frasco de tiras de ensayo. Interpretar el resultado de las tiras a la sombra.
Cloruros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar 50 ml de muestra en vaso de precipitación 2. Agregar una pastilla de indicadora de cloruro, mezclar hasta disolver. 3. Agregar en una pipeta nitrato de plata 0.0141 N. 4. Titular hasta que la mezcla cambie de color amarillo a naranja. 5. Multiplicar el volumen consumido de nitrato de plata por 20. 6. Anotar el resultado.
Cobre	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encender el equipo DR-900. 2. Presionar el botón que indica “Opciones”, ponga la prueba número 135 que corresponde a “Cobre Bicin”. 3. Llenar las celdas de vidrio con 10 ml de agua destilada, el cual será el “Blanco”, y en otra celda llenar con 10 ml de la muestra a analizar. 4. Añadir el sobre reactivo CuVer “Reactivo Cobre 1” a la celda que contenga la muestra. 5. Agitar invirtiendo la muestra hasta que el reactivo se encuentre disuelto completamente. 6. Una vez disuelto el reactivo, presionar en el equipo el botón “Opciones” seguido del botón “Iniciar Temporizador”. Presionar seleccionar en 02:00 minutos de reacción. Tiempo en el cual se deja reposar la muestra antes de la lectura. 7. Transcurrido el tiempo, introducir la celda de “Blanco” en el equipo. 8. Con la tapa del equipo, tape de forma vertical la celda, y encere el equipo, espere 3 segundos y observe en la pantalla “0,00”. Retire la tapa y la celda “Blanco” e introduzca la celda muestra, tapar de forma vertical la celda y presione el botón de la derecha que dice “Leer”, espere 3 segundos y obtendrá el resultado. 9. Anotar el resultado de la muestra.
Demanda bioquímica de oxígeno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calentar o enfriar la muestra entre 19 y 21 °C. 2. Medir 160 ml de la muestra en una probeta graduada para la escala de medición de 0-350 mg/l. 3. Agregar el contenido de 1 sobre con solución tampón de nutrientes a la probeta graduada. 4. Transferir el contenido de la probeta graduada a la botella del BODTrack II. Repetir los pasos del 1 al 5 para muestras adicionales. 5. Poner una barra agitadora para BODTrack II dentro de la botella. 6. Poner un tapón hermético en el cuello de la botella. 7. Utilizar la cuchara de espátula para agregar 2 comprimidos de hidróxido de potasio en el tapón hermético. 8. Poner las botellas en el chasis del BODTrack II. Conecte el tubo correspondiente a cada botella con la muestra y apriete el tapón.

	<ol style="list-style-type: none"> 9. Poner el instrumento en la incubadora. La temperatura de la incubadora debe de ser de 20 ± 1 °C 10. Utilizar las teclas de flechas para elegir una prueba de 5 días. 11. Para iniciar la prueba, presionar el número del canal aplicable a la botella. 12. Culminado el tiempo, los resultados simplificados del procedimiento se muestran en la pantalla del BODTrack II. 13. Anotar el resultado de la muestra.
Demanda química de oxígeno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la temperatura de acuerdo al procedimiento de digestión específico. 2. Presionar el botón "Start" para iniciar el modo calentamiento. El LED de calentamiento se iluminará. 3. La pantalla mostrará la temperatura actual del bloque de calentamiento y la temperatura. 4. Cuando el bloque de calentamiento se encuentre sobre los 50°C el LED rojo se iluminará. 5. El bloque se calentará en aproximadamente 10-15 minutos. 6. Cuando se alcanza y se estabiliza la temperatura de 150°C, un pitido señalará que los viales pueden colocarse en el reactor. En este momento los viales se deben insertar en el bloque y el temporizador de digestión se puede iniciar. 7. Presione "Start" para iniciar el temporizador de 2 horas. 8. Después de completar el lapso de tiempo, el mensaje "Done" se mostrará en pantalla junto con el resultado. 9. Anotar el resultado de la muestra.
Fluoruros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encender el equipo DR-900. 2. Presionar el botón que indica "Opciones", y poner la prueba número 190 que corresponde a "Fluoruro". 3. Llenar las celdas de vidrio con 10 ml de agua destilada, el cual será el "Blanco", y en otra celda llenar con 10 ml de la muestra a analizar. 4. Añadir 2 ml de reactivo SPADNS2 a cada una de las celdas. 5. Agitar invirtiendo la muestra. 6. Dejar reposar por 1 minuto. 7. Introducir la celda de "Blanco" en el equipo. 8. Tape la celda, y encere el equipo, esperar 3 segundos y observar en la pantalla "0,00". Retire la tapa y la celda "Blanco" e introduzca la celda muestra, tapar de forma vertical la celda y presione el botón de la derecha que dice "Leer", espere 3 segundos y obtendrá el resultado. 9. Anotar el resultado de la muestra.
Fosforo total	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encender el equipo DR-900 presionando el botón encendido/apagado. 2. Aplastar el botón que indica "Opciones", y ponga la prueba número 492 que corresponde a "P react. PV AV" 3. Llenar las celdas de vidrio con 10 ml de agua destilada, el cual será el "Blanco", y en otra celda añadir 10 ml de la muestra a analizar. 4. Añadir el sobre reactivo "Fosfato PhosVer 3" a la celda que contenga la muestra. 5. Agitar invirtiendo la muestra hasta que el reactivo se encuentre disuelto. Dejar reposar por 3 minutos. 6. Introducir la celda de "Blanco" en el equipo. 7. Tapar la celda, y encere el equipo, espere 3 segundos y observe en la pantalla "0,00". Retirar la tapa y la celda "Blanco" e introducir la celda muestra, tapar de forma vertical la celda y presionar el botón de la derecha que dice "Leer", esperar 3 segundos y obtendrá el resultado. 8. Anotar el resultado de la muestra.
Hierro total	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encender el equipo DR-900. 2. Aplastar el botón que indica "Opciones", y ponga la prueba número 265 que corresponde a "Hierro FerroVer". 3. Llenar una celda de vidrio con 10 ml de agua destilada, el cual será el "Blanco", y llene otra celda con 10 ml de la muestra a analizar.

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Añadir a la celda muestra el sobre reactivo FerroVer®. 5. Agitar invirtiendo la muestra. 6. En el equipo presionar “Opciones” seguido de “Temporizador” en el tiempo de 3 minutos, dejar reposar la muestra. Se tornará un color rojo intenso si la muestra contiene hierro en altas cantidades. 7. Una vez culminada la reacción introducir la celda de “Blanco” en el equipo, verificando que la marca de la celda se encuentre a las 6 en punto sentido horario. 8. Con la tapa del equipo, tapar de forma vertical la celda, y encere el equipo, esperar 3 segundos y observe en la pantalla “0,00”. Retire la tapa y la celda “Blanco” e introduzca la celda muestra, tapar de forma vertical la celda y presione el botón “Leer”, espere 3 segundos y anotar el resultado de la muestra.
Manganeso total	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encender el equipo DR-900. 2. Presionar el botón que indica “Opciones”, y ponga la prueba #290 que corresponde a “Manganeso RB PAN”. 3. Llenar una celda de vidrio con 10 ml de agua destilada, el cual será el “Blanco”, y en otra celda añadir 10 ml de la muestra a analizar. 4. A cada celda, primero añadir el sobre de ácido ascórbico, posterior a ello añada 12 gotas del reactivo de cianuro alcalino y luego 12 gotas de la solución indicador PAN 0,1%. 5. Agitar de la siguiente manera. No sacuda ni invierta la muestra. Deje reposar durante 2 minutos. 6. Introducir la celda de “Blanco” en el equipo, verificando que la marca de la celda se encuentre a las 6 en punto sentido horario. 7. Con la tapa del equipo, tapar de forma vertical la celda, y encere el equipo, espere 3 segundos y observe en la pantalla “0,00”. Retirar la tapa y la celda “Blanco” e introduzca la celda muestra, tapar de forma vertical la celda y presione el botón de la derecha que dice “Leer”, esperar 3 segundos y obtendrá el resultado. 8. Anotar el resultado de la muestra.
pH	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar la muestra de agua en el Kit analizador de pH y cloro en gotas hasta la marca indicada. 2. Agregar 4 gotas del indicador rojo fenol sobre la muestra. 3. Cerrar la celda con la tapa correspondiente y agite fuertemente. 4. Observar la coloración obtenida y compare con la escala proporcionada en el Kit analizador, observando un color que va de amarillo (ácido) a un color púrpura (básico). Siendo un color rojo el ideal con un valor de 7,2. 5. Anotar el resultado observado.
Sulfatos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encender el equipo DR-900. 2. Aplastar el botón que indica “Opciones”, y ponga la prueba número 680 que corresponde a “sulfato”. 3. Llenar las celdas de vidrio con 10 ml de agua destilada, el cual será el “Blanco”, y 10 ml de la muestra a analizar. 4. Añadir el sobre reactivo SulfaVer “Sulfate Reactivo” a la celda que contenga la muestra. 5. Agitar invirtiendo la muestra hasta que el reactivo se encuentre disuelto e inmediatamente presionar “Opciones” en el equipo y “Temporizador” por 5 min. 6. Una vez culminado el tiempo, introduzca la celda de “Blanco” en el equipo, verificando que la marca de la celda se encuentre a las 6 en punto sentido horario. 7. Con la tapa del equipo, tapar de forma vertical la celda, y encere el equipo, esperar 3 segundos y observar en la pantalla “0,00”. Retirar la tapa y la celda “Blanco” e introducir la celda muestra, tapar de forma vertical la celda y presionar el botón “Leer”, esperar 3 segundos y anotar el resultado de la muestra.

Coliformes fecales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ubicar un mechero Bunsen en el sitio de siembra. 2. Limpiar la mesa de trabajo con etanol al 70%. 3. Preparar previamente tubos de ensayo para realizar el ensayo según la Norma INEN para Agua Potable utilizando el método del número más probable (NMP/100ml) con Caldo LMX Fluorocult®, sacándolos del refrigerador y esperando que tomen temperatura ambiente. 4. Encender el mechero Bunsen. 5. Tomar la pipeta automática y calíbrala a 10, 1 y 0,1 ml de absorción. 6. Procede a la siembra, se coloca 10 ml de muestra en cada uno de los 3 tubos que contienen 10 ml de Caldo LMX Fluorocult® de capacidad de 30 ml (tubos grandes); se coloca 1 ml de muestra en cada uno de los 3 tubos que contienen 10 ml de Caldo LMX Fluorocult® de capacidad de 20 ml (tubos medianos) y se coloca 0,1 ml de muestra en cada uno de los 3 tubos que contienen 10 ml de Caldo LMX Fluorocult® de capacidad de 10 ml (tubos pequeños). 7. Una vez sembradas las muestras, cerrar los frascos utilizando las tapas roscas y coloca los tubos en un vaso de precipitación. 8. Incubar las muestras con los tubos por 24-48 horas 35°C ± 1°C. 9. Transcurrido este tiempo, proceder a realizar la lectura de los tubos de ensayo de forma visual y bajo la lámpara ultravioleta. 10. Determinar la presencia de Coliformes Totales positivos mediante el análisis visual por una coloración azulada o blanca turbia y para coliformes fecales positivos se observa colocando los tres primeros tubos con 10 ml de muestra bajo la lámpara UV, seguido de los 3 tubos con 1 ml y posterior los de 0,1 ml. De los cuales se observará la presencia de fluorescencia en los tubos de ensayo positivos, el cual es un indicador para coliformes fecales, exclusivamente E. coli. 11. Si el Caldo LMX Fluorocult® da negativo no se observa ni coloración, ni fluorescencia bajo la lámpara UV, tendrá un color límpido e igual a la muestra original sin muestra sembrada.
--------------------	---

Fuente: Laboratorio Planta de Agua San Isidro, 2022

Realizado por: Villavicencio, 2022

3.7 Índice de biodegradabilidad

Obtenido el resultado de la biodegradabilidad mediante la relación entre DBO₅ y DQO, que es de 0.42, se ha determinado que este efluente es de tipo poco biodegradable, por lo tanto, el sistema de tratamiento adecuado es el físico-químico sin sistemas biológicos.

$$\frac{DBO_5}{DQO} = \frac{263.9 \text{ mg/l}}{626.67 \text{ mg/l}} = 0.42$$

Tabla 3-5: Criterio del índice de biodegradabilidad en relación con la DBO₅/DQO

DBO ₅ /DQO	Tipo de biodegradabilidad	Tipo de tratamiento
>8	Muy biodegradable	Tratamientos biológicos
0.7 - 0.8	Biodegradable	Tratamientos físico-químicos o biológicos
0.3 – 0.7	Poco biodegradable	Tratamientos físico-químicos sin sistemas biológicos

< 0.3	No biodegradable	Tratamientos físico-químicos
-------	------------------	------------------------------

Fuente: Bedoya et Al., 2014: p.280

Realizado por: Villavicencio, 2022

Debido a las características del contenido que presenta el efluente de la quesera y del ambiente óptimo para que los microorganismos degraden la materia orgánica, se ha optado por el tratamiento físico-químico de acorde a la relación DBO5/DQO desde 0.3 a 0.7.

3.8 Prueba de tratabilidad

3.8.1 Test de jarras

Esta prueba se realizó con el fin de determinar las dosis óptimas de coagulante, floculante y regulador de pH para el proceso de coagulación y floculación en el Laboratorio Planta de Agua San Isidro del Municipio del cantón Morona, con 12 litros de muestra de agua residual.

3.8.1.1 Materiales

- Guantes
- Mandil
- Varilla de agitación
- Vasos de precipitación de 100 y 1000 ml
- Balones aforados de 100 y 1000 ml
- Pipetas de 10 ml

3.8.1.2 Equipos

- Floculador Phipps & Bird 7790-400
- Balanza analítica
- Hach CO150 Conductivity Meter
- Hach DR 900
- Test Kit para medir pH y Cl
- Potenciómetro
- Tiras para medir pH

3.8.1.3 Reactivos

- Regulante: Regulador de pH
- Coagulante: Sulfato de aluminio
- Floculante: Polímero catiónico
- Aguas: Residual y agua potable

3.8.1.4 Metodología

Para la muestra 1 de agua residual de la quesera se comenzó homogenizando la muestra, luego se realizó la disolución del Sulfato de Aluminio para obtener una concentración al 5%, para el Regulador de pH se pesó 2.5 gramos para diluir y aforarlo en un balón de 100 ml obteniendo una concentración de 2.5%, de la misma manera para el floculante que fue el polímero catiónico se preparó a una concentración de 0.01%.

Para la muestra 3 de la misma manera que la anterior, con el objetivo de minimizar los costos se procedió a subir la concentración de las disoluciones teniendo como resultado Sulfato de Aluminio al 10%, Regulador de pH al 10% y polímero catiónico al 0.1%.

Una vez preparadas las soluciones madres se procedió a colocar en una jarra 2000 ml de muestra para determinar la dosis óptima del regulador de pH para que de esta manera podamos determinar la dosis del coagulante y del floculante evitando desperdiciar los reactivos.

Definidas las dosis se colocó 2000 ml de agua residual en 6 jarras diferentes en el floculador en donde a una mezcla rápida de 300 rpm con ayuda de jeringas diferentes se agregó concentraciones variadas del regulador de pH y del coagulante en 2 minutos, después se bajó a 90 rpm durante 5 minutos para que reaccionen, siguiendo se agregó el floculante a 40 rpm por 10 minutos para que ayude a decantar los flóculos formados y finalmente se esperó apagando el floculador para que se sedimenten los flóculos dando paso a la clarificación por aproximadamente 30 minutos.

Finalizada la prueba se volvió a medir los parámetros de cada jarra con tratamiento para determinar cual obtuvo mejor resultado y de esta forma tener la remoción de carga contaminante mediante la DBO₅ y la DQO.

3.9 Dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de la quesera “Don Miranda”

Determinado el caudal y los resultados de la caracterización físico-química y microbiológica del agua residual, acorde a los parámetros que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles

del Acuerdo Ministerial 097-A Anexo A del TULSMA, Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, se dimensiono el sistema de tratamiento de aguas residuales de la quesera “Don Miranda” con el objetivo de ajustarse a estos valores de descarga definiendo así los componentes unitarios más efectivos en el sistema de tratamiento físico-químico para garantizar una correcta depuración del efluente y cumplir con la normativa ambiental mediante referentes para el tratamiento de aguas residuales como (Coche, 1993; Metcalf y Eddy, 1995; Ramalho, 1996; Crites y Tchobanoglous, 2000a; Wiki 2007; Lazcano Carreño, 2016).

3.9.1 Cálculos del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales

3.9.1.1 Caudal de diseño

La determinación del caudal para el diseño de la PTAR se hizo considerando el caudal máximo diario, que según la Tabla 1-4 es 0.61 l/s del rango de 0.01 l/s como mínimo a 0.61 l/s como máximo, ya que la empresa no aumentara su producción debido a que toda la finca ya se encuentra con ganado vacuno y al ser una empresa familiar no se recolecta leche de otros productores.

$$Q = 0.61 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} * \frac{3600s}{1h} * \frac{24h}{1d}$$

$$Q = 52.704 \frac{m^3}{d}$$

Según los autores de proyectos similares (Paguay, 2013; Saenz, 2013; Guaña, 2014; Albán y Jara, 2017; Cabezas Rojas, 2017; Chariguamán, 2018; Velastegui Sanunga 2020), se debe usar el factor de mayoración o de seguridad (FM), que son valores entre el 10 y 30% del caudal máximo diario con el objetivo de prevenir posibles aumentos en este, por lo que para este diseño se empleara un FM del 30%.

$$Q_d = Q + FM$$

$$Q_d = 52.704 \frac{m^3}{d} + \left(\frac{52.704 * 30\% m^3}{100\%} \right)$$

$$Q_d = 68.52 \frac{m^3}{d} = 7.93 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

3.9.1.2 Canal de entrada (Rectangular)

➤ Radio hidráulico (Rh)

Ancho = 0,30 m

Altura = 0,30 m.

$$Rh = \frac{b \times h}{b + 2h}$$
$$Rh = \frac{0.30 \times 0.30}{0.30 + 2(0.30)}$$
$$Rh = 0.1m$$

➤ **Área de la sección transversal mojada (A)**

Q= 7.93x10⁻⁴ m³ /s

$$A = \frac{Q}{v}$$
$$A = \frac{7.93 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{0.76 \frac{m}{s}}$$
$$A = 1.04 \times 10^{-3} m^2$$

➤ **Altura efectiva (h)**

b = 2h.

$$h = \frac{A}{b}$$
$$h = \frac{A}{2h}$$
$$h = \sqrt{\frac{A}{2}}$$
$$h = \sqrt{\frac{1.04 \times 10^{-3} m^2}{2}}$$
$$h = 0.072m$$

➤ **Altura del canal**

h_s=0.3 m

$$H = h + h_s$$
$$H = 0.072m + 0.30m$$
$$H = 0.372m$$

3.9.1.3 Sistema de cribado o rejillas

➤ Velocidad de aproximación del agua a la rejilla

$$n = 0.013$$

$$s = 0.02\% = \frac{2}{100} = 0.0002$$

$$v = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$v = \frac{1}{0.013} (0.10m)^{\frac{2}{3}} (0.0002)^{\frac{1}{2}}$$

$$v = 0.23 \frac{m}{s}$$

➤ Sumatoria de separación entre barras

$$b = 0.18 \text{ m}$$

$$e = 0.03 \text{ m}$$

$$s = 0.005 \text{ m}$$

$$b_g = \left(\frac{b - e}{s + e} + 1 \right) e$$

$$b_g = \left(\frac{0.18m - 0.03m}{0.005m + 0.03m} + 1 \right) 0.03m$$

$$b_g = 0.158m$$

➤ Numero de barras

$$n = \frac{b_g}{e} - 1$$

$$n = \frac{0.158m}{0.03m} - 1$$

$$n = 4$$

➤ Longitud de barras

$$\theta = 45^\circ$$

$$l_b = \frac{H}{\sin \theta}$$

$$l_b = \frac{0.372m}{\sin 45^\circ}$$

$$l_b = 0.53m$$

➤ **Área de espacios entre barras**

$$A_{eb} = b_g * l_b$$

$$A_{eb} = 0.158m * 0.53m$$

$$A_{eb} = 0.084m^2$$

➤ **Velocidad a través de la reja**

$$v = \frac{Q}{A_{eb}}$$

$$v = \frac{7.93 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{0.084m^2}$$

$$v = 9.44 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

3.9.1.4 *Sedimentador primario (circular)*

➤ **Volumen del tanque**

Trh= 2 horas

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

$$V = Trh * Q$$

$$V = 2h * \frac{3600s}{1h} * 7.93 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$$V = 5.71m^3$$

