



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PROCEDENTES DEL PROCESO DE CULTIVO DE ROSAS**

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

**AUTORES:** KERLY DAYANA CUEVA ZAPATA  
ANTHONY ALEXIS GONZAGA SARANGO

**TUTOR:** RENATO GABRIEL SÁNCHEZ PROAÑO

Quito - Ecuador

2023

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, KERLY DAYANA CUEVA ZAPATA con documento de identificación N° 1725814238 y ANTHONY ALEXIS GONZAGA SARANGO con documento de identificación N° 1754191524; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 14 de agosto del año 2023

Atentamente,

Kerly Cueva

Anthony Gonzaga

---

Kerly Dayana Cueva Zapata

---

Anthony Alexis Gonzaga Sarango

1725814238

1754191524

**Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad  
Politécnica Salesiana**

Nosotros, KERLY DAYANA CUEVA ZAPATA con documento de identificación N° 1725814238 y ANTHONY ALEXIS GONZAGA SARANGO con documento de identificación N° 1754191524, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo Experimental: “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales procedentes del proceso de cultivo de rosas”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de agosto del año 2023

Atentamente,

Kerly Cueva

Anthony Gonzaga

---

Kerly Dayana Cueva Zapata

---

Anthony Alexis Gonzaga Sarango

1725814238

1754191524

### **Certificado de Dirección del Trabajo de Titulación.**

Yo, RENATO GABRIEL SÁNCHEZ PROAÑO con documento de identificación N° 1715542401, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DEL PROCESO DE CULTIVO DE ROSAS, realizado por KERLY DAYANA CUEVA ZAPATA con documento de identificación N° 1725814238 y por ANTHONY ALEXIS GONZAGA SARANGO con documento de identificación N° 1754191524, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de agosto del año 2023

Atentamente,



---

Ing. Renato Gabriel Sánchez Proaño, Ph.D

1715542401

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Vicente y Ximena que han sido mis pilares fundamentales en este proceso y nunca me dejaron renunciar a mi sueño, a mi hermano Fernando, para que me siga viendo como su ejemplo a Norma y Rosita que han sido mi apoyo incondicional y que sin sus consejos y sabiduría no hubiera podido continuar.

A Kiky, Blacky, quienes se desvelaron conmigo, esto va por ellos, aunque ya no estén junto a mí, a mi Pequeñita que fue mi consuelo y apoyo para poder continuar con mis estudios en mi momento más difícil.

A mi querida persona especial que formó parte de mi proceso académico, gracias por creer en mí, por apoyarme en todo lo que estuvo a tu alcance, espero que consideres esto también como un logro tuyo y espero que te sientas tan orgulloso de mi como lo has hecho siempre.

A mis amigos que soportaron mis bajones, me aconsejaron, aunque jamás les hice caso, en especial a mi mejor amigo Anthony que jamás se rindió conmigo, y, por último, pero no menos importante a mi panísima y confidente Oscar que jamás me dejó sola.

*Kerly Dayana Cueva Zapata*

Quiero dedicar este trabajo a mis padres Cosme y Tania, quienes han sido todo lo que un hijo puede desear en unos padres, ellos han sido, son y serán siempre un apoyo incondicional en mi vida, a mis hermanas, Evelyn, quién ha sido para mí una figura a seguir, una segunda madre que es un ejemplo de lucha y autosuperación, y a Cristel, quien con su cariño incondicional me ha inspirado a ser un ejemplo y de quien espero llegue a vivir su vida con libertad, amor y dedicación. A Maribel Paredes, por ser parte fundamental de mi vida y niñez.

A Celso Lima, un doctor que siempre ha estado a mi lado desde que nací, quién me dio la oportunidad de vivir, un segundo padre que sin llegar a serlo me crio bajo tantas enseñanzas y sabiduría que me hicieron creer en mí mismo, una inspiración de ser humano, y a quien le quiero dedicar este espacio, porque aunque ya no esté aquí; y con lágrimas en los ojos; reconozco como mi verdadero padrino, y es a quien en verdad hubiera querido abrazar con mi título y decirle, GRACIAS POR TODO.

A Lana, mi gata, quien estuvo siempre a mi lado en los momentos más difíciles; donde nadie me oía y me podría ver llorar, donde me pasaba mis noches desvelándome, donde quería renunciar a todo, ella estaba siempre a un lado mirándome y dándome ánimos.

A mi mejor amiga Kerly, quien ha sido como una segunda hermana, mi apoyo principal en mis estudios, quien confió en mi cuando dudaba, quién me impulsó a avanzar cuando creía que lo había perdido todo, siempre llevarás una parte de mi alma en ti, a Oscar, Gabriel, Xavier, Alex, Robert y Jonathan por su amistad sincera, y por darme los mejores momentos de mi vida, y sobre todo por haber creído en mí y en cada locura a la que nunca me hubiera atrevido a hacer.

*Anthony Alexis Gonzaga Sarango*

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer en primer lugar a Dios y a nuestros padres que siempre nos han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos nuestros objetivos personales y académicos. Ellos con su cariño nos han impulsado siempre a perseguir nuestras metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que nos han brindado el soporte material y económico para poder concentrarnos en los estudios y nunca dejarlos de lado.

Le agradecemos profundamente a nuestro tutor por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones adecuadas no hubiésemos podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y sus consejos.

También a todos nuestros docentes, que fueron parte de nuestro camino universitario, por transmitirnos los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

Por último, agradecemos a la universidad que nos ha exigido tanto, pero al mismo tiempo nos permitió obtener nuestro tan ansiado título. Agradecemos a cada directivo por su trabajo y por su gestión.

*Kerly Dayana Cueva Zapata*

*Anthony Alexis Gonzaga Sarango*

## INDICE DE CONTENIDO

1.1. PROBLEMA: .....	3
1.2. DELIMITACIÓN .....	3
1.3. OBJETIVOS:.....	4
2. FUNDAMENTACION TEORICA .....	5
2.1. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1.1. MARCO LEGAL.....	5
2.1.2. ANTECEDENTES .....	8
3. MATERIALES Y METODOS.....	14
3.2. POBLACIÓN: .....	15
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	22
5. CONCLUSIONES.....	31



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Límites de Descargas a un cuerpo de Agua Dulce</i> .....	5
<b>Tabla 2.</b> <i>Tabla de Equipos</i> .....	14
<b>Tabla 3.</b> <i>Tabla de materiales de recolección</i> .....	16
<b>Tabla 4.</b> <i>Tabla del equipo de laboratorio</i> .....	16
<b>Tabla 5.</b> <i>Tabla de los equipos de protección personal</i> .....	17
<b>Tabla 6.</b> <i>Tabla del material de gabinete</i> .....	18
<b>Tabla 7.</b> <i>Datos iniciales</i> .....	22
<b>Tabla 8.</b> <i>pH y Turbidez inicial</i> .....	23
<b>Tabla 9.</b> <i>Uso de Policloruro de Aluminio (PAC)</i> .....	24
<b>Tabla 10.</b> <i>Uso de sulfato de aluminio</i> .....	24
<b>Tabla 11.</b> <i>Uso de Cloruro de hierro</i> .....	25
<b>Tabla 12.</b> <i>Datos de POR Volumen de Lodos</i> .....	25
<b>Tabla 13.</b> <i>pH, Oxígeno Disuelto y DQO</i> .....	26
<b>Tabla 14.</b> <i>DBO, Turbidez, Conductividad</i> .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación de la florícola.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 2. Volumen de Lodos.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 3. Datos de DQO.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 4. Datos de Turbidez.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 5. DQO/DBO5 (mg/L).....</i>	<i>29</i>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Materiales Utilizados .....	39
<b>Anexo 2.</b> Datos de Fósforo.....	40
<b>Anexo 3.</b> Medición de Turbidez.....	48
<b>Anexo 4.</b> Vista Superior de Diseño de la PTAR.....	51

## RESUMEN

En cuanto al diseño de una planta de tratamiento de agua residual hacia una florícola se toman en consideración varios aspectos como: el tamaño de la florícola, el caudal, la composición del agua residual y las exigencias de la normativa ambiental vigente, de esta manera como primer requisito se realiza la caracterización del agua residual esto con el fin de poder determinar la composición química y biológica, la carga contaminante, el pH, la temperatura, los sólidos suspendidos, el agua, la materia orgánica procedente de la florícola puede abarcar nutrientes como nitrógeno y fósforo, esto debido a la aplicación de fertilizantes que son perjudiciales en el agua por que causan eutrofización y aparición de algas.

