

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Influencia de la ivermectina en la composición  
bacteriana de las aguas residuales del  
alcantarillado municipal del distrito de Chilca,  
Huancayo-2023**

Loida Liz Contreras Quispe  
Victor Javier Galicio Ordoñez

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : STEVE DANN CAMARGO HINOSTROZA  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 7 de mayo de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

"INFLUENCIA DE LA IVERMECTINA EN LA COMPOSICION BACTERIANA DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL ALCANTARILLADO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CHILCA, HUANCAYO – 2023"

**Autor:**

Loida Liz Contreras Quispe – EAP. Ingeniería Ambiental  
Víctor Javier Galicio Ordoñez – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores  
Nº de palabras excluidas: 09 SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**AGRADECIMIENTO**  
A nuestros padres y hermanos

## DEDICATORIA

A Dios y a nuestros padres.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO .....	i
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN .....	x
INTRODUCCIÓN .....	xii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	1
1.1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.2.1. Problema General.....	3
1.1.2.2. Problemas Específicos .....	3
1.2. Objetivos .....	4
1.2.1. Objetivo general .....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación e importancia.....	4
1.4. Hipótesis.....	5
1.5. Operacionalización de variables.....	6
CAPÍTULO II: .....	7
MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Antecedentes de la investigación .....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	12
2.1.3. Antecedentes Regionales y Locales .....	13
2.2. Bases teóricas.....	15
2.2.1. Aguas residuales .....	15
2.2.1.2. Principales contaminantes en aguas residuales .....	15
2.2.1.3. Parámetros medibles en las aguas residuales .....	16
2.2.4. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) del agua .....	17
2.2.5. Alcantarillado .....	17
2.2.6. Ivermectina .....	18
2.2.6.1. Características generales de la Ivermectina .....	18
2.3. Definición de términos básicos .....	20

<b>CAPÍTULO III:</b> .....	21
<b>METODOLOGÍA</b> .....	21
<b>3.1. Método y alcance de la investigación</b> .....	21
<b>3.1.1. Método general</b> .....	21
<b>3.1.2. Método específico</b> .....	21
<b>3.1.3. Tipo de investigación</b> .....	21
<b>3.1.5. Enfoque de investigación</b> .....	21
<b>3.2. Diseño de la investigación</b> .....	22
<b>3.3. Población y muestra</b> .....	22
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	24
<b>3.4.1. Técnicas e instrumentos</b> .....	24
<b>3.4.1.1. Técnicas</b> .....	24
<b>3.4.1.2. Instrumentos</b> .....	24
<b>3.4.2. Materiales de campo</b> .....	24
<b>3.4.3. Técnicas de análisis y proceso de datos</b> .....	24
<b>3.4.4. Procedimientos</b> .....	25
<b>3.4.4.1. Etapa de Pre – campo</b> .....	25
<b>3.4.4.2. Etapa de Campo</b> .....	25
<b>3.4.4.3. Etapa de Experimentación</b> .....	25
<b>3.4.3.4. Etapa de laboratorio</b> .....	26
<b>3.4.3.5. Etapa de Gabinete</b> .....	26
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	27
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	27
<b>4.1. Resultados y análisis de la información</b> .....	27
<b>4.1.1. Concentración de DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales del alcantarillado (pre y post prueba)</b> 27	
<b>4.1.2. Concentración de DQO de las aguas residuales del alcantarillado (pre y post prueba)</b> 27	
<b>4.1.3. Concentración de Coliformes Totales de las aguas residuales del alcantarillado (pre y post prueba)</b> .....	28
<b>4.1.4. Concentración de Coliformes Termotolerantes de las aguas residuales del alcantarillado (pre y post prueba)</b> .....	29
<b>4.2. Prueba de hipótesis</b> .....	31
4.2.1. Prueba de hipótesis para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) .....	31
4.2.1. Prueba de hipótesis para Demanda Química de Oxígeno (DQO) .....	32
4.2.2. Prueba t de hipótesis para Coliformes Totales .....	33
4.2.3. Prueba de hipótesis para Coliformes Termotolerantes.....	34

<b>4.1. Discusión de resultados .....</b>	<b>36</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de operacionalización de variables .....	6
Tabla 2. Estándar de Calidad Ambiental de Agua - Cat. 3 .....	17
Tabla 3 Características de la Ivermectina .....	18
Tabla 4. Población, recreacional y Concentración de Ivermectina .....	30
Tabla 5 Riego de Vegetales, bebida de animales y Concentración de Ivermectina .....	30
Tabla 6 Prueba de normalidad para $DBO_5$ .....	31
Tabla 7. Prueba de muestras emparejadas para $DBO_5$ .....	32
Tabla 8 Prueba de normalidad para DQO .....	32
Tabla 9 Prueba de muestras emparejadas para la DQO .....	33
Tabla 10 Prueba de normalidad para Coliformes totales .....	33
Tabla 11 Prueba de muestras emparejadas para Coliformes Totales .....	34
Tabla 12 Prueba de normalidad para Coliformes Termotolerantes.....	34
Tabla 13 Prueba de muestras emparejaras par los Coliformes Termotolerantes.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1 Estructura química de ivermectina.....	19
Figure 2 Mapa de ubicación.....	23
Figure 3 Etapa de experimentación.....	26
Figure 4 Concentración de la DBO <sub>5</sub> .....	27
Figure 5 Concentración de la DQO.....	28
Figure 6 Concentración de Coliformes Totales.....	28
Figure 7 Concentración de Coliformes Termotolerantes.....	29

