



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CASO DE ESTUDIO**

**TEMA**

**EVALUACIÓN DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL  
UTILIZANDO EL MÉTODO DQO Y SULFUROS**

**AUTOR**

**STEVEN CARABALI MORALES**

**GUAYAQUIL 2024**

## Certificado de Similitud

### Proyecto Carabali

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>8%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>10%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>2%</b> PUBLICACIONES	<b>4%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

#### FUENTES PRIMARIAS:

<b>1</b>	<b>repositorio.upse.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>digibug.ugr.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.ulvr.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>aguamarket.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.acumar.gob.ar</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

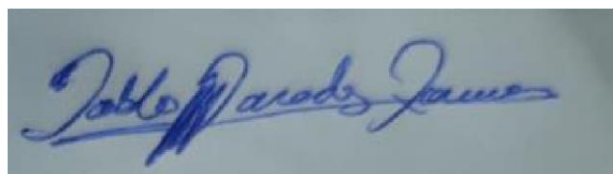
Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado



## Contenido

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	2
1.2 MÉTODO DQO. ....	2
<b>2 CASO DE ESTUDIO PLANTEADO</b> .....	<b>4</b>
<b>3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>6</b>
<b>4 MARCO LEGAL</b> .....	<b>7</b>
<b>5 PREGUNTAS PLANTEADAS</b> .....	<b>8</b>
5.1 FÓRMULA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DQO .....	8
5.2 FÓRMULA PARA CALCULAR LA DISMINUCIÓN DEL SULFURO .....	9
<b>6 INFORME</b> .....	<b>11</b>
<b>7 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>12</b>
7.1 VALORACIÓN DE LA MUESTRA .....	18
<b>8 CONCLUSIONES</b> .....	<b>20</b>
<b>9 RECOMENDACIONES</b> .....	<b>22</b>
<b>10 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>23</b>

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Determinación de la DQO .....	<b>9</b>
<b>Tabla 2</b> Ficha de registro de muestras y parámetros químicos .....	<b>19</b>
<b>Tabla 3</b> Volumen y concentración de muestras .....	<b>20</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Toma de muestra y ensayo en laboratorio .....	<b>9</b>
<b>Figura 2</b> Empresa Ecuakao .....	<b>12</b>
<b>Figura 3</b> Empresa Cartorama .....	<b>13</b>
<b>Figura 4</b> Punto de descarga .....	<b>13</b>
<b>Figura 5</b> Punto de descarga .....	<b>14</b>
<b>Figura 6</b> Punto de descarga .....	<b>14</b>
<b>Figura 7</b> Recopilación de muestra .....	<b>15</b>
<b>Figura 8</b> Recopilación de muestra .....	<b>15</b>
<b>Figura 9</b> Recopilación de muestra en mL .....	<b>16</b>
<b>Figura 10</b> Determinación del volumen de la muestra .....	<b>16</b>
<b>Figura 11</b> Termo redactor .....	<b>17</b>
<b>Figura 12</b> Aplicación de la muestra en 150°C x 2 horas .....	<b>17</b>

<b>Figura 13</b> Agua destilada .....	18
<b>Figura 14</b> Ferroina .....	18
<b>Figura 15</b> Erlenmeyer de boca pequeña .....	19

# 1 Introducción

El presente caso de estudio, se deberá enfocar en la evaluación del agua residual industrial, lo cual es esencial para garantizar la protección del medio ambiente y la salud pública. El análisis del agua residual aportada por las principales empresas en función que genera impactos negativos a consecuencia de las actividades productivas de las empresas y su descarga sin el debido tratamiento puede tener graves efectos para los ecosistemas y la calidad del agua de la cuenca sanitaria, Por lo tanto, es prioridad evaluar los niveles impurificados del agua con anterioridad a la liberación en el ecosistema.

Desarrollando la evaluación, se empleará el método Demanda Química de Oxígeno (DQO), es un indicador comúnmente utilizado para calcular la cuantía de materia viva presente en las aguas residuales. Este método, ofrece una estimación de la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación química de la materia orgánica, lo que proporciona una breve idea del grado de contaminación. Por otro lado, se considera el análisis de sulfuros presentes en las muestras de agua residual industrial ya que, estos son compuestos químicos que pueden estar presentes debido a ciertos procesos industriales y su liberación sin control puede tener efectos adversos en la calidad del agua y en la vida acuática. Este estudio, se busca obtener datos precisos sobre la calidad del agua residual industrial aportada por las principales empresas del sector de La Ladrillera. Estos resultados permitirán tomar decisiones informadas sobre la necesidad de implementar medidas de control y tratamiento para asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales y los recursos hídricos de la región.