Una vez caracterizada el agua se determinó qué tipo de tratamiento será el más conveniente para utilizar, en el presente trabajo se tomó en consideración el tratamiento fisicoquímico en cuanto a la eliminación de compuestos orgánicos, nutrientes y solidos suspendidos, la técnica utilizada fue floculación-coagulación y sedimentación; se utilizó tres tipos de reactivos los cuales fueron policloruro de aluminio, sulfato de aluminio y cloruro de hierro; posterior a este tratamiento, se utilizó tratamiento biológico, el mismo que utiliza microorganismos para descomponer y estabilizar los contaminantes orgánicos encontrados en el agua residual se utilizó reactores aeróbicos como los reactores de lodos activados, con estos tratamientos se evaluaron los parámetros estipulados en la normativa ambiental vigente y se llegó a cumplir el límite máximo permisible de descargas hacia un cuerpo de agua dulce.

**Palabras Claves:** Tratamiento del agua con agrotóxicos, contaminantes orgánicos persistentes, contaminación del agua por floricultura en el Ecuador.

## ABSTRACT

The design of a wastewater treatment plant (WWTP) for a floriculture industry takes into consideration various aspects such as the size of the farm, flow rate, composition of the wastewater, and the requirements of current environmental regulations. As a first requirement, a characterization of the wastewater must be performed to determine its chemical and biological composition, pollutant load, pH, temperature, suspended solids, and organic matter. The water from the floriculture industry may contain nutrients such as nitrogen and phosphorus, which are harmful to water bodies due to eutrophication and the growth of algae caused by the application of fertilizers.

Once the water is characterized, the most suitable treatment method is determined. In this study, physicochemical treatment was considered for the removal of suspended solids, nutrients, and organic compounds. The technique employed was flocculation-coagulation and sedimentation. Three types of reagents were used: polyaluminum chloride, aluminum sulfate, and iron chloride. Subsequently, biological treatment was employed, utilizing microorganisms to decompose and stabilize the organic contaminants in the wastewater. Aerobic reactors, such as activated sludge reactors, were used for this purpose. With these treatments, the parameters specified in the current environmental regulations were evaluated, and the maximum allowable limit for discharges into a freshwater body was achieved.

**Keys words:** Water treatment with agROTOXINS, persistent organic pollutants, water contamination by floriculture in Ecuador.

## INTRODUCCIÓN

El agua potable se va deteriorando a un ritmo alarmante, y la principal causa de su deterioro son por la contaminación de aguas residuales y en este caso se enfocó en la industria florícola, la cual ha presentado un incremento significativo en el mercado mundial, especialmente en el Ecuador, según GALLEGOS & MEDINA, (2019), en los últimos años ha representado un aumento en el consumo de productos químicos como los fertilizantes y pesticidas.

Gracias a la oferta y demanda presentada mundialmente en los últimos 20 años, la cantidad de industrias enfocadas en el cultivo de flores, como lo son las florícolas, han tenido un aumento significativamente alto, según A. M. Sánchez et al., (2020), las flores naturales llegan a ocupar el puesto 10 de las exportaciones primarias en todo el Ecuador, esto en el año 2020, lo cual en términos económicos llega a ser positivo, y eso ha permitido que pequeñas comunidades puedan subsistir de esta industria, pero que a su vez implica un mayor consumo de agua, territorio, y sobre todo un mayor consumo de compuestos tóxicos y poco biodegradables que en las aguas no llega a descargarse con la calidad apropiada a los efluentes de agua, y que además llegan a mezclarse con las descargas de aguas domésticas lo cual dificulta los procesos de remediación.(R. Sánchez, 2021)

Como objetivo se tiene el abordar el problema de la calidad del agua residual de la producción florícola, identificar y tratar el agua residual de este tipo de aguas, generar tratamientos alternativos que sean factibles tanto para la calidad de descarga como para la economía de la empresa, minimizar el impacto ambiental que se genera en los ecosistemas locales debido a la eutrofización de los efluentes de agua receptores y preservar la calidad ambiental de estos ecosistemas. (Changoluisa, 2013)

Los principales productos químicos utilizados en la producción de flores, los nutrientes que estén en una alta concentración, los sólidos sedimentables, además de evaluar la fluctuación de pH. También se analizará un tratamiento fisicoquímico y biológico con el propósito de evaluar su efectividad, viabilidad técnica y conveniencia económica en la remoción de agentes contaminantes que consigan una aplicabilidad en la florícola.

Como último punto, esta tesis tiene como propósito ayudar a la industria local a desarrollar medios para eludir la contaminación de los efluentes con las aguas residuales provenientes de sus procesos; también la implementación de estrategias que permitan tener un impacto ambiental bajo y social con el medio ambiente; y con ello mantener un presente limpio y generar un futuro sostenible y en equilibrio en términos de calidad de agua.

## **1.1.PROBLEMA:**

- La descarga de aguas residuales de la producción florícola en los cuerpos de agua dulce no cumple con la normativa ambiental vigente.
- Se desconoce los agentes contaminantes presentes en las descargas de aguas residuales los cuales son resultado del uso constante de pesticidas, fertilizantes y herbicidas.
- La alta concentración de nutrientes en el agua residual, como el nitrógeno y el fósforo, facilita los procesos de eutrofización de los cuerpos de agua dulce donde son descargados.
- El impacto de este tipo de contaminación es significativamente alto, y se llega a tener un grado avanzados de deterioro y degradación de los ecosistemas locales, lo cual también afecta a la biodiversidad de la zona.

## **1.2.DELIMITACIÓN**

### **1.2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA:**

El área de estudio se encuentra en la provincia de Pichincha, cuenta con una distribución de tierra de 64 hectáreas distribuidas al cultivo, control y distribución de flores, como se indica a continuación en la figura 1.



**Figura 2. Ubicación de la florícola**

*Ubicación de la florícola*



*Nota: Elaborado por Los Autores (Google Earth 2018, v7.3.2).*

### **1.3.OBJETIVOS:**

#### **GENERAL**

- Diseñar un proceso de descontaminación del efluente de agua de florícola en etapa de cultivo mediante procesos de coagulación-floculación y tratamiento biológico.

## ESPECIFICOS

- Determinar las cargas de contaminación en términos fisicoquímicos como, nutrientes, sólidos, y otros parámetros instrumentales.
- Realizar ensayos de coagulación-floculación para la precipitación de compuestos tóxicos.
- Obtener datos de degradación mediante el proceso biológico de lodos activados para la remoción de cargas contaminantes.

## 2. FUNDAMENTACION TEORICA

### 2.1. MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1. MARCO LEGAL

La normativa que regula las descargas de efluentes hacia cuerpos de agua dulce se encuentra en el Acuerdo Ministerial 097A - Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua (Anexo 1, Libro VI de la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente).

*Tabla 1. Límites de Descargas a un cuerpo de Agua Dulce*

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en Hexano	mg/L	30
Akil Mercurio		mg/L	No detectable
Aluminio	Al	mg/L	5
Arsénico Total	As	mg/L	0,1

Bario	Ba	mg/L	2
Boro Total	B	mg/L	2
Cadmio	Cd	mg/L	0,02
Cianuro Total	CN	mg/L	0,1
Zinc	Zn	mg/L	5
Cloro Activo	Cl	mg/L	0,5
Cloroformo	Ext. Carbón cloroformo ECC	mg/L	0,1
Cloruros	Cl	mg/L	1000
Cobre	Cu	mg/L	1
Cobalto	Co	mg/L	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100mL	2000
Color Real	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	DBO5	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	200
Estaño	Sn	mg/L	5
Fluoruros	F	mg/L	5
Fósforo Total	P	mg/L	10

Hierro Total	Fe	mg/L	10
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	20
Manganeso Total	Mn	mg/L	2
Material Flotante	Visible	mg/L	Ausencia
Mercurio Total	Hg	mg/L	0,005
Níquel	Ni	mg/L	2
Nitrógeno Amoniacal	N	mg/L	30
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/L	50
Compuestos Organoclorados	Organoclorados Totales	mg/L	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados Totales	mg/L	0,1
Plata	Ag	mg/L	0,1
Plomo	Pb	mg/L	0,2
Potencial de Hidrógeno	pH		6 - 9
Selenio	Se	mg/L	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/L	130
Sólidos Totales	ST	mg/L	1600
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
Tetracloruros de Carbono	tetracloruro de Carbono	mg/L	1

*Nota: Tomado del Acuerdo Ministerial 097-A. Ministerio del Ambiente, (2015)*

Se considera como dato importante que los lodos activados consisten en un proceso biológico utilizado en las PTAR para eliminar materia orgánica y contaminantes del agua. El proceso radica en poner el agua residual en un tanque de aireación, allí se agregan microorganismos que consumen materia orgánica y contaminantes existentes en el agua. Félix & Leiva, (2023)

### **2.1.2. ANTECEDENTES**

La finca donde se encuentra la florícola es una extensión de terreno dedicada al cultivo y producción de flores bajo ciertas condiciones mediante un invernadero, por lo que tienen un alto consumo de fertilizantes y pesticidas.