➤ **Radio del tanque de sedimentación**

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi h}}$$

$$r = \sqrt{\frac{5.71m^3}{\pi(3m)}}$$

$$r = 0.79m$$

➤ **Diámetro del tanque de sedimentación**

$$\begin{aligned}\phi &= 2r \\ \phi &= 2(0.79m) \\ \phi &= 1.58m\end{aligned}$$

➤ **Área del tanque de sedimentación**

$$\begin{aligned}A &= \pi x r^2 \\ A &= \pi x (0.79m)^2 \\ A &= 1.96m^2\end{aligned}$$

➤ **Carga superficial del tanque de sedimentación**

$$\begin{aligned}C_s &= \frac{Q}{A} \\ C_s &= \frac{7.93 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{1.96m^2} * \frac{3600s}{1h} * \frac{24h}{1d} \\ C_s &= 34.96 \frac{m^3}{m^2d}\end{aligned}$$

➤ **Reparto central en el tanque de sedimentación**

$$\begin{aligned}R_c &= \frac{\phi T - \phi t}{2} \\ R_c &= \frac{1.58m - 0.18m}{2} \\ R_c &= 0.70m\end{aligned}$$

➤ **Altura de reparto**

$$\begin{aligned}\Delta y &= 0.1 * R_c \\ \Delta y &= 0.1 * 0.70m \\ \Delta y &= 0.070m\end{aligned}$$

➤ **Remoción de la DBO**

$$a = 0.018$$

$$b = 0.020$$

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

$$R = \frac{2.5h}{0.018 + (0.020 * 2.5h)}$$

$$R = 36.76$$

➤ **Remoción de SST**

$$a = 0.0075$$

$$b = 0.014$$

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

$$R = \frac{2.5h}{0.0075 + (0.014 * 2.5h)}$$

$$R = 58.82$$

3.9.1.5 *Tanque de aireación mediante difusores*

➤ **Volumen del tanque de aireación**

$$\theta_c = 10 \text{ días}$$

Valores de DBO5 antes y después del tratamiento por prueba de jarras.

$$S_o = 263.9 \text{ mg/l} = 0.2639 \text{ kg/m}^3$$

$$S = 8.69 \text{ mg/l} = 0.00869 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{TA} = \frac{\theta_c Y (S_o - S) Q}{X (1 + k_d \theta_c)}$$

$$V_{TA} = \frac{(10d) \left(\frac{0.6 \text{ kg}}{\text{kg}} \right) (0.2639 - 0.00869) \text{ kg/m}^3 * (54.82 \text{ m}^3 / d)}{4(1 + 0.06 \text{ d}^{-1} * 10d)}$$

$$V_{TA} = 13.15 \text{ m}^3$$

➤ **Profundidad del tanque**

El valor de la relación ancho/profundidad es de 1,5:1, por consiguiente:

$$V_{TA} = a H_{TA} P_{TA}$$

$$V_{TA} = 1.5 P_{TA} H_{TA} P_{TA}$$

$$P_{TA} = \sqrt{\frac{V_{TA}}{1.5H_{TA}}}$$

$$P_{TA} = \sqrt{\frac{13.15m^3}{1.5 * 4.60m}}$$

$$P_{TA} = 1.38m$$

➤ **Ancho del tanque**

$$a = 1.5P_{TA}$$

$$a = 1.5 * (1.38m)$$

$$a = 2.07m$$

➤ **Tiempo de retención hidráulica**

$$\theta = \frac{V_{TA}}{Q}$$

$$\theta = \frac{13.15m^3}{2.86m^3/h}$$

$$\theta = 4.60h$$

➤ **Producción de lodo activado observada**

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + k_d\theta_c}$$

$$Y_{obs} = \frac{0.6kg/kg}{1 + 0.06d^{-1} * 10d}$$

$$Y_{obs} = 0.375kg/kg$$

➤ **Producción diaria neta de lodo**

$$P_x = Y_{obs}Q(S_o - S)$$

$$P_x = \frac{0.375kg}{kg} * (54.82m^3/d) * (0.2639 - 0.00869)kg/m^3$$

$$P_x = 5.25kg/d$$

➤ **Caudal de recirculación**

Tasa de recirculación= 0,25

$$\text{Tasa de recirculación} = \frac{Q_r}{Q}$$

$$Q_r = \text{Tasa de recirculación} * Q$$

$$Q_r = 0.25 * 54.82 \text{ m}^3 / \text{d}$$

$$Q_r = 13.705 \text{ m}^3 / \text{d}$$

➤ **Necesidad y transferencia de oxígeno**

$$f = 0,50$$

$$\text{kg} \frac{\text{O}_2}{\text{d}} = \frac{Q(S_o - S)}{f} - 1.42 P_x$$

$$\text{kg} \frac{\text{O}_2}{\text{d}} = \frac{(54.82 \text{ m}^3 / \text{d}) * (0.2639 - 0.00869) \text{ kg} / \text{m}^3}{0.5} - 1.42 * 5.25 \text{ kg} / \text{d}$$

$$\text{kg} \frac{\text{O}_2}{\text{d}} = 20.53$$

➤ **Caudal de aire teórico**

$$\rho_{\text{aire}} = 1,20 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$F_{\text{O}_2} = 0,2315$$

$$\text{Caudal}_{\text{aire-teórico}} = \frac{\text{kg} \frac{\text{O}_2}{\text{d}}}{\rho_{\text{aire}} F_{\text{O}_2}}$$

$$\text{Caudal}_{\text{aire-teórico}} = \frac{20.53 \text{ kg} \frac{\text{O}_2}{\text{d}}}{1.20 \text{ kg} / \text{m}^3 * 0.2315 \text{ kg} / \text{kg}}$$

$$\text{Caudal}_{\text{aire-teórico}} = 73.90 \text{ m}^3 / \text{d}$$

➤ **Caudal de aire real**

$$e = 8\%$$

$$\text{Caudal}_{\text{aire-real}} = \frac{\text{Caudal}_{\text{aire-teórico}}}{e}$$

$$\text{Caudal}_{\text{aire-real}} = \frac{73.90 \text{ m}^3 / \text{d}}{0.08}$$

$$\text{Caudal}_{\text{aire-real}} = 923.75 \text{ m}^3 / \text{d}$$

➤ **Demanda de aire**

FS = 2

$$Demanda_{aire-real} = Caudal_{aire-real} * FS$$

$$Demanda_{aire-real} = 923.75 \text{ m}^3/d * 2$$

$$Demanda_{aire-real} = 1847.5 \text{ m}^3/d$$

$$Demanda_{aire-real} = 0.02 \text{ m}^3/s$$

➤ **Potencia necesaria**

R= 8.314 kJ/kmol °K

n= 0.283 para el aire

k= 1,395 para el aire

e= 80% = 0.8

$$P_w = \frac{wRT_1}{29.7ne} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{0.283} - 1 \right]$$

$$P_w = \frac{\frac{0.02 \text{ m}^3}{s} * 8.314 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}} * 293^\circ\text{K}}{29.7 * 0.283 * 0.80} \left[\left(\frac{1.42 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} \right)^{0.283} - 1 \right]$$

$$P_w = 0.76 \text{ kW}$$

3.9.1.6 *Tanque de coagulación – floculación*

Para el dimensionamiento del floculador y coagulador se tiene los siguientes parámetros a considerar:

➤ **Área del floculador**

C_s= 50m³/m²d (floculo de alúmina)

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

$$A = \frac{68.52 \text{ m}^3/d}{50 \text{ m}^3/\text{m}^2d}$$

$$A = 1.37 \text{ m}^2$$

➤ **Radio del Floculador**

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$r = \sqrt{\frac{1.37m^2}{\pi}}$$

$$r = 0.66m$$

➤ **Diámetro del floculador**

$$A = \frac{\pi\phi^2}{4}, \quad \text{también se puede usar } \phi = 2r$$

$$\phi = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}}$$

$$\phi = \sqrt{4 * \frac{1.37m^2}{\pi}}$$

$$\phi = 1.32m$$

➤ **Volumen del floculador**

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = \pi * (0.66m)^2 * 2.5m$$

$$V = 3.42m^3$$

➤ **Tiempo de retención hidráulica**

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

$$Trh = \frac{3.42m^3}{7.93 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}}$$

$$Trh = 4312.74s = 1.20h$$

➤ **Gradiente de velocidad del fluido**

n= 60 revoluciones por minuto

$$G = 0.25 * n^{1.25}$$

$$G = 0.25 * (60RPM)^{1.25}$$

$$G = 41.75s^{-1}$$

➤ **Potencia disipada de la mezcla**

$$W = G^2 * \mu V$$
$$W = (41.75s^{-1})^2 * 1,002 \times 10^{-3} * 3.42m^3$$
$$W = 5.97KW * \frac{1.341HP}{1KW}$$
$$W = 8HP$$

➤ **Área de las paletas**

$$\rho_{H_2O} = 1000kg/m^3$$

$$A = \frac{2 * W}{C_D \rho v^3}$$
$$A = \frac{2 * 8HP}{1.16 * (1000kg/m^3) * (0.76m/s)^3}$$
$$A = 0.031m^2$$

➤ **Longitud de las paletas**

$$l = \frac{A}{b}$$
$$\frac{l}{b} = 5$$
$$b = \frac{l}{5}$$
$$l = \sqrt{A * 5}$$
$$l = \sqrt{0.031m^2 * 5}$$
$$l = 0.39m$$

Ancho de las paletas

$$b = \frac{l}{5}$$
$$b = \frac{0.39}{5}$$
$$b = 0.078m$$

3.9.1.7 *Sedimentador secundario*

➤ **Volumen del tanque**

Trh= 2h.

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

$$V = Trh * Q$$

$$V = 2h * \frac{3600s}{1h} * 7.93 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$$V = 5.71m^3$$

➤ **Radio del tanque de sedimentación**

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi h}}$$

$$r = \sqrt{\frac{5.71m^3}{\pi(3m)}}$$

$$r = 0.79m$$

➤ **Díámetro del tanque de sedimentación**

$$\emptyset = 2r$$

$$\emptyset = 2(0.79m)$$

$$\emptyset = 1.58m$$

➤ **Área del tanque de sedimentación**

$$A = \pi x r^2$$

$$A = \pi x (0.79m)^2$$

$$A = 1.96m^2$$

➤ **Carga superficial del tanque de sedimentación**

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

$$C_s = \frac{7.93 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{1.96m^2} * \frac{3600s}{1h} * \frac{24h}{1d}$$

$$C_s = 34.96 \frac{m^3}{m^2d}$$

➤ **Reparto central en el tanque de sedimentación**

$$R_c = \frac{\phi T - \phi t}{2}$$
$$R_c = \frac{1.58m - 0.18m}{2}$$
$$R_c = 0.7m$$

➤ **Altura de reparto**

$$\Delta y = 0.1 * R_c$$
$$\Delta y = 0.1 * 0.6711m$$
$$\Delta y = 0.07m$$

3.9.1.8 *Sistema de filtración*

➤ **Caudal de diseño para el filtro**

$$Q_D = 68.52m^3/d * 0.95$$
$$Q_D = 65.1m^3/d$$

➤ **Número de filtros**

$$n = 0.044 * \sqrt{Q_D}$$
$$n = 0.044 * \sqrt{65.1}$$
$$n = 0.36 \cong 1$$

➤ **Caudal de diseño de filtración**

$$Q_f = \frac{Q_D}{n}$$
$$Q_f = \frac{65.1m^3/d}{1}$$
$$Q_f = 65.1m^3/d$$

➤ **Área del filtro**

$$A_f = \frac{Q_f}{T_f}$$

$$A_f = \frac{65.1m^3/d}{480m/d}$$

$$A_f = 0.14m^2$$

➤ **Ancho del filtro**

$$b = \sqrt{A_f}$$

$$b = \sqrt{0.14m^2}$$

$$b = 0.37m$$

➤ **Altura del lecho filtrante**

$$HLF = e_{cg} + e_a + e_{ca} + e_{cz}$$

$$HLF = 0.45m + 0.30m + 0.60m + 0.80m$$

$$HLF = 2.15m$$

➤ **Altura del filtro**

Factor de seguridad del 25%.

$$H = (HLF * 0.25) + HLF$$

$$H = (2.15m * 0.25) + 2.15m$$

$$H = 2.7m$$

3.10 Elaboración de planos

Los componentes unitarios de la planta de tratamiento de aguas residuales se elaboraron con ayuda del programa AutoCAD 2020.

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los datos obtenidos de la medición del caudal, de la caracterización física-química y microbiológica del agua residual de la quesera con los parámetros que se encuentran fuera de los límites permisibles y que nos ayudaran para realizar los cálculos del diseño de nuestra PTAR provenientes de la quesera “Don Miranda”.

4.1 Resultados de la medición del caudal

En la Tabla 4-1 se muestran los resultados obtenidos a lo largo de una semana en intervalos de 30 minutos empezando a las 10:00 am y finalizando a las 15:00 pm, esto con el objetivo de prevenir posibles errores a la hora de llevar a cabo nuestro dimensionamiento de la PTAR.

Observando las variaciones del caudal para el dimensionamiento de la PTAR se eligió el caudal máximo diario de 0.61 l/s del sábado a las 13:30 pm.

Tabla 4-1: Datos de la medición diaria de los caudales producidos en la quesera "Don Miranda"

Aforo de caudales (l/s)							
Hora	Lunes 18/04/22	Martes 19/04/22	Miércoles 20/04/22	Jueves 21/04/22	Viernes 22/04/22	Sábado 23/04/22	Domingo 24/04/22
10	0.14 l/s	0.28 l/s	0.18 l/s	0.17 l/s	0.28 l/s	0.17 l/s	0.22 l/s
10:30	0.23 l/s	0.17 l/s	0.22 l/s	0.33 l/s	0.26 l/s	0.17 l/s	0.21 l/s
11	0.35 l/s	0.44 l/s	0.26 l/s	0.52 l/s	0.48 l/s	0.15 l/s	0.45 l/s
11:30	0.51 l/s	0.46 l/s	0.48 l/s	0.38 l/s	0.52 l/s	0.45 l/s	0.5 l/s
12	0.42 l/s	0.44 l/s	0.36 l/s	0.49 l/s	0.33 l/s	0.36 l/s	0.27 l/s
12:30	0.04 l/s	0.05 l/s	0.1 l/s	0.1 l/s	0.12 l/s	0.12 l/s	0.03 l/s
13	0.14 l/s	0.32 l/s	0.25 l/s	0.46 l/s	0.1 l/s	0.12 l/s	0.26 l/s
13:30	0.49 l/s	0.46 l/s	0.37 l/s	0.48 l/s	0.54 l/s	0.61 l/s	0.43 l/s
14	0.56 l/s	0.38 l/s	0.42 l/s	0.47 l/s	0.45 l/s	0.46 l/s	0.51 l/s
14:30	0.38 l/s	0.14 l/s	0.53 l/s	0.16 l/s	0.42 l/s	0.32 l/s	0.34 l/s
15	0.05 l/s	0.01 l/s	0.08 l/s	0.02 l/s	0.06 l/s	0.05 l/s	0.03 l/s
Promedio	0.30 l/s	0.29 l/s	0.30 l/s	0.33 l/s	0.32 l/s	0.27 l/s	0.30 l/s

Realizado por: Villavicencio, 2022

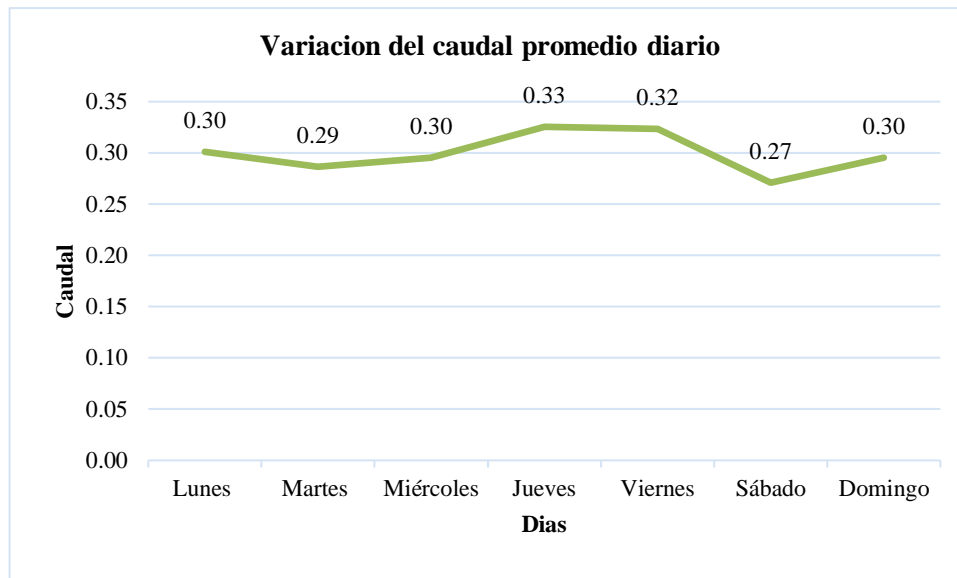


Ilustración 4-1: Variación del caudal promedio diario

Realizado por: Villavicencio, 2022

La variación del caudal promedio, tomado de lunes a viernes durante una semana empezando a las 10:00 am y finalizando a las 15:00 pm, se observa en la Tabla 4-1 y en la Ilustración 4-1, donde no existe una variación, según el promedio, los días lunes, miércoles y domingo, y en los días martes, jueves, viernes y sábado existe una variación poco significativa, esto se debe a que todos los días se lleva a cabo el mismo proceso para la elaboración de quesos.

Se obtuvo 77 mediciones en las cuales se determinó que las horas donde existe mayor volumen son a las 11:00 am, por las descargas de los dos tanques de enfriamiento, y de las 13:30 a 14:00 pm, debido a la limpieza de las instalaciones y de los materiales utilizados en el proceso. Las horas donde se produce menor volumen son a las 12:30 pm, donde se realiza el cernido de suero y a las 15:00 pm donde el proceso de producción ya ha finalizado.

4.2 Resultados de la caracterización física, química y microbiológica del agua residual proveniente de la quesera “Don Miranda”

El análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se realizaron en el laboratorio de la Planta Potabilizadora de Aguas de San Isidro del Municipio del cantón Morona y en el laboratorio LABCESTTA S.A., para lo cual se requirió 6 muestras de 2 l y 3 muestras de 100 ml en frascos estériles con el objetivo de reducir la contaminación y prevenir errores en su análisis.

Tabla 4-2: Datos de la caracterización física, química y microbiológica de la quesera "Don Miranda"

Parámetros	Unidad	Resultados				Límite máximo permisible AM 097-A
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	
Aceites y Grasas	mg/l	139	139	64.7	114.23	30
Arsénico total	mg/l	0	0	0	0	0,1
Cloruros	mg/l	1260	1900	740	1300	1000
Cobre	mg/l	8.18	4.5	3.8	5.49	1
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	19	1100	1100	739.67	2000
Color real	UC (Pt-Co)	312	312	132	252	Inapreciable en dilución: 1/20
Conductividad	µS	4.51	3.81	1.97	3.43	-
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/l	263.9	156.14	176.9	198.98	100
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	626.67	616	697	646.86	200
Fluoruros	mg/l	0.24	1.44	0.01	0.56	5
Fosforo total	mg/l	6.81	6.88	1.23	4.97	10
Hiero total	mg/l	6.78	6.24	4.28	5.77	10
Manganeso total	mg/l	1.506	0.745	0.838	1.03	2
Materia flotante	-	Visible	Visible	Visible	Visible	Ausencia
Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	5.8	6.1	6	5.97	6-9
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/l	2320	1950	976	1748.67	-
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/l	946	994	1009	983	131
Sólidos totales (ST)	mg/l	3266	2944	1985	2731.67	1600
Salinidad	%	2.4	2	2.9	2.43	-
Sulfatos	mg/l	195	132	60	129	1000
Temperatura	-	21	20.1	22.5	21.2	Condición natural +- 3
Turbiedad	NTU	776	759	736	757	-

Fuente: LABCESTA y Laboratorio Planta Potabilizadora de Agua San Isidro, 2022

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la Tabla 4-2 tenemos los resultados que se obtuvo de los análisis de los tres muestreos realizados del agua residual proveniente de la quesera “Don Miranda” en donde al comparar con la tabla 9 del Anexo 1 del libro VI del AM 097-A, se observó parámetros con valores promedios fuera de los límites máximos permisibles como es el caso de los aceites y grasas con 114.23 mg/l, debido al contenido de natas, proteínas y grasas de la leche; de los cloruros con un valor de 1300 mg/l por el uso de sal en la desinfección de las pomas; del cobre con un valor de 5.49 mg/l, el cual se puede encontrar en los quesos y también en utensilios de este material; del color con un valor de 252 UC consecuencia de restos de leche, quesos y de los lodos de la limpieza de pisos y de las pomas; de la DQO con un valor de 646.86 mg/l y de la DBO5 con 198.98 mg/l, esto debido a la presencia de lactosuero de la producción de queso que es considerado de alta carga orgánica; de la materia flotante hubo visibilidad a causa de que en el lavado de los cernidores de cuajada quedan restos de quesos; del pH se obtuvo un valor ácido de 5.97 por la presencia del suero debido a su fermentación; de los TDS se encontró un elevado valor de 1748.67 mg/l, al igual de los SST con 983 mg/l y así de los sólidos totales obteniendo 2731.67 mg/l, causado por los restos de leche, del lavado de pomas y del cernido, por el suero y basuras de la limpieza, de la misma forma que afectan en la turbiedad con un valor de 757 NTU; según la investigación realizada por Oñate Barraza y Chinchilla Calderón (2021, pp.121-128) las aguas residuales de la industria láctea se caracterizan por tener una gran carga orgánica representada en DQO, aceites y grasas, y SST, resultando difícil la disminución o remoción de los SST, y de aceites y grasas.

