



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN DESARROLLO SOSTENIBLE

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la Planta Agroindustrial del campus Salache, Universidad Técnica de Cotopaxi

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental con mención en Desarrollo Sostenible

Autor:

Ing. Maritza del Carmen Guerrero Crespo

Tutor:

Ph.D. Patricio Clavijo Cevallos

LATACUNGA – ECUADOR

2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación: "Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la Planta Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi" presentado por Guerrero Crespo Maritza del Carmen, para optar por el título magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, 10 de marzo del 2023



Rh.D. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

C.C. 0501444582

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: "Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la Planta Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi", ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, 10 de marzo del 2023



Mg. Renán Arturo Lara Landázuri

C.C. 0400488011

Presidente del tribunal



Mg. José Luis Agreda Oña

C.C. 0401332101

Lector 2



Mg. José Antonio Andrade Valencia

C.C. 0502524481

Lector 3

DEDICATORIA

A mi esposo Hugo, a mis hijos Danny y Sophia por ser mi fuente de inspiración y superación.

A mis padres por fomentar en mí los valores de lucha y perseverancia.

Maritza Guerrero.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y vida para culminar otra etapa de mi vida y hacer realidad este sueño.

A mi familia a quienes les debo su amor, apoyo incondicional y comprensión a lo largo de este trayecto de estudio.

A mi tutor de tesis, Ph.D. Patricio Clavijo Cevallos, quien con su profesionalismo, conocimientos y su motivación ha permitido que mi estudio culmine con satisfacción.

Maritza Guerrero.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, 10 de marzo del 2023



Ing. Maritza del Carmen Guerrero Crespo

C.C. 1717114019

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, 10 de marzo del 2023



Ing. Maritza del Carmen Guerrero Crespo

C.C.: 1717114019

AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: "Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la Planta Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi", contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la predefensa.

Latacunga, 10 de marzo del 2023



Mg. Renán Aturo Lara Landázuri

C.C. 0400488011

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN
DESARROLLO SOSTENIBLE

Título: Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la Planta Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Autor: Guerrero Crespo Maritza del Carmen

Tutor: Manuel Patricio Clavijo Cevallos Ph.D.

RESUMEN

La Planta Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, prepara profesionales competitivos y potencia el campo de la industrialización, combinando el conocimiento y la práctica es así como se realiza diferentes procesos con los estudiantes en la elaboración de cárnicos, vegetales y productos lácteos principalmente. Cuenta con un sistema de tratamiento de potabilización para que el agua utilizada cumpla con los requerimientos técnicos y de calidad para los equipos empleados en los diferentes procesos. Una vez el agua es utilizada su descarga es directamente a un pozo séptico sin un tratamiento previo, dentro de los procesos de elaboración de productos el agua cambia sus características físicas-químicas y microbiológicas convirtiéndose en agua residual, por lo que es indispensable pensar en un sistema de tratamiento que cumpla con los límites permisibles dentro de la Normativa legal vigente, creando así procesos sostenibles y amigables con el medio ambiente. El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los distintos tipos de contaminantes presentes en el agua efluente, tales como DBO5, DQO, Aceites y grasas, tensoactivos, sólidos suspendidos, los cuales se encuentran fuera de normativa. El tratamiento propuesto tiene como finalidad acondicionar el efluente a las mejores características técnicas y económicas para su retorno al medio ambiente y disposición final, dando cumplimiento y respuesta a las preguntas de investigación planteadas en el presente trabajo de investigación.

Palabras Clave: efluente; medio ambiente; recursos hídricos; sostenibilidad.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN
DESARROLLO SOSTENIBLE

Título: Design of a wastewater treatment system at the Agroindustrial Plant of the Technical University of Cotopaxi.

Author: Guerrero Crespo Maritza del Carmen

Tutor: Manuel Patricio Clavijo Cevallos Ph.D.

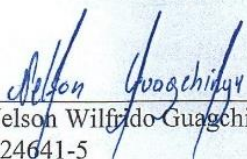
ABSTRACT

The Agroindustrial Plant of the Technical University of Cotopaxi, prepares competitive professionals and enhances the field of industrialization, combining knowledge and practice, this is how different processes are carried out with students in the production of meat, vegetables and dairy products mainly. It has a purification treatment system so that the water used meets the technical and quality requirements for the equipment used in the different processes. Once the water is used, it is discharged directly into a septic tank without prior treatment. Within the product manufacturing processes, water changes its physical-chemical and microbiological characteristics, becoming wastewater, thus it is essential to think of a treatment system that complies with the permissible limits within the current legal regulations, thus creating sustainable and environmentally friendly processes. Wastewater treatment consists of a series of physical, chemical and biological processes whose purpose is to eliminate the different types of polluting agent present in the effluent water, such as DBO5, DQO, Oils and greases, surfactants, suspended solids, which are out of regulation. The purpose of the treatment is to condition the effluent to the best technical and economic characteristics for its return to the environment and final disposal, complying with and responding to the research questions.

KEYWORD: effluent; environment; water resources; sustainability.

Nelson Wilfrido Guagchinga Chicaiza con cédula de identidad número: 0503246415 magister en la Enseñanza del Idioma Inglés como Lengua Extranjera con número de registro de la SENESCYT: 1010-2019-2041252; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la Planta Agroindustrial del campus Salache, Universidad Técnica de Cotopaxi, propuesta de sostenibilidad ambiental de: Maritza del Carmen Guerrero Crespo, aspirante a magíster en Gestión Ambiental con mención en Desarrollo Sostenible.

Latacunga, marzo, 2023


Mg.Sc Nelson Wilfrido Guagchinga Chicaiza
ID. 050324641-5

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
Preguntas de investigación	5
Objetivos de la Investigación	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6

CAPÍTULO I.

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Agua y Medio Ambiente	7
1.2. Agua y Biodiversidad	8
1.3. Agua y Cambio Climático	8
1.4. Contaminación del Agua	9
1.5. Principales contaminantes del agua	10
1.6. Consecuencias de la contaminación del agua	11
1.6.1. Como afecta la agricultura a la calidad del agua	11
1.7. Contaminación del agua agrícola: datos destacados	12
1.8. Tratamiento de Aguas residuales en la industria alimentaria	12
1.9. Caracterización mínima de las aguas residuales	13
1.9.1. Pretratamiento	14
1.9.2. Tratamiento Primario	14
1.9.3. Tratamiento Secundario	15
1.9.4. Tratamiento Terciario	15
1.9.5. Coagulación y sedimentación de microcontaminantes	16
1.10. Biodegradación de microcontaminantes en tratamiento secundario	17
1.10.1. Procesos de membrana	18
1.10.2. Procesos de oxidación avanzada	18

1.11.	Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria Láctea en Sistemas Anaerobios Tipo UASB	18
1.11.1.	Ventajas del proceso anaerobio	19
1.11.2.	Reactores UASB.....	20
1.12.	Tratamiento Aerobio.....	20
1.13.	NORMATIVA LEGAL.....	21

CAPÍTULO II.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.	Modalidad o enfoque de la investigación:.....	25
2.1.1.	Tipo de investigación:	25
2.1.2.	Enfoque y tipo de la investigación:	25
2.2.	Métodos teóricos y empíricos a emplear	26
2.2.1.	Métodos.....	26
2.3.	Técnicas e instrumentos:	26
2.3.1.	TECNICAS	26
2.4.	INSTRUMENTOS DE LABORATORIO Y DE RECOLECCION DE MUESTRAS.	27

CAPÍTULO III.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.	SITIO DE ESTUDIO	28
3.2.	Generalidades	29
3.2.1.	Fisiografía	29
3.2.2.	Temperatura	29
3.2.3.	Precipitación.....	29
3.2.4.	Humedad Relativa.....	30
3.2.5.	Viento.....	30
3.2.6.	Uso del Suelo	30
3.2.7.	Hidrología	30
3.2.8.	Suelos	30
3.3.	FLORA Y FAUNA	31

3.3.1. Flora	31
3.3.2. Fauna	31
3.4. ANÁLISIS DE LABORATORIO	32
3.5. PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PLANTA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.	37
3.5.1. INTRODUCCION	37
3.5.2. OBJETIVOS	37
3.5.3. METODOLOGIA	37
3.5.4. DESARROLLO	38
3.6. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA PTAR	39
3.7. Etapas del Tratamiento	42
3.7.1. Tratamiento Biológico	42
3.7.2. D.A.F. (Dissolved Air Flotation, o Flotación por Aire Disuelto) ...	42
3.7.3. Tratamiento Fisicoquímico	42
3.7.4. Cloración	43
3.7.5. Coagulación.....	43
3.7.6. Floculación.....	44
3.8. PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA.....	48
3.9. RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS CIENTIFICAS	49
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.	22
Tabla 2. Coordenadas de ubicación	29
Tabla 3. Muestras de agua 1. Fecha de muestreo 01/12/2022	32
Tabla 4. Muestras 2. Fecha de muestreo 07/12/2022.....	33
Tabla 5. Muestras 3. Fecha de muestreo 14/12/2022.....	33
Tabla 6. Parámetros analizados, comparación con las tres muestras	34
Tabla 7. Parámetros analizados In situ. Muestra 1	35
Tabla 8. Parámetros analizados In situ. Muestra 2.....	35
Tabla 9. Parámetros analizados In situ. Muestra 3.....	36
Tabla 10. Parámetros analizados In situ. Comparación con las tres muestras.....	36
Tabla 11. Presupuesto de la propuesta	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación	28
Figura 2. Fases de Tratamiento de los efluentes Industriales	38
Figura 3. Estructura del sistema de tratamiento de agua residual en la planta agroindustrial.....	39

INFORMACIÓN GENERAL:

Título del Proyecto:

Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la Planta Agroindustrial del campus Salache, Universidad Técnica de Cotopaxi

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables eficiencia energética y protección ambiental.

Proyecto de investigación asociado:

Desarrollo de la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental en comunidades de la Región 3 del Ecuador.

Grupo de Investigación:

Sostenibilidad Ambiental.

INTRODUCCIÓN

La agroindustria se forma por la integración de la agricultura y la industria con el uso de la tecnología para producir a gran escala incrementando el procesamiento, empaque y distribución de los productos, nuestro país es agricultor y se encuentra en vías de desarrollo. (Merchan et al., 2017)

En la agroindustria, las materias primas son sometidas a procesos de adecuación o transformación para darle valor agregado, mediante la implementación de operaciones unitarias para facilitar su consumo; generando una de las principales problemáticas ambientales en nuestro medio, la alta producción de residuos. En algunos casos estos residuos son tratados; hasta reducir el impacto negativo que su emisión, vertimiento o disposición pudiera generar; convirtiéndolos en un producto útil y de mayor valor agregado que solucione una problemática y genere ingresos económicos adicionales. (Cury R et al., 2017)

La producción y procesamiento de productos utiliza grandes cantidades de agua dentro de sus operaciones mismas que posteriormente se consideran como aguas residuales muy complejas por su caracterización y presencia de elevados niveles de DBO5 y DQO, sólidos suspendidos y alto contenido orgánico de diferentes tipos de

compuestos principalmente de carbohidratos, proteínas y lípidos por lo que es necesario aplicar varias etapas de tratamiento a más de las tradicionales.

Este trabajo tiene la finalidad de abordar la problemática de las aguas residuales en la agroindustria y su incidencia en los recursos hídricos en base a esto proponer alternativas de tratamiento con la finalidad de proporcionar un desarrollo sostenible y de conservación de los recursos y medio ambiente.

Las aguas residuales varían considerablemente en función del tipo de fábrica, los procesos específicos aplicados y las características de las materias primas. Desde un punto de vista económico, suele resultar menos costoso tratar residuos de gran potencia y escaso volumen que los de índole inversa. Por esta razón, los efluentes con una elevada Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), como la sangre de los pollos o la carne, no deben verterse a las alcantarillas de los centros de producción avícola y cárnica para reducir la carga de contaminación y conservarse en recipientes para su evacuación individual en un centro de tratamiento de subproductos o de clasificación.

Los cursos de aguas residuales con valores de pH (acidez) extremos deben ser objeto de especial atención debido a su efecto sobre el tratamiento biológico. La combinación de cursos de agua con residuos ácidos y básicos puede dar lugar a la neutralización y, siempre que sea posible, la cooperación con industrias circundantes puede resultar muy beneficiosa.

La parte líquida de los residuos alimentarios suele tamizarse o separarse después de su asentamiento, como fase preliminar en todo proceso de tratamiento, con el fin de poder evacuar estos como basura o combinados con otros sólidos en un programa de recuperación de subproductos.

El tratamiento de las aguas residuales puede llevarse a cabo siguiendo diversos métodos físicos, químicos y biológicos. Puesto que los procesos secundarios son más caros, la utilización al máximo del tratamiento primario es fundamental en la reducción de las cargas de contaminantes. En este tipo de tratamiento se incluyen procesos como el depósito o la sedimentación simple, la filtración (simple, doble y múltiple), la floculación, la flotación, el intercambio de iones por centrifugación, la osmosis inversa, la absorción de carbono y la precipitación química. Las

instalaciones de sedimentación van desde sencillos estanques a complejos depósitos de decantación diseñados de forma específica para las características de cada curso de aguas residuales.

La utilización de un tratamiento biológico secundario con posterioridad al primario suele constituir una necesidad si se trata de alcanzar ciertos niveles relativos a los efluentes líquidos. Como la mayoría de las aguas residuales de la industria alimentaria contienen principalmente contaminantes orgánicos biodegradables, los procesos biológicos utilizados como tratamiento secundario pretenden reducir la DBO del curso mezclando combinaciones superiores de organismos y oxígeno en el mismo para facilitar una rápida oxidación y su estabilización antes de su evacuación al medio ambiente.