La finca tiene una extensión total de 65 hectáreas, las cuales están distribuidas en 74 bloques con una distribución de 8800 m<sup>2</sup> para el cultivo de flores, y cada bloque tienen un consumo de 1000 a 2500 litros de agua por m<sup>2</sup> a la semana, por lo que su volumen de producción de aguas residuales es muy alto.

La línea de producción tiene diferentes procesos por área, en los cuales se puede determinar el uso de los químicos que llegan a ser un problema para las aguas residuales de su industria.(R. Sánchez & García, 2018)

Con fecha 12 de marzo del año 2021, se registra el proyecto en la plataforma SUIA, donde se encuentra información correspondiente a la finca, en el mismo se obtuvo un Certificado Ambiental que incluye un plan de Manejo Ambiental que permite prevenir o mitigar los impactos ambientales que puedan generarse.

Con fecha 14 de marzo del año 2023, se presentan problemas con la gestión de las aguas residuales de la finca, las mismas no están cumpliendo con los parámetros de calidad para descargas en un cuerpo de agua dulce, se requiere un tratamiento y medidas correctivas.

## **2.2.DEFINICIONES**

- **Agua residual industrial:** Es el agua desechada y formada en operaciones o procesos industriales, presentan características fisicoquímicas; muy distintas de las aguas comerciales, aguas grises o aguas domésticas; que dependen principalmente del tipo de industria de donde provienen y de los compuestos que son usados en los procesos, Bhandari et al., (2016), y por lo mismo es que presentan una elevada carga orgánica que es un foco perfecto para microorganismos, bacterias y algas; que no ayudan a los procesos de degradación biológica; y que en cierto punto llegan a tener dentro de su composición diversos compuestos tóxicos que inhiben o eliminan a los microorganismos que si ayudan a los procesos de remediación y/o degradación. Algunas industrias según la toxicidad de las aguas pueden tener índices de biodegradabilidad bajos. (Sánchez & García, 2018)
- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR):** Estructura que puede llegar a tener diversas configuraciones enfocadas en el tratamiento de aguas servidas, residuales, grises, entre otras; estas dependen principalmente del tipo de

actividades que se realicen, se pueden aplicar distintos procesos para la remediación de las aguas que se dispongan; según Andia et al., (2019), aquí se reducen las cargas de los contaminantes cumpliendo con los parámetros determinados en la normativa ambiental vigente, para que estas aguas puedan ser descargadas de manera adecuada y no generen impactos ambientales significativos. Equipo Técnico EnRes, (2018)

En una PTAR se realizan procesos de eliminación de residuos grandes; como la basura y residuos comunes que puedan ser desechados; la captación de material suspendido; como residuos o grasas; también se adaptan sistemas de biodegradación para la descomposición de la materia orgánica; este proceso usa lo que comúnmente se conoce como lodos activados; y por último se eliminan contaminantes específicos como los compuestos nitrogenados y fosforados. (Torres, 1994)

- **Contaminación del agua:** Cualquier tipo de alteración de las propiedades biológicas, químicas y físicas, que deterioren la salud, la seguridad y el bienestar de la población, comprometer su uso para fines de consumo humano, industrial, agropecuario, comercial y recreativos, y/o causar daño a la flora, a la fauna o al ambiente en general. (R. Sánchez, 2021)
- **Eutrofización:** Es un proceso el cual es generado conforme al acelerado crecimiento de algas en un cuerpo de agua, este crecimiento inusual es causado debido a la contaminación del agua residual la cual dentro de su composición está llena de compuestos que favorecen al crecimiento de estos organismos; como lo son los nutrientes, los cuales están en una concentración muy alta y en menor

medida el sulfuro, potasio y carbono. (Joshermar & Sixto, 2017)

Este proceso llega a generar diversos problemas en los ecosistemas en los que está presente, ya que afecta a la calidad de los cuerpos de agua, presentando un color verdoso, esté turbia, y además que impide que se pierda el oxígeno en el agua; según lo que menciona Pérez et al., (2019), lo cual dificulta los procesos de los microorganismos responsables de la biodegradación de estos nutrientes y que permiten que se recuperen estos cuerpos de agua.

- **Oxígeno Disuelto (OD):** Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Término que define el análisis de agua con un grado equivalente a mediano o alto de contaminación orgánica, aplicado principalmente a aguas. (Nasamues, 2021)
- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>):** Término que determina la cantidad de oxígeno disuelto requerido para ser consumido por los microorganismos, este parámetro es evaluado cada 5 días, en una hora específica, de acuerdo a la norma, donde ahí surge la biodegradación.
- **Grados Centígrados (°C):** Unidad de medida que es usada regularmente para expresar la temperatura de un entorno o sistema.
- **Potencial Hidrógeno (pH):** Abreviación de la concentración de iones de hidrógeno en el agua; este presenta una escala a 25 °C que 0 a 14 que va desde la acidez (entre 1 a 6), neutralidad (7) y alcalinidad (de 8 a 14).
- **Sólidos Sedimentables:** son partículas que por su peso llegan a asentarse en el fondo, estas pueden contener en su composición partículas orgánicas como



inorgánicas o también compuestos contaminantes o insolubles como metales pesados. (Fúquene & Yate, 2018)

- **Metales pesados:** Elementos químicos que poseen densidad alta y que dentro de las aguas residuales son un potencial peligro debido a su alta toxicidad, estos pueden llegar a estar compuestos por mercurio, plomo, cromo, cadmio, níquel, zinc, arsénico, entre otros.(R. Sánchez & García, 2018)
- **Acuerdo Ministerial:** documento emitido por la autoridad competente y que transmiten los actos administrativos de derecho y las reglamentaciones sobre cualquier ámbito. (Ministerio del Ambiente, 2015)
- **Turbidez:** es el grado de transparencia y que en el agua residual demuestra el grado de contaminación que esta llega a presentar y que en su composición existen diversos compuestos como lo que son los sólidos suspendidos, para la determinación de un tipo de contaminación, aunque es un método que no es recomendable aplicar. (Ramírez, 2017)
- **Unidad Nefelométrica de Turbidez (NTU):** Unidad de medida para la turbidez de un líquido
- **Reactivos:** Sustancias químicas, ya sean en estado sólido o líquido, que fueron usadas en los procesos de análisis de la muestra de agua residual
- **Incubación:** Proceso para análisis de oxígeno disuelto a los 5 días (DBO<sub>5</sub>), en el cual se deja una disolución; que es una mezcla entre proporciones muy pequeñas de agua residual y agua de dilución; dentro de un equipo el cual mantiene condiciones: temperatura de 20°C y luz solar nula. Este proceso permite replicar

condiciones favorables para los microorganismos.(Ordoñez & Moreno, 2013)