Este estudio de investigación se basó en información y hallazgos adquiridos de investigaciones previas realizadas por otros académicos, los cuales resultaron fundamentales para el desarrollo de este proyecto en particular. Estos aportes contribuirán a validar el tema que se está investigado.

Ramos E y Urbina B, (2020) evaluaron la condición de la red de alcantarillado en el cercado de Huancavelica en la contribución de la precipitación pluvial. Logrando seleccionar 20 áreas específicas dentro del estudio, que fueron subdivididas en 61 zonas. Los resultados revelaron que el aporte pluvial fue el 14% a la red de alcantarillado.

Carvajal J y Zárate G, (2022) mencionaron en el proyecto de titulación que realizó diseño de sistema de alcantarillado pluvial y sanitario, que pertenece a la comuna Río Verde, ubicado en la Provincia de Santa Elena, empezando por recaudar datos estadísticos que fueron facilitados por la dirección de la zona donde, la cantidad de usuarios benéficos a su vez, se utilizó el respectivo levantamiento topográfico mediante equipos sofisticados de óptima precisión en base a criterios diseños y utilización de software.

Cateriano et al., (2019) crearon un sistema de drenaje de aguas pluviales para las urbanizaciones con el propósito de abordar el desafío que enfrentan los residentes de la Cuenca Ignacio Merino en el área geográfica. Logrando el diseño con la utilización del programa Storm Water Management Model para identificar los caudales de agua de escorrentía superficial y localizar las áreas más susceptibles, específicamente las urbanizaciones.

### **1.1 Tratamiento de Aguas Residuales**

Prato et al., (2021) determinaron que, en el tratamiento de aguas residuales es necesario identificar y analizar las impurezas presentes para identificar las tecnologías de depuración más adecuadas. Estas impurezas pueden ser de diversa naturaleza, incluyendo materiales orgánicos. Para evaluar de manera integral las sustancias orgánicas en el agua, se utilizan tres parámetros principales: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Carbono Orgánico Total (COT).

### **1.2 Método DQO.**

(Molina, 2019) validó un método modificado manual basado en la colorimetría EPA 410.4, este método se utilizó para determinar la demanda química de oxígeno en las aguas. Por otro lado, se validaron los métodos volumétrico y fotométrico del bicarbonato, los cuales se emplearon para determinar la concentración de alcalinidad en forma de bicarbonato en las muestras de agua.

Ayuque, (2022) definió que, la demanda química de oxígeno (DQO) es un indicador de contaminación química que proporciona una medida de la materia orgánica e inorgánica presente tanto en la solución como en los sólidos suspendidos, Se trata de una medida de la cantidad de oxígeno necesario para oxidar químicamente los contaminantes, en condiciones de bajo pH. La DQO se expresa en miligramos de oxígeno equivalente por litro de solución y representa la fracción orgánica disuelta o suspendida en el agua.

Mayta y Mayta, 2017, como se citó en Jean López y Tooth,( 2022) establecieron que, la presencia elevada de DQO en las aguas residuales puede resultar en la eliminación del oxígeno del agua cuando entran en contacto. Este fenómeno puede tener un impacto negativo en la demanda de oxígeno por parte de los seres vivos acuáticos. Existen diversas estrategias para disminuir la concentración de DQO, como el tratamiento fisicoquímico, la electrocoagulación y la aplicación de ozono.

Flores A y Pozo E,( 2023) definieron que, es un indicador que mide capacidad del agua para consumir oxígeno durante la descomposición de la materia orgánica y la oxidación de sustancias químicas inorgánicas, como el amoníaco y los nitratos. En comparación con la prueba de DBO estándar, la prueba de DQO suele producir valores más altos de equivalentes de oxígeno, ya que las sustancias químicas tienen la capacidad de oxidar más oxígeno que los microorganismos.

## **2 Caso de estudio planteado**

Contaminación de Cuenca de Ríos por Empresas Industriales.