Las técnicas y las combinaciones de estas pueden adaptarse para hacer frente a condiciones específicas de los residuos. Por ejemplo, en el caso de los generados por la industria láctea, se ha comprobado la eficacia del tratamiento anaeróbico encaminado a eliminar la parte principal de la carga contaminante, unido a un tratamiento aeróbico posterior diseñado para reducir la DBO₅ residual y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) hasta alcanzar valores inferiores y separar los nutrientes biológicamente. La combinación biogases de metano (CH₄) y CO₂ resultante del tratamiento anaeróbico puede capturarse y emplearse como alternativa a los combustibles fósiles o como fuente generadora de energía eléctrica (normalmente, 0,30 m³ de biogás por kg de DQO eliminada).

Son ejemplos de otros métodos secundarios de amplia utilización el proceso de lodos activos, los filtros aeróbicos percoladores, el riego por aspersión y la utilización de diversos estanques y lagunas. La existencia de malos olores se ha asociado al empleo de estanques de profundidad inadecuada. Los olores generados por los procesos anaeróbicos pueden eliminarse mediante la aplicación de filtros de suelo que oxiden los gases polares desagradables.

JUSTIFICACIÓN

La industria alimentaria genera un efluente de residuos antes de su tratamiento con un contenido extremadamente alto de materia orgánica soluble. Incluso las pequeñas fábricas estacionales producen cargas de residuos equiparables a las de

poblaciones de 15.000 a 25.000 habitantes, mientras que las grandes generan cantidades de residuos comparables a las correspondientes a unas 250.000 personas. Si las corrientes o cursos de agua que reciben los efluentes son demasiado pequeños y el volumen de los residuos demasiado grande, estos utilizarán el oxígeno disuelto en el proceso de estabilización y contaminarán o degradarán el agua mediante la reducción de los niveles de este elemento a cifras inferiores a las que requieren organismos acuáticos normales.

Los cursos de aguas residuales con valores de pH (acidez) extremos deben ser objeto de especial atención debido a su efecto sobre el tratamiento biológico y es por esto que no se debe descargar directamente al pozo séptico.

El presente estudio procura señalar soluciones de tratamiento sobre las condiciones físicas químicas y microbiológicas del agua residual producto de los diferentes procesos productivos en base a resultados y caracterización del agua, para aportar al manejo integral de la planta de Agroindustrias, también pretende socializar información obtenida y los métodos de muestreo aplicados en la investigación para generar conciencia colectiva de manejo y conservación.

Los beneficiarios directos del presente estudio es la población universitaria integrada por docentes, estudiantes llegando a un número total de 2400 involucrados, y demás personas relacionadas con la universidad, ya que el agua residual influye en procesos contaminantes y la destrucción de la capa biótica en todos los sectores de su influencia y los beneficiarios indirectos es la comunidad aledaña.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de los pueblos ha estado estrechamente vinculado con el agua, ya que éste es un factor importante en la selección de sitios para ubicar plantas industriales de todo tipo y en el desarrollo de los centros urbanos y agropecuarios. El agua es el componente más abundante e importante de nuestro planeta; el hecho de que todos los seres vivos dependan de la existencia del agua nos da una pauta para percibir su importancia vital. El agua promueve o desincentiva el crecimiento económico y el desarrollo social de una región. También afecta los patrones de vida y cultura regionales, por lo que se la reconoce como un agente preponderante en el desarrollo

de las comunidades. En este sentido, es un factor indispensable en el proceso de desarrollo regional o nacional.

La Agroindustria hace uso de gran demanda de agua para los procesos de lavado, enjuague de productos agropecuarios, forestales y otros recursos naturales también en la misma producción generando por consiguiente una gran cantidad de agua residual industrial, adicionando a ellos insumos de origen natural y/o químicos para la conservación y preservación de los productos vegetales para su comercialización y exportación que debe cumplir con los requisitos y exigencias del mercado internacional. Principalmente estos insumos están presentes en aguas residuales.

En referencia al Ecuador y específicamente en la provincia de Cotopaxi, no existe una política transparente que señale una planificación pragmática para el buen manejo del recurso hídrico y su sustentabilidad, que permita encaminarnos hacia una sociedad consciente y equitativa en uso adecuado de los recursos.

La Planta Agroindustrial de la UTC, forma profesionales competitivos y potencia el campo de la industrialización, combinando el conocimiento y la práctica es así como se realiza diferentes procesos con los estudiantes en la elaboración de cárnicos, vegetales y productos lácteos principalmente. Cuenta con un sistema de tratamiento de potabilización para que el agua utilizada cumpla con los requerimientos técnicos y de calidad para los equipos empleados en los diferentes procesos.

Una vez el agua es utilizada su descarga es directamente a un pozo séptico sin un tratamiento previo, dentro de los procesos de elaboración de productos el agua cambia sus características físicas-químicas y microbiológicas convirtiéndose en agua residual, por lo que es indispensable pensar en un sistema de tratamiento que cumpla con los límites permisibles dentro de la Normativa legal vigente del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA), creando así procesos sostenibles y amigables con el medio ambiente.

Preguntas de investigación

¿Los contaminantes del agua residual producto del proceso operativo de la Planta Agroindustrial influyen en la calidad del agua?

¿La caracterización del agua Residual en la Planta Agroindustrial ayudará a identificar los contaminantes presentes en el agua residual de la Planta Agroindustrial de la UTC?

¿El diseño de un sistema de tratamiento para la Planta Agroindustrial de la UTC permitirá que el agua cumpla con Límites Máximos Permisibles para su disposición final?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Diseñar un sistema de tratamiento de Aguas Residuales en la Planta Agroindustrial de la UTC.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la Planta Agroindustrial.
- Caracterizar el agua residual de la Planta Agroindustrial.
- Generar un sistema de tratamiento para la Planta Agroindustrial de la UTC.

CAPÍTULO I.

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Agua y Medio Ambiente

En un mundo donde la degradación del medio ambiente y la contaminación de los recursos hídricos aumentan a un ritmo sin precedentes y se convierten en serias amenazas para la supervivencia de la biodiversidad y los ecosistemas, es imposible lograr avances socioeconómicos que produzcan un nivel de desarrollo sostenible.

Luchar contra la degradación del medio ambiente, garantizar su sostenibilidad y proveer agua potable a las personas que no tienen acceso a esta y a los servicios de saneamiento básicos, son algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Para garantizar la provisión de agua potable y un medio ambiente libre de contaminación es necesaria una gestión estratégica y sostenible del agua y de los recursos naturales, apoyada en la tecnología y en programas de asistencia técnica. Así como en la difusión de programas educativos que contribuyan a crear conciencia sobre el buen uso y la conservación de estos. (Planeta Azul, 2019)

Sánchez Fabre & Ollero Ojeda (2010) indica que está completamente asumido que el agua es un elemento esencial del Medio Ambiente y que «malgastarla» o reducir su calidad es atentar contra ese medio ambiente y contra el bienestar del hombre. Se asume esa idea tras largos periodos en los que la preocupación esencial por el progreso económico velaba el interés por el medio ambiente. La consecuencia fue su rápido deterioro, que ha afectado esencialmente al agua y a la biodiversidad. Las masas de agua se convirtieron en superficies de dilución de elementos tóxicos de variado origen (Industria/medio agrario/ámbitos urbanos) y trasladaron su deterioro y contaminación hasta las plantas y los animales. (p.54)

1.2. Agua y Biodiversidad

Las actividades antrópicas incorporan en los cuerpos de agua sustancias contaminantes que cambian las condiciones físico-químicas naturales del sistema y, por lo tanto, desencadenan una cascada de reacciones que terminan alterando el funcionamiento del ecosistema. La calidad del agua es una condición necesaria, pero no suficiente, para garantizar la buena salud de cualquier ecosistema acuático, y también se deben considerar otros factores como, por ejemplo, la cantidad de agua, la presencia y la diversidad de hábitats físicos y la conectividad. (Menone et al., 2021)

Las fuentes de agua para el consumo humano y el riego serán cada vez más limitadas, la seguridad alimentaria se hará más vulnerable, y combatir el cambio climático será más difícil, si no se hace una gestión más eficaz y sostenible de los recursos hídricos a nivel global.

Es urgente tomar acciones para proteger, conservar y restaurar los ecosistemas de agua dulce, eliminar la contaminación, y mantener cuencas hidrográficas sanas que permitan responder a las necesidades de agua de la población mundial y obtener beneficios para el sostenimiento de todas las especies. (Planeta Azul, 2022)

El agua y la biodiversidad tienen un vínculo especial y es indispensable la preservación de los ecosistemas ya que manteniendo su equilibrio se asegura la subsistencia de los seres vivos, en especial porque proveen de agua, alimentos, y bienestar. Sin los ecosistemas el agua la biodiversidad y la vida del planeta se verán afectados severamente.

1.3. Agua y Cambio Climático

El cambio climático va a influir negativamente en la cantidad y calidad del agua disponible a nivel mundial para satisfacer toda una serie de necesidades humanas básicas, lo cual irá en menoscabo del derecho fundamental de miles de millones de personas a tener acceso al agua potable y el saneamiento. Esta es la advertencia formulada por los autores del último Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, en el que se hace un llamamiento a todos los Estados para que se comprometan más a fondo en la tarea de afrontar

este problema. El deterioro de los recursos hídricos mundiales pone en peligro la consecución del Objetivo 6 de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, cuya meta es conseguir el acceso al agua limpia y el saneamiento para todos en los diez próximos años. Se trata de un reto muy considerable, habida cuenta de que en el mundo hay actualmente 2.200 millones de personas privadas de acceso al agua potable y otros 4.200 millones que carecen de sistemas de saneamiento seguros. (UNESCO, 2020)

El cambio climático y sus consecuencias es una temática de actualidad, divulgada diariamente en los medios de comunicación de masas, conocida e identificada como una de las preocupaciones de la ciudadanía. Así lo demuestran diferentes estudios como el informe presentado por la European Commission (2009), en el que se considera el segundo problema más grave que tiene hoy el mundo después de la pobreza, falta de alimento y agua. (Fernández Ferrer et al., 2011)

1.4. Contaminación del Agua

La contaminación hídrica se entiende como la acción de introducir algún material en el agua alterando su calidad y su composición química. Según la Organización Mundial de la Salud el agua está contaminada “cuando su composición se haya modificado de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso, al que se le hubiera destinado en su estado natural”. (Guadarrama, Teja et al., 2016)

Según Mendizabal (2010) la evolución del tema de la contaminación del agua se ve también en la forma como éste es percibido y en consecuencia, expresado en las políticas. Después de la Cumbre de Medio Ambiente Humano de 1972 el tema figuraba en la cabecera de los diagnósticos ambientales de aquellos países donde la preocupación por el medio ambiente debutó en la palestra, relegando el medio ambiente, sus políticas e instituciones, a un tratamiento meramente sectorial. Pero ahora que los perfiles epidemiológicos de los países en desarrollo expresan que los esfuerzos sectoriales desplegados no son suficientes, la perspectiva sistémica se impone en todas las áreas del conocimiento y el tema de la contaminación del agua se convierte en componente transversal obligado de diversas estrategias de sectores del desarrollo, y, por consiguiente, en objeto que concita intervenciones multidisciplinares innovadoras.

Fuentes puntuales

Descargan agentes contaminantes en lugares o localizaciones específicas. (Ej. Contaminación del agua de una refinería de petróleo descargando aguas residuales). (Aurora, 2015)

Fuentes difusas

No se puede localizar fácilmente; es decir, afectan a las masas de aguas desde fuentes como escorrentías de zonas agrícolas que drenan hacia los ríos. Este tipo de contaminación es difícil de controlar. (Aurora, 2015)

1.5.Principales contaminantes del agua

Según Guadarrama, Teja et al. (2016) los principales contaminantes del agua son:

- Los agentes patógenos: algunas bacterias, virus y parásitos, provenientes de desechos orgánicos, entran en contacto con el agua.
- Los desechos que requieren oxígeno: algunos desperdicios pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Cuando existen grandes poblaciones de estas bacterias pueden llegar a agotar el oxígeno del agua, matando toda la vida acuática.
- Las sustancias químicas inorgánicas como los ácidos y los compuestos de metales tóxicos envenenan el agua.
- Las sustancias químicas orgánicas como el petróleo, el plástico, los plaguicidas y los detergentes amenazan la vida en el agua.
- Los nutrientes vegetales pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas. Estas mueren y se descomponen agotando el oxígeno del agua y provocando la muerte de varias especies marinas.
- La mayor fuente de contaminación proviene de los sedimentos o materia suspendida que enturbian el agua.
- El aumento de la temperatura disminuye la cantidad de oxígeno en el agua, vulnerando la supervivencia de los organismos acuáticos.

1.6. Consecuencias de la contaminación del agua

La contaminación del agua representa un problema existencial en el mundo, ya que se trata de una de las principales fuentes de vida del planeta.

Entre las múltiples consecuencias derivadas de la contaminación que el hombre propone al agua de lagos, ríos y mares, podemos destacar:

- Desaparición de vida marina y destrucción de ecosistemas acuáticos, debido a la extrema toxicidad de los desechos industriales.
- Generación de enfermedades en la población humana, como hepatitis, cólera y disentería.
- Fuerte repercusión por envenenamiento en especies pertenecientes a otros ecosistemas, debido al consumo del agua o por la falta total de ella. (Rojas, 2015)

1.6.1. Como afecta la agricultura a la calidad del agua

El auge de la productividad agrícola mundial que siguió a la Segunda Guerra Mundial se logró en gran parte a través del uso intensivo de insumos, como plaguicidas y fertilizantes químicos.