## RESUMEN

La investigación presentada lleva por título “*Influencia de la ivermectina en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo - 2023*”. El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia de la ivermectina en la composición bacteriana de las aguas residuales. Para alcanzar este fin, se optó por el método científico, con enfoque cuantitativo, tipo correlacional y diseño experimental. La toma de muestras se realizó en el efluente del alcantarillado que descarga al río Mantaro bajo el puente Comuneros en la margen izquierda en las coordenadas 474921.007E y 8664745.069N. Se efectuó siguiendo el “Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)”. La recolección de las muestras de agua se realizó en un frasco de vidrio de 5L, se procedió a verter en los frascos proporcionados por el Laboratorio; se dividió en dos grupos, un grupo de muestra testigo y la otra muestra con ivermectina (5 repeticiones por cada parámetro para ambos casos). Posteriormente, fueron enviados y analizadas por “Servicios Analíticos Generales S.A.C” empresa debidamente acreditada por INACAL. Los resultados remitidos fueron para muestras testigo DBO<sub>5</sub> entre 233.1 mg/L – 344.1 mg/L. Para el parámetro DQO entre 526 mg/L - 643 mg/L, para Coliformes Totales entre 220x10<sup>3</sup> NMP/100 mL – 350 x 10<sup>4</sup> NMP/100 mL y para Coliformes Termotolerantes entre 79 x10<sup>2</sup> NMP/100 mL – 240 x 10<sup>4</sup> NMP/100. Asimismo, para muestras con ivermectina, fue DBO<sub>5</sub> entre 302.8 mg/L - 430.5 mg/L. Para el parámetro DQO entre 683 mg/L – 806 mg/L, para Coliformes Totales entre 70x10<sup>4</sup> NMP/100 mL – 170 x 10<sup>5</sup> NMP/100 mL y para Coliformes Termotolerantes entre 350 x10<sup>4</sup> NMP/100 mL – 110x 10<sup>4</sup> NMP/100 mL. Luego de ser analizados estadísticamente con el programa Microsoft SPSS, y considerando la normalidad por Shapiro Wilk, se optó por la prueba t de student para muestras emparejadas. En tal sentido, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula en los parámetros Coliformes totales y DQO. Por lo tanto, existe influencia significativa de la ivermectina sobre la composición bacteriana, mientras que para los parámetros Coliformes Termotolerantes y DBO<sub>5</sub> se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna. Por lo tanto, la ivermectina no influye en la composición bacteriana de las aguas residuales.

**Palabras claves:** aguas residuales, ivermectina, Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes, DBO<sub>5</sub>, DQO.

## ABSTRACT

The research presented is titled "*Influence of ivermectin on the bacterial composition of wastewater from the municipal sewage of the Chilca district, Huancayo - 2023*". The objective of this research was to determine the influence of ivermectin on the bacterial composition of wastewater. To achieve this goal, the scientific method was chosen, with a quantitative approach, correlational type and experimental design. Sampling was carried out in the sewage effluent that discharges into the Mantaro River under the Comuneros bridge on the left bank at coordinates 474921.007E and 8664745.069N. It was carried out following the "Protocol for monitoring the quality of effluents from domestic and municipal wastewater treatment plants of the Ministry of Housing, Construction and Sanitation (MVCS)". The water samples were collected in a 5L glass jar and poured into the jars provided by the Laboratory; It was divided into two groups, a control sample group and the other sample with ivermectin (5 repetitions for each parameter for both cases), subsequently they were sent and analyzed by "Servicios Analíticos Generales S.A.C", a company duly accredited by INACAL. The results sent were: For control samples BOD<sub>5</sub> between 233.1 mg/L – 344.1 mg/L. For the COD parameter between 526 mg/L - 643 mg/L, for Total Coliforms between 220x10<sup>3</sup> - NMP/100 mL - 350 x 10<sup>4</sup> NMP/100 mL and for Thermotolerant Coliforms between 79 x10<sup>2</sup> NMP/100 mL - 240 x 10<sup>4</sup> NMP/ 100. Likewise, for samples with ivermectin the BOD<sub>5</sub> was between 302.8 mg/L - 430.5 mg/L. For the COD parameter between 683 mg/L – 806 mg/L, for Total Coliforms between 70x10<sup>4</sup> NMP/100 mL – 170 x 10<sup>5</sup> NMP/100 mL and for Thermotolerant Coliforms between 350 x10<sup>4</sup> NMP/100 mL – 110x 10<sup>4</sup> NMP/100 mL. After being statistically analyzed with the Microsoft SPSS program, taking into account normality by Shapiro Wilk, the Student t test for paired samples was chosen. In this sense, the alternative hypothesis is accepted and the null hypothesis is rejected in the parameters Total Coliforms and COD, therefore, there is a significant influence of ivermectin on the bacterial composition, while for the parameters Thermotolerant Coliforms and BOD<sub>5</sub> the hypothesis. null and the alternative hypothesis is rejected, therefore, ivermectin does not influence the bacterial composition of wastewater.

**Key words:** wastewater, ivermectin, total coliforms, thermotolerant coliforms, BOD<sub>5</sub>, DQO.

## INTRODUCCIÓN

El año 2019, se recordará por la aparición de una variante del virus tipo SARS más conocido como Covid-19, detectado en noviembre del año 2019 procedente de Wuhan China. Para el mes de marzo del año 2020, la Organización Mundial de la salud (OMS) la declara pandemia de alcance mundial. Es así como, para el mes de abril del año 2021, las víctimas mortales de esta nueva enfermedad sumaban 2.5 millones de personas en el mundo y, de este número, 54 mil fueron reportados del Perú. La ivermectina se presentó como un medicamento capaz de contrarrestar los síntomas de la enfermedad por tener, entre otras bondades, una tasa de éxito muy alta en controlar plagas de artrópodos contra parásitos, sumado a esto, su fácil acceso y su módico precio. Esta fue la razón del uso indiscriminado del fármaco por gran parte de la población como preventivo en la mayoría de las veces sin receta médica sin considerar el efecto eco tóxico al que se sometía a las aguas receptoras por parte de los metabolitos activos a través de las aguas residuales no tratadas. El objetivo de este trabajo es determinar la influencia de la ivermectina en la composición bacteriana de las aguas residuales.

Alrededor del mundo, diversos autores alertan sobre la posibilidad de contaminación que producen determinados fármacos sobre los cuerpos receptores; también, se debe tener en cuenta la escasa o nula infraestructura capaz de tratar las aguas para asegurar que estas sean libres de compuestos farmacéuticos para ser devueltas al medio ambiente. Existe evidencias de ecotoxicidad que fue registrado, en países como Colombia, España, Argentina, Estados Unidos entre otros, a las fuentes receptoras como el suelo y el agua. Los autores alertan sobre la alteración de diferentes hábitats donde se registró la presencia de medicamentos entre los que destaca la Ivermectina.

El presente trabajo se basó en el método científico de enfoque cuantitativo, tipo correlacional y diseño experimental, cuya variable independiente es la ivermectina y la variable dependiente la composición bacteriana de las aguas residuales. Las muestras fueron tomadas siguiendo el “Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales”. Las mismas que fueron remitidas a “Laboratorio Ambientales S.A.C” entidad acreditada por el INACAL.