Pari, (2023) identificó la preocupación que se centra en el desarrollo de metas para la revitalización del medio ambiente, esto incluye en la atención a problemas como la contaminación las cuales afectan a la población y dificultan el logro del desarrollo sustentable. Dentro del marco del paradigma pluralista, donde los resultados se logran mediante la acción de diversos factores, la contaminación del agua en el río la fuente subterránea representa un problema de índole social y ambiental.

Condori, (2022) mencionó los principales desafíos de la pérdida de calidad del agua a nivel mundial. Esta situación se debe a que las aguas residuales generadas por diversas empresas, industrias, minas y hogares se descargan en ríos, lagunas y el mar como punto final residual. La actividad humana está estrechamente relacionada con la impurificación del líquido vital, ya que, en su afán por desarrollar actividades productivas, termina contaminando de manera voluntaria o involuntaria, dificultando su reutilización.

Giler et al., (2020) definieron las fuentes contaminantes del agua causada por diversas razones a lo largo de los años, aumentando a medida que las actividades empresariales e industriales. Esto ha llevado a la necesidad de analizar cómo reducir la contaminación y generar recursos para remediar, a nivel global se ha visto la necesidad de crear y aumentar impuestos que contribuyan al ambiente y proporcionen información relevante sobre la contaminación del agua para obtener recursos y combatir la contaminación de este recurso. Con la finalidad de establecer la necesidad de implementar un impuesto a la contaminación del agua causada por empresas industriales, respaldado por un estudio técnico que demuestre el daño causado.

Lemon et al., (2023) desarrolló la problemática ambiental derivados de los elevados niveles de contaminación que ha generado una situación crítica a nivel global, los recursos naturales se encuentran cada vez afectados por sustancias tóxicas generadas por actividades industriales y prácticas humanas, lo cual está teniendo un impacto negativo en diversas especies que dependen de los recursos naturales.



Navarro K y Monge Y, (2023) recomendaron encontrar actividades industriales intensivas que tienen un impacto hacia la sociedad de organismos acuáticos y en el ecosistema fluvial. El propósito de este estudio es evaluar cómo las actividades socioeconómicas que afectan en el caudal del río a su vez, se llevó a cabo una encuesta para conocer la opinión de las comunidades sobre el estado actual del río y se trabajó con actores importantes de la zona. Los resultados revelaron niveles de contaminación de nivel moderado a alto según la observación de los procesos de extracción de agua.

Cogorno, (2019) estableció en su estudio que, el acceso al agua humedal de los pantanos de villa en la ciudad de Lima, el resultado de la expansión de esta zona conocida por los limeños, fue declarado reserva natural de vida silvestre gracias a la variedad de recursos que ofrece, la población urbana de escasos recurso que reside en el humedal enfrenta desafíos contaminante es por esto que planteo un análisis del caos hídrico identificando los factores externo que conlleve a una declaratoria de solución.

### **3 Planteamiento del Problema**

El vertimiento de aguas residuales industriales sin un adecuado tratamiento puede introducir una carga significativa de contaminantes orgánicos y químicos en los cuerpos de agua circundantes. La demanda química de oxígeno (DQO) es un indicador clave de la cantidad de materia orgánica presente en el agua, la cual puede consumir oxígeno y causar la disminución de los niveles de oxígeno disuelto en el agua residual industrial, puede ser indicativa de la liberación de compuestos tóxicos y corrosivos que tienen el potencial de impactar negativamente tanto en la calidad del agua como en los ecosistemas acuáticos.

La falta de una evaluación sistemática y detallada de la calidad del agua residual industrial, ha dado lugar a una falta de conocimiento preciso sobre la magnitud de la contaminación y su impacto en el medio ambiente y la salud pública como la falta de regulaciones y medidas de control efectivas para mitigar esta problemática agrava aún más la situación.

#### 4 MARCO LEGAL

De acuerdo a lo contemplado en la Constitución de la República del Ecuador según lo estipula el registro oficial 449 del 20 de octubre de 2008 de la sección primera; Agua y alimentación que decreta lo siguiente:

**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

**Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

## 5 Preguntas planteadas

1. ¿Identificar por lo menos una de las fuentes de contaminación fuentes orgánica y química en el Ecuador?