Desde 1960, el uso de fertilizantes minerales se ha multiplicado por diez, mientras que desde 1970 las ventas mundiales de plaguicidas pasaron de cerca de 1000 millones de dólares EEUU anuales, a 35000 millones de dólares al año.

Mientras tanto, la intensificación de la producción pecuaria el número mundial de cabezas de ganado se ha más que triplicado desde 1970 ha visto surgir una nueva clase de contaminantes: antibióticos, vacunas y promotores hormonales del crecimiento que viajan a través del agua desde las granjas a los ecosistemas y al agua que bebemos.

Al mismo tiempo, la contaminación del agua por materia orgánica procedente de la ganadería está hoy mucho más extendida que la contaminación orgánica derivada de las áreas urbanas. (FAO, 2022)

1.7. Contaminación del agua agrícola: datos destacados

- El riego es el mayor productor mundial de aguas residuales por su volumen (en forma de drenaje agrícola).
- A nivel mundial, las tierras agrícolas reciben anualmente cerca de 115 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados minerales. Alrededor del 20 por ciento de estos insumos de nitrógeno terminan acumulándose en los suelos y la biomasa, mientras que el 35 por ciento acaba en los océanos.
- El medio ambiente es rociado cada año a nivel global con 4,6 millones de toneladas de plaguicidas químicos.
- Los países en desarrollo representan el 25 por ciento del uso mundial de plaguicidas en la agricultura, pero suman el 99 por ciento de las muertes derivadas de su uso en el mundo.
- Cálculos recientes indican que el impacto económico de los plaguicidas en las especies no objetivo (incluidos los seres humanos) es de aproximadamente 8 000 millones de dólares EEUU anuales en los países en desarrollo.
- El agotamiento del oxígeno (hipoxia) resultante de la sobrecarga de nutrientes provocada por el hombre afecta un área de 240000 km² a nivel global, incluyendo 70000 km² de aguas continentales y 170000 km² de zonas costeras
- Se estima que un 24 por ciento de la superficie irrigada en el mundo está afectada por la salinización.
- Actualmente, están catalogados como presentes en el medio acuático europeo más de 700 contaminantes emergentes, sus metabolitos y productos de transformación.(FAO, 2022)

1.8. Tratamiento de Aguas residuales en la industria alimentaria

En la industria de alimentos se observan distintas problemáticas en la generación de aguas residuales, debido a los altos contaminantes presentes en las aguas, lo que ocasiona altos valores en DBO5 y DQO, aceites y grasas, sólidos suspendidos y disueltos, entre otros.

Por lo general en este tipo de industria se encuentran altos consumos de agua potable con destino al lavado de materias primas, equipos y procesos operativos, originando impactos negativos a la salud y medio ambiente por el alto contenido de contaminantes presentes en los efluentes obtenidos en cada una de estas etapas, por lo cual se requiere realizar un tratamiento adecuado con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales, cuya finalidad es la de tratar estos efluentes y dársele la disposición final, que puede ser reutilizado para el riego, descarga a un cuerpo receptor o para el vertimiento al alcantarillado, es importante resaltar que para cada una de estas opciones, se debe cumplir con los parámetros de calidad y límites máximos permisibles que se encuentran establecidos en las normas vigentes, para cualquiera de los casos.(Lozano, 2016)

Sin embargo el problema actual al que se enfrentan los residuos agroindustriales es que no existe una clara legislación específica para promover la gestión de este tipo de residuos, que asegure su buen manejo desde su generación hasta su disposición final, esto unido a la falta de conciencia ambiental por parte de la sociedad, además de que falta capacidad tecnológica y recursos económicos para darles un destino final, genera una problemática a nivel mundial. (ABUMALÉ CRUZ, 2018)

Los residuos agroindustriales presentan, en la mayoría de los casos, una elevada carga orgánica, provocando impactos ambientales tales como malos olores, anoxia, eutrofización, acidificación, sodicidad, generación de gases de efecto invernadero, percolación de lixiviados, etc., por lo que deben de ser tratados adecuadamente. (ABUMALÉ CRUZ, 2018)

1.9.Caracterización mínima de las aguas residuales

Según Lozano (2016), una caracterización de aguas residuales, sean domésticas, urbanas o industriales, deben incluir la estimación de los siguientes parámetros, como mínimo:

- Caudal (incluyendo los caudales punta y mínimos).
- Temperatura
- pH

- Sólidos sedimentables
- DBO5 total y disuelta
- DQO total y disuelta
- Sólidos Totales (suspendidos y disueltos)
- Nitrógeno Total Kjeldahl – NTK
- Fosfatos
- Grasas y Aceites
- Sulfatos
- Tensoactivos, presencia de agentes de limpieza (tipo, volumen empleado, frecuencia de uso)

1.9.1. Pretratamiento

El pre tratamiento se lo aplica para eliminar todo el material grueso que generalmente está flotando y que da impacto visual negativo. La función es extraer de las aguas crudas la mayor cantidad posible de la materia que arrastran, y que posteriormente ocasionarían problemas en los tratamientos posteriores (tales como obstrucción de tuberías, formación de costras, enarenado de digestores anaerobios, etc. (Bermeo, 2016, p.53)

1.9.2. Tratamiento Primario

El tratamiento primario tiene como objetivo la reducción de los sólidos en suspensión del agua residual y como estos están constituidos por materia orgánica, el tratamiento primario va a producir una reducción de la demanda bioquímica de oxígeno, igualmente se consigue una reducción de la contaminación bacteriológica, mediante sedimentación u otro medio, y constituye un método de preparar el agua para el tratamiento secundario. Por lo regular el tratamiento primario remueve alrededor del 60% de los sólidos suspendidos del agua residual cruda y 35 a 40% de la DBO suspendida. (Bermeo, 2016, p.67)

1.9.2.1. Procesos Considerados en Tratamiento Primario

Dentro de los tratamientos primarios que se aplican a las aguas residuales esta la neutralización que asegura mejor operación de la etapa siguiente de tratamiento. Existen múltiples procesos que se pueden incluir en tratamiento primario como filtración, tamizado, fosas sépticas, tanques imhoff ec. Inclusive se puede utilizar procesos mixtos como sedimentación flotación. (Bermeo, 2016, p.67)

Según Bermeo (2016) indica que los principales procesos y operaciones unitarias aplicadas en tratamiento primario son:

- Neutralización
- Coagulación (proceso físico químico) y Floculación
- Sedimentación o decantación primaria
- Flotación (p.67)

1.9.3. Tratamiento Secundario

El tratamiento secundario o tratamiento biológico tiene como objetivo principal la reducción de materia orgánica coloidal como la materia orgánica disuelta. El proceso se basa en que microorganismos adecuados consuman la materia orgánica, mediante la coagulación. Después de un proceso biológico el efluente pasa a una sedimentación secundaria con el fin de eliminar el floculo biológico que se ha generado. (Bermeo, 2016, p.109) se puede aplicar un tratamiento aerobio u anaerobio según corresponda.

1.9.4. Tratamiento Terciario

Bermeo (2016) indica, si el efluente obtenido hasta este punto no cumple con las normativas ambientales para descarga, debe aplicar tratamiento terciario, hasta lograr eliminar los compuestos orgánicos e inorgánicos que afectan la calidad del agua. El tratamiento terciario o avanzado puede tener diversos fines depende el proceso que se requiera. Se busca los siguientes fines:

- Disminución de microorganismos fecales y gérmenes patógenos
- Disminución de la demanda de oxígeno, mediante el proceso de nitrificación se elimina la materia orgánica nitrogenada.
- Precipitación de fosforo mediante por insolubilización.
- Eliminación de materia orgánica refractaria aplicando proceso de adsorción con carbón activo (p. 121)

Según Bermeo (2016), se pueden indicar tres tipos básicos de desinfección:

- Tratamiento físico
- Radiación
- Métodos químicos

Los métodos más utilizados son la cloración la ozonización y la radiación UV (p.121)

1.9.5. Coagulación y sedimentación de microcontaminantes

Los procesos de coagulación-floculación se utilizan normalmente para mejorar la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales y promover la eliminación de sólidos en suspensión, coloides y algunos compuestos orgánicos disueltos que no se asientan espontáneamente. El proceso de coagulación funciona desestabilizando los coloides/emulsiones usando coagulantes como sales metálicas y/o polímeros orgánicos sintéticos siguiendo cualquiera de los mecanismos como compresión de doble capa, adsorción y neutralización de carga, atrapamiento de partículas en el precipitado, adsorción y formación de puentes entre partículas. Los parámetros que afectan el rendimiento de la coagulación son la dosis de coagulante, el pH y la fuerza iónica de la solución. Según el tipo de coagulante, como sulfato de aluminio, sulfato ferroso y cloruro férrico, el rango de pH óptimo para la coagulación varía entre 4,0 y 8,5. (Sreejon et al., 2017, p.89)

1.10. Biodegradación de microcontaminantes en tratamiento secundario

Según Das et al, 2017, las eficiencias de eliminación observadas varían en un amplio rango para diferentes compuestos, así como para la misma sustancia, debido a condiciones operativas como aeróbicas, anaeróbicas, anóxicas, tiempo de retención de lodos (SRT), pH, potencial redox y temperatura del agua. Los biorreactores de membrana (MBR) parecen ser más efectivos que el proceso de lodo activado convencional (CAS), ya que el proceso MBR combina el tratamiento biológico con la filtración por membrana (micro y ultrafiltración).

El pH de la solución juega un papel importante en la eliminación de micro partículas, ya que las soluciones altamente ácidas o muy básicas afectan la solubilidad del micro partículas y también dificultan el crecimiento de la comunidad microbiana. Así mismo El crecimiento y la actividad microbiana, así como la solubilidad y otras propiedades fisicoquímicas del micro partículas, se ven significativamente afectados por la temperatura. La variabilidad de la temperatura se ha relacionado con el deterioro de la calidad del agua a granel y la inestabilidad del sistema; también se ha relacionado con la de floculación del lodo y la disminución de la actividad metabólica del lodo (Sreejon et al., 2017, p.93)

El tratamiento terciario de aguas residuales usando varias combinaciones de procesos de membrana, adsorción de carbón activado y oxidación avanzada se está realizando o caracterizando en varias jurisdicciones con estrictos requisitos de calidad del agua. (Sreejon et al., 2017, p.95)

Adsorción de carbón activado

Sreejon et al. (2017) indica que la adsorción con carbón activado para la eliminación de micro partículas se ha aplicado en unidades de tratamiento secundario y terciario. Se notificó la adsorción simultánea de sulfametoxazol y carbamazepina en carbón activado en polvo (PAC) en un biorreactor de membrana (MBR) con una dosis de PAC de 0,1–1 g/l. El tiempo de contacto con el lecho vacío (EBCT, por sus siglas en inglés) para un filtro de carbón activado biológico para la

eliminación de numerosas micro partículas para tres plantas de recuperación a gran escala varió de 9 a 45 min. (p.95)

1.10.1. Procesos de membrana

Los sistemas de proceso basados en membranas se pueden clasificar como sistemas de membrana directa e integrada basados en membrana directa, basados en membrana integrada y combinados directos e integrados. Los procesos de filtración por membrana impulsados por presión, como la nanofiltración (NF), la ultrafiltración (UF), la microfiltración (MF) y la ósmosis inversa (RO), se utilizan habitualmente para varios tratamientos de efluentes. Mientras que MF y UF son procesos de baja presión, NF y RO son procesos de alta presión. En el tratamiento terciario de aguas residuales para MP, UF y NF se pueden utilizar de manera efectiva. La eliminación de micro partículas por membrana depende de muchos factores diferentes, incluidas las características de la membrana, el tipo de micro partículas, características del soluto/medio acuoso, condiciones de funcionamiento y ensuciamiento de la membrana. (Sreejon et al., 2017, p.95)

1.10.2. Procesos de oxidación avanzada

Los procesos de oxidación avanzada (POA) que utilizan radicales hidroxilos ($\text{OH}\cdot$) se utilizan cada vez más para el tratamiento terciario de aguas residuales municipales y para el reciclaje de agua. Estos procesos son rápidos, no selectivos y efectivos para compuestos recalcitrantes. Entre numerosas combinaciones de AOP, los procesos basados en UV, peróxido de hidrógeno y ozono son fáciles de implementar para el tratamiento terciario de efluentes de EDAR. En una investigación exhaustiva, se estudió la eficiencia de eliminación de 220 MP con post ozonización a gran escala para una planta de tratamiento de aguas residuales. (Sreejon et al., 2017, p.98)

1.11. Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria Láctea en Sistemas Anaerobios Tipo UASB

Los principales procesos de la industria láctea que producen residuos contaminantes son los procesos de producción de quesos, cremas y mantequilla, el lavado de torres

de secado y las soluciones de limpieza alcalina (CIP1 soda). Se estima que el suero generado en la elaboración de quesos tiene una DBO del orden de 40.000 - 50.000 mg/l. Las aguas residuales de las industrias lácteas son generalmente neutras o poco alcalinas, pero tienen tendencia a volverse ácidas muy rápidamente a causa de la fermentación del azúcar de la leche produciendo ácido láctico, sobre todo en ausencia de oxígeno y la formación simultánea de ácido butírico, descendiendo el pH a 4,5 - 5,0. La composición de estas aguas incluye sustancias orgánicas disueltas como la lactosa, sales minerales y suspensiones coloidales de proteínas (caseína, albúminas, y globulinas) con una DQO entre 2000 - 4000 mg/l y una DBO5 entre 2000 - 3000 mg/l. El consumo de agua en las industrias lácteas oscila entre 8,0 - 35 l/kg de leche. Los procesos biológicos anaerobios vienen siendo ampliamente utilizados en el tratamiento de aguas residuales agroindustriales como las de la fabricación de bebidas alcohólicas, productos lácteos, y cárnicos. Estos sistemas son más eficaces y económicos cuando hay elevada concentración de compuestos orgánicos biodegradables. (Arango & Sanches, 2009)

1.11.1. Ventajas del proceso anaerobio

- Producción de metano, gas combustible utilizado como fuente de energía.
- Menor consumo de energía comparado con los tratamientos aeróbicos, resultando en costos operacionales más reducidos.
- La fracción de materia orgánica convertida en células bacterianas es relativamente baja (cerca de 10%) en relación al tratamiento aerobio (cerca de 50%). Esto significa que la cantidad de fango biológico formado es menor, resultando en menores problemas de disposición de los mismos.
- Las unidades de tratamiento son cerradas evitando la generación de olores
- Tolerancia a elevadas cargas orgánicas.