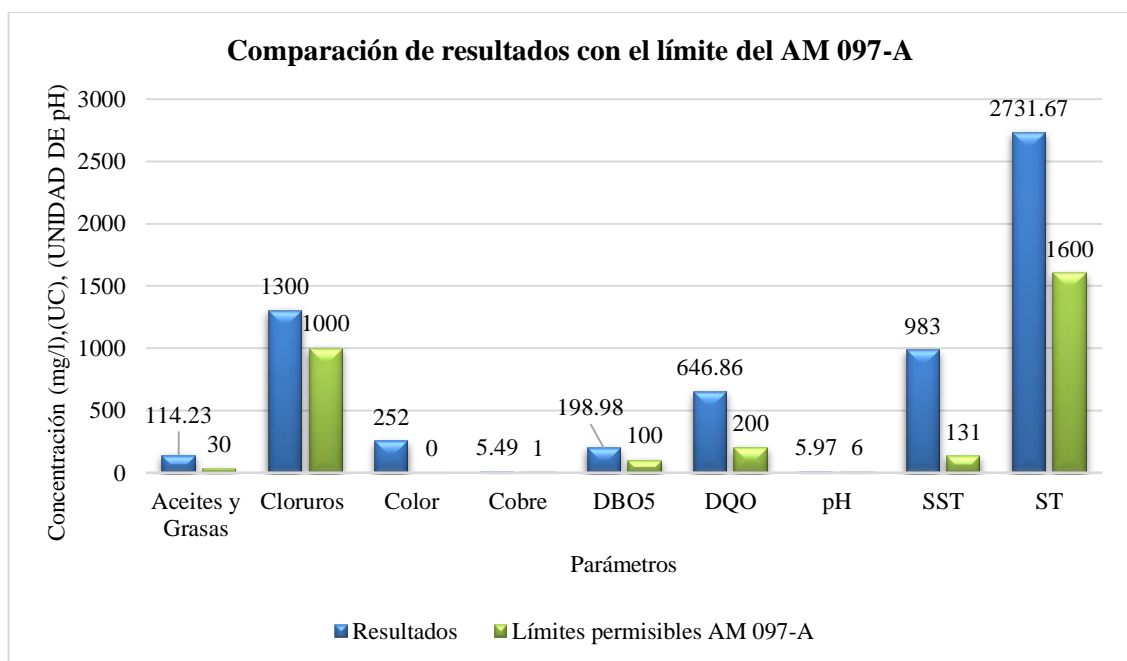


Ilustración 4-2: Comparación de las concentraciones de los parámetros que se encuentran fuera del límite permisible

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la Ilustración 4-2 se observa los parámetros que están fuera de los límites máximos permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce de la tabla 9 del AM 097-A, ANEXO 1 DEL LIBRO VI: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA.

4.3 Prueba de tratabilidad para el agua residual proveniente de la quesera “Don Miranda”

La prueba de tratabilidad realizada consiste en coagulación y floculación mediante el equipo de prueba de jarras Phipps & Bird 7790-400 del laboratorio de la Planta Potabilizadora de Aguas de San Isidro.

4.3.1 Prueba de jarras

La prueba de jarras se realizó con el sulfato de aluminio al 5% m/v, regulador de pH al 2.5% m/v y polímero catiónico al 0.01% m/v, en la muestra 1 y al 10% m/v de regulador de pH, al 10% m/v de sulfato de aluminio y polímero catiónico al 0.1% m/v en la muestra 3.

4.3.1.1 Prueba de jarras muestra 1

En la Tabla 4-3 se realizó la adición de los aditivos controlando las revoluciones por minuto (RPM) y observando la formación de flóculos.

Tabla 4-3: Dosis óptimas para el Regulante de pH, coagulante y floculante (M1)

Determinación de dosis óptimas					
Reactivos		Formula		Concentración m/v	
Sulfato de aluminio		(SO ₄) ₃ Al ₂ · 14 H ₂ O		5%	
Regulador de pH - Sólido		N/A		2.50%	
Polímero catiónico		(C ₈ H ₁₆ N•Cl) _n		0.01%	
Dosis óptima de Regulante pH inicial:5.8		Dosis óptima de Coagulante		Dosis de Floculante	
ml	pH	ml	Flóculos	ml	Flóculos
10	6.3	1	Ausentes	0.1	Agrupados
20	6.8	2	Ausentes	0.2	Formados
30	7.3	3	Ausentes	0.3	Formados
40	7.8	4	Ausentes	RPM	45
50	8.3	5	Ausentes		
60	8.8	6	Ausentes		

70	9.3	7	Visibles		
280	9.3	28	Visibles		
RPM	100	RPM		100	

Fuente: Laboratorio de la Planta Potabilizadora de Agua San Isidro

Realizado por: Villavicencio, 2022

La Tabla 4-3 indica la dosificación del Regulante de pH sólido, sulfato de aluminio y polímero catiónico en una jarra de 2000 ml con muestra de agua residual, en donde se observó una buena formación de flóculos y clarificación al ajustar el pH a 9.3 con 280 ml de regulador de pH, al agregar 28 ml de sulfato de aluminio y 0.3 ml de polímero catiónico, lo que indica que las dosis optimas se encuentran entre estos valores por lo que en la tabla 4-4 se determinara cuál de las dosis presentan mejores características.

Tabla 4-4: Dosificación de regulante, coagulante y floculante (M1)

Dosis de Coagulante	Dosis Regulante	Dosis Floculante	Jarras	pH	Turbiedad (NTU)	SST (mg/l)	Color (UC)
10	200	0.3	1	8	137	136	65
20	220	0.3	2	8.1	122	115	59
30	240	0.3	3	8.3	121	117	41
40	260	0.3	4	8.3	90	88	33
50	280	0.3	5	8.2	89	87	21
60	300	0.3	6	8.2	107	109	29

Realizado: Villavicencio, 2022

La Tabla 4-4 representa la dosificación, en 6 jarras de 2000 ml de agua residual, de sulfato de aluminio al 5% entre valores de 10 a 60 ml, de regulador de pH entre 200 y 300 ml al 2.5% y de polímero catiónico al 0.01% 0.3 ml con el objetivo de no saturar la muestra.

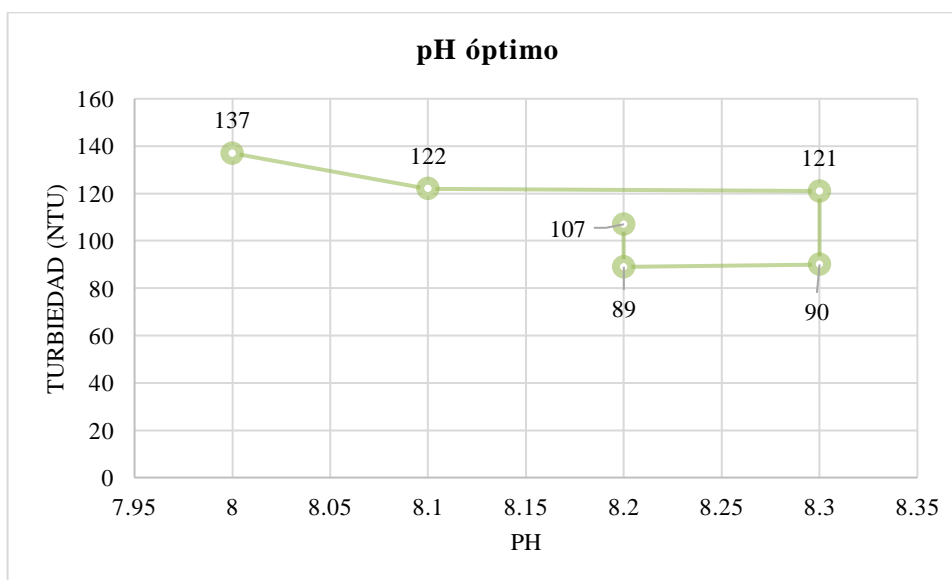


Ilustración 4-3: pH óptimo en base a la turbiedad (M1)

Realizado por: Villavicencio, 2022

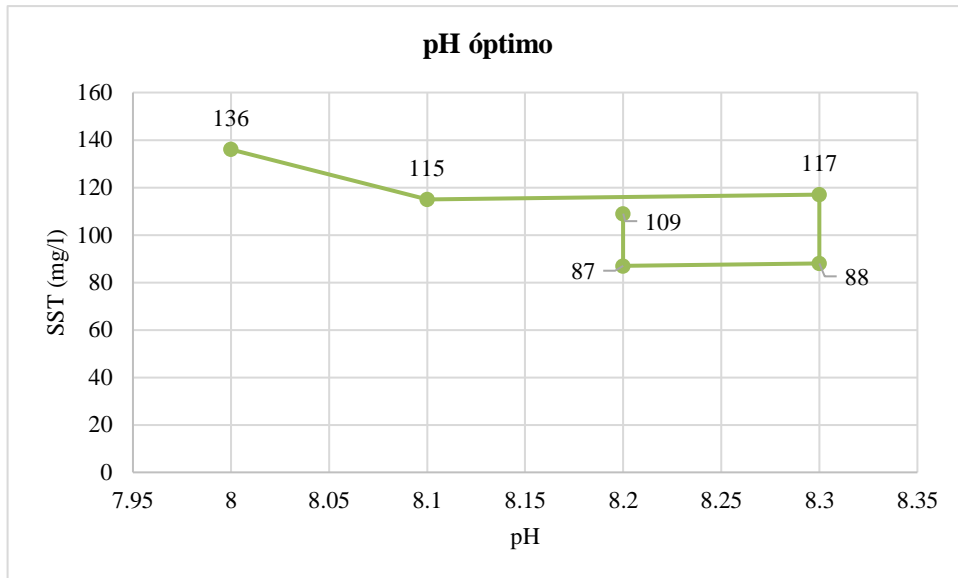


Ilustración 4-4: pH óptimo en base a los SST (M1)

Realizado por: Villavicencio, 2022

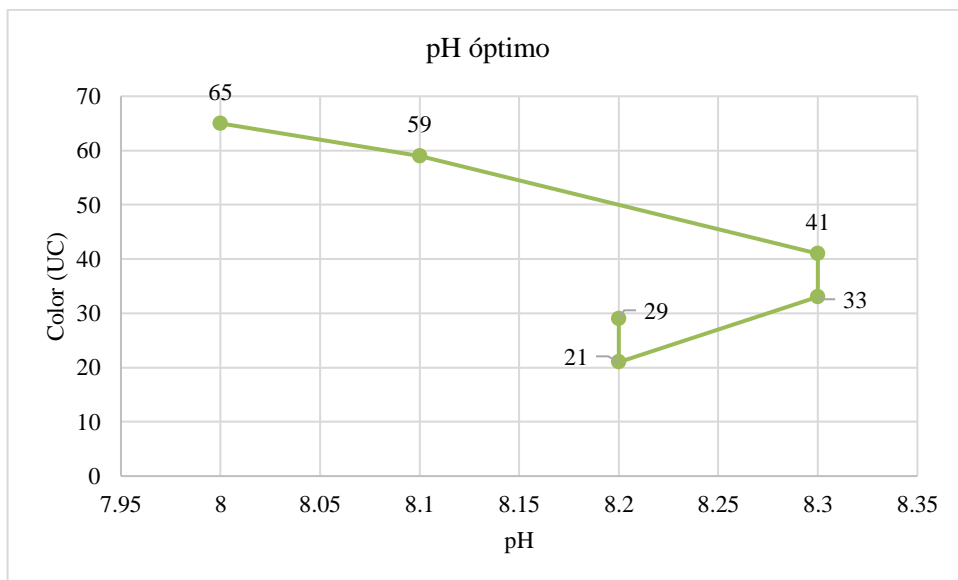


Ilustración 4-5: pH óptimo en base al color (M1)

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la ilustración 4-3, 4-4, y 4-5 se observa que la dosis óptima de pH del proceso de coagulación y floculación para la remoción de la turbiedad, SST y del color es de 8.2 de la jarra 5 con 280 ml de regulador de pH al 2.5% m/v.

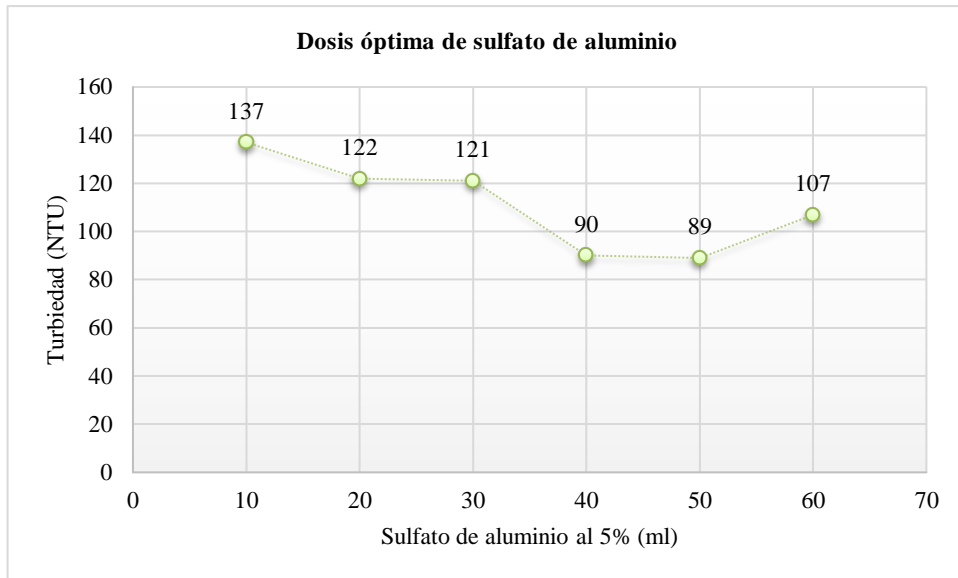


Ilustración 4-6: Dosis óptima de sulfato de aluminio al 5% en base a la turbiedad (M1)

Realizado por: Villavicencio, 2022

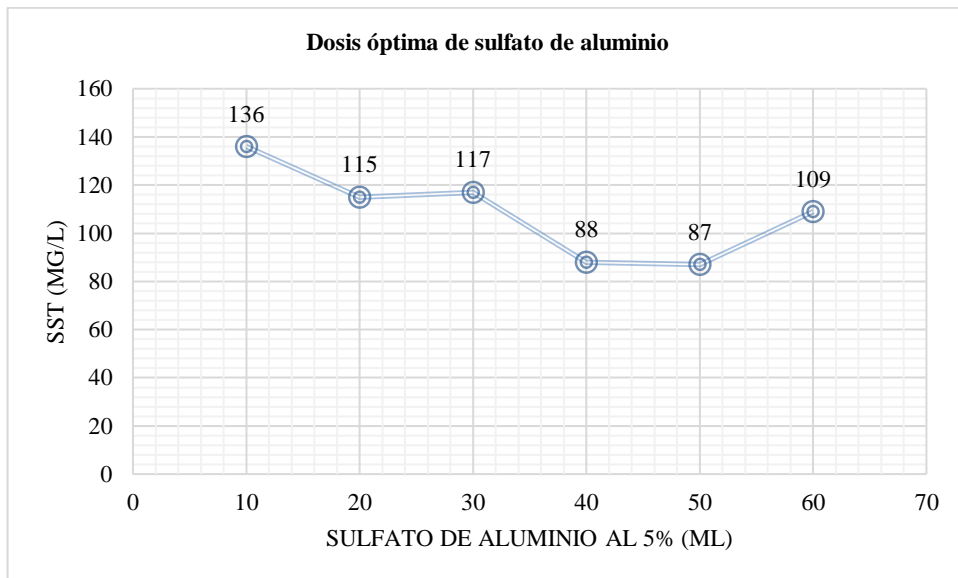


Ilustración 4-7: Dosis óptima de sulfato de aluminio al 5% en base a los SST (M1)

Realizado por: Villavicencio, 2022

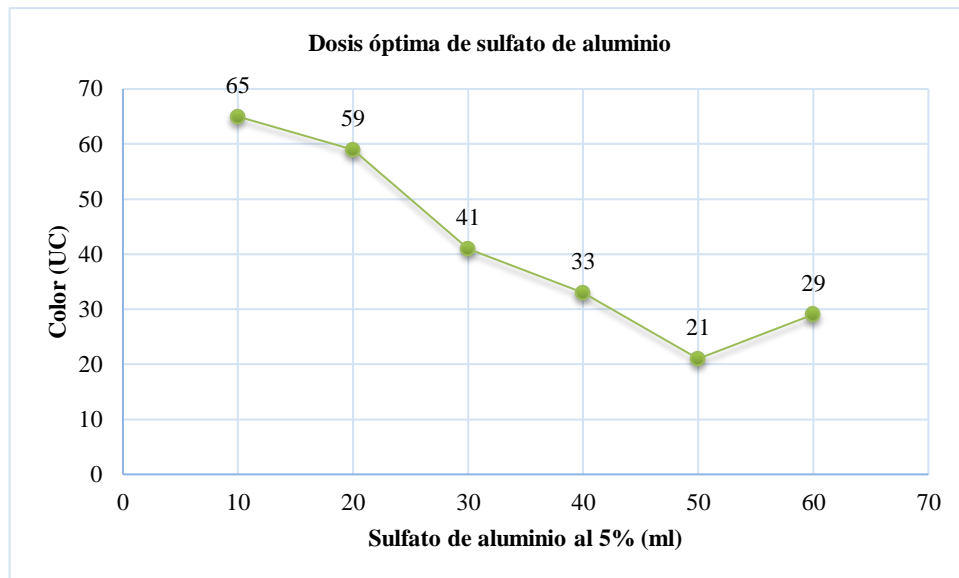


Ilustración 4-8: Dosis óptima de sulfato de aluminio al 5% en base al color (M1)

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la Ilustración 4-6, 4-7, y 4-8 se observa que la dosis óptima de sulfato de aluminio al 5% es de 50 ml, ya que presenta valores bajos de 89 NTU de turbiedad, 87 mg/l de SST y 21 UC del color, mientras que, en dosis menores de 10 a 40 ml y dosis mayores de 60, estos parámetros comienzan a incrementar sus valores.

4.3.1.2 Caracterización final del efluente después de la prueba de tratabilidad (M1)

Tabla 4-5: Análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua residual tratada (M1)

Características Físicas				
Parámetros	Resultados	Unidades	Valores de Referencia	Método
Materia Flotante	Ausencia	-	AUSENCIA	Organoléptico
Turbiedad	89	NTU	No especificado en Normas	Colorimétrico HACH
Color Real	21	UC (Pt-Co)	Inapreciable en dilución: 1/20	Colorimétrico HACH
Temperatura	23.9	°C	Condición Natural +/- 3	Conductimétrico
Conductividad	7.74	uS/cm	No especificado en Normas	Conductimétrico
Sólidos Suspendidos Totales	87	mg/l	130	Conductimétrico
Sólidos Totales Disueltos	213	mg/l	No especificado en Normas	Conductimétrico
Sólidos Totales	300	mg/l	1600	Conductimétrico
Características Químicas				
pH	8.2	-	6 - 9	Kit para piscina

Aceites y grasas	20.6	Mg/l	30	5520 B
DBO5	8.69	mg/l O2	100	Bod-Track II - Digestión
DQO	14.48	mg/l O2	200	Reactor, colorimétrico
Cloruros	721	mg/l	1000	Titulación con Nitrato de Plata
Cobre	0.587	mg/l	1	Colorimétrico HACH
Salinidad	4.2	%	No especificado en Normas	Conductimétrico
Características Microbiológicas				
Coliformes Fecales	0	NMP/100ml	2000	Siembra con asa bacteriológica

Fuente: LABCESTTA y Laboratorio Planta Potabilizadora de Agua San Isidro, 2022

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la Tabla 4-5 tenemos los resultados de los parámetros que se encontraban fuera de los límites máximos permisibles de la tabla 9 Límites de descargas a un cuerpo de agua dulce del AM 097-A, luego de haber pasado por la prueba de tratabilidad mediante la coagulación y floculación con ayuda del equipo de jarras.