- **Conductividad Eléctrica:** Análisis realizado en el agua que permite determinar la capacidad de dispersión eléctrica que tiene, lo que se representa como concentración total de iones disueltos en el agua. Este parámetro es un indicador del grado de concentración de minerales en cuerpos de agua.(Bhandari et al., 2016)
- **Nitrógeno Total (N t):** Es la medida de todas las formas posibles del nitrógeno, a manera de compuestos nitrogenados, los cuales provienen principalmente de los fertilizantes; que tienen una concentración entre 40% hasta 46% de nitrógeno; y que generan un problema, ya que al estar presentes en el agua residual se vuelven Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), los cuales son muy solubles y llegan a ser un nutriente que favorece al crecimiento de plantas, pero que por consecuencia también lo es para el crecimiento de algas, lo cual favorece al proceso de eutrofización, ya que la asimilación de nitrógeno por las plantas puede variar entre un 30% y un 70%. (Cárdenas et al., 2006)
- **Fósforo Total (P t):** Es la medida de todas las formas que adopta el fósforo, a manera de compuestos fosforados y fosfatados, que tienen su origen en los fertilizantes y de los herbicidas; que tienen una concentración entre 10% hasta 20% de fosforo; y que es absorbido por las plantas, pero que en cierta medida también puede llegar a lixiviarse por lo que no solo representa un riesgo para los efluentes de agua, sino también para las aguas subterráneas, ya que estos compuestos llegan a favorecer al crecimiento de algas y que como ya se sabe, favorece y acelera los procesos de eutrofización en las aguas, ya que la

asimilación de fosforo por las plantas puede variar entre un 20% y un 40%.  
(Restrepo et al., 2020)

- **Lodos Activados:** Es una composición de diversos agentes biológicos que se puede resumir en una cantidad inmensa de microorganismos, estos ayudan en procesos biológicos del agua residual. Morales et al., (2019)

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1.METODOLOGÍA:

La mayor parte de los procedimientos y análisis realizados en el presente trabajo fueron ejecutados por equipos que son propiedad de la Universidad Politécnica Salesiana.

*Tabla 2. Tabla de Equipos*

Procedimiento	Equipo	Modelo	Marca
Medición de pH	Medidor de bolsillo de pH/ conductividad/ TDS de intervalo bajo	HI98129	HANNA INSTRUMENTS
Medición de DQO			
Medición de OD	Medidor de Oxígeno Disuelto	Seven 2 Go Pro	METTLER TOLEDO
Medición de Turbidez	Turbidímetro	TB200	ORBECO
Preparación de viales para análisis	Digestor DIQ PREB CUB	F105A0109	SCP SCIENTIS

de Nitrógeno y Fósforo			
Análisis de Nitrógeno y Fósforo	Fotómetro multiparamétrico	HI833XX	HANNA INSTRUMENTS
Pesaje de reactivos	Balanza granataria	PGL4001	Ae ADAM
Prueba de Jarras	Prueba de Jarras	107905	VELP SCIENTIFIC
Incubación de muestras	Refrigeradora incubadora	90E	VELP SCIENTIFIC
Agua de dilución para DBO	Plancha de Calefacción	F20510100	VELP SCIENTIFIC

*Nota: Elaborado por Los Autores. HANNA INSTRUMENTS, (2018)*

### **3.2. POBLACIÓN:**

La población en el presente trabajo son las aguas de la industria florícola de estudio.

### **3.3. MUESTRA:**

La muestra estuvo representada por 3 puntos de la misma fuente, se usó el agua residual de la florícola que tuvo un peso de cuarenta litros por cada muestra.

### **3.4. MATERIALES:**

Los materiales o instrumentos, equipos de laboratorio, equipos de protección personal, materiales de gabinete que se emplearon en el desarrollo de pruebas experimentales del tratamiento propuesto son:

### 3.4.1. MATERIALES DE RECOLECCIÓN

*Tabla 3. Tabla de materiales de recolección*

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
Recipientes de plástico	2 recipientes tipo jarra, de plástico de polietileno con una capacidad de 1 litro.
Bidones	2 bidones de plástico de polietileno con una capacidad de 20 litros.
Muestra de Agua	40 litros de agua residual resultante del proceso de la florícola y que serán usados para los posteriores análisis.

*Nota: Elaborado por Los Autores*

### 3.4.2. EQUIPO DE LABORATORIO

*Tabla 4. Tabla del equipo de laboratorio*

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
Equipo Multiparámetro portátil	Equipo para medición de Oxígeno Disuelto, indicador de pH, conductividad

	eléctrica y POR.
Digestor de DQO	Dispositivo para preparar viales a 150 °C por 2 horas antes de su análisis.
Equipo de vidrio	6 vasos de precipitación con una capacidad de 1.5 litros y 3 pipetas de 10mL, 5mL y 1mL.
Recipiente de vidrio grande	Recipiente con capacidad de almacenamiento de 20 litros con tapa
Oxigenador de 2 entradas	2 bombas de oxígeno conectadas a las placas de difusión, las bombas utilizadas tenían una frecuencia de 50/60 Hz, con una potencia eléctrica de 2.5 W
Placas de difusión de cerámica	4 placas de cerámica con dispersión de burbuja fina.
Lodos activados	500 mL de un compuesto con alta concentración de microorganismos responsables de la degradación de contaminantes presentes en la muestra.

*Nota: Elaborado por Los Autores*

### **3.4.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

*Tabla 5. Tabla de los equipos de protección personal*

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
Mandiles de laboratorio	2 mandiles, que son prendas usada para la protección frontal y para evitar la contaminación cruzada por fuentes externas.
Cascos reforzados	2 cascos, de plástico reforzado para evitar golpes o lesiones.
Guantes	4 pares de guantes de nitrilo que evitan la contaminación cruzada en la persona y en la muestra.
Mascarillas	4 pares de mascarillas tipo KN95, para evitar la respiración de agentes contaminantes y evitar una contaminación cruzada

*Nota: Elaborado por Los Autores*

#### **3.4.4. MATERIAL DE GABINETE**

*Tabla 6. Tabla del material de gabinete*

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
Cámara fotográfica	Equipo necesario para el registro fotográfico de la visita, la toma de la

	muestra y la evidencia de los análisis de laboratorio.
Libreta	Necesaria para el registro y anotaciones de información adicional.
Teléfono celular	Equipo necesario para toma de evidencia adicional, comunicación y rastreo.
GPS	Equipo requerido para la toma de coordenadas en un punto específico.

*Nota: Elaborado por Los Autores*

### **3.4.5. RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se estableció un punto de muestreo en el cual cumple con diversas características necesarias para una recolección adecuada y apropiada, como: que en la zona no yace una gran cantidad de solidos sedimentables o agentes externos que llegaran a perturbar la muestra, también se usaron controles apropiados para evitar la contaminación cruzada ya sea por agentes externos o internos, como contenedores de polietileno vírgenes, recipientes de recolección estériles, equipo de seguridad y guantes para evitar la contaminación de manos. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, (2013)

La muestra se recolectó por medio de un sistema de poleas y recipientes, los cuales se usaron para una mayor facilidad en el proceso, y con el fin de evitar una alteración en el cuerpo de agua, por lo mismo se llevaron a cabo todos los procedimientos anteriormente mencionados, hasta llegar a recolectar un total de cuarenta litros de muestra, distribuidos en dos contenedores de veinte litros cada uno, los cuales fueron llenados hasta el tope del cuello



para que al momento de sellar no exista ningún tipo de burbuja de oxígeno que llegue a alterar los parámetros de la muestra.

La muestra se etiquetó y se colocó dentro de un contenedor, estuvo a una temperatura de 21 °C, se evitó que esta, pasara por movimientos erráticos o violentos en el trayecto hasta los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana; y posteriormente se mantuvieron todos los protocolos hasta el momento de su análisis.

#### **3.4.6. PROTOCOLOS**

La muestra fue recolectada en base a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176:2013, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, (2013), que es la norma para técnicas de muestreo en cuerpos de agua, con el fin de determinar diferentes parámetros como DBO, DQO, pH, conductividad eléctrica, turbidez, concentración de nutrientes. Se define a la muestra recolectada como una muestra puntual, la cual es esencial cuando el muestreo es verificar con los límites de la calidad del agua.