En la digestión anaerobia la materia orgánica es transformada por acción de microorganismos anaerobios y facultativos en gas carbónico y gas metano. las reacciones que suceden son complejas, aunque se pueden dividir en cuatro etapas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis. (Arango & Sanches, 2009)

1.11.2. Reactores UASB.

Según Arango & Sanches (2009) Los reactores UASB (del inglés Upflow Anaerobic Sludge Blanket) fueron desarrollados para el tratamiento de aguas residuales industriales con una concentración de materia orgánica media y elevada. En resumen, el reactor UASB es un tanque en el cual las aguas residuales son introducidas en la parte inferior y salen por la parte superior, estableciendo un flujo ascendente, siendo la mezcla del sistema promovida por el flujo ascensional del fluido y por las burbujas de gas.

ABUMALÉ CRUZ (2018) indica que otro factor importante, es el que se refiere al contacto del agua residual en el influente, con la biomasa presente en el reactor; ya que si este contacto es poco eficiente, la transferencia de masa será pobre y no se conseguirá utilizar, todo el potencial de la actividad metanogénica específica de la biomasa activa, presente en el biorreactor y la tasa de estabilización de la materia orgánica soluble presente en el agua residual, estará muy por debajo de los valores teóricos estimados (p. 46).

1.11.2.1. Ventajas de los reactores UASB

- Son sistemas compactos, con baja demanda de área, sin necesidad de utilización de un material de soporte.
- Se obtienen niveles de remoción de DBO/DQO superiores al 80%.
- Bajo costo de operación.
- Elevada concentración del lodo excedente, no necesitando de una unidad de espesamiento de lodo.
- bajo consumo de energía.

El empleo de estos sistemas en la depuración de aguas residuales de la agroindustria láctea ha presentado resultados satisfactorios, inclusive con cargas orgánicas superiores a los 20 g DQO/L.d. (Arango & Sanches, 2009)

1.12. Tratamiento Aerobio

En el tratamiento aeróbico de las aguas residuales se incrementa fuertemente el aporte de oxígeno por riego de superficies sólidas, por agitación o agitación y

aireación sumergida simultaneas. El crecimiento de los microorganismos y su actividad degradativa crecen proporcionalmente a la tasa de aireación. Las sustancias orgánicas e inorgánicas acompañantes productoras de enturbiamiento son el punto de partida para el desarrollo de colonias mixtas de bacterias y hongos de las aguas residuales, los flóculos que, con una intensidad de agitación decreciente, pueden alcanzar un diámetro de unos mm dividiéndose o hundiéndose después.

La formación de flóculos se ve posibilitada por sustancias mucilaginosas extracelulares y también por las microfibrillas de la pared bacteriana que unen las bacterias unas con otras. El 40 – 50% de las sustancias orgánicas disueltas se incorporan a la biomasa bacteriana y el 50 – 60% de las mismas se degrada. La acción degradativa o depuradora de los microorganismos en un proceso se mide por el porcentaje de disminución de la DBO en las aguas residuales tratadas. Dicha disminución depende de la capacidad de aireación del proceso, del tipo de residuos y de la carga de contaminantes de las aguas residuales y se expresa así mismo en unidades de DBO. (Tutillo Zambrano, 2012)

Este proceso ha sido estudiado ampliamente y existen varios tipos de sistemas para su aplicación desde lo tradicional como las lagunas de aireación extendida hasta los sistemas actuales de reactores biológicos con ultrafiltración utilizando membranas. Martínez López et al. (2014), hace referencia a los procesos aerobios e indica que, estos sistemas requieren de ciertas condiciones estables de funcionamiento, carga orgánica, concentración de nutrientes, de pH, etc. Se puede llegar a aplicar un tratamiento aerobio mediante el uso de lagunas aireadas, sistemas de lodos activados, sistemas biológicos de discos rotatorios (biodiscos), filtros percoladores, etc. (p.38)

1.13. NORMATIVA LEGAL

Se toma como referencia la tabla 9 de la Normativa TULSMA, comparando los resultados de los análisis con los límites máximos permisibles para descarga a un cuerpo de agua dulce, en donde según los parámetros analizados se puede determinar su grado de cumplimiento mismo que se representa en el criterio de resultados como cumple o no cumple.

Tabla 1.

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	1 000
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 (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
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		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1000
Sulfuros	S ⁻²	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

Fuente: TULSMA, Acuerdo Ministerial 097 A (2015)

Para realizar la toma de muestras se toma como referencia la norma técnica del Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2176: 2013. Primera revisión.

Esta norma establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad, de las aguas naturales, aguas contaminadas y aguas residuales para su caracterización.

Tomando en cuenta los siguientes datos:

Muestras puntuales

- Las muestras puntuales son muestras individuales, recogidas de forma manual o automática, para aguas en la superficie, a una profundidad específica y en el fondo.
- Cada muestra, normalmente, representará la calidad del agua solamente en el tiempo y en el lugar en que fue tomada. El muestreo automático equivale a una serie de muestras tomadas en un tiempo preestablecido o en base a los intervalos de flujo.
- Se recomienda tomar muestras puntuales si: el flujo del agua a muestrear no es uniforme, si los valores de los parámetros de interés no son constantes o si el uso de la muestra compuesta presenta diferencias con la muestra individual debido a la reacción entre las muestras.
- La muestra puntual es adecuada para la investigación de una posible polución y en estudios para determinar su extensión o en el caso de recolección automática de muestra individual para determinar el momento del día cuando los contaminantes están presentes. También se puede tomar muestras puntuales para establecer un programa de muestreo más extensivo. Las muestras puntuales son esenciales cuando el objetivo del programa de muestreo es estimar si la calidad del agua cumple con los límites o se aparta del promedio de calidad.
- La toma de muestras puntuales se recomienda para la determinación de parámetros inestables como: la concentración de gases disueltos, cloro residual y sulfitos solubles. (Norma Técnica Ecuatoriana, 2013)

Tipos de recipiente para muestras

Recipientes normales

Son adecuadas las botellas de polietileno y las de vidrio de borosilicato para la toma de muestras en las que se realizará el análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas naturales. Otros materiales químicamente más inertes, por ejemplo: politetrafluoroetileno (PTFE), son preferidos pero su uso no está muy extendido en los análisis de rutina. La tapa de tornillo, en las botellas de boca angosta y ancha se debe acoplar con tapas y tapones de plástico inerte o tapones de vidrio esmerilado (propenso a trabarse con las soluciones alcalinas). Si las muestras son transportadas en caja al laboratorio para los análisis, la tapa de la caja debe ser construida para prevenir el aflojamiento de los tapones, lo que puede producir derramamientos y/o contaminación de la muestra. (Norma Técnica Ecuatoriana, 2013)

CAPÍTULO II.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.Modalidad o enfoque de la investigación:

El enfoque es cualitativo, ya que privilegia el análisis profundo y reflexivo de los significados subjetivos e intersubjetivos que forman parte de las realidades estudiadas., como lo indica Mata (2019) la investigación cualitativa asume una realidad subjetiva, dinámica y compuesta por multiplicidad de contextos. El enfoque cualitativo de la investigación.

2.1.1. Tipo de investigación:

La investigación es exploratoria, descriptiva. La investigación se centra en descubrir por medio de la caracterización del agua residual generada por la planta de Agroindustrias de la UTC, los parámetros causantes de contaminación y diseñar un sistema de tratamiento acorde para cumplir con la Normativa vigente.

2.1.2. Enfoque y tipo de la investigación:

El enfoque de la investigación es cualitativo el mismo que asume una realidad subjetiva, dinámica y compuesta por multiplicidad de contextos. Este enfoque cualitativo de investigación privilegia el análisis profundo y reflexivo de los significados subjetivos e intersubjetivos que forman parte de las realidades estudiadas. El tipo de investigación es exploratoria, descriptiva ya que se centra en descubrir por medio de la caracterización del agua residual generada por la planta de Agroindustrias

2.2. Métodos teóricos y empíricos a emplear.

2.2.1. Métodos

- **METODO DESCRIPTIVO**

Este método permitió llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos en el laboratorio.

- **METODO INDUCTIVO**

Este método ayudó para concluir e interpretar los valores en los diferentes parámetros analizados.

- **METODO BIBLIOGRAFICO**

Se emplea estrategias y técnicas para acceder a material bibliográfico de utilidad para desarrollar el presente trabajo de investigación como son: tesis, artículos y revistas científicas que contienen información relacionada al tema.

- **METODO DE CAMPO**

Se aplica este método al realizar el respectivo diagnóstico y datos preliminares de vital importancia como son caudal de agua utilizada, puntos de descarga del agua, entre otros.

2.3. Técnicas e instrumentos:

2.3.1. TECNICAS

- **De laboratorio**, mediante laboratorio acreditado se analizan los parámetros representativos tales como: DBO5, DQO, aceites y grasas, tenso activos, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, nitrógeno total kjeldahl, Coliformes fecales. En situ se analizó pH, conductividad y temperatura.
- **Recolección de datos**, una vez emitidos los informes de resultados se organizó los resultados en una tabla comparativa.

- **Análisis de datos**, se analizaron los resultados comparando con la normativa TULSMA, Tabla 9 y se determina el cumplimiento según criterio de resultados cumple y no cumple.
- **Muestreo**, para este procedimiento se realiza el muestreo según normativa NTE INEN 2176: 2013.
- **Población y muestra**
La población relacionada al presente estudio está integrada por docentes, estudiantes y demás personal que labora en la Universidad con un grupo aproximado de 2400 personas.

2.4. INSTRUMENTOS DE LABORATORIO Y DE RECOLECCION DE MUESTRAS.

Dentro de los instrumentos utilizados estan los siguientes:

- Botellas de polietileno 3 litros.
- Botella de vidrio color ámbar 1 litro.
- Dos frascos estériles de 100 ml cada uno.
- Un balde de 20 litros.
- Guantes
- Un vaso de precipitación de 500 ml.
- Pipetas
- Gel de refrigerante.
- Cooler para transporte de muestras.

CAPÍTULO III.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.SITIO DE ESTUDIO

Figura 1.

Mapa de Ubicación



Fuente: propia

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Centro Experimental Académico Salache a 7,54 km del Cantón Latacunga en la parroquia Eloy Alfaro en el barrio Salache correspondiente a la provincia de Cotopaxi.

Tabla 2.

Coordenadas de ubicación

Coordenadas Geográficas Del CEASA (U.T.M.)	
X	9889376
Y	764508

Fuente: propia.

3.2. Generalidades

En Salache funciona la facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN), en su afán de formar profesionales de excelencia funciona las carreras de Agronomía, Veterinaria, Ecoturismo, Agroindustria y Medio Ambiente.

3.2.1. Fisiografía

La fisiografía de CEASA según investigaciones de Laverde (2014), corresponde al típico altiplano de la sierra y es dependiente de una amplia zona plana, la cual se extiende hacia el norte hasta las estribaciones del nudo de Tiopullo. Hacia el sur experimenta una débil pendiente, describiendo sinuosidades las que dan origen a diferentes niveles de terraza. Al occidente limita con las estribaciones de la colina Alpamalag.

3.2.2. Temperatura

De acuerdo a los datos investigados por Laverde (2014) de la estación RUMIPAMBA-SALCEDO M 004, el sector presenta una temperatura media máxima multianual de 14,1° C. Se observa que no existe una mayor variación entre los promedios de cada mes.

3.2.3. Precipitación

Se registra una precipitación media anual de 621,3 mm, con un promedio mensual de 51,8 mm. Los meses más lluviosos son de noviembre hasta mayo, mientras que los meses de menor precipitación son desde junio hasta octubre. La precipitación máxima que se aprecia en la zona corresponde al mes de abril de 94,3 mm y una mínima de 19,3 mm en el mes de agosto.(Laverde, 2014)

3.2.4. Humedad Relativa

La humedad relativa multianual en la zona es de 76,4 %. La humedad relativa es la relación porcentual entre la humedad absoluta (peso en gramos del vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire) y la cantidad de vapor que contendría el metro cúbico de aire si estuviese saturado a cualquier temperatura, (Laverde, 2014)

3.2.5. Viento

Presenta los siguientes datos de velocidad media del viento en el periodo analizado. En el estudio se detalla información sobre la velocidad mayor observada. En el área de influencia los vientos que predominan provienen del norte al sureste, en tanto que los otros son irregulares. Durante el periodo 2006 – 2010 la velocidad media observada es de 4,7 km/h. (Laverde, 2014)

3.2.6. Uso del Suelo

En esta zona de vida, el uso de la tierra está condicionado a la disponibilidad de riego, profundidad y contenido de materia orgánica del suelo y por supuesto a la pendiente.