Con esta prueba utilizando regulador de pH sólido al 2.5% m/v, sulfato de aluminio al 5% m/v y polímero catiónico al 0.01% m/v, los resultados de estos parámetros indican una buena calidad del agua encontrándose dentro de los límites permisibles de la normativa ambiental vigente y eliminado la carga orgánica producida por el suero, derrames de leche, lavado de pomos, cernideros y limpieza de las instalaciones, los resultados de los parámetros fueron: aceites y grasas 20.6 mg/l, DBO5 8.69 mg/l, DQO 14.48, turbiedad de 87 NTU, 21 UC, de 87 mg/l de SST, 213 mg/l de TDS, sólidos totales de 300 mg/l, 721 mg/l de cloruros, 0.587 mg/l de cobre, y una ausencia de coliformes fecales.

4.3.1.3 Prueba de jarras muestra 3

La Tabla 4-6 indica la adición de la disolución de los reactivos usados como regulante, coagulante y floculante, mediante el control de las revoluciones por minuto (RPM) y la observación de la formación de flóculos.

Tabla 4-6: Dosis óptimas para el Regulante de pH, coagulante y floculante (M3)

Determinación de dosis óptimas		
Reactivos	Formula	Concentración m/v
Sulfato de aluminio	(SO ₄) ₃ Al ₂ · 14 H ₂ O	10%
Regulador de pH - Sólido	N/A	10%

Polímero catiónico		(C8H16N•Cl)n		0.1%	
Dosis óptima de Regulante pH inicial:6		Dosis óptima de Coagulante		Dosis de Floculante	
ml	pH	ml	Flóculos	ml	Flóculos
2	6.3	2	Ausentes	0.1	Agrupados
2	6.98	4	Ausentes	0.2	Formados
2	7.65	6	Ausentes	0.3	Formados
2	8.38	8	Visibles	RPM	45
2	9.11	20	Visibles		
2	9.84	RPM	100		
12	9.84				
RPM	100				

Fuente: Laboratorio de la Planta Potabilizadora de Agua San Isidro

Realizado por: Villavicencio, 2022

La Tabla 4-6 indica la dosificación del Regulante de pH sólido, sulfato de aluminio y polímero catiónico en una jarra de 2000 ml con muestra de agua residual, en donde se observó una buena formación de flóculos y clarificación al ajustar el pH a 9.84 con 12 ml de regulador de pH al 10% m/v, al agregar 20 ml de sulfato de aluminio al 10% m/v y 0.3 ml de polímero catiónico al 0.1% m/v, lo que indica que las dosis óptimas se encuentran entre estos valores por lo que en la tabla 7-4 se determinara cuál de las dosis presentan mejores características.

Tabla 4-7: Dosificación de Regulante, coagulante y floculante (M3)

Dosis de Coagulante	Dosis Regulante	Dosis Floculante	Jarras	pH	Turbiedad (NTU)	SST (mg/l)	Color (UC)
10	6	0.3	1	7.54	773	976	428
15	8	0.3	2	7.26	737	980	377
20	10	0.3	3	7.24	722	984	353
25	12	0.3	4	7.4	577	721	122
30	14	0.3	5	7.37	173	238	41
35	16	0.3	6	6.51	133	137	26

Realizado por: Villavicencio, 2022

La Tabla 4-7 representa la dosificación, en 6 jarras de 2000 ml de agua residual, de sulfato de aluminio al 10% m/v entre valores de 10 a 35 ml, de regulador de pH entre 6 y 16 ml al 10% m/v y de polímero catiónico al 0.1% m/v 0.3 ml con el objetivo de no saturar la muestra.

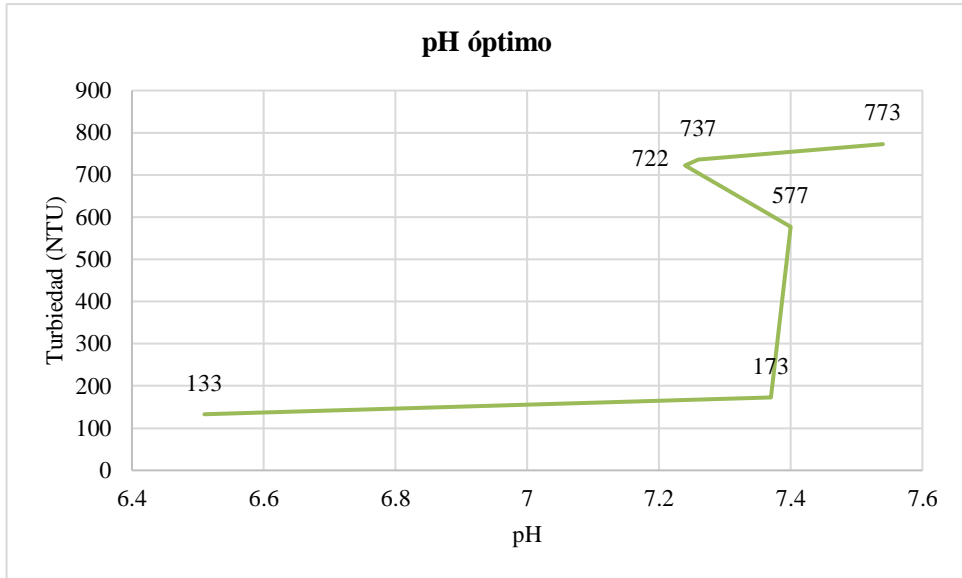


Ilustración 4-9: pH óptimo en base a la turbiedad (M3)

Realizado por: Villavicencio, 2022

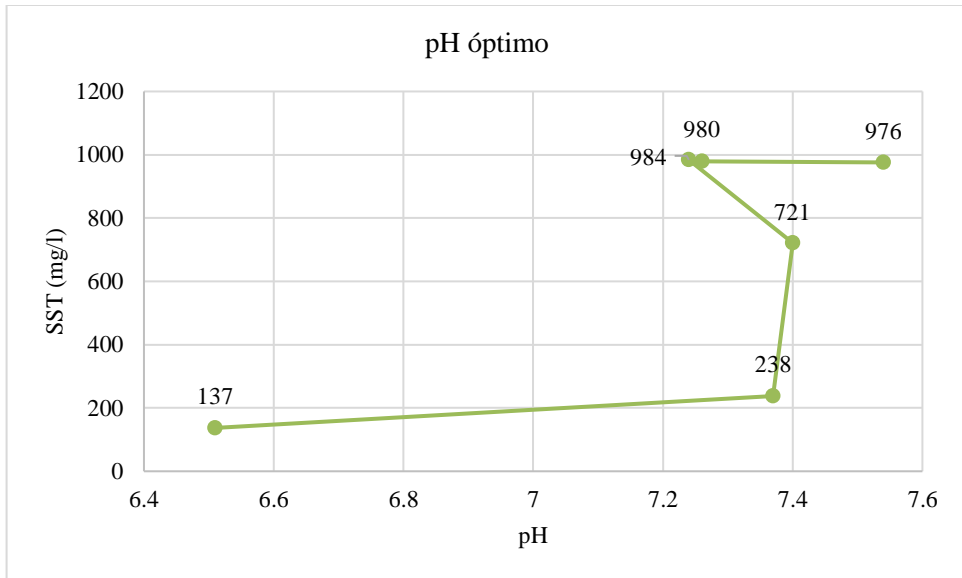


Ilustración 4-10: pH óptimo en base a los SST (M3)

Realizado por: Villavicencio, 2022

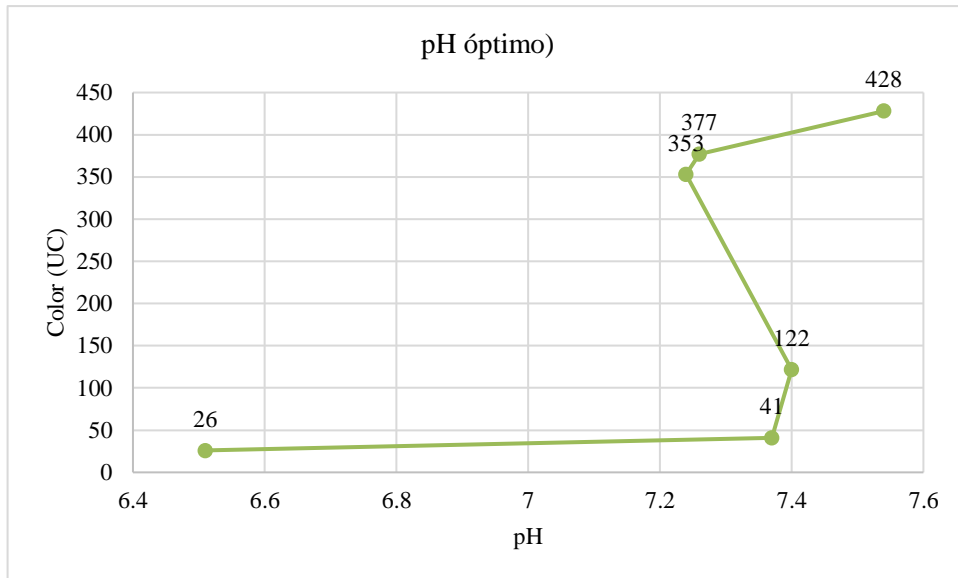


Ilustración 4-11: pH óptimo en base al color (M3)

Realizado por: Villavicencio, 2022

En el grafico 4-9, 4-10, y 4-11 se observa que la dosis optima de pH del proceso de coagulación y floculación para la remoción de la turbiedad, SST y del color es de 6.51 de la jarra 6 con 16 ml de regulador de pH al 10% m/v.

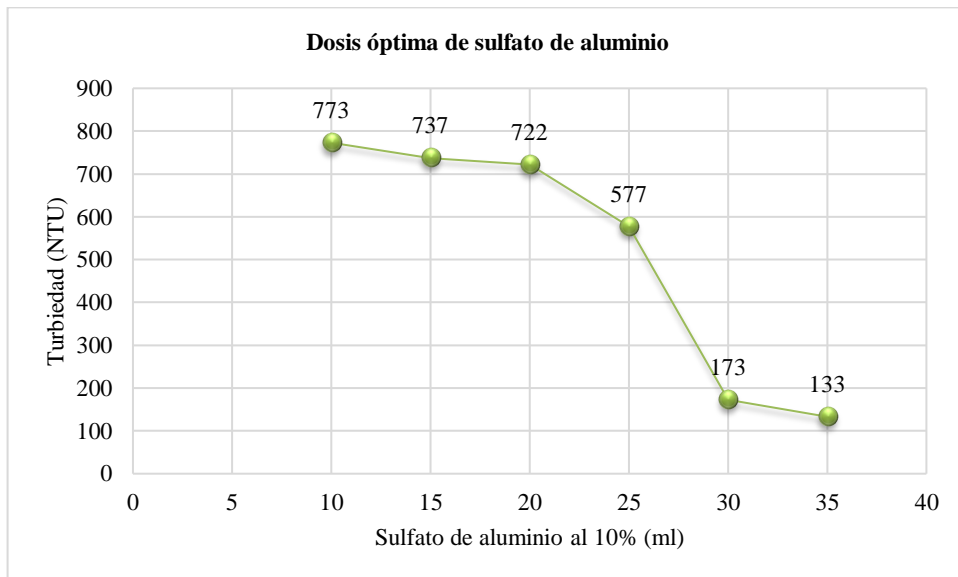


Ilustración 4-12: Dosis óptima de sulfato de aluminio al 10% en base a la turbiedad (M3)

Realizado por: Villavicencio, 2022

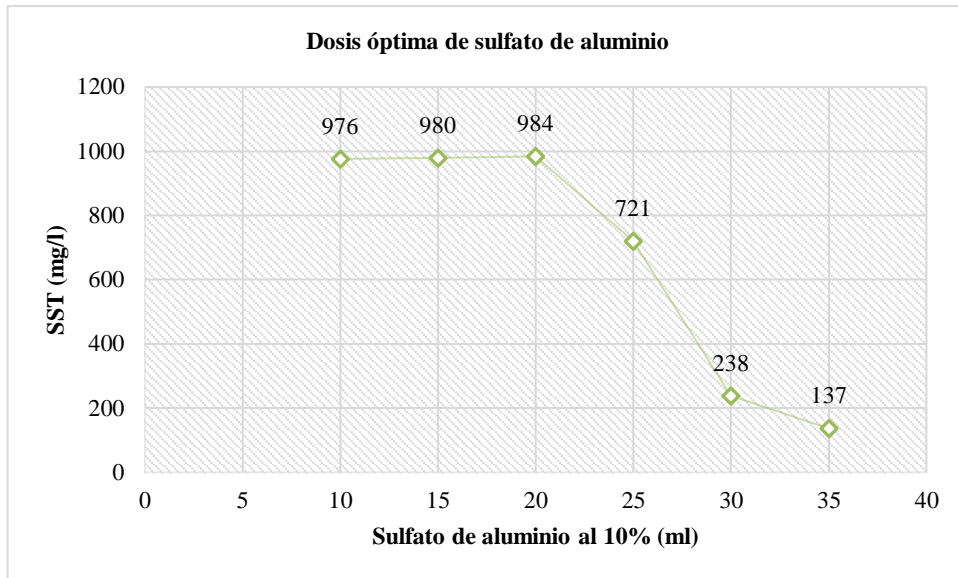


Ilustración 4-13: Dosis óptima de sulfato de aluminio al 10% en base a los SST (M3)

Realizado por: Villavicencio, 2022

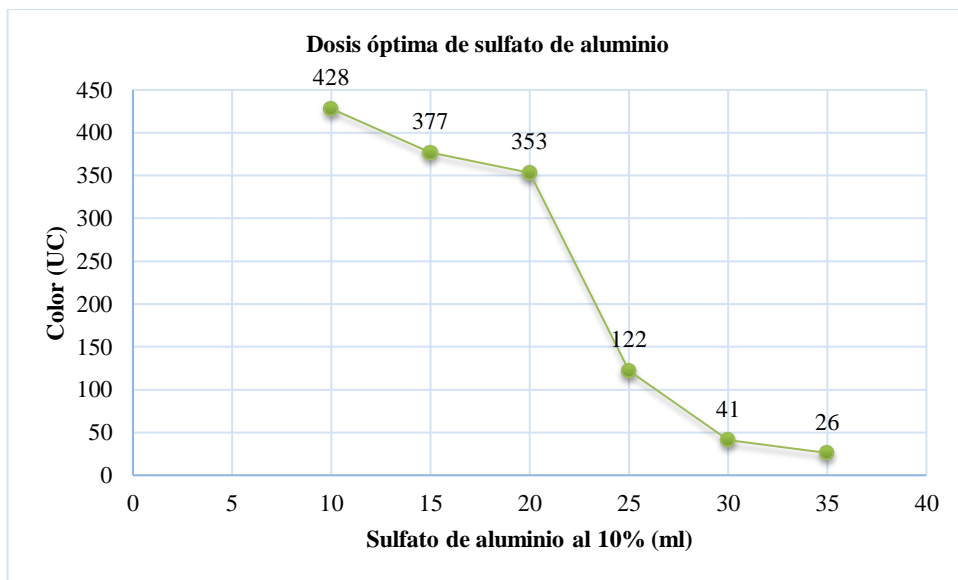


Ilustración 4-14: Dosis óptima de sulfato de aluminio al 10% en base al color (M3)

Realizado por: Villavicencio, 2022

En el gráfico 4-12, 4-13, y 4-14 se obtuvo que la dosis óptima de sulfato de aluminio al 10% m/v es de 35 ml, ya que presenta valores bajos de 133 NTU de turbiedad, 137 mg/l de SST y 26 UC del color, mientras que, en dosis menores de 10 a 30 ml, estos parámetros se encuentran valores elevados.

4.3.1.4 Caracterización final del efluente después de la prueba de tratabilidad (M3)

Tabla 4-8: Análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua residual tratada (M3)

Características Físicas				
Parámetros	Resultados	Unidades	Valores de Referencia	Método
Materia Flotante	Ausencia	-	AUSENCIA	Organoléptico
Turbiedad	133	NTU	No especificado en Normas	Colorimétrico HACH
Color Real	26	UC (Pt-Co)	Inapreciable en dilución: 1/20	Colorimétrico HACH
Temperatura	22.8	°C	Condición Natural +/- 3	Conductimétrico
Conductividad	5.52	uS/cm	No especificado en Normas	Conductimétrico
Sólidos Suspendidos Totales	137	mg/l	130	Conductimétrico
Sólidos Totales Disueltos	132	mg/l	No especificado en Normas	Conductimétrico
Sólidos Totales	269	mg/l	1600	Conductimétrico
Características Químicas				
pH	6.51	-	6 - 9	Kit para piscina
Aceites y grasas	13.2	Mg/l	30	5520 B
DBO5	69	mg/l O2	100	Bod-Track II - Digestión
DQO	138	mg/l O2	200	Reactor, colorimétrico
Cloruros	461	mg/l	1000	Titulación con Nitrato de Plata
Cobre	0.323	mg/l	1	Colorimétrico HACH
Salinidad	3.2	%	No especificado en Normas	Conductimétrico
Características Microbiológicas				
Coliformes Fecales	0	NMP/100ml	2000	Siembra con asa bacteriológica

Fuente: LABCESTTA y Laboratorio Planta Potabilizadora de Agua San Isidro, 2022

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la Tabla 4-8 se generó los resultados de los parámetros que se encontraban fuera de los límites máximos permisibles de la tabla 9 Límites de descargas a un cuerpo de agua dulce del AM 097-A, luego de haber pasado por la prueba de tratabilidad mediante la coagulación y floculación con ayuda del equipo de jarras.

Con esta prueba utilizando regulador de pH sólido al 10%, sulfato de aluminio al 10% y polímero catiónico al 0.1%, los resultados de estos parámetros indican una buena calidad del agua encontrándose dentro de los límites permisibles de la normativa ambiental vigente y eliminado la carga orgánica producida por el suero, derrames de leche, lavado de pomos, cernideros y limpieza de las instalaciones, los resultados de los parámetros fueron: aceites y grasas 13.2 mg/l, DBO5 69

mg/l lo cual fue determinado en relación al DQO ya que al encontrarse al doble de DBO5 en el límite de la tabla 9 del AM 097-A, se procedió a dividir el valor de DQO de 138 mg/l entre 2, turbiedad de 133 NTU, 26 UC, 137 mg/l de SST, 132 mg/l de TDS, solidos totales de 269 mg/l, 461 mg/l de cloruros, 0.323 mg/l de cobre, y una ausencia de coliformes fecales.

4.3.2 Porcentajes de remoción

Una vez obtenidos los resultados de la caracterización de las muestras 1 y 3 luego de aplicar las pruebas de tratabilidad y realizar su comparación con la tabla 9 de los límites de descargas a cuerpos de agua dulce del AM 097-A, se procedió a realizar el cálculo de los porcentajes de remoción.