#### **3.4.7. PROCESO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

El tratamiento es uno de los procesos más importantes en cuanto a la gestión de agua residual, por lo mismo se debe entender que cada proceso es importante, pero no siempre van a llegar a ser efectivos, depende principalmente del tipo de agua que se tratara, su origen o procedencia, destino de descarga y parámetros de calidad a cumplir. Por lo mismo los procesos se dividen en 3 principales los cuales son:

- **Físicos:** En este proceso se eliminan principalmente los compuestos conocidos como sólidos suspendidos, que se encuentran dentro de la composición del agua

residual y pueden llegar a ser material vegetal como hojas, tallos, o restos de flores; pero que también pueden llegar a ser compuestos inorgánicos como plásticos o residuos comunes. (Ehmig, 2005)

Dentro de este tratamiento es importante la remoción de estos compuestos y por lo mismo es que se aplican diferentes métodos y técnicas como el tamizado, la sedimentación, floculación y la filtración. Según Ordoñez & Moreno, (2013), esto se puede llegar a conseguir por medio de redes, mallas, rejas o incluso materiales pesados como ripio, arena, ceniza o carbón activado como método de filtración; estos procesos son de suma importancia ya que en términos generales ayudan a la adecuada gestión de las aguas residuales y reduce en gran manera el impacto al medio ambiente. (Hurtado, 2015)

- **Químicos:** En estos procesos se ven involucrados los compuestos químicos como tratamiento para la remoción y reducción de agentes contaminantes procedentes del uso constante de pesticidas y herbicidas en los cultivos de flores; según lo menciona Córdova et al., (2014), estos compuestos actúan captando y aglomerando las partículas de los mismos y facilitan su eliminación si se les aplica a estas aguas tratadas un proceso físico de sedimentación o filtración; comúnmente los compuestos que se eliminan en este proceso son los nitrogenados y fosforados. (Andia et al., 2019)

Otro uso que tienen los agentes químicos es la clarificación o transparencia del agua, al momento de sedimentar los contaminantes, la muestra de agua llega a perder bastante turbiedad y permite que el agua residual tratada tenga un aspecto mucho más aceptable para su descarga en cualquier tipo de efluente de agua o

alcantarillado. (Changoluisa, 2013)

- **Biológicos:** Se considera como tratamiento secundario ya que reduce la carga orgánica del agua y permite que microorganismos favorables; como bacterias y protozoos; se alimenten de la materia sobrante y la degraden, impidiendo que, al momento de ser descargada esta agua, corra riesgo de ser contaminada. Según Ferre et al., (2022), esto se logra mediante el uso de lodos activados, los cuales se mezclan con el agua residual dentro de un sistema que es conocido como un reactor biológico, donde se les inyecta oxígeno y mediante este proceso, los microorganismos crean flóculos biológicos que funcionan como protección y transporte, gracias a esto se los puede llegar a separar en cierto punto por medio de un sedimentador, y los lodos son separados del agua residual tratada.

El agua residual después de ser analizada; si llegan a cumplir con los parámetros de calidad; pueden ser descargadas sin problemas, mientras que los lodos en exceso pueden ser reusados en procesos de remediación, se los puede gestionar adecuadamente sometiéndolos a procesos de espesamiento y deshidratación para que luego sean desechados o aprovechados adecuadamente, (Quintero & Córdoba, 2011)

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

*Tabla 7.* Datos iniciales

Parámetros	Valor	Unidades
DQO final	3300	mg/L

pH	6,57	
Conductividad	0,55	mS
Turbidez	21,52	NTU
DBO <sub>5</sub>	0,0013	mg/L
N t	0,5	mg/L
P t	0,09	mg/L
Solidos sedimentables	0,01	mg/L

*Nota: Elaborado por Los Autores*

**Tabla 8.** pH y Turbidez inicial

pH	Turbidez (NTU)
4	0,07
5	0,55
6	0,63
7	0,61
8	1,58
9	0,46

*Nota: Elaborado por Los Autores*

### **Punto Isoeléctrico:**

La determinación del punto isoeléctrico de la muestra implica preparar la muestra, el ajuste de pH, agitación y equilibrio, la medición de cargas eléctricas y por último la

identificación del punto isoeléctrico. Y como resultado del análisis, el punto isoeléctrico de la muestra se refleja en el pH 7.

**Tabla 9.** *Uso de Policloruro de Aluminio (PAC)*

<b>PAC (g) en un Litro</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>
0,01	13,57
0,05	16,72
0,1	4,86
0,3	0,25
0,5	0,01
1	37,44

*Nota:* Elaborado por Los Autores

**Tabla 10.** *Uso de sulfato de aluminio*

<b>Sulfato de Aluminio (g) en un Litro</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>
0,01	12,64
0,05	15,28
0,1	13,61

0,3	14,73
0,5	15,67
1	19,26

*Nota: Elaborado por Los Autores*

**Tabla 11. Uso de Cloruro de hierro**

<b>Cloruro de hierro (g) en un Litro</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>
0,001	16,33
0,005	16,41
0,01	15,69
0,03	15,81
0,05	18,49
0,1	15,41

*Nota: Elaborado por Los Autores*

**Tabla 12. Datos de POR Volumen de Lodos**

<b>Día</b>	<b>Volumen de lodo (mL) en POR (mV) un litro de agua residual</b>	
0	46	80

1	38	123
2	36	129
3	35	112

*Nota: Elaborado por Los Autores*

**Tabla 13.** pH, Oxígeno Disuelto y DQO

<b>Día</b>	<b>pH</b>	<b>Oxígeno Disuelto (mg/L)</b>	<b>DQO (mg/L)</b>
0	8,03	3,15	810
1	8,78	2,16	770
2	8,82	2,06	220
3	8,57	1,60	160

*Nota: Elaborado por Los Autores*

**Tabla 14.** DBO, Turbidez, Conductividad

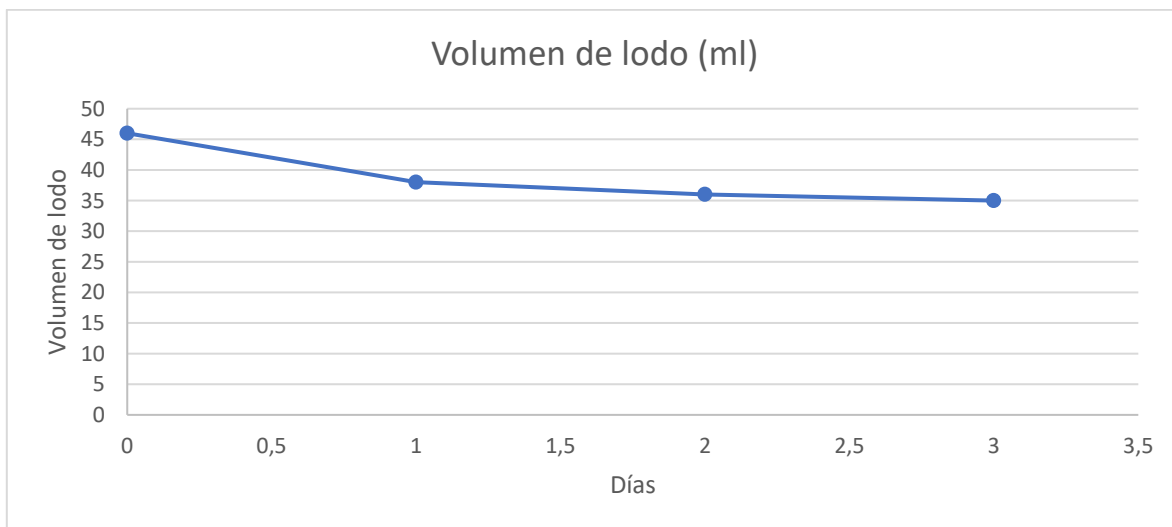
<b>Día</b>	<b>DBO<sub>5</sub> (mg/L)</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Conductividad (mS)</b>
0	0,0443	99	1,133
1	0,0360	85	1,189
2	0,0254	51	1,105

3	0,0174	36,70	1,064
---	--------	-------	-------

*Nota: Elaborado por Los Autores*

Los microorganismos se agrupan en (flocs); también conocidos como flóculos; que son partículas más grandes que se sedimentan en un tanque de sedimentación secundaria. El lodo resultante de este proceso se llama lodo activado y se compone de microorganismos, materia orgánica y sólidos suspendidos. Morales et al., (2019)