3.2.7. Hidrología

El predio del CEASA se encuentra en la microcuenca del río Salache - Isinche, que está incluida el pareo de drenaje natural de la subcuenca del río Cutuchi, que a su vez forma parte de la cuenca alta del río Pastaza. Esta área es parte de la cuenca del río Amazonas, vertiente del Océano Atlántico. A través de la brecha del Agoyán recibe esta zona, la influencia de las corrientes aéreas que caracterizan el amazónico.³ Por el predio también cruza el canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato. (Benavides, 2013)

3.2.8. Suelos

Existen dos tipos de suelos en la hacienda, en la parte baja el suelo franco areno arcilloso y en la parte alta limo arcilloso. Según la tesis de (Benavides, 2013) los suelos de esta área están formados por un enorme depósito de lares, procedentes del volcán Cotopaxi, integrado especialmente por bosques dentro de una matriz

areno – arcillo. Según la tesis de (Benavides, 2013) se caracterizan por ser suelos profundos, medios y superficiales; las texturas van de franco – areno y hasta franco arcilloso. El pH varía de neutro a ligeramente alcalino. El contenido de materia orgánica va de bajo a medio. (Laverde, 2014)

3.3.FLORA Y FAUNA

La flora y la fauna representan los componentes vivos o bióticos de la naturaleza, unidos a los componentes no vivos o abióticos, como el suelo, el agua, el aire, etc. La biodiversidad en el área de estudio se ha visto afectada de diversas maneras y especies que han tenido que luchar contra una serie de condiciones extremas que han configurado una vegetación típica de esta zona de vida.

3.3.1. Flora

De la flora proviene una gran parte de los alimentos y medicamentos, así como la materia prima para la industria textil (cabuya), maderera y otras. Se puede divisar llanuras, barrancos y las cortinas rompe vientos en donde se puede observar la flora silvestre, especies medicinales, cultivos de ciclos cortos, herbáceos, perennes y leñosos además que se cultivan especies nativa y exótica para el consumo humano, las especies que forman parte de la biodiversidad se tiene:

El pasto tiene una gran importancia para la alimentación de los animales que forman parte de la naturaleza, la vegetación aporta funciones diferentes dentro del ecosistema como purificar el aire transformando el dióxido de carbono (CO₂) en oxígeno que respiran todos los seres vivos.

3.3.2. Fauna

Existe una biodiversidad faunística siendo un recurso renovable, que representa una barrera ecológica donde se encuentra especies silvestres y domésticas que forman parte del ecosistema, se reproducen por sí mismo, son de mucha importancia para la humanidad porque sirven de alimento y fuentes de materia prima para la industria, además hay animales que sirven de presa para las especies depredadoras.

3.4. ANÁLISIS DE LABORATORIO

Se analizaron tres muestras de agua en un laboratorio acreditado mismas que arrojaron datos que fueron comparados con la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua del TULSMA.

Tabla 3.

Muestras de agua 1. Fecha de muestreo 01/12/2022

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	MUESTRA #1 01/12/2022	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
DBO	mg/l	373,53	100	NO CUMPLE
DQO	mg/l	887,9	200	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASA	mg/l	59,2	30	NO CUMPLE
TENSOACTIVOS	mg/l	24,5	0,5	NO CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	1172,0	1600,0	CUMPLE
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	322,0	130,0	NO CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL	mg/l	15,4	50,0	CUMPLE
KJELDAHL COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	170,0	2000	CUMPLE

Fuente: propia

Comparando los resultados con los límites máximos permisibles la muestra de agua no cumple con los criterios para descarga a un cuerpo de agua dulce en los siguientes parámetros: DBO, DQO, aceites y grasas, tenso activos y sólidos suspendidos totales, lo cual indica que existe contaminación y se debe dar un tratamiento para que el agua cumpla con las características de descarga dando cumplimiento con la normativa vigente.

Tabla 4.

Muestras 2. Fecha de muestreo 07/12/2022.

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	MUESTRA #2 07/12/2022	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
DBO	mg/l	385,42	100	NO CUMPLE
DQO	mg/l	896,3	200	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASA	mg/l	53,6	30	NO CUMPLE
TENSOACTIVOS	mg/l	26,5	0,5	NO CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	1165,0	1600,0	CUMPLE
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	318,00	130,0	NO CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	mg/l	13,6	50,0	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	145,00	2000	CUMPLE

Fuente: propia

Se compara los resultados de la segunda muestra con los límites máximos permisibles y el agua no cumple con los criterios para descarga a un cuerpo de agua dulce en los siguientes parámetros: DBO, DQO, aceites y grasas, tensoactivos y sólidos suspendidos totales. Con estos resultados se debe proponer un tratamiento para corregir los parámetros fuera de normativa.

Tabla 5.

Muestras 3. Fecha de muestreo 14/12/2022.

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	MUESTRA #3 14/12/2022	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
DBO	mg/l	351,23	100	NO CUMPLE
DQO	mg/l	839,6	200	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASA	mg/l	43,5	30	NO CUMPLE
TENSOACTIVOS	mg/l	21,90	0,5	NO CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	1268,0	1600,0	CUMPLE

SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	413	130,0	NO CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	mg/l	18,7	50,0	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	163,0	2000	CUMPLE

Fuente: propia

Se Comparando los resultados de la tercera muestra con los límites máximos permisibles y el agua no cumple con los criterios para descarga a un cuerpo de agua dulce en los siguientes parámetros: DBO, DQO, aceites y grasas, tensoactivos y sólidos suspendidos totales, lo que indica el grado de contaminación que posee el agua actualmente descargada sin un tratamiento previo.

Tabla 6.

Parámetros analizados, comparación con las tres muestras

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	MUESTRA #1 01/12/2022	MUESTRA #2 07/12/2022	MUESTRA #3 14/12/2022	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
DBO	mg/l	373,53	385,42	351,23	100	NO CUMPLE
DQO	mg/l	887,9	896,3	839,6	200	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASA	mg/l	59,2	53,6	43,5	30	NO CUMPLE
TENSOACTIVOS	mg/l	24,5	26,5	21,90	0,5	NO CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	1172,0	1165,0	1268,0	1600,0	CUMPLE
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	322,0	318,00	413	130,0	NO CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	mg/l	15,4	13,6	18,7	50,0	CUMPLE

COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	170,0	145,00	163,0	2000	CUMPLE
---------------------------	------------	-------	--------	-------	------	--------

Fuente: propia

Analizando los resultados proporcionados de las tres muestras tienen diferencias mínimas, y en el criterio de resultados no cumplen con los límites máximos permisibles de la tabla 9 descarga a un cuerpo de agua dulce (TULSMA) los siguientes parámetros: DBO5, DQO, aceites y grasas, tenso activos, sólidos suspendidos totales. Las tres muestras no cumplen en los mismos parámetros y muestran la contaminación existente al descargar sin un tratamiento previo.

3.5. DATOS RECOLECTADOS

Q = 2500 L/ DIA

Tabla 7.

Parámetros analizados In situ. Muestra 1

PARAMETROS ANALIZADOS IN SITU	UNIDAD	MUESTRA #1 01/12/2022
POTENCIAL HIDRÓGENO	UpH	8,15
CONDUCTIVIDAD	mS	0,92
TEMPERATURA	°C	19,1

Fuente: propia

En la primera muestra analizada in situ tenemos un pH alcalino, conductividad alta y temperatura normal. Estos parámetros también son importantes para la toma de decisiones al momento de proponer un sistema de tratamiento.

Tabla 8.

Parámetros analizados In situ. Muestra 2

PARAMETROS ANALIZADOS IN SITU	UNIDAD	MUESTRA #2 07/12/2022
POTENCIAL HIDRÓGENO	UpH	7,76

CONDUCTIVIDAD	mS	1,10
TEMPERATURA	°C	18,3

Fuente: propia

En la segunda muestra analizada in situ tenemos un pH neutro, conductividad eléctrica alta, este parámetro también es una referencia importante del grado de contaminación del agua y temperatura normal.

Tabla 9.

Parámetros analizados In situ. Muestra 3

PARAMETROS ANALIZADOS IN SITU	UNIDAD	MUESTRA #3 14/12/2022
POTENCIAL HIDRÓGENO	UpH	7,85
CONDUCTIVIDAD	mS	1,24
TEMPERATURA	°C	18,6

Fuente: propia

En la tercera muestra analizada in situ tenemos un pH neutro, conductividad alta y temperatura normal. En esta muestra persiste la conductividad como un parámetro a tomar en cuenta y persiste la contaminación existente.

Tabla 10.

Parámetros analizados In situ. Comparación con las tres muestras.

PARAMETROS ANALIZADOS IN SITU	UNIDAD	MUESTRA #1 01/12/2022	MUESTRA #2 07/12/2022	MUESTRA #3 14/12/2022
POTENCIAL HIDRÓGENO	UpH	8,15	7,76	7,85
CONDUCTIVIDAD	mS	0,92	1,10	1,24
TEMPERATURA	°C	19,1	18,3	18,6

Fuente: propia

Las muestras analizadas tienen características similares, en el pH dependiendo de la producción que se realice tiende a variar por lo que se requiere de un tanque de homogenización que nos permita obtener un efluente de iguales características para su posterior tratamiento.

3.5. PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PLANTA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

3.5.1. INTRODUCCION

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los distintos tipos de contaminantes presentes en el agua efluente. Este trabajo tiene la finalidad de abordar la problemática de las aguas residuales en la agroindustria y su incidencia en los recursos hídricos en base a esto proponer alternativas de tratamiento con el propósito de proporcionar un desarrollo sostenible y de conservación de los recursos y medio ambiente. Procura señalar soluciones de tratamiento sobre las condiciones físicas químicas y microbiológicas del agua residual producto de los diferentes procesos productivos en base a resultados y caracterización del agua, para aportar al manejo integral de la planta de Agroindustrias.

3.5.2. OBJETIVOS

El objetivo del tratamiento es acondicionar el efluente a las mejores características técnicas y económicas para su retorno al medio ambiente, dando cumplimiento a la normativa vigente y asegurando el bienestar de las futuras generaciones.

3.5.3. METODOLOGIA

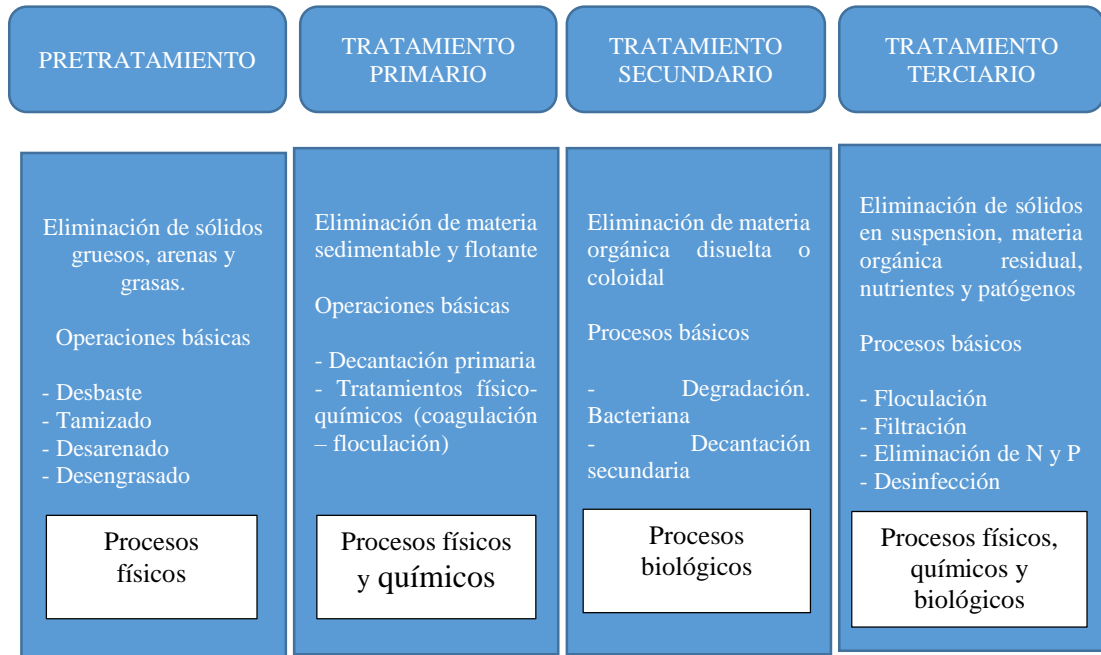
Una vez realizados los análisis en un laboratorio acreditado se evidencia que existen parámetros que no cumplen con los límites máximos permitidos para la descarga a un cuerpo de agua dulce. Estos parámetros son comunes para la medida de la contaminación del agua, que se pueden determinar con ensayos como la DBO5 (Demanda Biológica de Oxígeno a los cinco días) y la DQO (Demanda Química de Oxígeno), que son las cantidades de oxígeno que se necesitan para oxidar la materia orgánica susceptible de oxidación que se encuentra presente en el agua. Para disminuir este tipo de contaminación, pueden utilizarse tanto alternativas biológicas (bacterias y microorganismos) como sustancias químicas.