En Ecuador uno de los mayores problemas es la impurificación del agua, debido a que su cualidad se degrada por el trabajo minero, la explotación de hidrocarburo, uso de productos agroquímicos, engendrando desechos, los líquidos residuales no procesados, pobre control de sólidos provenientes de los grandes botaderos de basura.

Los contaminantes orgánicos se descomponen en el agua y disminuyen el oxígeno disuelto, induciendo la eutrofización. Esta contaminación se da por fuentes industriales, domésticas y asentamientos humanos. El proceso no adecuado de los desechos agrícolas, industriales y aguas residuales originan un problema mundial ya que el agua del planeta está en peligro por la alta contaminación tóxica de los diferentes residuos expulsados en las aguas por el inapropiado uso del agua residual, las mismas llevan un alto índice de contagio.

2. ¿Realizar análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en las muestras de agua residual industrial recolectadas?

La demanda química de oxígeno es un cálculo indirecto de la cantidad de materia orgánica en una muestra. Con este resultado, usted puede medir prácticamente todos los compuestos orgánicos que se requieren en un reactivo para el proceso de digestión.

### 5.1 Fórmula para la determinación de la DQO

$$DQO = (V_b -$$

$V_m) \times C_m \times F$  Donde:

- $V_b$  es el volumen del reactivo consumido en blanco (sin muestra) en mL.
- $V_m$  es el volumen del reactivo consumido con la muestra mL.

- Cm es la concentración de la solución de dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) y depende de la naturaleza de las sustancias presentes en la muestra. Puede variar típicamente de 1 a 2.

## 5.2 Fórmula para calcular la disminución del sulfuro

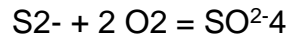


Tabla 1 Determinación de la DQO

Cantidad de muestra	200 ml y 50ml		REP. 01/ REP. 02/ REP. 03		
Parámetros Químicos	DQO mg/L	1.0	Parámetros Físicos	pH :	7
		0.95		7.04	
	0.96	7.06			
SST mg/L		70.72	Temperatura °C	22.6	
		70.75		22.7	
		70.25		22.8	
			Turbidez	55.33	
				55	
				24.5	

Elaborado por: Carabalí S, (2023)

Figura 1 Toma de muestra y ensayo en laboratorio



Tomado por: Carabalí S, (2023)

3. ¿Proporcionar recomendaciones de mitigación y control de la contaminación para mejorar los procesos de tratamiento de aguas residuales con prácticas industriales más sostenibles?

El resultado más extendido para el control de contagios de aguas residuales, es tratarlas, en plantas donde se realiza la mayor parte del proceso en separación de contaminantes, quedando una mínima parte que completará la naturaleza en el cuerpo receptor.

La reutilización de las aguas residuales, una vez tratadas, puede ser una excelente forma de reducir su impacto. Esto podría implicar su uso para riego agrícola, en procesos industriales, o incluso en sistemas de enfriamiento.

Reducción de la producción de aguas residuales, es crucial promover el uso racional del agua para minimizar la cantidad de aguas residuales producidas. Esto puede lograrse a través de la educación y la implementación de tecnologías más eficientes en el uso del agua.

El procedimiento previo de las aguas residuales antes de su descarga puede eliminar muchos contaminantes. El uso de tecnologías como la ósmosis inversa, la filtración, la neutralización de pH y la precipitación química son especialmente efectivos.

## 6 Informe

El presente informe detalla el estudio realizado para evaluar el agua residual industrial en la cuenca sanitaria del sector La Ladrillera, una zona industrial ubicada en el norte de la ciudad de Guayaquil, siendo el objetivo principal evaluar la calidad del agua residual proveniente de las principales empresas en función que son: ECUAKAO y CARTORAMA, utilizando los parámetros de DQO y sulfuros como indicadores claves.

Así mismo, se llevaron a cabo muestreos en diferentes puntos de descarga de las empresas seleccionadas en la cuenca sanitaria. El análisis se enfocó en la determinación de la DQO, que es una medida de la cantidad de oxígeno requerida para oxidar la materia orgánica presente en el agua residual, complementando el análisis requerido de sulfuros, que son compuestos de azufre presentes en el agua y que pueden tener un impacto significativo en el ambiente.