4.3.2.1 *Porcentaje de remoción del sulfato de aluminio al 5% m/v, regulador de pH al 2.5% m/v y del polímero catiónico al 0.01% m/v.*

Tabla 4-9: Porcentajes de remoción (M1)

Parámetros	Agua residual de la quesera	Agua tratada con prueba de jarras	% de remoción
Turbiedad	776	89	88.53
Color Real	312	21	93.27
SST	946	87	90.80
TDS	2320	213	90.82
ST	3266	300	90.81
DBO5	263.9	8.69	96.71
DQO	626.67	14.48	97.69
Cloruros	1260	721	42.78
Cobre	8.18	0.587	92.82
Coliformes Fecales	19	0	100.00
Aceites y grasas	139	20.6	85.15
Promedio			88.13

Realizado por: Villavicencio, 2022

4.3.2.2 *Porcentaje de remoción del sulfato de aluminio al 10% m/v, regulador de pH al 10% m/v y del polímero catiónico al 0.1% m/v.*

Tabla 4-10: Porcentajes de remoción (M3)

Parámetros	Agua residual de la quesera	Agua tratada con prueba de jarras	% de remoción
Turbiedad	736	133	81.93
Color Real	132	26	80.30
SST	1009	137	86.42
TDS	976	132	86.48
ST	1985	269	86.45
DBO5	176.9	69	60.99
DQO	697	138	80.20
Cloruros	740	461	37.70
Cobre	3.8	0.323	91.50
Coliformes Fecales	1100	0	100.00
Aceites y grasas	64.7	13.2	79.60
Promedio			79.23

Realizado por: Villavicencio, 2022

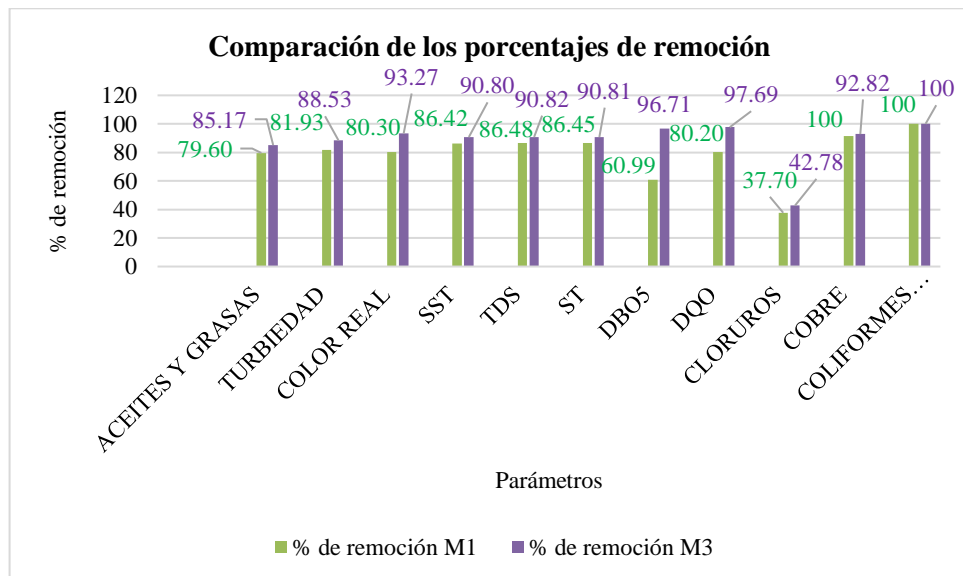


Ilustración 4-15: Comparación de los porcentajes entre la M1 Y M3

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la Tabla 4-9 y 4-10 se representan los valores de remoción de los parámetros fuera de los límites permisibles al igual que en la ilustración 4-15, con lo que se procedió elegir la prueba con sulfato de aluminio al 5%, regulador de pH al 2.5% y polímero catiónico al 0.01%, la cual mostro un porcentaje de remoción promedio de 88.13%, por lo que se procedió a realizar los cálculos de dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales con considerando estos resultados.

4.4 Resultados del dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de la quesera artesanal “Don Miranda”

Los resultados que se generan a continuación indican los valores mediante los cuales el sistema de tratamiento de las aguas residuales podrá ser implementado por la quesera artesanal “Don Miranda”.

4.4.1 Resultados del cálculo del caudal de diseño

Tabla 4-11: Resultados del cálculo del caudal

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal máximo diario	Q	m ³ /d	52.704
Caudal de diseño	Q _d	m ³ /s	7.93×10 ⁻⁴

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la tabla 4-11 se indica el caudal de diseño considerado para el dimensionamiento con el factor de seguridad siendo este de 7.93x10⁻⁴ m³/s.

4.4.2 Resultados del cálculo del canal rectangular

Tabla 4-12: Resultados del cálculo del canal

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valor
Altura del canal	H	m	0.372
Altura efectiva	h	m	0.072
Ancho	b	m	0.18
Área del canal	A	m ²	1.04×10 ⁻³

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la tabla 4-12 se encuentran los datos obtenidos del dimensionamiento del canal de forma rectangular con 0.18 m de ancho, 0.37 m de altura, con un área de 0.00104 m², y altura efectiva de 0.072 m, el cual servirá para guiar el agua residual proveniente de la quesera hacia el sistema de tratamiento.

4.4.3 Resultados del dimensionamiento del sistema de cribado o rejillas

Tabla 4-13: Resultados del dimensionamiento de las rejillas

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valor
Ancho de barras	s	m	0.005
Sumatoria de separación entre barras	b _g	m	0.158
Numero de barras	n	-	4
Longitud de las barras	l _b	m	0.53
Separación entre barras	e	m	0.03
Angulo de inclinación	Θ	grados	45

Realizado por: Villavicencio, 2022

La Tabla 4-13 presenta los resultados obtenidos para la implementación del sistema de cribado o rejillas que son 4 barras de 0.005 m de ancho, con 0.53 m de largo a 45° de inclinación para limpieza manual, el cual tiene la finalidad de separar los sólidos gruesos presentes en el agua residual que son los trozos de quesos provenientes del lavado de cernidores, de hierbas y lodo provenientes del lavado de pomas y de fundas.

4.4.4 Resultados del dimensionamiento del sedimentador primario circular

Tabla 4-14: Resultados del dimensionamiento del sedimentador primario

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valor
Área	A	m ²	1.96
Radio	r	m	0.79
Diámetro	∅	m	1.58
Reparto central	R _c	m	0.70
Volumen	V	m ³	5.71

Tiempo de retención	Tr	h	2
Altura de reparto	Δy	m	0.070
Profundidad del tanque	h	m	3

Realizado por: Villavicencio, 2022

Los resultados del dimensionamiento para el sedimentador primario se encuentran presentes en la Tabla 4-14 donde se obtuvo para el diámetro un valor de 1.58 m, para la profundidad 3 m con un tiempo de retención de 2 horas, este sistema tiene el objetivo de retener y asentar los sólidos suspendidos y demás basuras que no fueron separadas en el sistema de rejillas y puedan ocasionar posibles errores en el tratamiento.

4.4.5 Resultados del dimensionamiento del tanque de aireación

Tabla 4-15: Resultados del dimensionamiento del tanque de aireación

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valor
Profundidad	P_{TA}	m	1.38
Ancho	a	m	2.07
Tiempo de retención	Θ	h	4.60
Potencia requerida	P_w	kW	0.76

Realizado por: Villavicencio, 2022

Los resultados para el tanque de aireación se presentan en la Tabla 4-15 donde se obtuvo una profundidad para el tanque de 1.54 m, un ancho de 2.31 m, y un tiempo de retención hidráulica de 5.75 horas, el cual tiene la finalidad de aumentar el oxígeno disuelto e influir en la biodegradabilidad de la materia orgánica reduciendo el contenido de DBO y DQO.

4.4.6 Resultados del dimensionamiento del sedimentador secundario

Tabla 4-16: Resultados del dimensionamiento del sedimentador secundario

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valor
Área	A	m ²	1.96
Diámetro	\emptyset	m	1.58
Radio	r	m	0.79
Volumen	V	m ³	5.71
Tiempo de retención	T_r	h	2

Altura de reparto	Δ_y	m	0.07
Reparto central	R_c	m	0.7

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la tabla 4-16 se indican los resultados del dimensionamiento del sedimentador secundario el cual tiene un diámetro de 1.58 m, una altura de 3 m, un tiempo de retención de 2 horas y un volumen de 5.71 m³, el cual cumplirá con el objetivo de clarificar el agua con la sedimentación de sólidos suspendidos a través de su peso.

4.4.7 Resultados del dimensionamiento del tanque de coagulación y floculación

Tabla 4-17: Resultados del dimensionamiento del tanque de coagulación y floculación

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valor
Área	A	m ²	1.37
Diámetro	\emptyset	m	1.32
Radio	R	m	0.66
Volumen	V	m ³	3.42
Tiempo de retención	T_r	h	1.2
Gradiente de la velocidad del fluido	G	s ⁻¹	41.75
Potencia disipada de la muestra	W	HP	8
Área de la paleta	A	m ²	0.031
Longitud de la paleta	l	m	0.39
Ancho de la paleta	b	m	0.078

Realizado por: Villavicencio, 2022

La Tabla 4-17 nos indica los datos para el tanque de coagulación y floculación donde se obtuvo un diámetro de 1.32 m para una capacidad de 3.42 m³, el cual eliminara las partículas coloidales y clarificara el agua mediante la decantación de los sólidos añadiendo 280 ml de regulador de pH sólido al 2.5% m/v, 50 ml de sulfato de aluminio al 5% m/v, y 0.3 ml de floculante catiónico al 0.01% m/v por cada dos litros de agua residual.

4.4.8 Resultados del dimensionamiento del filtro

Tabla 4-18: Resultados del dimensionamiento del filtro

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valor
Numero de filtros	n	-	1
Área del filtro	A	m ²	0.14
Ancho del filtro	Ø	m	0.37
Altura del lecho filtrante	R	m	2.15
Altura total	V	m ³	2.7
Espesor de la capa de grava	e _{cg}	m	0.45
Espesor de la capa de arena	e _a	m	0.30
Espesor de la capa de carbón activado	e _{ca}	m	0.60
Espesor de la capa de zeolita	e _{cz}	m	0.80

Realizado por: Villavicencio, 2022

En la Tabla 4-18 se presenta la composición del filtro y los datos para su implementación, las capas del filtro están formadas por un ancho de 0.37 m y una altura de grava de 0.45 m, de arena de 0.30 m, de carbón activado de 0.60 m, y de zeolita de 0.80 m, considerando el factor de seguridad se tiene una altura total de 2.7 m, este sistema permitirá la clarificación del agua residual y eliminará los últimos solidos que hayan pasado de los procesos anteriores.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se determinó que el caudal máximo diario fue de 0.61 l/s y el de diseño de $52.704 \frac{m^3}{d}$, con la aplicación del método de aforo volumétrico en el tubo a la cual se conectan todas las descargas provenientes de la quesera.
- Se realizó la caracterización física, química y microbiológica del agua residual proveniente de la quesera durante su proceso de producción donde se encontró a varios parámetros por encima de los valores permisibles de la Tabla 9 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce del AM 097-A, los cuales fueron aceites y grasas con un valor de 139 mg/l, cloruros con 1260 mg/l, cobre con 8.18 mg/l, color con 312 UC, DBO5 con 263.9 mg/l, DQO con 626.67 mg/l, pH con 5.8, sólidos suspendidos totales con 946 mg/l, sólidos totales con 3266 mg/l y también presencia materia flotante debido a los restos de quesos, todos estos valores son característicos de las industrias lácteas por la carga orgánica que presenta el suero.
- La prueba de jarras como tratabilidad al agua residual de la quesera con parámetros fuera de la norma demostró un porcentaje de remoción de 88.53% de turbiedad, 93.27% de color, 90.80% de sólidos suspendidos totales, 90.82% de sólidos disueltos totales, 90.81% de sólidos totales, 96.71% de DBO5, 97.69% de DQO, 42.78% de cloruros, 92.82% de cobre, 85.15% de aceites y grasas, y el 100% de coliformes fecales, permitiendo de esta manera estar dentro de los límites máximos permisibles y cumplir con la normativa ambiental.
- La planta de tratamiento de aguas residuales provenientes de la quesera “Don miranda” está compuesta por un canal rectangular de 0.18 m de ancho y una altura de 0.372 m; rejillas de 4 barras de 0.005 m de ancho y con una longitud de 0.53 m; un sedimentador primario de 1.58 m de diámetro, con una profundidad de 3 m y con capacidad de 5.71 m³; un sistema de aireación por difusores con un ancho de 2.31 m, y una profundidad de 1.54 m; un tanque de coagulación y floculación de 1.32 m de diámetro y capacidad de 3.42m³; un sedimentador secundario de 1.58 m de diámetro y capacidad de 5.71 m³; y por ultimo tratamiento, un filtro de 0.37 m de ancho por 2.7 m de alto con 2.15 m de leche filtrante, logrando de esta manera evitar la contaminación al río Arapicos y poder desechar una agua de buena calidad para el ambiente.

5.2 Recomendaciones

- Realizar más pruebas de tratabilidad como aeración, sedimentación y filtración, así como también usar distintos tipos de coagulantes en las pruebas de jarras.
- Utilizar el suero de la leche en la alimentación de animales, elaboración de bebidas y otros alimentos para evitar la descarga directa del suero a las fuentes hídricas.
- Como una forma de ayuda al medio donde vivimos la quesera tiene que implementar un sistema de tratamiento a sus efluentes generados para que de esta manera se dé cumplimiento con la normativa de descargas hacia cuerpos de agua dulce presente en el Acuerdo Ministerial 097-A, en la Tabla 9 del Anexo 1 del libro VI del TULSMA y así incitar a otras empresas a cuidar y reducir la contaminación del ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

ALARCÓN, T; et al. *Arsénico en Agua: presencia, cuantificación analítica y mitigación* [en línea]. Chihuahua-México: Centro de Investigación en Materiales Avanzados, 2013. [Consulta: 07 agosto 2022]. Disponible en: [https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1056/1/Libro 2013-Arsenico en el Agua con ISBN.pdf](https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1056/1/Libro%202013-Arsenico%20en%20el%20Agua%20con%20ISBN.pdf).

ALBÁN, N., & JARA, C. Diseño y Construcción de una Planta De Tratamiento Prototipo de Aguas Residuales para la empresa de lácteos San Salvador (Trabajo de titulación). [En línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS. Riobamba-Ecuador. 2017. p. 12. [Consulta: 06 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8548>.

ARAUJO, Á; et al. “Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental”. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [en línea], 2013, (Colombia) 4(2), pp. 55–66. [Consulta: 01 agosto 2022]. DOI 10.22490/21456453.992. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/316000756_Aprovechamiento_del_lactosuero_como_fuente_de_energia_nutricional_para_minimizar_el_problema_de_contaminacion_ambiental.

ARNELL, M; et al. “Multi-objective performance assessment of wastewater treatment plants combining plant-wide process models and life cycle assessment”. *Journal of Water and Climate Change* [en línea], 2017, (Suecia) 8(4). [Consulta: 20 junio 2022]. ISSN 2040-2244. DOI 10.2166/wcc.2017.179. Disponible en: <https://iwaponline.com/jwcc/article/8/4/715/37936/Multiobjective-performance-assessment-of>.

AYED, A; et al. “Optimization of the Decolorization of the Reactive Black 5 by a Laccase-like Active Cell-Free Supernatant from *Coriolopsis gallica*”. *MDPI* [en línea], 2022, (Francia) 10(6), p. 2. [Consulta: 03 junio 2022]. DOI <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061137>. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2607/10/6/1137>.

BEDOYA, J; et al. “Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial en el tratamiento de las aguas residuales generadas en la institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Colombia”. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea], 2014, (Colombia) 30(3), pp. 275–283. [Consulta: 23 junio 2022]. ISSN 01884999. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v30n3/v30n3a4.pdf>.

CABEZAS ROJAS, N. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales de la industria quesera el Sinche, parroquia Guanujo, cantón Guaranda (Trabajo de titulación). [en línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS. Riobamba-Ecuador. 2017. pp. 1-83. [Consulta: 11 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7906>.

CABRERA, M; et al. “Prototipo para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria quesera en el cantón Guano, provincia de Chimborazo”. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA* [en línea], 2018, (Ecuador) 1(2), pp. 20–29. [Consulta: 04 agosto 2022]. ISSN 26312654. DOI 10.37135/unach.ns.001.02.02. Disponible en: <http://novasinerzia.unach.edu.ec/index.php/novasinerzia/article/view/50>.

CALDERÓN HIDALGO, R. Evaluación y mejora del sistema de tratamiento fisicoquímico de agua residual de una industria de galvanoplastia (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA, CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Quito-Ecuador. 2021. pp. 3-122. [Consulta: 03 junio 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25653>.

CAMARGO GAONA, L., & YAMBAY SANTAMARÍA, B. Elaboración de ladrillos artesanales mediante el aprovechamiento de lodos resultantes del proceso de depuración en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Quitumbe (Trabajo de titulación). [en línea]. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA, CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL. Quito-Ecuador. 2020. p. 16. [Consulta: 03 junio 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20679>.

CAMARGO, N. Reducción de cobre de efluentes mineros mediante el método redox en la provincia de Lurín-Lima-2018 (Trabajo de titulación). [En línea]. Universidad Continental, FACULTAD DE INGENIERÍA, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental. Huancayo-Perú. 2019. p. 34. [Consulta: 07 agosto 2022]. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6923/2/IV_FIN_107_TE_Camargo_Colquechagua_2019.pdf.

CAZORLA VINUEZA, X. Propuesta de diseño de un sistema de tratamiento biológico de aguas residuales de la comunidad “El tejtar Balbanera ” en Guamote (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE INGENIERÍA, CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL. Riobamba-Ecuador. 2018. pp. 8-12. [Consulta: 02 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4947/1/UNACH-EC-ING-AMBT-2018-0015.pdf>.

CÉSPEDES, D. TRATAMIENTO TERCIARIO DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EMPLEANDO A *Chlorella sp.* Y CONVERSIÓN DE LA BIOMASA MICROBIANA POR PIRÓLISIS LENTA (Trabajo de titulación). [En línea]. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Departamento de Microbiología. Bogotá-Colombia. 2019. p. 15. [Consulta: 05 junio 2022]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/43200/Cartas.pdf?sequence=4&isAllowed=n>.

CHARIGUAMÁN, L. Diseño de un sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas en la planta procesadora ‘lácteos oriente del ecuador’, ubicada en la provincia Pastaza (Trabajo

de titulación). [En línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Riobamba-Ecuador. 2018. p. 30. [Consulta: 07 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8650/1/96T00452.pdf>.

CHAVÉZ-VERA, I. “Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales”. *Dominio de las ciencias* [en línea], 2017, (Ecuador) 3(1), pp. 23–540. [Consulta: 12 mayo 2022]. DOI 10.23857/dc.v3i1.615. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/615/pdf>.

CHUIZA-ROJAS, M; et al. “Clarificación de un agua residual de una industria láctea mediante coagulación con Tuna (*Opuntia ficus indica*)”. *Ciencia e Ingeniería* [en línea], 2019, (Venezuela) 40(3), pp. 246. [Consulta: 03 mayo 2022]. ISSN 2244-8780. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507567854003>.

COCHE, A. *Construcción de estanques para la piscicultura en agua dulce*. Roma-Italia: FAO, 1993. ISBN 9253028726. pp.43-46.

CORONA LISBOA, J. “Estado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas de la cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela”. *Multiciencias* [en línea], 2011, (Venezuela) 11(4), pp. 345–352. [Consulta: 12 mayo 2022]. ISSN 1317-2255. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/904/90421972003.pdf>.

CORTEZ LATORRE, J. 2018. LECHERÍA E INDUSTRIA QUESERA EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL, FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS. Santa Fe-Ecuador. 2018. pp. 13-14 [Consulta: 04 mayo 2022]. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1162/TFI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CRITES, R; & TCHOBANOGLUES, G. *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Santafé de Bogotá-Colombia: McGraw-Hill, 2000. ISBN 9684100424, p. 46.

CUENCA ACARO, L. Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Tingo la Esperanza, ubicada en el Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA, CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL. Quito-Ecuador. 2018. [Consulta: 03 junio 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15372>.

DELGADILLO, O; et al. 2010. *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. Cochabamba-Bolivia: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua. ISBN 9789995476625.

ESCUADERO, F; & GALVE, M. *Las cloacas de Caesaruagusta y elementos de Urbanismo y Topografía de la ciudad antigua* [en línea]. Zaragoza-España: Institución Fernando el Católico,

2013. [Consulta: 31 julio 2022]. ISBN 9788499112312. Disponible en: https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/33/21/_ebook.pdf.

FAO. “Dairy Market Review: Overview of global dairy market developments in 2020”. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* [en línea], 2021, (Italia), p. 2. [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cb4230en/cb4230en.pdf>.

FRAUME, N. *Diccionario Ambiental* [en línea]. Bogotá-Colombia: Ecoe Ediciones, 2007. . [Consulta: 12 mayo 2022]. ISBN 9781449277215. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/esepoch/69025?page=83>.

FREIRE, C. Estudio de un sistema piloto para tratamiento de aguas residuales domiciliarias en la comunidad Bella Unión del Napo, provincia de Orellana (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA, CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL. Quito-Ecuador. 2019. [Consulta: 03 junio 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20076>.