Los resultados se obtuvieron tras analizar la normalidad de los datos usando el programa Microsoft SPSS, que aplican la prueba de Shapiro Wilk para datos menores o iguales a 50; se eligió la prueba de t de student para muestras relacionadas.

Se encontró que para los parámetros DQO y Coliformes Totales se acepta la hipótesis alterna mientras para la DBO<sub>5</sub> y Coliformes Termotolerantes se acepta la hipótesis nula.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1. Planteamiento del problema

El año 2019 pasará a la historia mundial como el año que la humanidad en su conjunto fue puesta a prueba por una pandemia producida por una nueva variante del virus de tipo SARS, el cual, posteriormente, fue llamado “COVID-19” por la organización mundial de la salud (1). El virus que inicialmente fue detectado en la provincia de Wuhan-China y que, posteriormente, dicha nación comunicó el 31 de diciembre del 2019 a la Organización Mundial de la Salud sobre la presencia de una enfermedad que afecta al sistema respiratorio (2), es así como ya para el mes de marzo del año 2020 esta fue declarada pandemia mundial para mediados del mes (3). Cabe mencionar que, para los primeros días del mes de abril del año 2021 las víctimas de la nueva enfermedad se contaban alrededor de 2.5 millones de personas, de las cuales América reporta alrededor de 1.4 millones de personas de estas 54 mil pérdidas se registraron en Perú.

La falta de información condujo a los investigadores del mundo a buscar la manera óptima de enfrentar el nuevo virus, es así como, para el mes de junio del año 2020, un grupo de investigadores de Australia publican un artículo científico donde atribuyen a la ivermectina como un medicamento eficaz para tratar y afrontar la nueva afección viral producida en el país asiático (4). Este fármaco ampliamente conocido y utilizado en el campo de la veterinaria se convirtió en la solución para contrarrestar la enfermedad que cada vez se veía más incontenible, esto debido a su bajo precio y a la fácil accesibilidad.

Es así como la ivermectina se convirtió en la medicina milagrosa que prometía curar y, sobre todo, prevenir el contagio de la enfermedad, que se inicia, de esta manera, el consumo indiscriminado del antiparasitario de uso veterinario en la población humana sin el debido consentimiento o prescripción de un médico. Cabe resaltar que, solo en la provincia de Chíncha departamento Ica –Perú, se repartieron 400 mil dosis para el uso preventivo por parte del sector empresarial de dicho lugar (5).

La ivermectina es un fármaco descubierto a principios del año 1980, el cual es un producto de la avermectina B1 ampliamente usado en combatir a plagas como los artrópodos y nematodos alrededor del globo (6), el mismo que está regularizado

para uso veterinario especialmente para la industria ganadera, rubro que se vio beneficiado por las bondades económicas que representa el uso de este fármaco por su amplia y efectiva acción contra los parásitos diana que merman la producción de los derivados de la industria ganadera a nivel mundial. Esto se produce, también, por sus múltiples presentaciones ya sea como inyectables, de uso tópico, soluciones orales, tabletas, etc. (7).

Estudios realizados por investigadores para determinar la capacidad contaminante de dicha sustancia, tanto en suelo como en agua, muestran resultados preocupantes para el normal funcionamiento de los sistemas ecológicos. Se realizaron estudios en Nueva York, Madrid y Taastrup, donde el equipo de investigadores, encabezados por Kristine Krogh, encontró que la disipación de la ivermectina era relativamente baja en diferentes tipos de suelo aún bajo condiciones aérobicas (8). Entonces, tomando en cuenta la capacidad tóxica de la ivermectina en los suelos, se realizó estudios para determinar su efecto eco tóxico en Colombia, donde el equipo dirigido por Tovar, encontró que las trazas del medicamento afectaban negativamente en los organismos invertebrados, ya que demostró que estas afectan a las células nerviosas y musculares los que conllevan a la parálisis y posterior muerte de estos organismos primordiales por el rol que cumplen en la descomposición del material fecal. Por ello, se ven alterados dentro de sus etapas de desarrollo, crecimiento y reproducción por la acción tóxica del fármaco pues esta se encuentra químicamente intacta en las excretas de los animales que fueron sometidos al tratamiento (9).

Para finales de siglo XX, ya existía la preocupación por parte de grupos de científicos por los posibles daños que podrían acarrear la introducción directa e indirecta al ambiente de fármacos utilizados en la industria veterinaria, pues al ser estos avalados por sus altas tasas de éxito contra las enfermedades producidas por parásitos más frecuentes en los animales de granja, además de esto la autorización para el uso que se logró por parte de las autoridades sanitarias europeas y norteamericanas derivó en que se realicen estudios que buscaban la relación entre la ivermectina y el medio ambiente y, de esta manera, conocer de forma científica el potencial de riesgo que representaba este medicamento para los diferentes tipos de vida (10). Para el año de 1987, los científicos Richard Wall y Les Strong advirtieron del potencial dañino que representaba para el ambiente. Ellos encontraron que la mayor parte de las dosis suministradas a los animales en tratamiento eran eliminadas o excretadas en las heces y estas actúan como

insecticida en las deposiciones alterando la normal descomposición de los desechos excretados debido a la ausencia de insectos encargados de dicha tarea (11).

A nivel nacional y local no existe evidencia de estudios relacionados a la interacción del fármaco en mención con el medio ambiente. Por otro lado, existen pronunciamientos por parte del Gobierno para prohibir el uso de la ivermectina para el protocolo de tratamiento humano en pacientes con COVID- 19 y menos aun en el consumo de carácter preventivo. Sin embargo, la demanda del producto químico se elevó exponencialmente en el mercado al extremo de agotar el medicamento de uso humano para echar mano del fármaco de uso animal además de ser ofrecido por autoridades regionales y empresarios locales con el afán de proteger a sus compueblanos (12).

El limitado número de plantas de tratamiento de agua residuales que existen en Perú, donde el total del agua residual vertida solo el 44% de estas son tratadas, pero se debe tener en cuenta que en Perú 7.4 millones de personas que representan el 23% de la población no tienen acceso al servicio de alcantarillado y consecuentemente sus excretas, generalmente, terminan en las fuentes de agua cercanas a su localidad (13). Es el caso de la ciudad de Huancayo, que, al no contar con una planta de tratamiento de aguas residuales, vierte directamente el agua residual al río Mantaro.

## **1.1.2. Formulación del problema**

### **1.1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la influencia de la ivermectina en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo - 2023?