Demostrando como resultado una variabilidad significativa en los niveles de DQO y sulfuros entre las empresas evaluadas. Se identificaron diferencias importantes en la calidad del agua residual aportada por cada empresa a la cuenca sanitaria. Esto, resalta la necesidad de implementar medidas de control y gestión adecuadas para el tratamiento de las aguas residuales industriales vertidas a la cuenca sanitaria y la necesidad de mejorar los sistemas de tratamiento antes de su descarga.

## 7 Presentación y análisis de resultados

Para iniciar la recolección de muestras de agua residual, se llevó a cabo la visita de observación a la cuenca sanitaria la Ladrillera y el reconocimiento de las principales empresas que realizan sus descargas a la cuenca en estudio. Los resultados del análisis de DQO (Demanda Química de Oxígeno) y Sulfuros, llevado a cabo por el laboratorio especializado en estudios de recursos hídricos. El muestreo se realizó desde las empresas que son el punto de partida de descarga al cuerpo receptor.

Se tomó 1 litro de agua residual como muestra, en los puntos de descarga de las principales empresas:

**Figura 2** Empresa Ecuakao



Tomado por: Carabalí S, (2023)

**Figura 3** Empresa Cartorama



Tomado por: Carabalí S, (2023)



**Figura 4** Punto de descarga



**Tomado por:** Carabali S, (2023)

**Figura 5** Punto de descarga



**Tomado por:** Carabalí S, (2023)

**Figura 6** Punto de descarga



**Tomado por:** Carabalí S, (2023)

**Figura 7** Recopilación de muestra



**Tomado por:** Carabali S, (2023)

**Figura 8** Recopilación de muestra



Tomado por: Carabali S, (2023)

**Figura 9** Recopilación de muestra en mL



Tomado por: Carabali S, (2023)

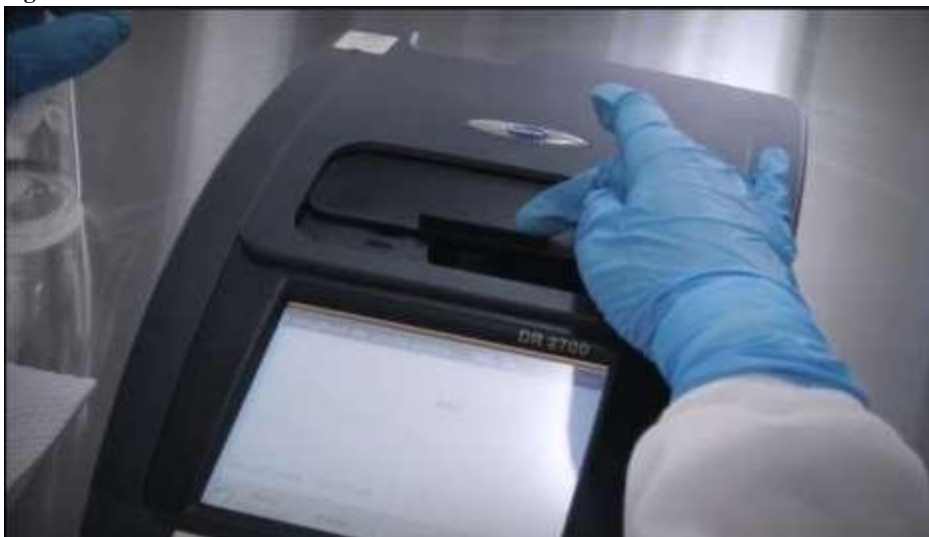
**Figura 10** Determinación del volumen de la muestra



Tomado por: Carabali S, (2023)

Después de preparar los frascos, se colocan en el sistema de digestor previamente configurado para calentar a  $150^{\circ}\text{C}$ , en un termo redactor la temperatura de ebullición del ácido sulfúrico de la disolución 2.2 durante 120 minutos es decir; 2 horas. Al finalizar este tiempo, el aparato emitirá una señal de alarma. Luego, se retiran los frascos del sistema y se dejan enfriar sobre un soporte metálico apropiado.

**Figura 11** Termo redactor



Tomado por: Carabali S, (2023)

**Figura 12** Aplicación de la muestra en 150°C x 2 horas



Tomado por: Carabali S, (2023)

### 7.1 Valoración de la muestra

Se vació el contenido de cada frasco en un recipiente de boca ancha, lavando el frasco con agua destilada de 3 a 4 veces y se vierte el agua.