FÚQUENE, D; & YATE, A. “Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales”. *ECAPMA* [en línea], 2018, (Colombia) 2(1). [Consulta: 06 agosto 2022]. DOI <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2771>. Disponible en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/2771/2857>.

GAD DE SANTA MARIANITA DE JESÚS. “ACTUALIZACIÓN Y ALINEACIÓN DEL PLANO DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SANTA MARIANITA DE JESÚS PERIODO 2020 – 2023, CON EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2021-2025”. *GADPSMJ* [en línea], 2022, (Ecuador), pp. 16-43. [Consulta: 20 junio 2022]. Disponible en: <https://www.gadsantamarianita.gob.ec/wp-content/uploads/2022/03/PDOT-GADP-SANTA-MARIANITA-DE-JESUS-2020-2023-Actualizacion-2022.pdf>.

GONZÁLEZ, M. *Biorremediación y tratamiento de efluentes* [en línea]. Santa Fe-Argentina: El Cid Editor | apuntes. 2009. [Consulta: 20 junio 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/esepoch/28454>

GONZÁLEZ, M. de J. “Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea”. *Mundo pecuario* [en línea], 2012, (Argentina) 8(1). [Consulta: 01 agosto 2022]. Disponible en: http://produccionbovina.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/37-industria.pdf.

GONZÁLEZ, A; & RAMÍREZ, J. *Manual Piragüero Medición de Caudal, Programa Integral-Red Agua* [En línea]. Medellín-Colombia: Corantioquia, 2014. [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: https://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual_Medición_de_Caudal.pdf

GRIJALVA, J. “La industria lechera en Ecuador: un modelo de desarrollo”. *Retos* [en línea], 2011, (Ecuador) 1(1), p. 66. [Consulta: 31 julio 2022]. ISSN 1390-6291. DOI 10.17163/ret.n1.2011.08. Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjHoLXD5aL5AhXxZTABHcUqCx8QFnoECEQQAQ&url=https%3A%2F%2Fdiainet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5967020.pdf&usg=AOvVaw2i3o7BNvN9DXcIE-6ar2zf>.

GUAÑA, E. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA DE LÁCTEOS LACTOGAL CIA. LTDA (Trabajo de titulación). [en línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Riobamba-Ecuador. 2014. [Consulta: 07 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3206/1/96T00240.pdf>.

GUERRA, L. Diseño de un prototipo de planta de tratamiento de aguas residuales procedentes de la quesera Isabel ubicada en el Sector Langos el Cisne del Cantón Guano Provincia de Chimborazo (Trabajo de titulación). [en línea]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE INGENIERÍA, ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL. Riobamba-Ecuador. 2014. [Consulta: 4 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/809>.

GUERRERO HIDALGO, H. REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA PILAHUÍN, CANTÓN AMBATO (Trabajo de titulación). [En línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS. Riobamba-Ecuador. 2014. [Consulta: 01 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3499>.

GUILLEN, J; et al. “Estudio de los procesos de remoción de hierro y manganeso en aguas subterráneas: una revisión”. *Polo del Conocimiento* [en línea], 2021, (Ecuador) 6(9), p. 1385. [Consulta: 12 marzo 2022]. DOI 10.23857/pc.v6i9.3118. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi46IDQy7T5AhXbQTABHax7AhoQFnoECCgQAQ&url=https%3A%2F%2Fdiainet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F8094613.pdf&usg=AOvVaw2VAP_xhTg0NFoqTH7FtpnT.

HERNÁNDEZ, W; & VÁSCONEZ, J. Diseño y construcción de una planta de tratamientos de aguas residuales: Quesera “El Salinerito”, Salinas, Bolívar (Trabajo de titulación). [En línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS. Riobamba-Ecuador. 2014. pp.3-79. [Consulta: 01 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3650>.

INEC. *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales* [en línea]. 4ª ed. Ecuador: *Ecuador en cifras*, 2021. [Consulta: 31 julio 2022]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2020/Agua_potable_alcantarillado_2020/Boletin_tecnico_APA_2020_VF.pdf.

INEN. NTE INEN 2169:2013 [en línea]. Ecuador: *Ministerio del Trabajo*, 2013a. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-MANEJO-Y-CONSERVACION-DE-MUESTRAS.pdf?x42051>.

INEN. NTE INEN 2176:2013 [en línea]. Ecuador: *Ministerio del Trabajo*, 2013b. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2176-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-TECNICAS-DE-MUESTREO.pdf?x42051>.

INTI. *Valorización del lactosuero* [en línea]. San Martín-Colombia: Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2017. [Consulta: 04 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/lactosuero.pdf>.

JIMÉNEZ, V. DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA DE LÁCTEOS SANTA CRUZ- SANTIAGO DE PILLARO – AMBATO LTDA (Trabajo de titulación). [En línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Riobamba-Ecuador. 2019. [Consulta: 06 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10792>.

LADINO, A. Evaluación técnico-económica preliminar de la producción industrial de una bebida láctea simbiótica fermentada a partir de suero lácteo (Trabajo de titulación). [En línea]. Universidad De La Salle, Facultad De Ingeniería, Programa de Ingeniería de Alimentos. Bogotá-Colombia. 2021. [Consulta: 02 junio 2022]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1739&context=ing_alimentos.

LAZCANO, C. *Biotecnología ambiental de aguas y aguas residuales* [en línea]. 2ª ed. Bogotá-Colombia: Ecoe Ediciones, 2016. [Consulta: 20 junio 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/esPOCH/122526?page=268>.

LOMBEIDA, L. DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA UNA EMPRESA DE CURTIEMBRE (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, CARRERA DE QUÍMICA. Quito-Ecuador. 2017. [Consulta: 06 agosto 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/186602/PPAU0156-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y%0Ahttp://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127%0Ahttp://www.scielo.br/pdf/rae/v45n1/v45n1a08%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j>

LOPEZ, R; & HERRERA, K. Planta de tratamiento de aguas residuales para reúso en riego de parques y jardines en el distrito de la Esperanza, provincia Trujillo. La Libertad (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, FACULTAD DE INGENIERIA, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL. Trujillo-Perú. 2015. pp. 8-125. [Consulta: 03 agosto 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/1981>.

LORENZO-ACOSTA, Y. “Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación”. *ICIDCA* [en línea], 2006, (Cuba) 40(2), pp. 14–16. ISSN 0138-6204. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120664002>.

MAATE. *REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, Decreto Ejecutivo 3516*. Ecuador: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2015. pp. 2-32.

METCALF; & EDDY. *Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización. 4ª ed.* Madrid-España: Mac Graw Hill, 1995. ISBN 0070416907, pp.2-108. Disponible en: https://www.academia.edu/35963101/Ingeniería_de_aguas_residuales_Volumen_1_3ra_Edición_METCALF_and_EDDY_FREELIBROS_ORG_pdf.

MOLINA, L. ANALISIS DE CALIDAD DEL AGUA EN EL SECTOR URBANO DEL MALECON DE MANTA, PROVINCIA DE MANABI (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO, FACULTAD DE ARTES LIBERALES Y CIENCIAS AMBIENTALES. Samborondón-Ecuador. 2015. pp. 12-13. [Consulta: 03 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2178/1/FINAL.pdf>.

MONJE, V; et al. “Prediction of mass and volumetric flows in a full-scale industrial waste treatment plant”. *Chemical Engineering Journal* [en línea], 2022, (Dinamarca) 445(1). [Consulta: 13 junio 2022]. ISSN 13858947. DOI 10.1016/j.cej.2022.136774. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1385894722022690>.

MULLOR, C. “ESTUDIO DE LA SALINIDAD DE LAS AGUAS DE ESCORRENTÍA EN EL ENTORNO AGRÍCOLA DE LOS RÍOS SEGURA-VINALOPÓ”. *Dspace* [en línea], 2017, (España) 1(1), p. 8. [Consulta: 07 agosto 2022]. Disponible en: http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4297/1/TFG_Mullor_Real%2C_Cristina.pdf.

OCAMPO, M. “Tratamiento de aguas residuales”. *INCyTU* [en línea], 2019, (México) 52(55), p. 1. [Consulta: 03 junio 2022]. Disponible en: https://foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos/Completa/INCYTU_19-028.pdf.

OECD-FAO. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021–2030* [en línea]. Paris-Francia: OECD Publishing, 2021. [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/agr-outl-data-%0Ahttp://www.fao.org/documents/card/en/c/cb5332en>.

- OÑATE, H; & CHINCHILLA, M.** “Polielectrolito catiónico como coagulante empleado para remover aceites y grasas de aguas residuales de una industria láctea”. *Tecnura* [en línea], 2021 (Colombia) 25(69), p. 122. [Consulta: 19 abril 2022]. ISSN 2248-7638. DOI 10.14483/22487638.15767. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/15767>.
- PAGUAY, J.** DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH (Trabajo de titulación). [En línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Riobamba-Ecuador. 2013. [Consulta: 07 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2529/1/96T00211.pdf>.
- PARRA HUERTAS, R.** “Lactosuero: importancia en la industria de alimentos”. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín [en línea], 2009 62(1). [Consulta: 02 junio 2022]. ISSN 0304-2847. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000100021&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- PORWAL, H; et al.** “Biodegradation of dairy effluent by using microbial isolates obtained from activated sludge”. *Water Resources and Industry* [en línea], 2015 9(1), p. 2. [Consulta: 25 abril 2022]. ISSN 22123717. DOI 10.1016/j.wri.2014.11.002. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wri.2014.11.002>.
- QUISPE, M; et al.** 2020. *Aplicaciones tecnológicas de tratamiento de aguas residuales* [en línea]. Ciudad de México-México: Voces de la Educación, 2020. [Consulta: 10 abril 2022]. ISBN 978-607-98840-5-5. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/esPOCH/188961?page=16>.
- RAFFO, E; & RUIZ, E.** “Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno”. *Industrial Data* [en línea], 2014, (Perú) 17(22), p. 75. [Consulta: 07 agosto 2022]. ISSN 15205126. DOI 10.1021/ja00334a047. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>.
- RAMALHO, R.** *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona-España: Editorial Reverté 1996. ISBN 978-84-291-9207-7. pp. 585-683.
- RAMÍREZ, H; & JARAMILLO, J.** “Agentes Naturales como Alternativa para el Tratamiento del Agua”. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* [en línea], 2015, (Colombia) 11(2). [Consulta: 07 agosto 2022]. ISSN 2500-5316. DOI <http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.1303>. Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/1303/1359>.
- REAL, L.** “Industria Láctea con Mejores Condiciones de Producción”. *Gestión* [en línea], 2013, (Ecuador), p. 36. [Consulta: 31 julio 2022]. Disponible en: <https://revistagestion.ec/index.php/empresas/industria-lactea-con-mejores-condiciones-de-produccion#:~:text=La industria láctea en el,una parte de la oferta>.

- RESTREPO, H.** EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, FACULTAD DE MINAS. Medellín-Colombia. 2009. [Consulta: 06 agosto 2022]. Disponible en: [http://downloads.esri.com/archydro/archydro/Doc/Overview of Arc Hydro terrain preprocessingworkflows.pdf%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.11.003%0Ahttp://sites.tufts.edu/gis/files/2013/11/Watershed-and-Drainage-Delineation-by-Pour-Point.pdf%0Awww](http://downloads.esri.com/archydro/archydro/Doc/Overview_of_Arc_Hydro_terrain_preprocessingworkflows.pdf%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.11.003%0Ahttp://sites.tufts.edu/gis/files/2013/11/Watershed-and-Drainage-Delineation-by-Pour-Point.pdf%0Awww).
- RIGOLA, M.** *TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES: AGUAS DE PROCESO Y RESIDUALES*. Barcelona-España: MARCOMBO, S.A., 1990. ISBN 84-267-0740-8.
- RODRÍGUEZ, P.** *Hidráulica II*. Oaxaca-México: s.n., 2008. ISBN 2013206534. p. 70
- ROMERO, J.**, 1999. *Potabilización del agua. 3a ed.* Ciudad de México-México: s.n.
- SAENZ, L.** Diseño Del Sistema De Tratamiento Y Reutilización De Agua Residual en la Planta De Lácteos Oasis (Trabajo de titulación). [En línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Riobamba-Ecuador. 2013. [Consulta: 01 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2529>.
- SÁNCHEZ, J; & ROMÁN, S.** Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales para una empresa empaquera y exportadora de camarón en la ciudad de Guayaquil (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. Guayaquil-Ecuador. 2020. p. 13. [Consulta: 07 agosto 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19149/4/UPS-GT002985.pdf>.
- SANTANA, J; et al.** “Evaluación de *Ulex Europaeus* (FABACEAE) como Coagulante Natural para el Tratamiento del Agua”. *Producción + Limpia* [en línea], 2021, (Colombia) 16(1), pp. 102–103. [Consulta: 03 junio 2022]. DOI 10.22507/pml.v16n1a6. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/2652>.
- SORIA, K.** Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la planta de lácteos “San Jacinto”, ubicada en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo (Trabajo de titulación). [En línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 6. [Consulta: 06 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13599>.
- TAFUR, L; & QUEVEDO, R.** ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CROMADAS CON QUITOSANO EXTRAÍDO DEL EXOESQUELETO DE CAMARÓN (Trabajo de titulación). [En línea]. UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL. Tolima-Colombia. 2014. pp. 44-45. [Consulta: 06 agosto 2022]. Disponible en:

<https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/diger-kitaplar/TBSA-Beslenme-Yayini.pdf>.

VALENCIA, E; & RAMÍREZ, M. 2009. “La industria de la leche y la contaminación del agua”. Redalyc [en línea], 2009, (México) 16(73), pp. 27–28. [Consulta: 01 agosto 2022]. ISSN 0187-9073. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=29411996004>.

VALLEJO, A. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la quesera “El pajonal” Quimiag 2013 (Trabajo de titulación). [En línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS. Riobamba-Ecuador. 2014. pp. 2-4. [Consulta: 04 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3640>.

VELASTEGUI SANUNGA, M. Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales de la quesera Doña Isabelita “cantón Guano” (Trabajo de titulación). [En línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL. Riobamba-Ecuador. 2020. pp. 4-91. [Consulta: 02 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14270>.

VILLÓN, M. *Hidráulica de canales. 2a ed.* Lima-Perú: Editorial Villón, 2007. ISBN 99778660816. p.139.

WIKI. *Ingeniería de aguas residuales.* Madrid-España: Wiki, 2007. ISBN 9781449211493. pp. 2-6.



ANEXOS

ANEXO A. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA QUESERA



1. Recepción de la leche



2. Cernido de la leche



3. Salado de la leche



4. Enfriamiento de la leche salada



5. Lavado de cernideras y pomos



6. Adición del cuajo



7. Coagulación de la leche



8. Corte de la cuajada



9. Cernido del suero



10. Almacenamiento y enfundado de los quesos

ANEXO B. MEDICIÓN DEL CAUDAL



1. Materiales



2. Toma de volumen (V) y tiempo (t)

ANEXO C. TOMA DE MUESTRA

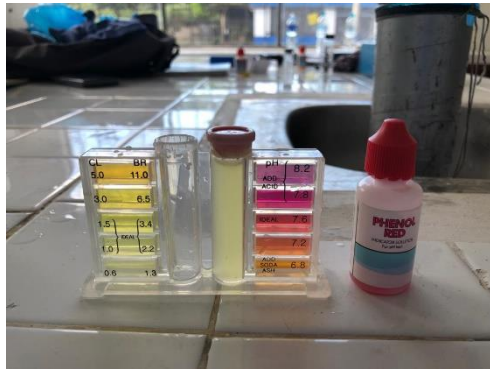


1. Toma de la muestra para análisis microbiológico



2. Toma de muestra para análisis físico químico

ANEXO D. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA



1. Análisis del pH



2. Análisis de cloruros





3. Análisis de coliformes fecales



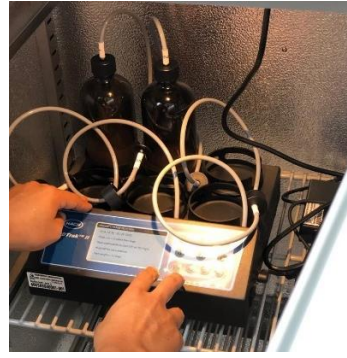
4. Análisis del cobre



5. Análisis del hierro



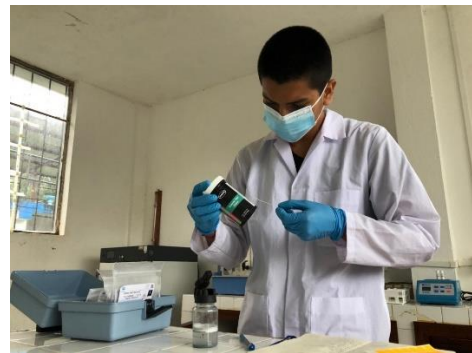
6. Análisis de la temperatura, sólidos disueltos totales, salinidad y conductividad



7. Análisis de la demanda bioquímica de oxígeno



8. Análisis de la demanda química de oxígeno



9. Análisis del mercurio



10. Análisis de sólidos suspendidos totales, turbiedad, color, manganeso, fosforo y sulfatos

ANEXO E. PRUEBA DE JARRAS



1. Dilución de los reactivos



2. Homogenización de la muestra



3. Llenado de las jarras



4. Adición de regulante, coagulante y floculante



5. Análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos



ANEXO F. CERTIFICADO DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

QUESERA “DON MIRANDA”

Santa Marianita de Jesús – Sucúa – Morona Santiago

Sucúa, 25 de Julio del 2022

Yo, Sandra Noemí Miranda Flores, gerente de la quesera “Don Miranda”, certifico que el Sr. Jairo Rene Villavicencio Guapizaca con C.I. 140132026-0, ha llevado a cabo su trabajo de integración denominado “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA QUESERA ARTESANAL “DON MIRANDA” EN EL CANTÓN SUCÚA. PROVINCIA MORONA SANTIAGO”, en las instalaciones de mi empresa con el objetivo de contribuir con el cuidado ambiental, evitar el incumplimiento de normativa ambiental vigente en nuestro país y ayudar al bienestar de la población.

Atentamente



Sra. Sandra Miranda

C.I. 1400646798

Teléfono: 0993053034

Gerente de la quesera “Don Miranda”

ANEXO G. INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA 1 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA "DON MIRANDA"



INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Procedencia de la Muestra: Quesera "Don Miranda"

Fecha de muestreo: Jueves, 26 de Mayo de 2022

Hora de muestreo: 10:24 - 14:24

Hora de análisis: 15:00

Tipo de muestreo: Agua residual de una quesera

Responsable de muestreo: Jairo Villavicencio

RESULTADOS				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MATERIA FLOTANTE	Visible	-	AUSENCIA	Organoléptico
TURBIEDAD	776	NTU	No especificado en Normas	Colorimétrico HACH
COLOR REAL	312	UC (Pt-Co)	Inapreciable en dilución: 1/20	Colorimétrico HACH
TEMPERATURA	21	°C	Condición Natural +/- 3	Conductimétrico
CONDUCTIVIDAD	4.51	uS/cm	No especificado en Normas	Conductimétrico
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	946	mg/l	130	Conductimétrico
SÓLIDOS TOTALES DISUÉLTOS	2320	mg/l	No especificado en Normas	Conductimétrico
SÓLIDOS TOTALES	3266	mg/l	1600	Conductimétrico
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	5.8	-	6 - 9	Kit para piscina
DBO5	263.9	mg/l O2	100	Bod-Track II - Digestión
DQO	626.67	mg/l O2	200	Reactor, colorimétrico
ARSÉNICO	0	mg/l	0.1	Tiras semicuantitativas
CLORUROS	1260	mg/l	1000	Titulación con Nitrato de Plata
COBRE	8.18	mg/l	1	Colorimétrico HACH
FLUORUROS	0.24	mg/l	5	Colorimétrico HACH
FÓSFORO TOTAL	6.81	mg/l	10	Colorimétrico HACH
MANGANESO TOTAL	1.506	mg/l	2	Colorimétrico HACH
SALINIDAD	2.4	%	No especificado en Normas	Conductimétrico
SULFATOS	195	mg/l	1000	Colorimétrico HACH
HIERRO	6.78	mg/l	10	Colorimétrico HACH
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
COLIFORMES FECALES	19	NMP/100ml	2000	Siembra con asa bacteriológica

Los resultados obtenidos se comparan con el AM 097A - Norma del Registro Oficial - ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA. Tabla 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Análisis de resultados: Los análisis de resultados serán presentados en el libro de tesis de grado, el presente son exclusivamente los resultados obtenidos.