### **1.1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es la concentración de  $DBO_5$  de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito de Chilca, Huancayo – 2023?
- ¿Cuál es la concentración de DQO de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito de Chilca, Huancayo – 2023?
- ¿Cuál es la concentración de las bacterias Coliformes Totales de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito de Chilca, Huancayo - 2023?
- ¿Cuál es la concentración de bacterias Coliformes Termotolerantes de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito de Chilca, Huancayo - 2023?



## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la ivermectina en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito de Chilca, Huancayo - 2023

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la concentración de DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito de Chilca, Huancayo – 2023
- Determinar la concentración de DQO de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito de Chilca, Huancayo – 2023
- Determinar la concentración de bacterias Coliformes Totales de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito de Chilca, Huancayo – 2023
- Determinar la concentración de bacterias Coliformes Termotolerantes de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito de Chilca, Huancayo – 2023

## **1.3. Justificación e importancia**

### **Justificación social**

El consumo masivo de fármacos, por parte de la población para tratar y/o prevenir el contagio de la enfermedad pandémica covid-19, que azota a la sociedad en su conjunto, además de la falta de control debido a la automedicación como medio para protegerse de la enfermedad, tiene como consecuencia los alarmantes incrementos en el vertido de la ivermectina a través de las excretas humanas, pues estas llevan los metabolitos activos (14) a través del agua residual del alcantarillado municipal, los cuales al ser considerados persistentes ocasiona toxicidad y posibles enfermedades relacionadas con los efectos secundarios característicos de estos fármacos.

### **Justificación ambiental**

La ivermectina es un fármaco que es considerado peligroso para el ambiente, pues al ser esta lipofílica tiende a adherirse a los tejidos de los seres vivos (15). Deja, de esta manera, en riesgo los sistemas terrestres y acuáticos, donde son recibidos porque, también, son considerados persistentes por lo cual demoran en disiparse, que se convierta en una amenaza potencial para organismos que no son los objetivos primarios encargados de mantener el ciclo de los ecosistemas para su normal funcionamiento ya sea en tierra o agua (16).

### **Justificación económica**

Una persona enferma representa un gasto para el Estado. Por esta razón, este invierte en políticas de prevención de enfermedades, ya sean transmisibles o no transmisibles como parte del programa de salud pública (17). Por ello, los productos farmacéuticos deben incluir los riesgos tóxicos que producen, del mismo modo, los medios afectados por la ivermectina, debido a la baja tasa de organismos encargados de la recuperación del suelo, representan una baja producción lo que representa pérdidas económicas.

#### **1.4. Hipótesis**

**Ho:** La ivermectina no influye de manera significativa en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo – 2023.

**Ha:** La ivermectina influye de manera significativa en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo – 2023.

### 1.5. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Tabla de operacionalización de variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	SUBDIMENSIONES	OPERACIONALIZACIÓN		
					INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO DE VARIABLE
Variable independiente: Ivermectina	Medicamento de uso mayormente veterinario, compuesto de avermectina que es un derivado macrocíclico de la lactona.	La influencia de la ivermectina se medirá con la administración de una dosis de ivermectina en el agua residual.	Aplicación de Ivermectina	0.0 ml/L	ml/L	Continua	Numérica
				1.00 ml/L			
Variable dependiente: Composición bacteriana de las aguas residuales	Bacterias unicelulares carente de membrana que bordea el núcleo celular y con escasos orgánulos definidos, presenta un nucleóide (región donde se presenta el ADN circular de las bacterias procariotas).	La composición bacteriana se evaluará mediante los parámetros microbiológicos que se medirán en el laboratorio	Parámetros Físicoquímicos	DBO <sub>5</sub>	Mg/L	Continua	Numérica
				DQO	Mg/L	Continua	Numérica
			Parámetros Microbiológicos	Coliformes Totales	NMP/100 ml	Continua	Numérica
				Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	Continua	Numérica

## **CAPÍTULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

En la investigación titulada “Evaluación del impacto ambiental generado por lactonas macrocíclicas (ivermectinas) eliminadas en la materia fecal de ganado bovino sobre diferentes familias de escarabajos estercoleros en fincas ganaderas del altiplano Boyacense – 2015 ”, evaluó el nivel en qué está afectado y, consecuentemente, a esto el impacto ambiental como resultado del uso del medicamento “ivermectina”, cómo es que este compuesto químico influye en el comportamiento de los escarabajos estercoleros, que tiene en cuenta que los coleópteros coprófagos se ven afectados al sufrir de parálisis y posterior muerte afectando directamente los procesos biológicos y ecológicos en el suelo. El autor encontró que la ivermectina es desechada en cantidades significativas a través de las excretas de los animales en tratamiento, esto debido a su efectividad y bajo costo. La evaluación se centró en escarabajos de estiércol quienes son responsables de la colonización y descomposición de las heces de ganado (18).

En la investigación titulada “Uso de antihelmínticos en herbívoros y evaluación de riesgos para la fauna no objetivo de pastos - 2002”, se evaluó los efectos del medicamento en animales invertebrados propios del estiércol de animales herbívoros, cuyos restos fecales contiene metabolitos activos de fármacos entre los cuales destaca la Ivermectina que evidencia tener un potencial efecto tóxico para los escarabajos peloteros. También, encontró que estos medicamentos de uso principalmente veterinario tienen un impacto muy significativo sobre los seres vivos que no son el objetivo para tratar. Debido a que este medicamento tiene altas tasas de éxito en su uso y sumado a esto su bajo costo, es muy usado en la industria ganadera, pero sin tomar en cuenta los daños ecológicos que puede producir a largo plazo en el ecosistema (10).

En la investigación titulada “Análisis de la cinética de disipación de la ivermectina a diferentes temperaturas y en cuatro suelos diferentes - 2009”, los autores evaluaron mediante la prueba OECD 307, la cual mide la biodegradación de un compuesto química en el suelo, debido a que los autores evidencian a la ivermectina como un potencial contaminante para el suelo, dichos estudios se realizan a nivel de microcosmos en laboratorios para determinar sus propiedades a nivel anaeróbico y

aeróbico en cuatro tipos diferentes de suelos, tres de diferentes partes del mundo y una preparación artificial para observar la capacidad toxicológica de la ivermectina a nivel eco toxicológico en diferentes tipos de seres vivos paralelamente a los organismos objetivos (8).