**Figura 13** agua destilada



Tomado por: Carabali S, (2023)

Se agregó 6 gotas del indicador de ferroina.

**Figura 14** Ferroina



Tomado por: Carabali S, (2023)

Se dejó enfriar, procediendo a valorar hasta que el color verde-azul cambie a naranja.

**Figura 15** Erlenmeyer de boca pequeña



Tomado por: Carabali S, (2023)

Al enfriar la muestra, se procedió a realizar la valoración de la disolución de Fe (II) hasta lograr el color naranja.

**Volumen consumido= mL**

Factor de corrección=Fc si es precisa=5mL de disolución Fe (II) para valoración de dicromato.

$Fc = 5/n$  n= Número real de mL utilizado

## Valoración en blanco

La preparación consistió en que la muestra que contiene los mismos reactivos que las muestras, pero en lugar de las muestras se utilizó agua destilada.

El volumen de agua destilada y el resto del proceso, incluyendo la digestión, el enfriamiento y la valoración, son idénticos a los aplicados en las muestras.

**Tabla 2** Ficha de registro de muestras y parámetros químicos

Cantidad de muestra	200 ml y 50ml		REP. 01/ REP. 02/ REP. 03		
	REP. 01/ REP. 02/ REP. 03		REP. 01/ REP. 02/ REP. 03		
Parámetros Químicos	DQO mg/L	1.0 0.95 0.96	Parámetros Físicos	pH :	7 7.04 7.06
	SST mg/L	70.72 70.75 70.25		Temperatura °C	22.6 22.7 22.8
				Turbidez	55.33 55 24.5

Elaborado por: Carabali S, (2023)

**Tabla 3** Volumen y concentración de muestras

<b>Volumen de la muestra</b>	5/200mL=0.025
	5/50mL=0.1
<b>CONCENTRACIÓN DQO Y SULFUROS DE LAS MUESTRAS</b>	0.167
	<b>OBSERVANCIA</b>

Elaborado por: Carabali S, (2023)

## 8 CONCLUSIONES

La evaluación ha puesto de manifiesto que algunas de las empresas que vierten sus aguas residuales en la cuenca sanitaria del sector La Ladrillera están contribuyendo significativamente a la contaminación del agua debido a la alta Demanda Química de Oxígeno y los niveles elevados de sulfuros detectados en sus descargas, Estos hallazgos sugieren que estas empresas necesitan tomar medidas para mejorar el tratamiento de sus aguas residuales antes de su vertido para mitigar su impacto en el medio ambiente.

En referencia al primer objetivo específico, a través de la evaluación del agua residual industrial aportante a la cuenca sanitaria del sector la ladrillera ubicada en el norte de Guayaquil, se han identificado las principales empresas responsables del vertido de aguas residuales en esta área. El análisis de las muestras mediante el método de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la medición de sulfuros ha permitido determinar la cantidad de materia orgánicas y la presencia de compuestos químicos nocivos en las aguas residuales industriales.

En conclusión al segundo objetivo se determina que, el análisis de la Demanda Química Oxígeno (DQO) en las muestras de agua residual ha sido una herramienta efectiva para determinar la carga orgánica presente en las aguas residuales industriales aportantes a la cuenca sanitaria del sector la ladrillera en el norte de Guayaquil. El método de DQO ha permitido cuantificar la cantidad de materia orgánica presente en las muestras de agua residual, lo que nos da una estimación del grado de contaminación orgánica de estas aguas que aportan a la cuenca. Esta información es fundamental para evaluar el impacto de las actividades industriales en el medio ambiente y tomar decisiones informadas sobre las medidas de control y tratamiento que deben implementarse para proteger la calidad del agua y los ecosistemas circundantes.



En relación con el tercer objetivo específico se concluye que, la evaluación del agua residual industrial aportante a la cuenca sanitaria del sector La Ladrillera ha permitido identificar el impacto potencial de las empresas que contribuyen en la calidad del agua de la zona. El análisis de las muestras de agua residual, mediante métodos como la demanda química de oxígeno (DQO) y la medición de sulfuros, ha proporcionado información crucial sobre la carga de contaminantes generada por estas empresas.