Hay otros ensayos con los que se puede medir la contaminación del agua, como: pH, sólidos suspendidos y sólidos disueltos, concentración de sustancias, color, turbidez, y otros de carácter organoléptico como olor y sabor.

3.5.4. DESARROLLO

Figura 2.

Fases de Tratamiento de los efluentes Industriales



Fuente: Soriano, 2015

Cuando se ha realizado la caracterización del agua residual se determina las fases de tratamiento a implementar para corregir los parámetros que se encuentran fuera de normativa (TULSMA), dentro de los cuales podemos destacar el pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario. Esto con la finalidad de devolver el agua en condiciones óptimas al ambiente.

3.6.4.1. Caudal de diseño

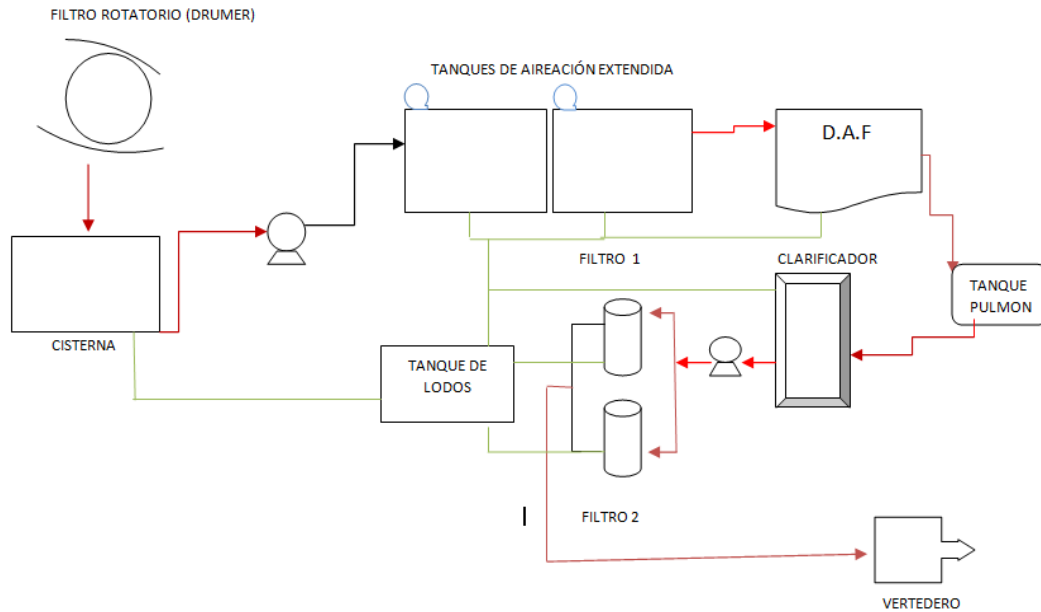
Q= 3000 Litros día

Asegurando un aumento del 20%

0,105 l/s → 0,38 m³/h

Figura 3.

Estructura del sistema de tratamiento de agua residual en la planta agroindustrial



Fuente: Propia

3.6.DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA PTAR

- **Tamizado:** Rejilla construida en acero inoxidable de 3 mm de espesor, separa los sólidos contenidos en el agua cuyo tamaño sea superior a 1,5 mm, evitando el ingreso de este tipo de materiales al tanque de homogenización.
- **Tanque de homogenización:** Tanque de cemento de 3m³ de capacidad, en la que se almacena el agua residual de un día de trabajo, cuyas medidas son 2m largo x 1.5m de ancho y 1m de alto. El objetivo de la cisterna es el de homogenizar el agua recibida previo su tratamiento, así como de estabilizar su pH y tener agua con las mismas características durante un día de trabajo.
- **Tanques de Aireación Extendida:** Son tanques adyacentes entre sí, con dimensiones de 1 m. de ancho por 1 m. de largo y 0,8 m. de altura, contruidos en acero al carbón de 5 mm. de espesor. Tienen un recubrimiento interno de pintura epóxica blanca y uno externo de pintura anticorrosiva. Son las unidades destinadas al tratamiento biológico del agua por inoculación de bacterias aerobias especializadas para este fin. Incluyen un sistema de aireación por burbujeo impulsado por un blower de 0,75 Hp para la primera fase del tratamiento y un blower de 0,5 HP para la segunda.

Los blowers se encienden por períodos de 20 minutos con intervalos de 15 minutos entre cada período de aireación.

- **Equipo D.A.F** (Dissolved Air Flotation, es decir, Flotación por Aire Disuelto). Tanque construido en acero inoxidable de 3 mm. de espesor, cuyas dimensiones son 0,8 m. de ancho, 1 m. de largo y 0,5 m. de altura. Es alimentado por una bomba de 1 Hp, que contiene una tubería auxiliar para refluo del agua a la cisterna, con el fin de cuadrar el flujo especificado de alimentación al tanque.

El D.A.F. cuenta con un raspador mecánico de superficie, mismo que separa los lodos flotados del resto del efluente hacia el compartimento de lodos del tanque. El raspador se activa durante un minuto cada 20 minutos y se mueve a una velocidad de 4 RPM. Los lodos generados deben ser retirados por un gestor ambiental calificado, previo análisis si así lo amerita o desecharlo en caso de que no sea nocivo para el medio ambiente.

El agua clarificada pasa por una trampa de grasa incluida en el tanque como alimentación del sistema de tratamiento biológico.

El flujo de microburbujas de aire requerido para el correcto funcionamiento del D.A.F. se consigue con una bomba multietapa, cuya presión normal de trabajo se ha fijado entre 3,5 y 4 Bar, presión que es medida en el manómetro ubicado en la tubería de descarga de la bomba.

La bomba recircula parte de la alimentación al D.A.F. disolviendo aire ambiental captado por la tubería de succión de aire incorporada a la bomba.

Tanto el flujo del aire como el del agua, deben ser fijados desde las válvulas ubicadas en las respectivas tuberías de succión, para conseguir la presión de trabajo descrita anteriormente.

El D.A.F. contiene adicionalmente dos bomba dosificadoras para dosificación de coagulante y floculante.

- **Tanque Pulmón:** Tanque construido en acero al carbón de 5 mm. de espesor. Incluye la bomba de alimentación para pasar el agua y un sistema

automático de encendido de la misma, establecido en función del nivel de agua que el tanque contiene.

- **Clarificador:** Tanque de acero al carbón de 0,85 m. de ancho por 1,2 m. de largo y 1,0 m. de altura. Incluye 3 bombas dosificadoras de 30 GPD:
 - La bomba dosificadora de hipoclorito de sodio, para desinfección del agua
 - La bomba dosificadora de polímero coagulante
 - La bomba dosificadora de polímero floculante

El tanque está provisto de tabiques que facilitan la precipitación de los flóculos formados por la acción de los productos químicos, y en su reservorio más grande, contiene módulos de sedimentación para provocar la precipitación acelerada de los flóculos. El tanque además contiene en su último compartimento sensores de nivel que controlan el encendido de la etapa posterior de filtración.

- **Filtros:** Son 2 unidades de 0,50 m. de diámetro por 0,80 m. de altura. Contienen en su interior un lecho de filtrado mixto compuesto de arena silícica de distintas granulometrías (2,5, 0,5 a 0,7 y de 0,4) y de carbón activado Norit o similar cuya característica principal es el contenido de índice de yodo > 900, con lo que asegura que el cambio de lecho filtrante no se realice en periodos cortos y se lo pueda realizar cada año . Los filtros son alimentados por una bomba cuyo encendido es controlado por el nivel del agua clara del tanque clarificador.
- **Tanque de Lodos:** Los lodos generados tanto en el tratamiento biológico como en el fisicoquímico deben ser purgados diariamente y entregados a un gestor ambiental calificado, previo análisis en donde se pueda verificar su grado de contaminación o a su vez se puede implementar lechos de secado.

Para facilitar esta tarea, los tanques de tratamiento de la PTAR tienen todos en el fondo un sistema de drenado de lodos, controlado por válvulas manuales, conectadas con tuberías que transportan los lodos del fondo de los tanques de tratamiento al tanque de lodos.

3.7. Etapas del Tratamiento

3.7.1. Tratamiento Biológico

Comprende la degradación y oxidación de los contaminantes de carácter biológico del efluente como resultado de la actividad metabólica de microorganismos minuciosamente aislados y combinados, para el tratamiento de este tipo de aguas residuales.

Para este tratamiento se requiere de la inoculación de un licor de bacterias aerobias que, con ayuda de la oxigenación del agua, degradan la materia orgánica disuelta, tanto soluble como coloidal, consumiendo especialmente sustancias que contienen fósforo y nitrógeno, mismos que son nutrientes de los microorganismos.

3.7.2. D.A.F. (*Dissolved Air Flotation, o Flotación por Aire Disuelto*)

El DAF se utiliza para remover sólidos suspendidos, grasas, y partículas flotantes en el efluente.

La corriente de alimentación, es llevada inmediatamente a la superficie debido a la acción de flotación del micro burbujas de aire, generadas por la salida hacia una menor presión, de aire previamente comprimido y mezclado con el agua de entrada.

Se liberan en la celda de flotación el micro burbujas que se adhieren a la superficie del material graso contenido en el efluente con la consiguiente separación de los sólidos del agua, distribuyéndose uniformemente a través del área de flotación.

De esta manera el agua clara se deposita en el fondo, separada de los contaminantes, y el lodo flotante es recogido sin remover las capas formadas y sin causar disturbios en el agua clarificada mediante un dispositivo de recolección que conduce el lodo a la parte posterior del tanque de flotación y a su vez es drenado hacia el tanque de lodos.

3.7.3. Tratamiento Fisicoquímico

Consiste en la eliminación de los materiales degradados en el tratamiento biológico, mismos que luego de la acción bacteriana, pueden removerse del agua a través de la adición de los siguientes productos para los procesos de:

3.7.4. Cloración

La desinfección con hipoclorito de sodio destruye o inactiva los microorganismos patógenos, considerando que el agua es uno de los principales medios de transmisión- Los organismos causantes de enfermedades pueden ser bacterias, virus, protozoos o algunos otros. En el caso de las aguas residuales es, además de inactivar patógenos, atacar cualquier otra clase de organismo vivo, tales como parásitos que pueden estar contenidos en el efluente. Las lámparas de esterilización con luz ultravioleta son otra alternativa de tratamiento de desinfección que elimina hasta el 99.99% de microorganismos como: virus, bacterias, hongos, algas, protozoos y levaduras.

3.7.5. Coagulación

La coagulación es un proceso químico unitario empleado en el tratamiento de aguas, que consiste en alterar el estado eléctrico de los sólidos filtrables y en suspensión para facilitar su separación mediante sedimentación.

Una suspensión coloidal es un conjunto de partículas de pequeña dimensión (del orden entre 10 y 10^{-3} micras) que soportan cargas eléctricas de la misma polaridad repartidas en su superficie. Estas partículas en suspensión forman parte de las impurezas del agua causantes de turbidez y color (para este caso particular compuestas por materia orgánica) caracterizadas por su gran estabilidad ya que las repulsiones electrostáticas entre los coloides impiden su agregación en partículas mayores sedimentables, manteniéndolas suspendidas en el agua.

La coagulación en una operación consistente en neutralizar las cargas eléctricas de una suspensión coloidal. De esta forma dejan de actuar las fuerzas de repulsión y las partículas coloidales comienzan a agregarse. El producto químico utilizado en esta etapa es un complejo de Policloruro de aluminio, que es un coagulante inorgánico diseñado para dar un alto grado de clarificación. La dosis aplicada para esta etapa de tratamiento es de 100 ppm, misma que se determina mediante prueba de jarras.

3.7.6. Floculación

Consiste en la aglomeración de las partículas coloidales previamente desestabilizadas en la etapa de coagulación, formando partículas de mayor tamaño (flóculos) que permitan su sedimentación.

La formación de estos flóculos se favorece con la adición de poli electrolitos compuestos por moléculas orgánicas poliméricas que son ionizables. Estos compuestos forman puentes entre las partículas, dando lugar al fenómeno de floculación generando partículas de mayor tamaño que consecuentemente se tornan sedimentables.

Para que los coloides puedan flocularse y ser removidos del agua, éstos deben coagularse previamente por las siguientes razones:

1. - Los coloides son de tamaño extremadamente pequeños y su velocidad de sedimentación es supremamente lenta.
2. - Las fuerzas de repulsión de coloides impiden que éstos se aglutinen en partículas más grandes, lo cual contribuye a su lenta sedimentación.

Eliminar ciertas sustancias productoras de olor y sabor en aguas.

La dosis para esta etapa de tratamiento es de 0,5 ppm determinada mediante pruebas de jarras.

3.7.6.1. Factores que afectan la coagulación.

Los factores más importantes que afectan la coagulación son:

Naturaleza de coloide.

Las sustancias que forman los coloides no son del mismo tipo; algunas de sus propiedades físicas, como por ejemplo, la superficie específica, hace que las dosis de coagulante sean diferentes.

El color es producido por coloides más finos que los de la turbiedad, y por consiguiente su remoción requiere un mayor consumo de coagulante.

En general, un aumento en la turbiedad o color requiere un aumento en la dosis de coagulante. Esta relación es lineal para la remoción de color, pero no para la remoción de turbiedad.

pH

Para cada agua en particular existe un pH óptimo al cual la coagulación del coloide es máxima. En este tipo de agua el pH debe estar entre 6,8 y 8 de lo contrario no existirá un buen tamaño y peso en los flóculos.