En la investigación que lleva por título “Efecto de la ivermectina sobre la estructura del ensamble de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae-Scarabaeinae) en las sabanas colombianas de la región Caribe - 2016”, los autores evaluaron el efecto de la ivermectina sobre los pastizales ganaderos en periodos de sequía debido al uso habitual de esta droga por parte de los ganaderos de dichas zonas. Al existir una relación directa entre la lluvia y la degradación de las heces del ganado, los investigadores se enfocaron en el número de escarabajos encontrados en las bostas de animales tratados y no tratados con el medicamento en mención, y como estos se relacionan con la capacidad regenerativa de los suelos y la cantidad de áreas de pastoreo (9).

En la investigación titulada “Efectos ambientales de la ivermectina: un medicamento propuesto para tratar la covid-19 - 2020”, los autores reportaron las consecuencias del uso de la ivermectina como tratamiento para la cura del COVID -19 en humanos. El reporte señala sobre las consecuencias del fármaco debido a que no existe regulación gubernamental para su uso, salvo en la Unión Europea. En México, dicho medicamento se utiliza para el tratamiento de animales de consumo humano, los cuáles según cifras oficiales del gobierno alcanzan un 51% del total de cabezas de ganado que fueron tratados con ivermectina, los mismos que pasan por un proceso de espera para ser beneficiados que tarda entre 50 a 120 días tiempo donde no se puede consumir las carnes de los animales tratados ni la leche en el caso de ganado vacuno. También, se reporta la interacción que existe entre las excretas de los animales medicados con los suelos de establos y pastizales que reciben el estiércol, debido a que pueden permanecer hasta 340 días activos en las deposiciones, 100 días en el suelo que lo recibe y 127 días en las fuentes de agua (19).

En la investigación titulado “Cambios en la estructura de las comunidades de insectos del estiércol después del uso de ivermectina en un ecosistema de pastizales e impacto de la ivermectina en condiciones de sequía - 1998”, los autores determinaron si la dosis única de una determinada cantidad de ivermectina en vacunos tiene un impacto sobre los animales que viven dentro de las excretas de dichos animales, esto en condiciones normales de un rancho ganadero de clima tropical de Sudáfrica.

También, examinaron los posibles efectos de la ivermectina sobre los pastizales. Por último, determinaron si estos suelos serían capaces de regenerarse y en qué tiempo estos podrían volver a sus condiciones iniciales. Toda esta investigación basados en estudios que dicen que la ivermectina puede ser letal en especies menores propios de los desechos de los vacunos. También, puede ocasionar daños sobre su reproducción y, consecuentemente, interferir en la descomposición de las heces del ganado (20).

En la investigación titulado “Empleo de ivermectina como parasiticida en ovino: posibles efectos tóxicos y repercusiones ambientales - 2011”, los autores hacen una revisión de la literatura para el uso de la ivermectina, que se apoya en una línea de tiempo donde dan a conocer su origen y evolución en el mundo agro veterinario, que resaltan las ventajas que este medicamento orgánico tenía comparado con los inorgánicos usados hasta entonces. Gracias a estas bondades, sin dejar de mencionar el muy importante factor económico, se logró que se permitiera su uso en animales de consumo humano y de compañía. Por otro lado, los autores, también, advierten de los daños que tienen en animales no objetivo encargados de tareas muy importantes en el rol de la descomposición de residuos generados por animales tratados con este medicamento, al alterar su reproducción, debido a la débil absorción de la ivermectina y, consecuentemente, se vierte casi el total de la dosis aplicada al ambiente receptor ya sea suelo o agua (21).

En la investigación titulada “El impacto ambiental del uso de ivermectina: efectos ambientales y destino – 1989”, los autores estudiaron los efectos del medicamento ivermectina, debido a que este compuesto tiene un amplio espectro de acción en mamíferos incluyendo al ser humano. El estudio se basó en dar a conocer los efectos del fármaco después de entrar al medio ambiente a través de los individuos dosificados vía excretas. El estudio se enfocó en la interacción que la ivermectina establece con el medio de recepción, las cantidades que se utiliza en la producción de animales de la industria cárnica y la seguridad medioambiental (22).

En la investigación que lleva por título “Riesgo ambiental de la ivermectina disuelta para los organismos marinos - 1997”, los autores investigaron los efectos que causan a organismo no objetivo por uso de la ivermectina en el tratamiento de salmones de piscigranja para combatir a los piojos de mar, debido al éxito que tuvo el medicamento en el tratamiento de animales de granja infectados con ecto y endo parásitos. Los investigadores se basaron en la toxicidad que este compuesto representaba para el camarón *mysid neomysis integer*, del mismo modo en potencial bioacumulador del

mejillón, *mytilus edulis*, animales que viven en las playas muy cerca de donde se ubican los criaderos (23).

En el artículo titulado “Impacto de la ivermectina sobre el ambiente - 2011”, los autores hicieron una revisión sistemática de la bibliografía relacionada al uso de la ivermectina en sus diferentes presentaciones y sus diversos mecanismos de acción en el individuo tratado, la ivermectina, de acuerdo con su farmacocinética. Actúa sobre las terminaciones nerviosas de los parásitos, pero estudios recientes evidencian que el fármaco actúa sobre los canales iónicos de las células musculares y células nerviosas, además de aumentar la permeabilidad de la membrana celular el sistema nervioso de los parásitos por hiperpolarización, lo que conlleva a la muerte de dichos huéspedes indeseados y de artrópodos, quienes son víctimas por daño colateral al ser estos responsables de la degradación de las heces de los animales tratados, que inician, de esta manera, un desequilibrio en el normal funcionamiento de la degradación de los desechos y/o excretas (24).

En la investigación titulada “Biodiversidad microbiana y calidad fisicoquímica en suelos de granjas ganaderas de las zonas los bancos y Valle de los Quijos Ecuador – 2022”, los autores determinaron la calidad fisicoquímica y la diversidad microbiana de distintos suelos ganaderos, en total siete distintos lugares. Los cuales fueron homogenizados y analizadas para determinar sus parámetros, posteriormente, compararlo con los estándares de calidad nacional e internacional, y determinar el nivel de degradación que presentan. Se sabe que estos suelos destinados al pastoreo de animales para el aprovechamiento cárnico evidencian acides en rangos considerables debido a causas naturales y antropogénicas, que tiene como resultado la escasa disponibilidad de nutrientes y consecuentemente poca actividad microbiana en comparación con suelos destinados a otras actividades no relacionadas con la ganadería. Los autores atribuyen estos problemas al uso de medicamentos de uso veterinario, entre los que destaca la ivermectina, que son vertidos a los campos a través de las excretas de animales al momento del pastoreo (25).