En efecto, la evaluación de la calidad del agua residual industrial en la cuenca sanitaria del sector La Ladrillera, utilizando los métodos de DQO y medición de sulfuros, ha proporcionado evidencia clara sobre la contribución de ciertas empresas a la contaminación del agua, Esta información sirve de base sólida para implementar acciones correctivas y preventivas que aseguren la protección del medio ambiente y la salud pública en la zona. La colaboración entre las empresas, las autoridades y la comunidad es esencial para lograr una gestión sostenible del recurso hídrico.

## 9 RECOMENDACIONES

Se recomienda que las empresas conozcan y cumplan con la normativa y regulaciones ambientales vigentes en la región. Así mismo, identificar las principales empresas en el sector de la ladrillera y evaluar su contribución al agua residual industrial en la cuenca sanitaria.

Realizar un muestreo representativo de las aguas residuales generadas por las principales empresas. El muestreo debe ser adecuado en términos de frecuencia, puntos de muestreo y volumen de muestra.

Analizar la (DQO) DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO y sulfuros para determinar la carga orgánica presente en el agua residual industrial y medir los niveles de sulfuros, ya que estos pueden ser indicadores de la presencia de compuestos tóxicos e interpretar los resultados obtenidos con los límites establecidos en la normativa ambiental para determinar el grado de contaminación de las aguas residuales industriales.

Se recomienda el establecimiento de acciones correctivas, si se detectan niveles excesivos de contaminantes, las empresas deben implantar medidas correctivas para reducir la carga contaminante en sus efluentes con el respectivo monitoreo continuo para asegurar que las empresas mantengan los niveles de contaminantes dentro de los límites permitidos.

Fomentar buenas prácticas ambientales entre las empresas con la adopción de prácticas más limpias y sostenibles en sus procesos industriales para reducir el impacto ambiental y contar con el apoyo de profesionales especialistas para llevar a cabo el estudio de manera precisa y efectiva.

## 10 Bibliografía

- Ayuque J.(2022). Obtenido de [https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo\\_y\\_dqo\\_31](https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31)
- Carvajal J. y Zárate G.(16 de sep de 2022). Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8444>
- Cateriano et al. (2019). *stodocu*. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidadperuana-losandes/gestionambientaldisenoenaceroymadera/ici-278-disenodeacero/19119568>
- Cepal.(2023).Obtenido de <https://www.cepal.org/es/comunicados/diamundialmedioambiente2023-la-cepal-enfatiza-la-necesidad-buscar-soluciones>
- Cogorno, G. (diciembre de 2019). *Caos hidrico: el acceso al agua en el humedad "Los pantanos de villa" en Chorrillos*. Obtenido de proquest.com: <https://www.proquest.com/openview/1aada3842cdf482157a63312a1bd07c3/1?pqrorigsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Condori, J. (2022). Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/TESIS-2022ING.%20AMBIENTALCONDORI%20PAYTAN.PDF
- Flores A y Pozo E. (2023). *Evaluación estadística de los parámetros de análisis físico, químico y biológico de los afluentes*. Obtenido de repositorio.epse.edu.ec: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9209>
- Giler et al. (2020). El agua: Gravámenes sobre la contaminación. *Dilemas*, 26.
- Jaramillo, J. (2022). Obtenido de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/18963/2/TFLACSO2022JSJC.pdf>
- Lemon et al. (2023). Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/56249/nlemmoni.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Molina. (2019). Obtenido de <http://up-rid.up.ac.pa/6307/>

Navarro K y Monge Y. (2023). *Evaluación de la influencia de las actividades socioeconómicas en el caudal, calidad de agua y comunidades de Macrovertebrados béticos en el río Maravilla*. Obtenido de [https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/18896/Tesis%20Licenciatura\\_Manejo%20de%20Recursos%20Naturales\\_Yanory%20Monge%20y%20Kassandra%20Navarro.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/18896/Tesis%20Licenciatura_Manejo%20de%20Recursos%20Naturales_Yanory%20Monge%20y%20Kassandra%20Navarro.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pari, E. (Mayode 2023). Obtenido de <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3658/3608>

Prato et al. (2021). Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7659>

Ramos E y Urbina B. (26 de 11 de 2020). Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3319> Tooth, F. (2022).