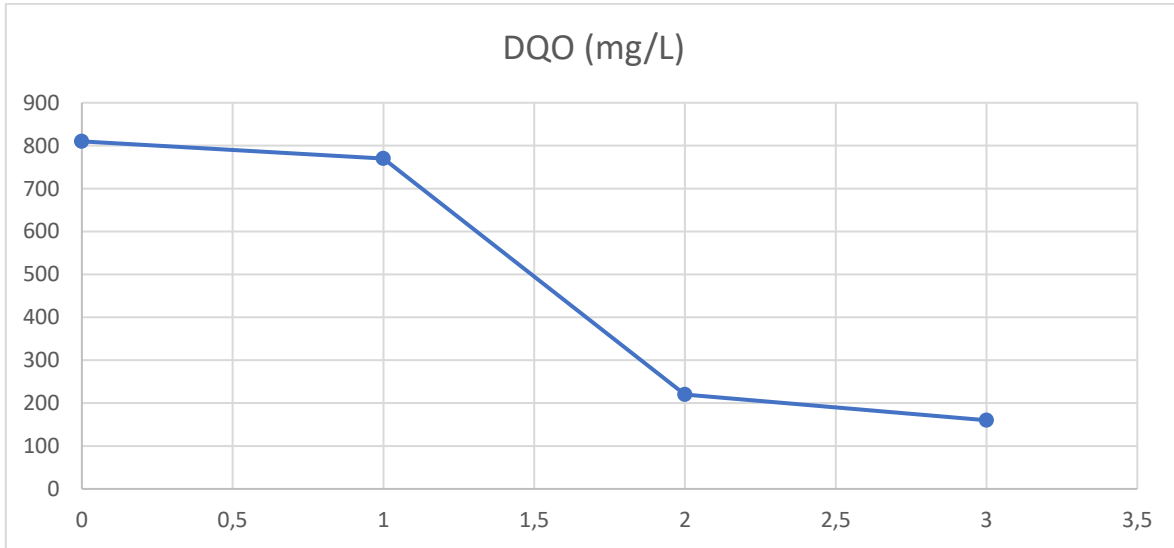
**Figura 2.** *Volumen de Lodos*



*Nota: Elaborado por Los Autores*

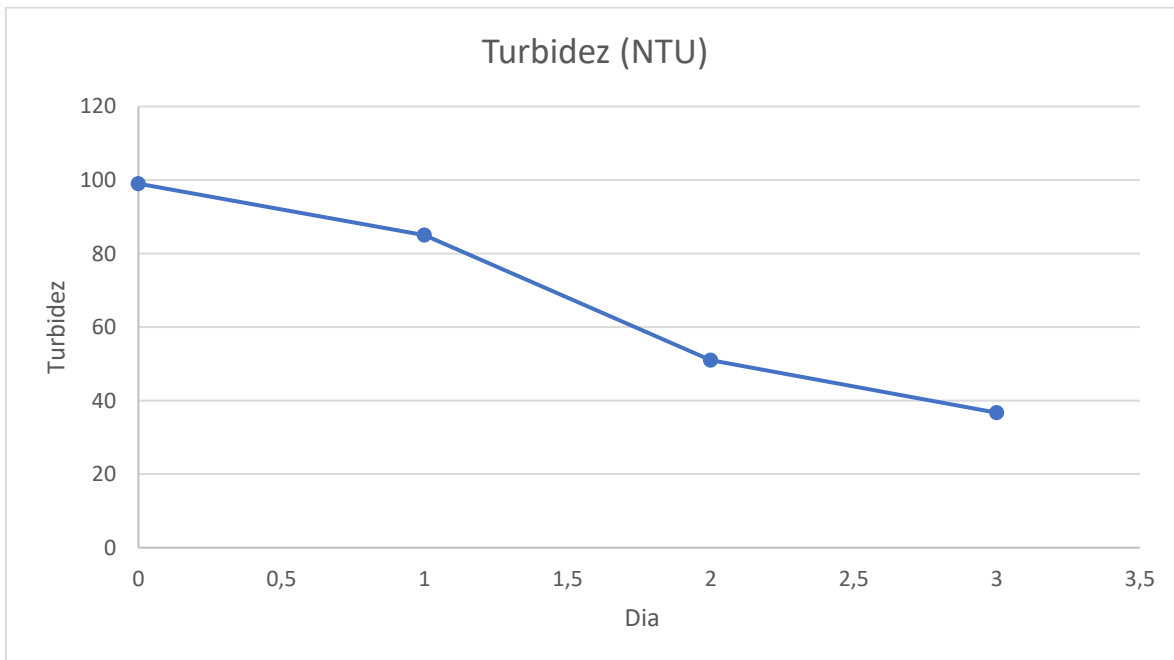


**Figura 3. Datos de DQO**



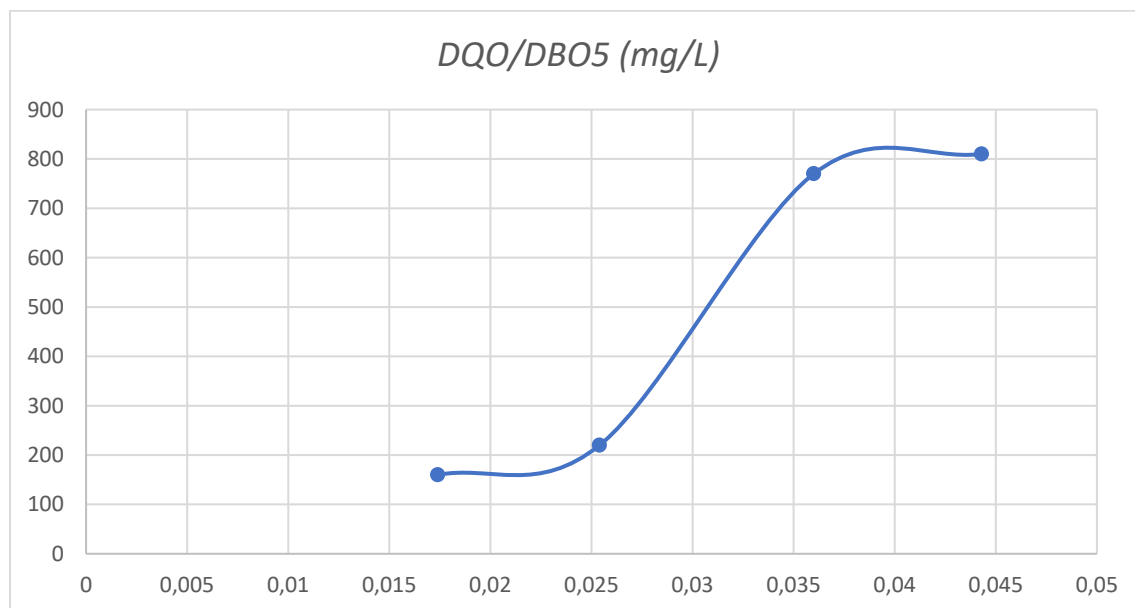
**Nota:** Elaborado por Los Autores

**Figura 4. Datos de Turbidez**



Nota: Elaborado por Los Autores

Figura 5. DQO/DBO5 (mg/L)



Nota: Elaborado por Los Autores

#### 4.1. DISCUSIÓN

El pH es una variable fundamental, debido a que a partir de este parámetro se realizará una buena aplicación de proceso de coagulación, si el pH se encuentra fuera del rango establecido disminuirá la solubilidad del coagulante en el agua y se necesitara concentraciones altas del coagulante, en el estudio elaborado por Teshome et al., (2020), se indica que el pH considerado como óptimo para la descarga de agua residuales industrial de la floricultura debe estar entre un rango de  $5.47 \pm 0,21$ – $6,9 \pm 0.16$ , comparado con los datos obtenidos en la Tabla 3 donde se mencionan los datos iniciales de muestreo, consta que el

pH inicial de la muestra fue de 6,57 se puede afirmar que este parámetro se encuentra dentro del rango establecido para continuar con el proceso de coagulación.

El estudio realizado por Domínguez, (2010) dio como resultado que existe una concentración óptima de coagulante para la turbiedad, si la turbidez es muy alta la dosis que se usa del coagulante disminuye, de otro modo si la turbiedad es menor, se requerirá más cantidad de coagulante porque existe una menor posibilidad de choque entre las partículas, en la tabla 5 se utilizó policloruro de aluminio “ $\text{Al}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ ” comúnmente conocido como PAC se colocó 0,05g resultando una turbiedad de 0,01 NTU, en cuanto a la tabla 6 se utilizó 0,01g  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  y se obtuvo una turbiedad de 16,64 NTU, en la tabla 7 se colocó 0,1g de  $\text{FeCl}_3$  obteniendo una turbiedad de 15,41 NTU, confirmando que los datos obtenidos son confiables, ya que se encuentran en concordancia con los datos del estudio de (Domínguez, 2010)

En los análisis de laboratorio realizados por Merizalde et al., (2019) en cuanto a la DQO menciona que es un parámetro fundamental para el tratamiento de aguas y saneamiento, pues figura la cantidad de oxígeno que se necesitará para descontaminar el agua oriunda de la industria, la DQO se idealiza como todos los compuestos que necesitan consumir oxígeno del agua, tales como: los compuestos orgánicos y las sales minerales, la  $\text{DBO}_5$  es la cantidad de oxígeno acabada en 5 días a  $20^\circ\text{C}$  por los microorganismos que se encuentran en el agua.