Temperatura

Las reacciones químicas se aceleran con un aumento de temperatura, por lo que temperaturas bajas pueden influir en el desempeño de la clarificación, el efecto es más crítico en floculación que en coagulación.

Sedimentación

La operación consistente en separar un fluido claro que forma parte de una suspensión. Genera como subproductos un lodo con una concentración elevada de materias sólidas que se depositan en el fondo del tanque por efecto gravitacional y por tener peso específico mayor al del agua.

La sedimentación se realiza en unidades en los que se traslada el cuerpo de un punto a otro con un movimiento uniforme y velocidad constante. Las partículas aglomerables se obstaculizan en el sedimento antes de que puedan dispersarse.

Una vez lograda la unión ganan peso y se precipitan a velocidad creciente en el tiempo. El principal parámetro que influye en la eficiencia de remoción de una unidad de sedimentación es la carga superficial, la cual constituye la velocidad crítica de sedimentación

Filtración

Su objetivo es la remoción de sólidos coloidales y suspendidos contenidos en el agua mediante su flujo a través de lechos porosos de partículas sólidas para realizar la adherencia y posterior evacuación de las partículas a remover.

Un filtro se satura a medida que su lecho se carga de materias retenidas resultando un efluente no aceptable por lo cual, se debe lavar con agua en contracorriente de filtración. Si el lavado es deficiente se pueden formar bolas de lodo y grietas.

3.7.6.2. Problemas más comunes en clarificación

A continuación, se presentan los problemas más frecuentes en la clarificación del agua.

- **Problemas de coagulación**

- a) Insuficiente mezcla, agitación o turbulencia en el punto de aplicación de coagulación, con lo cual parte del agua no recibe la cantidad suficiente de éste.
- b) En estos casos, lo que generalmente se hace es dosificar más coagulante del que se necesita. Es necesario que el coagulante tenga una dispersión máxima en el punto de aplicación.
- c) Alcalinidad y/o pH del agua a tratar, no apropiadas. La solución a este problema es regular el pH del agua cruda.
- d) Dosificación insuficiente de coagulante, en cuyo caso se observa, al tomar una muestra, que el agua queda con la turbiedad residual original, aún después de mucho tiempo de dejarla sedimentar. En este caso deberá revisarse el caudal de tratamiento y la cantidad de coagulante que se esté aplicando, para calcular la dosis real que se está aplicando. Se recomienda también correr un ensayo de jarras para establecer o estimar la dosis requerida.

3.7.6.3. Problemas de floculación

Para este caso en particular, el único inconveniente que podría presentarse se debe a la dosificación inadecuada de floculante, por lo que puede realizarse un ensayo de jarras que permita confirmar la cantidad de floculante que se debe dosificar.

3.7.6.4. Problemas de sedimentación.

- a) El problema principal en los sedimentadores es el arrastre de flocs en el agua Afluyente, las causas más comunes de arrastre son:
- b) Acumulación excesiva de lodos en la unidad, con lo cual se disminuye el área transversal, aumentándose así la velocidad de paso de agua, lo cual a su vez levanta el lodo ya sedimentado.
- c) Descomposición de material orgánica, con la producción de gases, que al subir, interfieren con la sedimentación de las partículas.

- d) Floculación incompleta, con lo cual en la parte inicial del sedimentador continúa el crecimiento de los flocs y solo en la parte final es donde se lleva a cabo la sedimentación. Ante esta situación muchas partículas no alcanzan a sedimentar, saliendo con el efluente.
- e) Flujo de tratamiento por encima del diseño, con la cual la carga hidráulica sobre la unidad sobrepasa la velocidad crítica de sedimentación de las partículas.
- f) El problema de arrastre de flocs en sedimentadores se puede eliminar generando
- g) flocs resistentes, densos, pesados, con alta velocidad de sedimentación. Como estas características solo se pueden conseguir con los procesos previos de coagulación y floculación, son estos los procesos que deben optimizarse.

3.7.6.5. Problemas de filtración

a. Salida de agua turbia, causada por:

1. Retrolavado insuficiente, por poco caudal de agua y/o tiempo de lavado muy cortó.
2. Formación de bolas de barro, con lo cual se disminuye el área de filtración y en consecuencia la capacidad de la misma. Se corrige mejorando el retrolavado y/o haciendo lavado superficial.
3. Acumulación de aire en el medio filtrante, disminuyéndose el área de filtración. Este fenómeno se presenta cuando el filtro opera con una pérdida de carga muy alta.
4. Alta turbiedad en el agua afluente, o presencia de flocs voluminosos en la misma. Se corrige mejorando los procesos previos a la filtración.

b. Agua filtrada con alta turbiedad, debido a:

1. Medio filtrante insuficiente, por pérdidas del mismo, lo cual ocurre generalmente por retrolavar con caudales excesivos. Sin embargo, aún con caudales apropiados de lavado, es normal que en tiempo se pierda algo del medio. Periódicamente se debe revisar el espesor del lecho filtrante.

3.8. PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA

Tabla 11.

Presupuesto de la propuesta

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO NETO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL USD	
1	TAMIZ EN ACERO INOXIDABLE	200,00	1 U	200,00	
2	CISTERNA DE HOMOGENIZACIÓN CONCRETO	2.000,00	1 U	2.000,00	
3	BOMBA CENTRIFUGA 1 HP	200,00	2 U	\$ 400,00	
4	AIREACIÓN EXTENDIDA	2.500,00	1 U	2.500,00	
5	DAF	5.000,00	1 U	5.000,00	
6	TANQUE PULMÓN	1.000,00	1 U	1.000,00	
7	CLARIFICADOR	3.500,00	1 U	3.500,00	
8	FILTRO	1.000,00	2 U	2.000,00	
9	TANQUE DE LODOS	1.000,00	1 U	1.000,00	
10	TUBERIA Y ACCESORIOS	2.000,00	1 U	2.000,00	
				SUBTOTAL	19.600,00
				IVA 12%	2352,00
				TOTAL	21.952,00

Elaboración: propia

Todo lo indicado tiene un costo de veinte y un mil novecientos cincuenta y dos con 00/100 dólares americanos (\$ 21.952,00).

Conclusiones de la propuesta

Se ha tomado en cuenta todos los equipos necesarios para que el agua cumpla con las características de calidad y descarga, tomando en cuenta que se debe corregir los parámetros que se encuentran fuera de normativa.

La propuesta se realiza de acuerdo a los valores actuales del mercado y nos sirven como referencia para la implementación, considerando que los mismos pueden modificarse de acuerdo a la oferta y demanda de los materiales y equipos propuestos.

3.9. RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS CIENTIFICAS

¿Los contaminantes del agua residual producto del proceso operativo de la Planta Agroindustrial influyen en la calidad del agua?

Dentro del proceso operativo de la planta de Agroindustrias se utilizan productos mismos que cambian las características del agua, alterando algunos parámetros, como se puede evidenciar en los resultados de los análisis, en este caso principalmente en DBO5, DQO, aceites y grasas, tensoactivos, sólidos suspendidos totales.

¿La caracterización del agua Residual en la Planta Agroindustrial ayudará a identificar los contaminantes presentes en el agua residual de la Planta Agroindustrial de la UTC?

La caracterización del agua residual en la planta agroindustrial permitió la identificación de los contaminantes ya que al comparar los resultados con los límites máximos para la descarga a un cuerpo de agua dulce del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) no cumplen, y es necesario realizar el correctivo y tratamiento de estos parámetros. Para la caracterización se ha tomado en cuenta los parámetros más representativos que influyen en este tipo de industria.

¿El diseño de un sistema de tratamiento para la Planta Agroindustrial de la UTC permitirá que el agua cumpla con Límites Máximos Permisibles para su disposición final?

El diseño propuesto permitirá que el agua residual de la planta agroindustrial cumpla con los requisitos para su disposición final, aplicando los procesos y etapas de tratamiento indicados y descritos previamente ya que cada uno cumple un rol específico para corregir los parámetros señalados y que se encuentran fuera de normativa. El sistema de aireación extendida principalmente nos ayudará a corregir el DBO y DQO; el D.A.F (sistema de flotación por aire disuelto) nos ayudará a corregir los aceites y grasas; el sistema de clarificación y filtración con carbón activado nos ayudará a reducir los tensoactivos y sólidos suspendidos totales.

CONCLUSIONES

Terminada la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la planta agroindustrial UTC, donde se verifica los procesos y manejo actual, así como los días, horas de producción y determinación de parámetros a ser estudiados, obteniendo como resultado datos importantes para el diseño del sistema de tratamiento como son caudal, punto de descarga y monitoreo.
- Se procedió a caracterizar los efluentes emitidos por la planta agroindustrial mediante muestreos realizados en tres días aleatorios y posterior análisis en laboratorio acreditado, dando como resultado los siguientes parámetros que se encuentran fuera de normativa en las tres muestras analizadas, DBO5, DQO, aceites y grasas, tensoactivos y sólidos suspendidos totales.
- Luego del estudio realizado se propone el diseño de un sistema de tratamiento, como solución a la descarga de efluentes que se generan en el proceso de la planta agroindustrial de la UTC. Aplicando un tratamiento primario, secundario y terciario, el mismo que está integrado por los siguientes equipos e infraestructura. Tamiz para retención de sólidos gruesos; tanque de homogenización para neutralizar el pH y tratar un efluente con iguales características; aireación extendida en donde se aplica el tratamiento biológico en un sistema aerobio; D.A.F, sistema de flotación por aire disuelto para el tratamiento de aceites y grasas presentes en el agua; clarificador en donde se realizan los procesos de coagulación, floculación y sedimentación mediante un proceso físico-químico; filtración, proceso de afinamiento en donde se retienen los sólidos que no pudieron ser decantados en los procesos anteriores; finalmente se tiene la disposición final de los lodos producto de los procesos realizados mismos que pueden ser tratados en lechos de secado o a su vez ser entregados a un gestor ambiental.

RECOMENDACIONES

Luego del proceso investigativo se emiten las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda a las autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi y en especial a las dignidades de la facultad de agroindustrias, continuar con las investigaciones referente al tratamiento del agua residual en la planta agroindustrial, con una visión clara para preservar sus características y crear un manejo sostenible de los recursos.
- Mediante la caracterización realizada se puede evidenciar que el agua no cumple con la normativa de descarga y que existen parámetros importantes que causan contaminación tanto al medio biótico como abiótico. Por lo cual se recomienda su tratamiento previo a la descarga, mediante los procesos detallados como son el tratamiento primario, secundario y terciario a cargo de los responsables de la planta agroindustrial.
- Se propone mediante el diseño señalado realizar la implementación del sistema de tratamiento mismo que cuenta con un conjunto de tecnologías y procesos tanto físicos como químicos y microbiológicos para solucionar el problema y dar cumplimiento a la normativa vigente (TULSMA), como medida de prevención y mitigación al medio ambiente, asegurando su disposición final en condiciones óptimas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUMALÉ CRUZ, S. (2018). *Diseño y evaluación de biorreactores EGSB para el tratamiento de aguas residuales agroindustriales del estado de Chiapas*. [Universidad de ciencias y Artes de Chiapas].
<https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/421>
- Arango, O., & Sanches, L. (2009). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA EN SISTEMAS ANAEROBIOS TIPO UASB*. 7(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612009000200004#1a
- Aurora. (2015, agosto 25). *La contaminación del Agua*. Ecolisima.
<https://ecolisima.com/la-contaminacion-del-agua/>
- Cury R, K., Martínez, A., Olivero, R., & Chams Ch, L. (2017). *Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento*. 9, 122-132.
<https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/530/pdf>
- FAO. (2022). *Los contaminantes agrícolas: Una grave amenaza para el agua del planeta*. FAO. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>
- Fernandez Ferrer, G., Gonzales García, F., & Molina Gonzales, J. L. (2011). *EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL AGUA: LO QUE PIENSAN LOS UNIVERSITARIOS*. 427-438.
https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=agua+y+cambio+climatico&btnG=
- Guadarrama, Teja, R., Kido, Miranda, J., Roldan, Antunez, G., & Salas, Salgado, M. (2016). *Contaminación del agua*. 2(5), 1-10.
https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num5/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N5_1.pdf
- Laverde, P. (2014). *DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO ORGANIZACIONAL EN EL CEASA PARA ELABORAR UNA PROPUESTA DE MANEJO EN EL PERÍODO 2013—2014*. [Universidad Técnica de Cotopaxi].
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2733/1/T-UTC-00270.pdf>

- Lozano, W. A. (2016, marzo 15). *Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/298354134_Disenos_de_Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas_Residuales
- Martínez López, A. G., Padrón Hernández, W., Rodríguez Bernal, O. F., Chiquito Coyotl, O., Escarola Rosas, M. A., & Hernández Lara, J. M. (2014, abril 24). *Alternativas actuales del manejo de lixiviados*. 37-47.
<https://www.redalyc.org/pdf/933/93330767005.pdf>
- Mata, L. (2019, mayo 28). *El enfoque cualitativo de investigación*. Investigalia.
<https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-de-investigacion/>
- Mendizabal, M. (2010, octubre). *Contaminación del agua*. 4(2).
http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?pid=S1995-10782010000300002&script=sci_arttext&tlng=es
- Menone, M., Iturburu, F., Demetrio, P., Venturino, A., Pedrozo, F., Temporetti, P., Rodriguez, A., Amé, M., Quaini, K., & Collins, P. (2021, agosto). *Calidad del agua y niveles guía para la protección de la biodiversidad acuática. Interacción entre ciencia y gestión*.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/159710/CONICET_Digital_Nro.459183b8-ac84-43db-a384-0e9d8f92c192_A.pdf?sequence=2
- Merchan, D., Maldonado, E., Palacios, I., & Herrera, D. (2017, diciembre). *Análisis del desarrollo de la agroindustria en el Ecuador*. 3(10), 19-24.
https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Estrategias_del_Desarrollo_Empresarial/vol3num10/Revista_de_Estrategias_del_Desarrollo_Empresarial_V3_N10_3.pdf
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2013). *AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO*.
<https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2176-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-T%C3%89CNICAS-DE-MUESTREO.pdf?x42051>
- Planeta Azul. (2019, junio 4). *Agua y medio ambiente*. Planeta Azul.
<https://comunidadplanetaazul.com/agua-y-medio-ambiente/>