En el artículo científico titulado “Concentración y destino ambiental de la ivermectina en humedales de llanuras aluviales: un enfoque ecosistémico – 2019”, cuyo objetivo fue evaluar la concentración de ivermectina en humedales expuestos a diferentes usos ganaderos y frecuencia de inyección de ivermectina. En inmediaciones del río Paraná Medio, los animales fueron dosificados continuamente con ivermectina por años y esto conlleva a la sospecha de presencia del medicamento en estos ecosistemas. Se demostró la presencia del fármaco en las fuentes de agua representando un peligro

latente por ecotoxicidad para el normal funcionamiento de la cadena trófica en dichos lugares (26).

En el texto “Ingeniería de aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización”, actualizado al año 1995, quien caracterizó el agua residual de diferentes parámetros como físicos, químicos y microbiológicos que sirven de base para establecer la base de los estándares actualmente que se toman como referencia. Del mismo modo, brinda valores medios aproximados de consumo de agua por paciente internado en unidades hospitalarias, los cuales varían entre 490 L y 1000 L por día y un valor típico de 550 L por día y 20 L y 30 L por trabajador hospitalario. El texto en mención, también, indica las causas y consecuencias que producen el agua residual, que contribuye así al impacto ambiental generado por el vertido de los residuos líquidos a los cursos de agua. Asimismo, indica los valores referenciales que obtuvo para los parámetros: DBO<sub>5</sub> 110 mg/L y 400 mg/L. para el parámetro DQO entre 250 mg/L y 100 mg/L para coliformes totales entre 10<sup>6</sup> NNP/100 ml - 10<sup>7</sup> NNP/100 ml y 10<sup>7</sup> NNP/100 ml - 10<sup>9</sup> NNP/100 ml. Para Coliformes Termotolerantes entre 10<sup>4</sup> NNP/100 ml – 10<sup>5</sup> NNP/100 ml., para aguas residuales domésticas (27).

En la revisión científica titulada “Compuestos farmacéuticos utilizados en la pandemia de COVID-19: una revisión de su presencia en el agua y técnicas de tratamiento para su eliminación – 2021”, tiene como objetivo abordar el estado actual de la información sobre la presencia y eliminación de los medicamentos: antibióticos, antiparasitarios, antiprotozoarios y glucocorticoides en cuerpos de agua los mismos que fueron utilizados para combatir la nueva enfermedad. Se encontró que la concentración de la mayoría de los medicamentos utilizados en el tratamiento de COVID-19 aumentó durante la pandemia en los cuerpos de agua. Antes de la pandemia, se informó que las concentraciones de la ivermectina ya había sido detectada en varios ambientes acuáticos previo a la pandemia en los valores de 0.093 µg L<sup>-1</sup> en aguas superficiales de España, posterior a la pandemia, los valores de los medicamentos utilizados para el tratamiento de COVID- 19 se incrementaron significativamente como la azitromicina en las aguas superficiales eran de 4,3 ng L<sup>-1</sup>, y durante la pandemia aumentaron hasta 935 ng L<sup>-1</sup> del mismo modo cloroquina, ivermectina y dexametasona por el un alto consumo de antivirales para combatir la pandemia. También, los investigadores concluyen que los sistemas de tratamiento convencionales no logran eliminar eficazmente estos contaminantes del agua, que se convierte en una preocupación emergente en el campo ambiental (28).



### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

En el reporte “Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)”, se informa solo, en el año 2014, se vertió 201 513 381 metros cúbicos de agua residual del alcantarillado a los cuerpos de agua receptores sin tratamiento alguno. Este problema se produce debido a la falta de infraestructura, deficiente infraestructura y no funcionamiento de infraestructura de plantas de tratamiento de agua residual (PTAR). Cabe señalar que, de acuerdo con esta institución pública gubernamental en el país, se cuenta con un total de 50 empresas encargadas de la prestación de servicio de saneamiento, quienes brindan el servicio de alcantarillado a 17.5 millones de persona a nivel nacional. A su vez, vierten 3.28 millones de metros cúbicos de agua residual al alcantarillado. De las 50 empresas, 31 cuentan con, al menos, un PTAR de las cuales 12 de ellas realizan en tratamiento completo o parte de ello. Dentro de las localidades que administran estas empresas, 96 localidades no cuentan con ningún tratamiento en sus aguas residuales, las cuales van a parar directamente al cuerpo receptor. Para ver la eficiencia, generalmente, se toma dos parámetros como referencia, siendo uno de ellos la DBO. Cabe mencionar que el 82.6% de las PTARs, no llega al 80% de eficacia de remoción del DBO y esto no le permite o le dificultaría cumplir con los límites máximos permitidos (LMP). En el caso del otro parámetro generalmente tomado en cuenta, Coliformes totales, el 82% de las plantas no cumple los LMP, esto debido a diferentes factores (29).

En la investigación realizada titulada “Mortalidad de *eisenia foetida* sometida a estiércol bovino con residuos de ivermectina” (30), el autor evaluó la tasa de mortalidad de las lombrices debido a que este anélido es utilizado ampliamente en los procesos de descomposición de residuos orgánicos a través de los procesos de compostaje, técnica muy utilizada debido a su eficacia y bajo costo económico, para la degradación y posterior reuso como abono de las excretas de los bovinos. El investigador utilizó heces de animales tratados con ivermectina, que tiene en cuenta que este medicamento es excretado en un noventa por ciento del total utilizado y sumado a esto, que el personal técnico encargado de la dosificación del ganado no siempre cumple con las dosis recomendadas por el fabricante. El autor concluyó en que los restos contaminados con ivermectina fueron letales para las lombrices que se encargan del compostaje comparados con el grupo control.