La DQO medida en el muestreo siempre será mayor a la  $\text{DBO}_5$ , Merizalde et al., (2019), de esta manera se comprueba que los datos obtenidos fueron correctos tanto en la DQO como en la  $\text{DBO}_5$ , puesto que el dato inicial para la DQO fue de  $3300 \text{ mg/L}$  y el valor

final fue de 160 mg/L, en cuanto a la DBO<sub>5</sub> se obtuvo valores relativamente bajos, y se llegó a cumplir los límites de descarga hacia un cuerpo de agua dulce.

En los análisis de laboratorio realizados por Teshome et al., (2020) considera que la conductividad es un parámetro fisicoquímico, su valor correspondiente es de 6,16 mS/cm, con este valor se puede verificar que el agua procedente de la florícola contiene un alto grado de sales, la conductividad eléctrica es baja por lo cual hay una ausencia de sales, los valores de conductividad eléctrica oscilan entre 1,133 y 1,064.

## 5. CONCLUSIONES

Para la descontaminación del efluente florícola en etapa de cultivo, se realizó el proceso de coagulación–floculación, el punto isoeléctrico de la muestra fue de pH 7, la cantidad óptima de PAC es de 0,5 g, alcanzando con esto un valor de DQO de 160 <sup>mg</sup>/<sub>L</sub>. Como complemento se utilizó un sistema de tratamiento biológico de lodos activados, este proceso se llevó a cabo durante cuatro días, se monitoreo parámetros como pH, conductividad, DBO, DQO<sub>5</sub>, turbidez, conductividad, POR y el volumen de los lodos, todos los parámetros mencionados al tercer día ya cumplían con la normativa ambiental vigente, para ser descargados al cuerpo de agua dulce.

Se obtuvo valores bajos de sólidos sedimentables, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto y de Nitrógeno Total y Fosforo Total de rango alto, por lo cual no hay riesgo de eutrofización en el cuerpo de agua; ya que según Morales et al., (2019) y R. Sánchez & García, (2018), los valores que favorecen al crecimiento de algas son:

- **Oxígeno disuelto:** Menor a 5 mg/L

- **Nitrógeno Total:** Concentración superior a 10 mg/L
- **Fosforo Total:** Concentraciones superiores a 2 mg/L

Y haciendo las comparaciones, los valores obtenidos, Oxígeno disuelto =  $160 \text{ mg/L}$ , Nitrógeno Total =  $0.05 \text{ mg/L}$  y Fosforo Total =  $0.09 \text{ mg/L}$ , no llegan a superar estos valores por lo que no llegan a favorecer a la eutrofización.

En los datos obtenidos en las tablas 13 y 14 se observa el valor de degradación de los parámetros DBO, DQO y sólidos sedimentables, y se observó que el proceso de lodos activados fue factible ya que los valores de los parámetros disminuyeron.

## 6. BIBLIOGRAFIA

Andia, A., Bustamante, G., Paniagua, C., & Quispe, W. (2019). *Plan de Negocio de Industrialización y Comercialización de Productos Derivados de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR San Jerónimo Cusco para la Agricultura y Floricultura del valle sur de la ciudad del Cusco*. [UNIVERSIDAD ESAN BUSINESS].

[https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1730/2019\\_MATP-CUS\\_16-2\\_02\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1730/2019_MATP-CUS_16-2_02_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Bhandari, V., Sorokhaibam, L., & Ranade, V. (2016). *Industrial wastewater treatment for fertilizer industry*. Queen's University Belfast.

<https://pureadmin.qub.ac.uk/ws/portalfiles/portal/102233467/industrial.pdf>

Cárdenas, C., Perruolo, T., Tärre, Y., Flores, K., Trujillo, A., Saules, L., Araujo, I., & Yabroudi, S. (2006). *REMOCIÓN DE NUTRIENTES EN UN REACTOR*

*DISCONTINUO*

*SECUENCIAL.*

SciELO.

[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006001100004](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001100004)

Changoluisa, P. (2013). *SISTEMA DE MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS GENERADOS POR LAS FLORÍCOLAS UBICADAS EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO* [UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR].

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1365/1/T-UCE-0012-257.pdf>

Córdova, H., Vargas, R., Cesare, M. F., Flores del Pino, L., & Visitación, L. (2014).

*Tratamiento de las aguas residuales del proceso de curtido tradicional y alternativo que utiliza complejantes de cromo*. SciELO.

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2014000300005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2014000300005)

Domínguez, M. (2010). *OPTIMIZACIÓN DE LA COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA SEDE RECREACIONAL CAMPOALEGRE – CAJASAN* [Universidad Pontificia Bolivariana ].

[https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/848/digital\\_19174.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/848/digital_19174.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ehmig, S. (2005). *CARACTERIZACIÓN Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES DE UNA “EMPRESA FLORÍCOLA”* [UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK ]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/335>

Equipo Técnico EnRes. (2018). *Proyectos de Aprovechamiento Energético a partir de Residuos Urbanos en México*. GIZ México, 1–92.

<https://www.giz.de/de/downloads/giz2019-ES-EnRes-Proyectos-de-Aprovechamiento.pdf>

Félix, G., & Leiva, D. (2023). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MICRO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON TECNOLOGÍAS DE LODOS ACTIVADOS EN SISTEMA BIOLÓGICO SECUNDARIO (SBR), EN EL CENTRO DE EXPERIMENTACIÓN AYORA, UBICADO EN EL CANTÓN CAYAMBE* [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ].

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24434/1/TTS1209.pdf>

Ferre, J., Seco, A., Robles, Á., Asensi, E., & Serralta, J. (2022). Tratamientos biológicos de aguas residuales . *Universidad Politécnica de Valencia* , 1–20.

[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/181422/TOC\\_0358\\_03\\_04.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/181422/TOC_0358_03_04.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Fúquene, D., & Yate, A. (2018). *Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales*. Working Papers .

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/2771/2857>

GALLEGOS, J., & MEDINA, X. (2019). *DETERMINACIÓN DE PESTICIDAS Y CALIDAD DE AGUA DE EFLUENTES DE FLORÍCOLAS EN LA ZONA DE CAYAMBE* [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ].

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16708/1/UPS-ST003886.pdf>

HANNA INSTRUMENTS. (2018). *Manual de Instrucciones - Fotómetro multiparamétrico* . <https://hannachile.com/mwdownloads/download/link/id/2613>

Hurtado, A. (2015). *PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE BIOSÓLIDOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) CON VERMICOMPOSTAJE Y SU APLICACIÓN EN GERMINACIÓN, CASO PAÍSES EUROPEOS: ESPAÑA, REINO UNIDO, FRANCIA, PORTUGAL, ITALIA [UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA ]*.  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7524/TRABAJO%20DE%20jsessionid=AC9D7236A634C824409CE3B8AC28B196?sequence=1>

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (2013). AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO. In *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 2176: 2013*. (pp. 1–15). <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>

Joshermar, E., & Sixto, K. (2017). *ESTUDIO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES DE LA COOPERATIVA “SANTA ISABEL”-HUANCAYO MEDIANTE UN REACTOR ANAEROBIO A NIVEL DE LABORATORIO PARA LA DISMINUCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ]*.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3763/Arancibia%20Curi-Flores%20Gaspar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Merizalde, E., Montenegro, L., & Cabrera, M. (2019). *Estudio de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes de una Industria de Papel [Escuela Politécnica Nacional]*. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v43n1/2477-8990-rpolit-43-01-00007.pdf>