- Planeta Azul. (2022, mayo 2). *Agua y biodiversidad*. Planeta Azul.
<https://comunidadplanetaazul.com/agua-y-biodiversidad-4/>
- Rojas, V. (2015, agosto 22). *El Agua es Vida*. LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN COLOMBIA.
<http://cuidatuaguacuidatuvidacolom.blogspot.com/>
- Sánchez Fabre, M., & Ollero Ojeda, A. (2010). *Agua y medio ambiente en España*. 51, 53-79.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3337328>
- Sreejon, N., Jing Wan, A., Tulipán, C., & Madhumita, R. (2017). *Microcontaminantes en aguas residuales: Destino y procesos de eliminación*. <https://www.intechopen.com/chapters/52640>
- Tutillo Zambrano, H. A. (2012). *Investigación Basica para el Dimensionamiento de un Sistema de Tratamiento Aerobio de las Aguas Residuales Domesticas del Recinto «El Prado» Parroquia Limonal-Canton Daule* [Universidad de Guayaquil Facultad Matemáticas y Físicas].
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/485>
- UNESCO. (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos*. UNESCO. <https://es.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020>

ANEXOS

ANEXO 1. ANÁLISIS DE LABORATORIO

MUESTRA # 1

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



right solutions.
right partner.



Acreditación N° SAE LEN 05-005
LABORATORIO DE ENSAYOS

PROTOCOLO: 714529/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 1 de 2

NOMBRE DEL CLIENTE: INGENIERA MARITZA GUERRERO
DIRIGIDO EN ATENCIÓN A: INGENIERA MARITZA GUERRERO
NOMBRE DEL PROYECTO: ANÁLISIS DE AGUA
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: NO REPORTADO POR EL CLIENTE
MUESTREO REALIZADO POR: EL CLIENTE
PROCEDIMIENTO MUESTREO: NO REPORTADO POR EL CLIENTE
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: DICIEMBRE 01 DEL 2022 / 13:15 / N° CADENA DE CUSTODIA: 0027977 / N° ESPECIFICACIÓN PLAN DE MUESTREO: NO APLICA
LUGAR DE ANÁLISIS: ALS ECUADOR ALSECU S.A. / QUITO - DE LOS EUCALIPTOS E3-23 Y DE LOS CIPRESSES
FECHA DE ANÁLISIS: DICIEMBRE 01 AL 19 DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 19 DE DICIEMBRE DEL 2022

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ	AGUA RESIDUAL					
	CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84
92332	Planta Agroindustrial UTC	Planta Agroindustrial UTC	No reportado por el cliente	No reportado por el cliente	No reportado por el cliente	Ninguna Observación

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Los datos relacionados al Proyecto e Información de la Muestra a excepción del Código de Laboratorio fueron proporcionados por el cliente.

Laboratorio de Ensayo ALS ECUADOR ALSECU S.A. acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 05-005.

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

SM - Standard Methods.

EPA - Environmental Protection Agency.

PA - Procedimiento Analítico (parámetros realizados en el laboratorio) / POS y POE - Procedimiento Operativo Estándar (parámetros realizados en el lugar de monitoreo).

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas, las mismas que fueron entregadas al laboratorio bajo condiciones propias del cliente. ALS ECUADOR ALSECU S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

"Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS ECUADOR ALSECU S.A.; éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe".

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS ECUADOR ALSECU S.A.

Sin la firma electrónica del responsable autorizado de ALS ECUADOR ALSECU S.A., este informe no es válido.



Firmado electrónicamente por:
SILVIA CAROLINA ESCOBAR ESTRELLA

Coordinadora Emisión de Informes
ALS ECUADOR ALSECU S.A.



PROTOCOLO: 714529/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	92332	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				Planta Agroindustrial UTC			
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	373,53	± 30,77 mg/l	100	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 A y 5220 D	PA - 32.00	mg/l	887,9	± 8,7 mg/l	200	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5520 B	PA - 43.00	mg/l	59,2	± 4,4 mg/l	30,0	NO CUMPLE
TENSOACTIVOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5540 A y 5540 C	PA - 12.00	mg/l	24,50 ^(a)	± 0,04 mg/l	0,5	NO CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	1172,0	± 6,8 mg/l	1600,0	CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 D	PA - 16.00	mg/l	322,0	± 3,9 mg/l	130,0	NO CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg- C 2.c Standard Methods Ed. 23, 2017; 4500-NH3- C	PA - 129.00	mg/l	15,4	± 0,29 mg/l	50,0	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	170,0	± 0,0 NMP/100ml	2000	CUMPLE

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

⁽²⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

MUESTRA # 2

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



PROCOLO: 714529/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 1 de 2

NOMBRE DEL CLIENTE: INGENIERA MARITZA GUERRERO
DIRIGIDO EN ATENCIÓN A: INGENIERA MARITZA GUERRERO
NOMBRE DEL PROYECTO: ANÁLISIS DE AGUA
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: NO REPORTADO POR EL CLIENTE
MUESTREO REALIZADO POR: EL CLIENTE
PROCEDIMIENTO MUESTREO: NO REPORTADO POR EL CLIENTE
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: DICIEMBRE 01 DEL 2022 / 13:15 / N° CADENA DE CUSTODIA: 0027982 / N° ESPECIFICACIÓN PLAN DE MUESTREO: NO APLICA
LUGAR DE ANÁLISIS: ALS ECUADOR ALSECU S.A. / QUITO - DE LOS EUCALIPTOS E3-23 Y DE LOS CIPRESSES
FECHA DE ANÁLISIS: DICIEMBRE 07 AL 20 DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME 20 DE DICIEMBRE DEL 2022

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ	AGUA RESIDUAL					
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	OBSERVACIONES
92332	Planta Agroindustrial UTC	Planta Agroindustrial UTC	No reportado por el cliente	No reportado por el cliente	No reportado por el cliente	Ninguna Observación

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Los datos relacionados al Proyecto e Información de la Muestra a excepción del Código de Laboratorio fueron proporcionados por el cliente.

Laboratorio de Ensayo ALS ECUADOR ALSECU S.A. acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 05-005.

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

SM - Standard Methods.

EPA - Environmental Protection Agency.

PA - Procedimiento Analítico (parámetros realizados en el laboratorio) / POS y POE - Procedimiento Operativo Estándar (parámetros realizados en el lugar de monitoreo).

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas, las mismas que fueron entregadas al laboratorio bajo condiciones propias del cliente. ALS ECUADOR ALSECU S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

"Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS ECUADOR ALSECU S.A.; éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe".

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS ECUADOR ALSECU S.A.

Sin la firma electrónica del responsable autorizado de ALS ECUADOR ALSECU S.A., este informe no es válido.



Firmado electrónicamente por:
SILVIA CAROLINA ESCOBAR ESTRELLA

Coordinadora Emisión de Informes
ALS ECUADOR ALSECU S.A.



PROTOCOLO: 714529/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	92332	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				Planta Agroindustrial UTC			
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	385,42	± 30,77 mg/l	100	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 A y 5220 D	PA - 32.00	mg/l	896,3	± 8,7 mg/l	200	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5520 B	PA - 43.00	mg/l	53,6	± 4,4 mg/l	30,0	NO CUMPLE
TENSOACTIVOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5540 A y 5540 C	PA - 12.00	mg/l	26,50 ^(a)	± 0,04 mg/l	0,5	NO CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	1165,0	± 6,8 mg/l	1600,0	CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 D	PA - 16.00	mg/l	318,00	± 3,9 mg/l	130,0	NO CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg- C 2.c Standard Methods Ed. 23, 2017; 4500-NH3- C	PA - 129.00	mg/l	13,6	± 0,29 mg/l	50,0	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	145,00	± 0,0 NMP/100ml	2000	CUMPLE

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

⁽²⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

MUESTRA#3

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



right solutions.
right partner.



Acreditación N° SAE LEN 05-005
LABORATORIO DE ENSAYOS

PROTOCOLO: 714529/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	
Página 1 de 2	

NOMBRE DEL CLIENTE: INGENIERA MARITZA GUERRERO
 DIRIGIDO EN ATENCIÓN A: INGENIERA MARITZA GUERRERO
 NOMBRE DEL PROYECTO: ANÁLISIS DE AGUA
 DIRECCIÓN DEL PROYECTO: NO REPORTADO POR EL CLIENTE
 MUESTREO REALIZADO POR: EL CLIENTE
 PROCEDIMIENTO MUESTREO: NO REPORTADO POR EL CLIENTE
 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: DICIEMBRE 14 DEL 2022 / 10:00 / ' CADENA DE CUSTODIA: 0027998 / N° ESPECIFICACIÓN PLAN DE MUESTREO: NO APLICA
 LUGAR DE ANÁLISIS: ALS ECUADOR ALSECU S.A. / QUITO - DE LOS EUCALIPTOS E3-23 Y DE LOS CIPRESSES
 FECHA DE ANÁLISIS: DICIEMBRE 14 AL 23 DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 23 DE DICIEMBRE DEL 2022

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ	AGUA RESIDUAL					
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	OBSERVACIONES
92332	Planta Agroindustrial UTC	Planta Agroindustrial UTC	No reportado por el cliente	No reportado por el cliente	No reportado por el cliente	Ninguna Observación

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Los datos relacionados al Proyecto e Información de la Muestra a excepción del Código de Laboratorio fueron proporcionados por el cliente.

Laboratorio de Ensayo ALS ECUADOR ALSECU S.A. acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 05-005.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

SM - Standard Methods.

EPA - Environmental Protection Agency.

PA - Procedimiento Analítico (parámetros realizados en el laboratorio) / POS y POE - Procedimiento Operativo Estándar (parámetros realizados en el lugar de monitoreo).

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas, las mismas que fueron entregadas al laboratorio bajo condiciones propias del cliente. ALS ECUADOR ALSECU S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

"Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS ECUADOR ALSECU S.A.; éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe".

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS ECUADOR ALSECU S.A.

Sin la firma electrónica del responsable autorizado de ALS ECUADOR ALSECU S.A., este informe no es válido.



Firmado electrónicamente por:
SILVIA CAROLINA ESCOBAR ESTRELLA

Coordinadora Emisión de Informes
ALS ECUADOR ALSECU S.A.



PROTOCOLO: 714529/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	92332	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				Planta Agroindustrial UTC			
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	351,23	± 30,77 mg/l	100	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 A y 5220 D	PA - 32.00	mg/l	839,6	± 8,7 mg/l	200	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5520 B	PA - 43.00	mg/l	43,5	± 4,4 mg/l	30,0	NO CUMPLE
TENSOACTIVOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5540 A y 5540 C	PA - 12.00	mg/l	21,90 ^{a)}	± 0,04 mg/l	0,5	NO CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	1268,0	± 6,8 mg/l	1600,0	CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 D	PA - 16.00	mg/l	413,0	± 3,9 mg/l	130,0	NO CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg- C 2.c Standard Methods Ed. 23, 2017; 4500-NH3- C	PA - 129.00	mg/l	18,7	± 0,29 mg/l	50,0	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	163,0	± 0,0 NMP/100ml	2000	CUMPLE

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

⁽²⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

**ANEXO 2. FOTOGRAFIAS
MUESTREO**



ANEXO 3. CÁLCULOS DE DISEÑO

CAUDAL 3000 LITROS POR DIA EN 8 HORAS DE TRABAJO

V = 3 M3



t = 8 h

$$Q = v/t$$

$$Q = 3 \text{ m}^3$$

$$\frac{\quad}{8 \text{ h}} = 0,375 \text{ m}^3/\text{h}$$

TANQUE DE HOMOGENIZACIÓN (OXIGENACIÓN)

Tiempo de residencia 1 día. \longrightarrow volúmen 3 m³

2m largo x 1.5 m de ancho x 1m alto

TANQUE DE AIREACIÓN EXTENDIDA

Tiempo de residencia 1 día. \longrightarrow volúmen 3 m³

2m largo x 1.5 m de ancho x 1m alto

EQUIPO D.A.F

Tiempo de residencia 1 hora. \longrightarrow volúmen 0,40 m³

1m largo x 0.8 m de ancho x 0,5m alto

TANQUE CLARIFICADOR

Tiempo de residencia 2.5 horas. \longrightarrow volúmen 1,02 m³

1,2m largo x 0.85 m de ancho x 1,0m alto

FILTROS

2 UNIDADES \longrightarrow volúmen 0,12 m³ de lecho filtrante

0,50m Ø x 0,80m alto

LECHOS DE SECADO

Volúmen.  2 m³

2m largo x 1.0 m de ancho x 1,0m alto

ANEXO #4 PLANO IMPLEMENTACIÓN