Conclusiones: Los parámetros que se encuentran fuera de la norma son la materia flotante, el color real, los sólidos suspendidos totales, los sólidos totales, el pH, la DBO5, la DQO, los cloruros y el cobre.



Elaborado por:

Jairo Villavicencio
Tesisista de grado de la carrera de Ingeniería Ambiental ESPOCH

Revisado y aprobado por:

Bqf. John Ortiz Simbaña
Analista de Laboratorio II

ANEXO H. INFORME DE ACEITES Y GRASAS DE LA MUESTRA 1 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

 LABCESTTA <small>TECNOLOGÍA Y CALIDAD</small>	DEPARTAMENTO: ANALITICALAB	 SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO <small>Acreditación N° SAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS</small>
--	---------------------------------------	---

INFORME DE RESULTADOS No: A-379-22

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
NOMBRE CLIENTE:	JAIRO VILLAVICENCIO	ATENCIÓN A.	Jairo Villavicencio
DIRECCIÓN:	Amazonas y Kiruba, barrio Juan de la Cruz, Macas	TELÉFONO:	0982536956
TIPO DE MUESTRA:	Agua (Residual)	PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Agua Residual de una quesera
CÓDIGO CLIENTE:	MUESTRA #1	FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:	26/05/2022 10:24 - 14:24 Jairo Villavicencio

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	CLIENTE	NÚMERO DE MUESTRAS:	01
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	NA	ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	27/05/2022 08:00	FECHA DE ANÁLISIS:	27/05/2022 - 08/06/2022
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	08/06/2022	CÓDIGO LABORATORIO:	AL-A-379-22
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	NA	COORDENADAS:	NA
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS	T máx.:25,0 °C. T min.: 15,0 °C		

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Aceites y Grasas	mg/L	>139	±3%	PE-AL-34 Standard Methods Ed.23.2017 5520 B	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- Muestra compuesta por 4 horas.

AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:


Ing. Verónica Bravo
DIRECTORA TÉCNICA


LABCESTTA
TECNOLOGÍA Y CALIDAD
RUC:0691736210001

NOTAS:

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaratoria de conformidad IE-AL-26.

ANEXO I. INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA 1 DEL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA QUESERA "DON MIRANDA"



INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Procedencia de la Muestra: Quesera "Don Miranda"

Fecha de muestreo: Jueves, 09 de Junio de 2022

Hora de muestreo: 16:00 Hora de análisis: 16:12

Tipo de muestreo: Agua residual tratada de una quesera Responsable de muestreo: Jairo Villavicencio

RESULTADOS				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MATERIA FLOTANTE	Ausencia	-	AUSENCIA	Organoléptico
TURBIEDAD	89	NTU	No especificado en Normas	Colorimétrico HACH
COLOR REAL	21	UC (Pt-Co)	Inapreciable en dilución: 1/20	Colorimétrico HACH
TEMPERATURA	23.9	°C	Condición Natural +/- 3	Conductimétrico
CONDUCTIVIDAD	7.74	uS/cm	No especificado en Normas	Conductimétrico
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	87	mg/l	130	Conductimétrico
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	213	mg/l	No especificado en Normas	Conductimétrico
SÓLIDOS TOTALES	300	mg/l	1600	Conductimétrico
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	8.2	-	6 - 9	Kit para piscina
DBO5	8.69	mg/l O2	100	Bod-Track II - Digestión
DQO	14.48	mg/l O2	200	Reactor, colorimétrico
CLORUROS	721	mg/l	1000	Titulación con Nitrato de Plata
COBRE	0.587	mg/l	1	Colorimétrico HACH
SALINIDAD	4.2	%	No especificado en Normas	Conductimétrico
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
COLIFORMES FECALES	0	NMP/100ml	2000	Siembra con asa bacteriológica

Los resultados obtenidos se comparan con el AM 097A - Norma del Registro Oficial - ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA. Tabla 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Análisis de resultados: Los análisis de resultados serán presentados en el libro de tesis de grado, el presente son exclusivamente los resultados obtenidos.

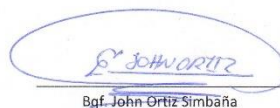
Conclusiones: Aplicado el tratamiento del agua residual todos los parámetros han sido reducidos y se encuentran dentro de la norma.

Elaborado por:



Jairo Villavicencio
Tesisista de grado de la
carrera de Ingeniería
Ambiental ESPOCH

Revisado y aprobado por:



Bgf. John Ortiz Simbaña
Analista de Laboratorio II

ANEXO J. INFORME DE ACEITES Y GRASAS DE LA MUESTRA 1 DEL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

 LABCESTTA <small>TECNOLOGÍA Y CALIDAD</small>	DEPARTAMENTO: ANALITICALAB	 SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO <small>Acreditación N° SAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS</small>
--	---------------------------------------	--

INFORME DE RESULTADOS No: A-434-22

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
NOMBRE CLIENTE:	JAIRO VILLAVICENCIO	ATENCIÓN A.	Jairo Villavicencio
DIRECCIÓN:	Amazonas y Kiruba, barrio Juan de la Cruz, Macas	TELÉFONO:	0982536956
TIPO DE MUESTRA:	Agua (Residual)	PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	JARRA 5
CÓDIGO CLIENTE:	MUESTRA #3	FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:	09/06/2022 16:12 Jairo Villavicencio

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	CLIENTE	NÚMERO DE MUESTRAS:	01
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	NA	ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	13/06/2022 08:00	FECHA DE ANÁLISIS:	13/06/2022 - 23/06/2022
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	23/06/2022	CÓDIGO LABORATORIO:	AL-A-434-22
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	NA	COORDENADAS:	NA
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS	T máx.:25,0 °C. T min.: 15,0 °C		

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Aceites y Grasas	mg/L	20,6	±3%	PE-AL-34 Standard Methods Ed.23.2017 5520 B	30,0

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Contemplan los valores límites permisibles que se encuentran en la tabla 9 del Libro VI del AM 097A. Límites de Descarga a un cuerpo de agua dulce. Por solicitud del cliente.

AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:


Ing. Verónica Bravo
 DIRECTORA TÉCNICA


LABCESTTA
 TECNOLOGIA Y CALIDAD
 RUC:0691736210001

NOTAS:

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaratoria de conformidad IE-AL-26.

ANEXO K. INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA 2 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA "DON MIRANDA"



INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Procedencia de la Muestra: Quesera "Don Miranda"

Fecha de muestreo: Martes, 12 de Julio de 2022

Hora de muestreo: 10:10 - 14:10 Hora de análisis: 15:00

Tipo de muestreo: Agua residual de una quesera Responsable de muestreo: Jairo Villavicencio

RESULTADOS				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MATERIA FLOTANTE	Visible	-	AUSENCIA	Organoléptico
TURBIEDAD	759	NTU	No especificado en Normas	Colorimétrico HACH
COLOR REAL	312	UC (Pt-Co)	Inapreciable en dilución: 1/20	Colorimétrico HACH
TEMPERATURA	20.1	°C	Condición Natural +/- 3	Conductimétrico
CONDUCTIVIDAD	3.81	uS/cm	No especificado en Normas	Conductimétrico
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	994	mg/l	130	Conductimétrico
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1950	mg/l	No especificado en Normas	Conductimétrico
SÓLIDOS TOTALES	2944	mg/l	1600	Conductimétrico
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	6.1	-	6 - 9	Kit para piscina
DBO5	156.14	mg/l O2	100	Bod-Track II - Digestión
DQO	616	mg/l O2	200	Reactor, colorimétrico
ARSÉNICO	0	mg/l	0.1	Tiras semicuantitativas
CLORUROS	1900	mg/l	1000	Titulación con Nitrato de Plata
COBRE	4.5	mg/l	1	Colorimétrico HACH
FLUORUROS	1.44	mg/l	5	Colorimétrico HACH
FÓSFORO TOTAL	6.88	mg/l	10	Colorimétrico HACH
MANGANESO TOTAL	0.742	mg/l	2	Colorimétrico HACH
SALINIDAD	2	%	No especificado en Normas	Conductimétrico
SULFATOS	132	mg/l	1000	Colorimétrico HACH
HIERRO	6.24	mg/l	10	Colorimétrico HACH
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
COLIFORMES FECALES	>1100	NMP/100ml	2000	Siembra con asa bacteriológica

Los resultados obtenidos se comparan con el AM 097A - Norma del Registro Oficial - ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA. Tabla 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Análisis de resultados: Los análisis de resultados serán presentados en el libro de tesis de grado, el presente son exclusivamente los resultados obtenidos.

Conclusiones: Los parámetros que se encuentran fuera de la norma son la materia flotante, el color real, los sólidos suspendidos totales, los sólidos totales, la DBO5, la DQO, los cloruros y el cobre.

Elaborado por:

Revisado y aprobado por:


Jairo Villavicencio


Bqf. John Ortiz Simbaña

Tesista de grado de la
carrera de Ingeniería
Ambiental ESPOCH

Analista de Laboratorio II

ANEXO L. INFORME DE ACEITES Y GRASAS DE LA MUESTRA 2 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

 LABCESTTA <small>TECNOLOGÍA Y CALIDAD</small>	DEPARTAMENTO: ANALITICALAB	 SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO <small>Acreditación N° SAE LEN 18-034</small> LABORATORIO DE ENSAYOS
--	---	--

INFORME DE RESULTADOS No: A-508-22

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
NOMBRE CLIENTE:	JAIRO VILLAVICENCIO	ATENCIÓN A:	Jairo Villavicencio
DIRECCIÓN:	Amazonas y Kiruba, barrio Juan de la Cruz, Macas	TELÉFONO:	0982536956
TIPO DE MUESTRA:	Agua (Residual)	PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Agua residual Quesera
CÓDIGO CLIENTE:	MUESTRA #4	FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:	12/07/2022 14:10 Jairo Villavicencio

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	CLIENTE	NÚMERO DE MUESTRAS:	01
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	NA	ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	13/07/2022 09:00	FECHA DE ANÁLISIS:	13/07/2022 - 26/07/2022
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	26/07/2022	CÓDIGO LABORATORIO:	AL-A-508-22
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	NA	COORDENADAS:	NA
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C		

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Aceites y Grasas	mg/L	>139	±3%	PE-AL-34 Standard Methods Ed.23.2017 5520 B	30,0

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Contemplan los valores límites permisibles que se encuentran en la tabla 9 del Libro VI del AM 097A. Límites de Descarga a un cuerpo de agua dulce. Por solicitud del cliente.

AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:


Ing. Verónica Bravo
DIRECTORA TÉCNICA


LABCESTTA
TECNOLOGÍA Y CALIDAD
RUC:0691736210001

NOTAS:

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaratoria de conformidad IE-AL-26.

ANEXO M. INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA 3 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA "DON MIRANDA"



INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Procedencia de la Muestra: Quesera "Don Miranda"

Fecha de muestreo: Lunes, 25 de Julio de 2022

Hora de muestreo: 10:32 - 14:32

Hora de análisis: 15:00

Tipo de muestreo: Agua residual de una quesera

Responsable de muestreo: Jairo Villavicencio

RESULTADOS				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MATERIA FLOTANTE	Visible	-	AUSENCIA	Organoléptico
TURBIEDAD	736	NTU	No especificado en Normas	Colorimétrico HACH
COLOR REAL	132	UC (Pt-Co)	Inapreciable en dilución: 1/20	Colorimétrico HACH
TEMPERATURA	22.5	°C	Condición Natural +/- 3	Conductimétrico
CONDUCTIVIDAD	1.97	uS/cm	No especificado en Normas	Conductimétrico
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	1009	mg/l	130	Conductimétrico
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	976	mg/l	No especificado en Normas	Conductimétrico
SÓLIDOS TOTALES	1985	mg/l	1600	Conductimétrico
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	6	-	6 - 9	Kit para piscina
DBO5	176.9	mg/l O ₂	100	Bod-Track II - Digestión
DQO	697	mg/l O ₂	200	Reactor, colorimétrico
ARSÉNICO	0	mg/l	0.1	Tiras semicuantitativas
CLORUROS	740	mg/l	1000	Titulación con Nitrato de Plata
COBRE	3.8	mg/l	1	Colorimétrico HACH
FLUORUROS	0.01	mg/l	5	Colorimétrico HACH
FÓSFORO TOTAL	1.23	mg/l	10	Colorimétrico HACH
MANGANESO TOTAL	0.838	mg/l	2	Colorimétrico HACH
SALINIDAD	2.9	%	No especificado en Normas	Conductimétrico
SULFATOS	60	mg/l	1000	Colorimétrico HACH
HIERRO	4.28	mg/l	10	Colorimétrico HACH
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
COLIFORMES FECALES	>1100	NMP/100ml	2000	Siembra con asa bacteriológica

Los resultados obtenidos se comparan con el AM 097A - Norma del Registro Oficial - ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA, Tabla 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Análisis de resultados: Los análisis de resultados serán presentados en el libro de tesis de grado, el presente son exclusivamente los resultados obtenidos.

Conclusiones: Los parámetros que se encuentran fuera de la norma son la materia flotante, el color real, los sólidos suspendidos totales, los sólidos totales, la DBO5, la DQO y el cobre.

Elaborado por:

Jairo Villavicencio

Tesista de grado de la carrera de Ingeniería Ambiental ESPOCH

Revisado y aprobado por:

Bqf. John Ortiz Simbaña

Analista de Laboratorio II

DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Laboratorio Planta Potabilizadora de Aguas de San Isidro

Tel.: 3045293

E-mail: jortiz@mmorona.gob.ec

ANEXO N. INFORME DE ACEITES Y GRASAS DE LA MUESTRA 3 DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

 LABCESTTA <small>TECNOLOGÍA Y CALIDAD</small>	DEPARTAMENTO: ANALITICALAB	 SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO <small>Acreditación N° SAE LEN 18-034</small> LABORATORIO DE ENSAYOS
--	---	--

INFORME DE RESULTADOS No: A-584-22

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
NOMBRE CLIENTE:	JAIRO VILLAVICENCIO	ATENCIÓN A:	Jairo Villavicencio
DIRECCIÓN:	Amazonas y Kiruba, barrio Juan de la Cruz, Macas	TELÉFONO:	0982536956
TIPO DE MUESTRA:	Agua (Residual)	PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Agua residual Quesera
CÓDIGO CLIENTE:	MUESTRA #5	FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:	25/07/2022 14:32 Jairo Villavicencio

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	CLIENTE	NÚMERO DE MUESTRAS:	01
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	NA	ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	27/07/2022 09:00	FECHA DE ANÁLISIS:	27/07/2022 - 09/08/2022
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	09/08/2022	CÓDIGO LABORATORIO:	AL-A-584-22
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	NA	COORDENADAS:	NA
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C		

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Aceites y Grasas	mg/L	64,7	±3%	PE-AL-34 Standard Methods Ed.23.2017 5520 B	30,0

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Contemplan los valores límites permisibles que se encuentran en la tabla 9 del Libro VI del AM 097A. Límites de Descarga a un cuerpo de agua dulce. Por solicitud del cliente.

AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:


Ing. Verónica Bravo
DIRECTORA TÉCNICA


LABCESTTA
TECNOLOGÍA Y CALIDAD
RUC:0691736210001

NOTAS:

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaratoria de conformidad IE-AL-26.

ANEXO O. INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA 3 DEL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA QUESERA "DON MIRANDA"



INFORME FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Procedencia de la Muestra: Quesera "Don Miranda"

Fecha de muestreo: Lunes, 25 de Julio de 2022

Hora de muestreo: 19:02 Hora de análisis: 19:10

Tipo de muestreo: Agua residual tratada de una quesera Responsable de muestreo: Jairo Villavicencio

RESULTADOS				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA	MÉTODO
MATERIA FLOTANTE	Ausencia	-	AUSENCIA	Organoléptico
TURBIEDAD	133	NTU	No especificado en Normas	Colorimétrico HACH
COLOR REAL	26	UC (Pt-Co)	Inapreciable en dilución: 1/20	Colorimétrico HACH
TEMPERATURA	22.8	°C	Condición Natural +/- 3	Conductimétrico
CONDUCTIVIDAD	5.52	uS/cm	No especificado en Normas	Conductimétrico
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	137	mg/l	130	Conductimétrico
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	132	mg/l	No especificado en Normas	Conductimétrico
SÓLIDOS TOTALES	269	mg/l	1600	Conductimétrico
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	6.51	-	6 - 9	Kit para piscina
DBOS	69	mg/l O ₂	100	Bod-Track II - Digestión
DQO	138	mg/l O ₂	200	Reactor, colorimétrico
CLORUROS	461	mg/l	1000	Titulación con Nitrato de Plata
COBRE	0.323	mg/l	1	Colorimétrico HACH
SALINIDAD	3.2	%	No especificado en Normas	Conductimétrico
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS				
COLIFORMES FECALES	0	NMP/100ml	2000	Siembra con asa bacteriológica

Los resultados obtenidos se comparan con el AM 097A - Norma del Registro Oficial - ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA. Tabla 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Análisis de resultados: Los análisis de resultados serán presentados en el libro de tesis de grado, el presente son exclusivamente los resultados obtenidos.

Conclusiones: Aplicado el tratamiento del agua residual todos los parámetros han sido reducidos y se encuentran dentro de la norma.

Elaborado por:

Jairo Villavicencio



Tesista de grado de la carrera de Ingeniería Ambiental ESPOCH

Revisado y aprobado por:

Bqf. John Ortiz Simbaña

Analista de Laboratorio II

ANEXO P. INFORME DE ACEITES Y GRASAS DE LA MUESTRA 3 DEL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA QUESERA “DON MIRANDA”

 LABCESTTA <small>TECNOLOGÍA Y CALIDAD</small>	DEPARTAMENTO: ANALITICALAB	 SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO <small>Acreditación N° SAE LEN 18-034</small> LABORATORIO DE ENSAYOS
--	---	--

INFORME DE RESULTADOS No: A-585-22

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
NOMBRE CLIENTE:	JAIRO VILLAVICENCIO	ATENCIÓN A.	Jairo Villavicencio
DIRECCIÓN:	Amazonas y Kiruba, barrio Juan de la Cruz, Macas	TELÉFONO:	0982536956
TIPO DE MUESTRA:	Agua (Residual)	PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Agua residual Quesera tratada. Jarra 6
CÓDIGO CLIENTE:	MUESTRA #6	FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:	25/07/2022 19:02 Jairo Villavicencio

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	CLIENTE	NÚMERO DE MUESTRAS:	01
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	NA	ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	27/07/2022 09:00	FECHA DE ANÁLISIS:	27/07/2022 - 09/08/2022
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	09/08/2022	CÓDIGO LABORATORIO:	AL-A-585-22
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	NA	COORDENADAS:	NA
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS	T máx.:25,0 °C. T min.: 15,0 °C		

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Aceites y Grasas	mg/L	13,2	±3%	PE-AL-34 Standard Methods Ed.23.2017 5520 B	30,0

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Contemplan los valores límites permisibles que se encuentran en la tabla 9 del Libro VI del AM 097A. Límites de Descarga a un cuerpo de agua dulce. Por solicitud del cliente.

AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:

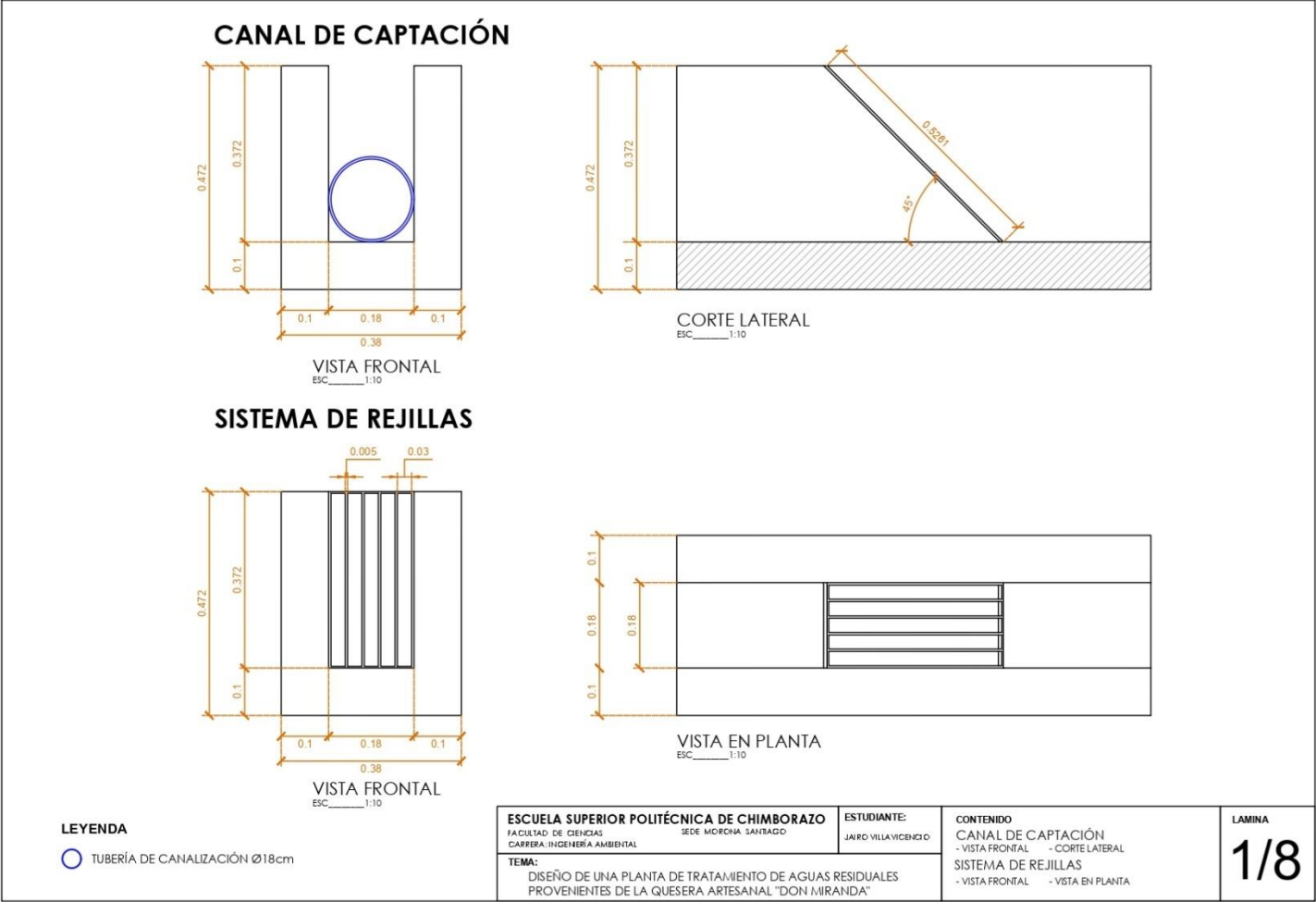

Ing. Verónica Bravo
DIRECTORA TÉCNICA


LABCESTTA
TECNOLOGIA Y CALIDAD
RUC:0691736210001

NOTAS:

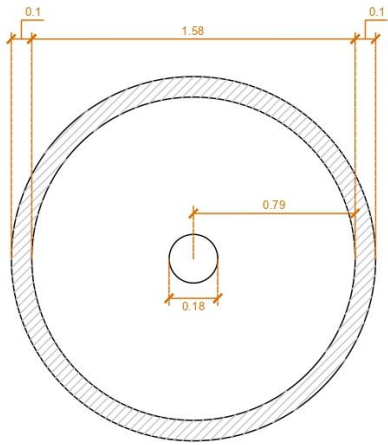
- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaratoria de conformidad IE-AL-26.

ANEXO Q. CANAL RECTANGULAR Y SISTEMA DE REJILLAS PARA LA RECEPCIÓN DEL AGUA RESIDUAL DE LA QUESERA



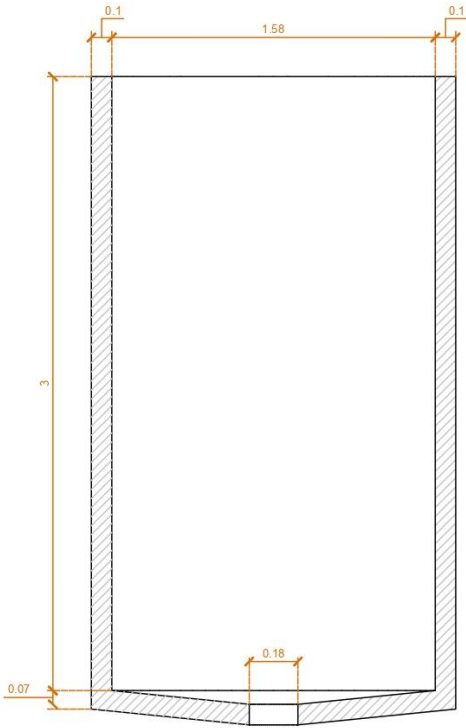
ANEXO R. SEDIMENTADOR PRIMARIO

SEDIMENTADOR PRIMARIO



VISTA EN PLANTA

ESC. 1:25



CORTE LATERAL

ESC. 1:25

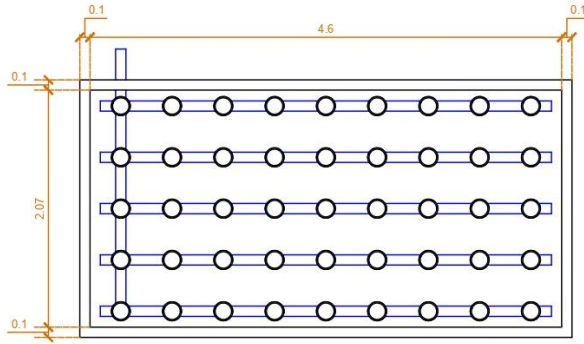
LEYENDA

○ TUBERÍA DE CANALIZACIÓN Ø18cm

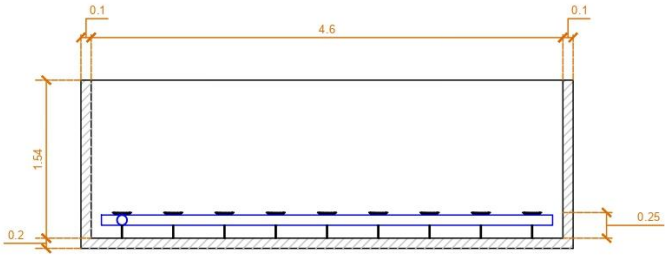
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS SEDE MÓRCONA SANTIAGO CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL	ESTUDIANTE: JAIRO VILLAVENCIO	CONTENIDO SEDIMENTADOR PRIMARIO	LAMINA 2/8
TEMA: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA QUESERA ARTESANAL "DON MIRANDA"		- VISTA CORTE - VISTA FRONTAL	

ANEXO S. TANQUE DE AIREACIÓN

TANQUE DE AIREACIÓN



VISTA EN PLANTA
ESC. 1:50



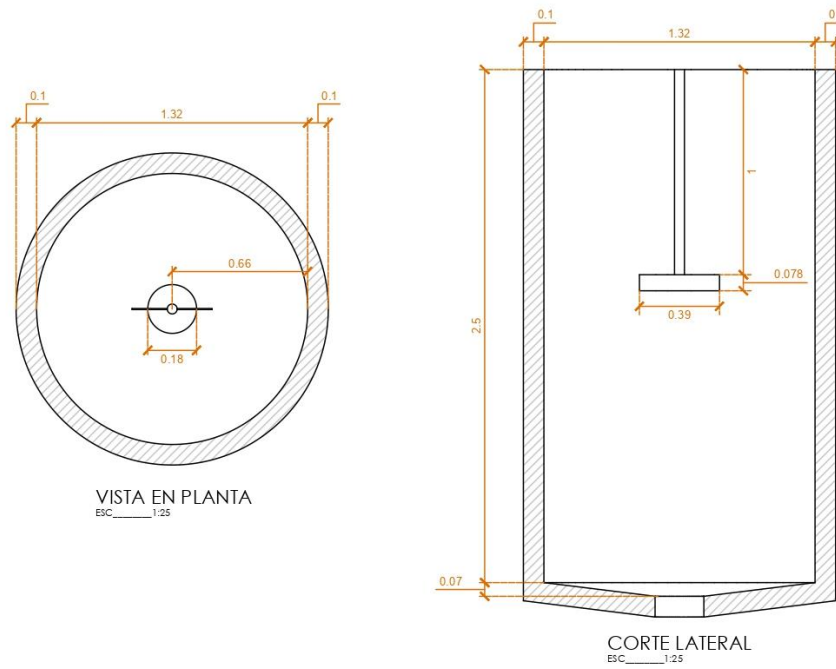
CORTE LATERAL
ESC. 1:50

LEYENDA
 ○ TUBERÍA DE CANALIZACIÓN Ø18cm

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRETA: INGENIERÍA AMBIENTAL SEDE: MORONA SANTIAGO	ESTUDIANTE: JAIRO VILLAVICENCIO	CONTENIDO TANQUE DE AIREACIÓN - VISTA EN PLANTA - CORTE LATERAL	LAMINA 3/8
TEMA: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA QUESERA ARTESANAL "DON MIRANDA"			

ANEXO T. TANQUE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN

TANQUE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN



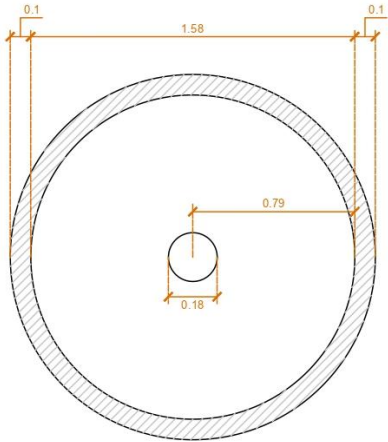
LEYENDA

○ TUBERÍA DE CANALIZACIÓN Ø18cm

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS SEDE MORONA SANTIAGO CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL	ESTUDIANTE: JAIRO VILLAVICENCIO	CONTENIDO TANQUE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN	LAMINA 4/8
TEMA: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA QUESERA ARTESANAL "DON MIRANDA"		- VISTA FRONTAL - CORTE LATERAL	

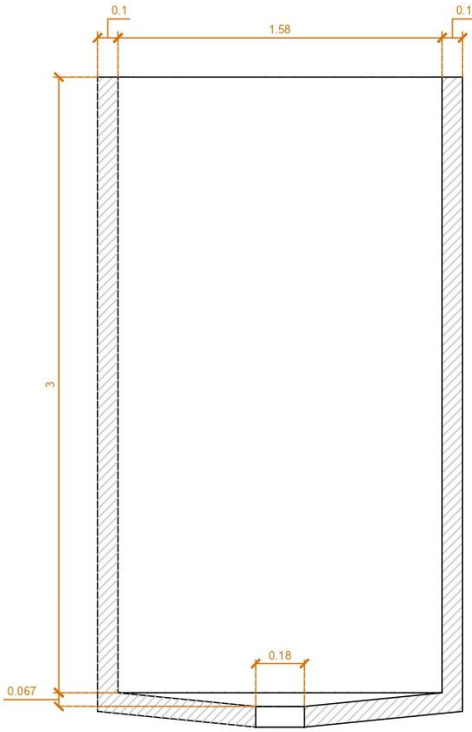
ANEXO U. SEDIMENTADOR SECUNDARIO

SEDIMENTADOR SECUNDARIO



VISTA EN PLANTA

ESC. 1:25



CORTE LATERAL

ESC. 1:25

LEYENDA

○ TUBERÍA DE CANALIZACIÓN Ø18cm

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS SEDE MORONA SANTIAGO
 CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL

ESTUDIANTE:
 JAIRO VILLAVICENCIO

CONTENIDO
 SEDIMENTADOR SECUNDARIO
 - VISTA FRONTAL - CORTE LATERAL

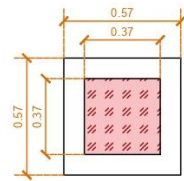
LAMINA

5/8

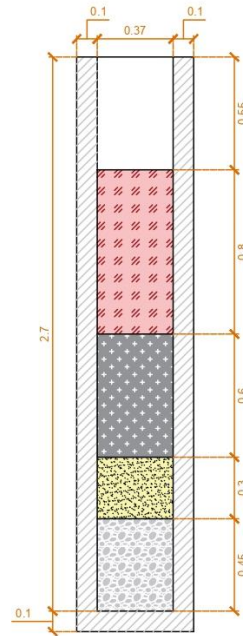
TEMA:
 DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 PROVENIENTES DE LA QUESERA ARTESANAL "DON MIRANDA"

ANEXO V. FILTRO

SISTEMA DE FILTRACIÓN



VISTA EN PLANTA
ESC. 1:25



CORTE LATERAL
ESC. 1:25

LEYENDA

- TUBERÍA DE CANALIZACIÓN Ø18cm
- GRAVA ■ CARBÓN
- ARENA ■ ZEOLITA

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS SEDE MORONA SANTIAGO
 CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL

ESTUDIANTE:
 JAIRO VILLAVICENCIO

CONTENIDO

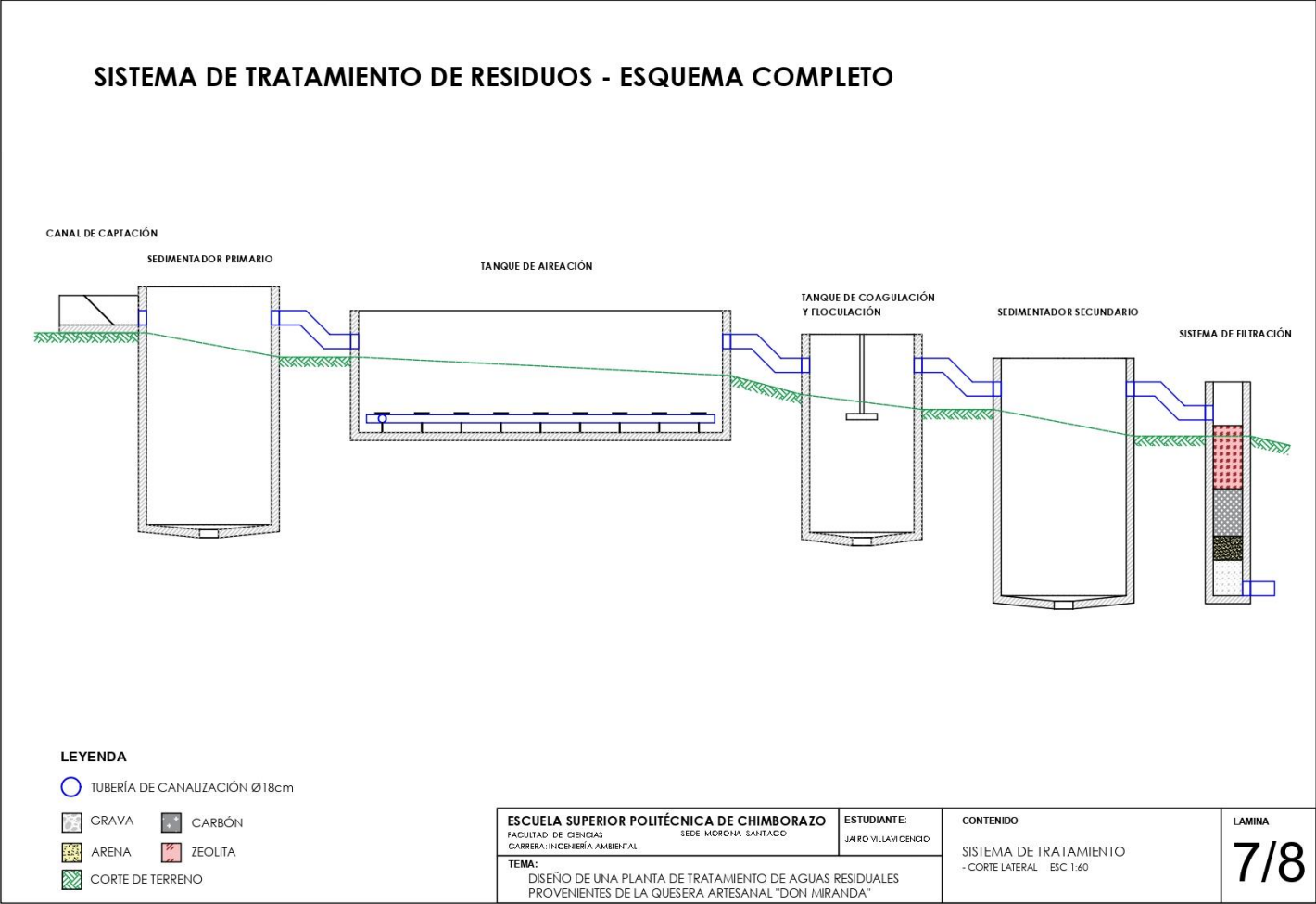
SISTEMA DE FILTRACIÓN
 - VISTA FRONTAL - CORTE LATERAL

LAMINA

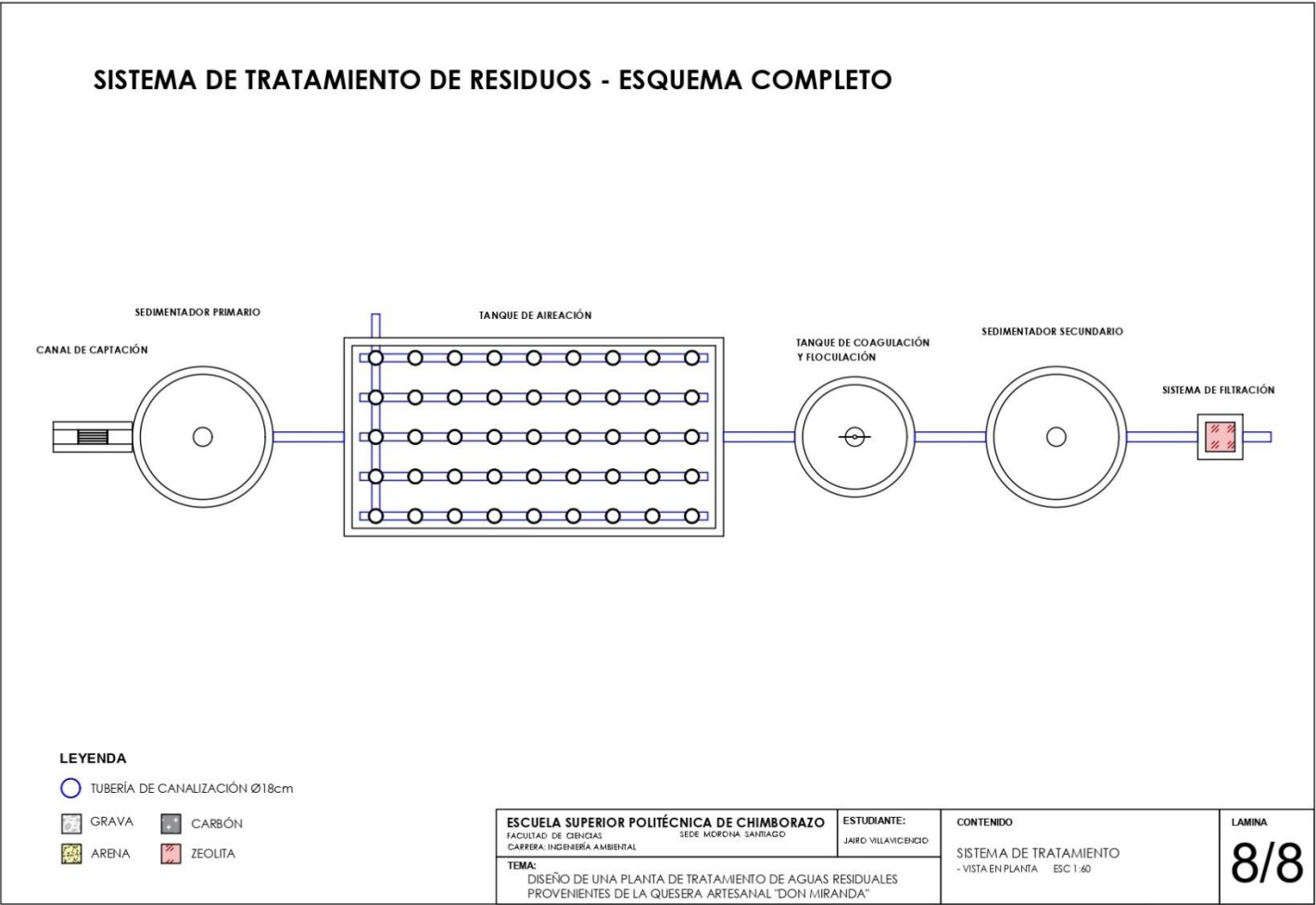
6/8

TEMA:
 DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 PROVENIENTES DE LA QUESERA ARTESANAL "DON MIRANDA"

ANEXO W. CORTE LATERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA QUESERA “DON MIRANDA”



ANEXO X. CORTE FRONTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA QUESERA “DON MIRANDA”





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 27 / 06 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Jairo Rene Villavicencio Guapizaca
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniero Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1039-DBRA-UPT-2023