- Ministerio del Ambiente. (2015, November 4). *ACUERDO MINISTERIAL 097-A*. Registro Oficial (Administración Del Sr. Ec. Rafael Correa Delgado). [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015\\_0.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf)
- Morales, F., Sanchez, R., & Acosta, L. (2019). *Tratamiento de Efluentes de Lubricadoras y Lavadoras de Autos Mediante un Sistema de Lodos Activados de Lechos Suspendido a Escala de Laboratorio*. [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i1.278>
- Nasamues, J. (2021). *METODOLOGÍAS PARA EVALUAR SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ECUADOR* [CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7659/3/DESARROLLO%20DEL%20PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20DE%20JESSICA%20NASAMUES.pdf>
- Ordoñez, J., & Moreno, R. (2013). *tratamiento físico para aguas residuales provenientes de la floricultura* [Universidad Politécnica Salesiana ]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4272/6/UPS-CT002612.pdf>
- Pérez, J., Ortega, H., Ramírez, C., Flores, H., Sánchez, E., Can, Á., & Mancilla, O. (2019). *Concentración de nitrato, fosfato, boro y cloruro en el agua del río Lerma*. SciELO. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-90282019000100175](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282019000100175)

- Quintero, L., & Córdoba, S. (2011). *Evaluación del tratamiento biológico para remoción de color índigo de agua residual industrial textil*. Revista Gestión y Ambiente. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169422216007.pdf>
- Ramírez, K. (2017). *DOSIS DE COAGULANTE NATURAL Caesalpinia Spinosa PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL DREN 4000* [Universidad César Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33240/ramirez\\_fk.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33240/ramirez_fk.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Restrepo, A., Redríguez, D., & Peñuela, G. (2020). *Eficiencia de un reactor SBR para la remoción de la materia orgánica presente en el agua residual de una industria de teñido de flores* [Universidad Industrial de Santander]. <https://www.redalyc.org/journal/3420/342068398006/342068398006.pdf>
- Sánchez, A. M., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2020). *DIAGNOSTICO DEL SECTOR FLORÍCOLA EN EL ECUADOR*. Universidad Técnica de Ambato . <https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2020/06/Diagnostico-sector-floricola-Ecuador.pdf>
- Sánchez, R. (2021a). *Metabolismo social en el uso del agua para la producción florícola* [Doctorado en Salud Colectiva, Ambiente y Sociedad, Universidad Andina Simón Bolívar ]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8957/1/TD183-DSCAS-Sanchez-Metabolismo.pdf>

Sánchez, R. (2021b). Los Desafíos en el Tratamiento Comunitario de Aguas Residuales. En *Agua para la Gente: Experiencias De Gestión Comunitaria del Agua en el Ecuador* . Editorial Abya-Yala, 86–137.




Sánchez, R., & García, K. (2018). TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CARGAS INDUSTRIALES CON OXIDACIÓN AVANZADA EN SISTEMAS CONVENCIONALES. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de La Vida* , , 103–111.

Teshome, E., Tadesse, A., Junmei, W., Dong, X., Qiaohong, Z., & Zhenbin, W. (2020). *Analysis of constructed wetlands technology performance efficiency for the treatment of floriculture industry wastewater, in Ethiopia*. Journal of Water Process Engineering. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214714420304645?via%3Dihub>

Torres, E. (1994). *PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PARA REUSO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA* [Universidad Autónoma de Nuevo León ]. <http://eprints.uanl.mx/4660/1/1080063779.PDF>

## 7. ANEXOS

### *Anexo 1. Materiales Utilizados*

Materiales	Evidencia
Frascos Winkler	
Vasos de precipitación	
Agitador magnético	

---

Pipetas de 10, 5, 1 ml y

Propipetas



---

Jeringas de 2ml



---

**Nota:** Elaborado por Los Autores

*Anexo 2. Datos de Fósforo*

---

**Compuesto**

**Evidencia**

P





---

$P_2O_5$



---

**Nota:** Elaborado por Los Autores

*Anexo 3. Medición de Turbidez*

---

**Turbidez**

**Evidencia**

T1



T2



---

T3



---

T4



---

T5





---

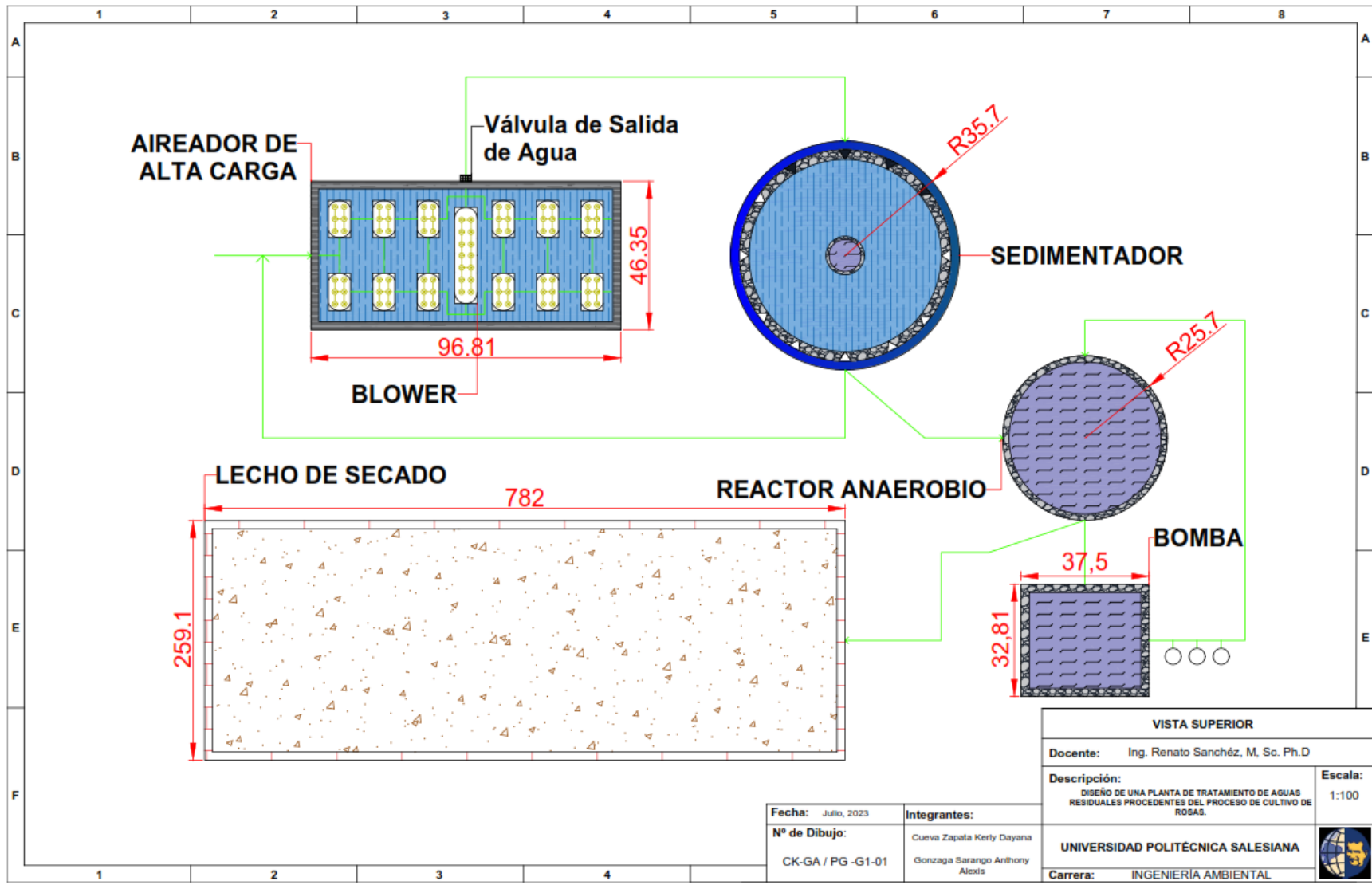
T6



---

**Nota:** Elaborado por Los Autores

Anexo 4. Vista Superior de Diseño de la PTAR



<b>Fecha:</b> Julio, 2023	<b>Integrantes:</b>
<b>Nº de Dibujo:</b> CK-GA / PG -G1-01	Cueva Zapata Kerly Dayana Gonzaga Sarango Anthony Alexis

VISTA SUPERIOR	
<b>Docente:</b> Ing. Renato Sánchez, M. Sc. Ph.D	
<b>Descripción:</b> DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DEL PROCESO DE CULTIVO DE ROSAS.	<b>Escala:</b> 1:100
<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b>	
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA AMBIENTAL	

Nota: Elaborado por Los Autores