En la investigación titulada “Toxicidad de Ivermectina de uso veterinario expuesta a radiación solar sobre *Hyalella curvispina* (*Amphypoda*)”, los autores evaluaron cual es el efecto de la ivermectina en la *Hyalella curvispina*, que tienen en cuenta la

toxicidad aguda de dicho fármaco en el medio acuático. Los investigadores experimentaron con soluciones divididas en muestras expuestas a la radiación solar y muestras mantenidas bajo condiciones de sombra. También, tomaron en cuenta diferentes dosis para los diferentes tratamientos los mismos que fueron 0.01 mg/l, 0.03 mg/L y 0.06 mg/L de ivermectina, y el grupo control que serviría para contrastar las variables. Se tomaron muestras a las 24 y 48 horas de producida la mezcla, hicieron cuatro muestras de cada tratamiento donde se insertaron 10 unidades de *Hyaella curvispina* por cada muestra. Los autores concluyen que el número de ejemplares muertos en la muestra sometida a radiación solar fue de 14.4% a 38% a las 24 y 48 horas y en la muestra no expuesta a la radiación los resultados fueron de 24.4 % y 63.8%, respectivamente (31).

En la tesis titulada “Evaluación de la toxicidad y riesgo ambiental por dos contaminantes emergentes, diclofenaco e ibuprofeno, en organismos bioindicadores del ecosistema dulceacuícola”, tuvo como objetivo evaluar la ecotoxicidad y los riesgos ambientales de los dos compuestos comúnmente recetados contra la inflamación: sobre tres indicadores biológicos: Pulga de agua (*Daphnia magna*), lenteja de agua (*Lemna Gibba*) y el pez tetra neón (*Paracheirodon innesi*), para contrastar con el estándar Calidad ambiental en la categoría de protección ambiental del agua. El autor experimentó con cada especie de acuerdo con las directrices internacionales de la OCDE. Encontró que el diclofenaco presenta un mayor grado de toxicidad que el ibuprofeno. Sin embargo, el diclofenaco tiene un mayor riesgo ambiental para plantas pequeñas, mientras que el ibuprofeno tiene mayor riesgo sobre las cadenas tróficas: zooplancton, plantas acuáticas y peces pequeños (32).

### **2.1.3. Antecedentes Regionales y Locales**

En el trabajo de investigación titulada: “Coliformes fecales y su relación con la Demanda Bioquímica de Oxígeno de aguas residuales de la planta de tratamiento de aguas residuales Sicaya- Huancayo - 2018”, cuyo objetivo fue determinar la relación de los coliformes fecales con la demanda bioquímica de oxígeno de aguas residuales. El investigador encontró en el ingreso de aguas residual a la PTAR, la concentración máxima para coliformes termotolerantes de 160000000 NMP/100ml y mínimo de 130000 NMP/100ml; mientras que para DBO5 encontró el valor máximo 71 mg/L y mínimo 67.1 mg/L. Del mismo modo, para el punto de salida de las aguas residuales de la PTAR la concentración máxima encontrado para Coliformes Termotolerantes fue 23000000 NMP/100ml y la mínima de 23000 NMP/100ml, así como para DBO5 la concentración máxima encontrada fue 5.9 mg/L y 4.8 mg/L. El investigador

concluyó que existe una relación directamente exponencial entre los Coliformes Termotolerantes y la demanda bioquímica de oxígeno (33).

La investigación “Riesgos ambientales por aguas residuales de la producción de vacunos en la unidad de producción Pachacayo – SAIS, Túpac Amaru, Junín - 2014”, donde el autor evaluó el riesgo ambiental de una sociedad agrícola de interés social (SAIS) en la localidad de Pachacayo Jauja- Junín, basado en la norma UNE 150 008 de análisis y evaluación del riesgo ambiental. El investigador tomó en cuenta los distintos módulos de trabajo para determinar los posibles focos de contaminación debido a las sustancias y medicamentos que se utilizan en dichas áreas como indicadores para un posible riesgo toxicológico, para lo cual tomó en cuenta los parámetros de dichos posibles contaminantes y los comparó con los límites máximos permisibles vigentes. De los parámetros identificados como posibles amenazas, se les asignó un baremo para medir la posibilidad de riesgo sobre los sistemas receptores de los residuos y priorizar áreas que reciben las deposiciones de los animales tratados con medicamentos veterinarios (34).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Aguas residuales**

De acuerdo con el OEFA, las aguas residuales tienen propiedades iniciales que fueron alteradas por actividades antropogénicas, debido a su característica, necesitan un proceso de tratamiento previo a ser rehusadas o vertidas en cuerpos de agua. Los efluentes son líquidos contaminados, generados como resultado de la actividad industrial y minera que alteran al líquido elemento, el ambiente y ponen en peligro la salud. Es un problema grave que necesita ser abordado urgentemente. Gabino R., en la investigación de su autoría, afirma que las aguas residuales son líquidos contaminados derivados de la actividad doméstica y actividades industriales, los mismos que por salubridad no pueden ser esparcidos en lagos y ríos sin un debido tratamiento (35).

#### **2.2.1.1. Clasificación de aguas residuales**

De acuerdo con el OEFA, las aguas residuales se clasifican en:

- Aguas residuales municipales: se refiere a aguas provenientes de fuentes de origen doméstico e industrial, que confluyen en una sola corriente de agua (36).
- Aguas residuales domésticas: aguas originadas de una residencia y comerciales cuya composición incluye desechos de uso doméstico (37).
- Aguas residuales industriales: desechos líquidos de origen de actividades industrializadas proceden de proceso relacionado con la minería, la agricultura y energético (38).

#### **2.2.1.2. Principales contaminantes en aguas residuales**

Para comprender los contaminantes y su concepto dentro de los análisis de aguas residuales, se explorarán los aspectos más relevantes:

- Sólidos suspendidos: son pequeñas partículas sólidas que están presentes en el agua generalmente en forma de coloide. Se usan como parámetro de calidad del agua. Su determinación se realiza mediante una técnica gravimétrica.
- Patógenos: generalmente son de origen fecal y con el potencial de transmitir enfermedades.
- Nutrientes: los más abundantes nutrientes encontrados en las aguas son el fósforo, nitrógeno y carbono, cuya presencia podría dar lugar a una alteración de la vida acuática.

- Materia orgánica: conformadas por compuestos orgánicos, provenientes de organismos vivos.
- La ivermectina: este medicamento llega a los cuerpos de agua mediante las excretas de animales y personas tratados con este fármaco. Tras su eliminación del organismo, tiene la capacidad de permanecer activo en las excretas. Bioacumulable en las plantas, los sedimentos, las algas, incluso afectan la vida acuática ingresando la cadena trófica (39).

### 2.2.1.3. Parámetros medibles en las aguas residuales

- Parámetros Físicos
- Parámetros Microbiológicos
- Parámetros Químicos

### 2.2.2. Descripción Parámetros Químicos

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>):** el oxígeno disponible es la cantidad que se necesita para transformar la materia orgánica. Es una medida importante para conocer la calidad de las aguas residuales, y a través de los análisis permite calcular el volumen necesario para estabilizar la sustancia orgánica que se presenta en el agua (40).
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** mide la cantidad de oxígeno que se requiere para degradar la materia orgánica e inorgánica del agua, con el empleo de un compuesto, como el dicromato de potasio, se obtienen resultados en corto tiempo en comparación con DBO<sub>5</sub>. La DQO no distingue entre la materia biodegradable y el resto. La cantidad de DQO, en su mayoría de veces, es mayor a la DBO<sub>5</sub>, cuya unidad se da en mg/L, en ambos casos (41).

### 2.2.3. Descripción Parámetros microbiológicos:

- **Coliformes Totales:** este tipo de bacterias de característica Gram negativa con aspecto bacilar que alteran la lactosa a temperatura 36 °C en promedio, produce ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en un día, aerobias o anaerobias facultativas. Los tipos de bacterias más relevantes son *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. Para determinar los Coliformes la prueba más utilizada, es la hidrólisis de la lactosa (42).
- **Coliformes Termotolerantes (Fecales):** se destaca por resistir temperaturas de hasta 45 °C; compuesta por un número reducido de microorganismos como la *Escherichia Coli*, el mismo que es indicador de contaminación de fuentes de agua por restos fecales (43).

## 2.2.4. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) del agua

Determina el grado de concentración de sustancias o parámetros físicos, químicos, biológicos, propios del líquido elemento, determina si este está en condiciones para garantizar el bienestar y la preservación del ambiente. [...] (44).

**Tabla 2**

*Estándar de Calidad Ambiental de Agua - Cat. 3*

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego no restringido	Bebida de animales
<b>Físico-Químicos</b>				
Grasas y aceites	mg/l	5		10
Conductividad	( $\mu$ s/cm)	2500		5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBQ <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	$\geq 4$		$\geq 5$
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1000		1000
Temperatura	$^{\circ}$ C	$\Delta 3$		$\Delta 3$
<b>Microbiológicos y Parasitológico</b>				
Coliformes				
Termotolerantes	NMP/100ml	1000	2000	1000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1000	...	...
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	...

Fuente: (45)

Nota. Tomado de “Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias”, Ministerio del Ambiente, 2021, p. 17.

## 2.2.5. Alcantarillado

Son redes de tuberías instaladas con el fin de captar y trasladar aguas provenientes de una población y, también, de lluvias, Generalmente, estas son conducidas hacia un sistema de tratamiento posterior a su vertimiento a otras fuentes de agua (46).

La OMS define como conjunto de tuberías, conductos e instalaciones pensadas para recoger y llevar las aguas contaminadas, y agua de lluvia de manera adecuada a otro lugar para su tratamiento y/o vertido en otro cuerpo de agua.

## 2.2.6. Ivermectina

Para Natalia Rodríguez y colaboradores, “la Ivermectina es un miembro de la clase avermectina, un fármaco que fue procesado en 1975 el cual proviene de *Streptomyces avermitilis*”, se caracteriza por ser uno de los fármacos contra parásitos, de amplio espectro que se caracteriza por su única forma de acción. Estos compuestos se adhieren selectivamente con una afinidad fija hacia los conductos del ion cloro generado por glutamato, presente en el nervio invertebrado y en las células musculares. Incrementando la permeabilidad de la membrana celular hacia los iones, con hiper polarización del nervio o célula muscular, genera parálisis y muerte del parásito. Dichos compuestos, también, interactúan con otros conductos del cloro generados por ligandos, como los producidos por el neurotransmisor ácido gama-aminobutírico (47). Este fármaco fue orientado básicamente al uso veterinario, pero se receta para tratamiento de ciertas enfermedades en humanos.

Para la OMS, la ivermectina es un antiparasitario de amplio espectro incorporado en la lista de fármacos primordiales para combatir diferentes enfermedades producidas por parásitos. Generalmente, se emplea para tratar la oncocercosis (ceguera de los ríos), la estrongiloidiasis y otras geohelmintosis, así como la sarna.” (48).

Para la FDA de EE. UU., la ivermectina es un medicamento aprobado para uso veterinario para combatir y prevenir la enfermedad parasitaria en órganos sensibles en algunos animales menores, así como tratar contra parásitos que atacan interna y externamente en diferentes seres vivos (49).

### 2.2.6.1. Características generales de la Ivermectina

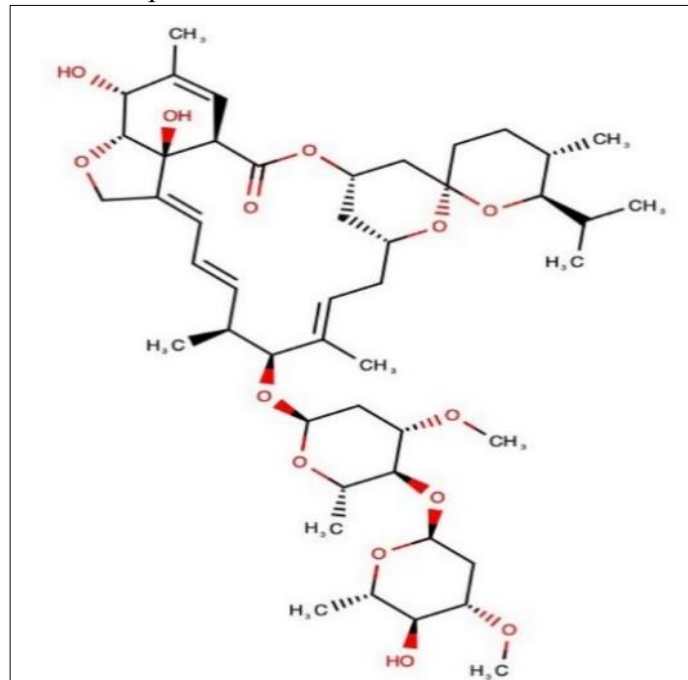
**Tabla 3**  
*Características de la Ivermectina*

Grupo	Vías de ministración	Uso actual	Razón para su consideración casos de Covid -19	Mecanismo de acción
Inmunomodulador	Oral	Anti-parasitario	Muestra un fuerte efecto inhibitor sobre el SARS-COV-2 in vitro. Sin embargo, su régimen de dosificación es controvertido.	Inhibe la importación de proteínas nucleares en huéspedes y virus mediante la superación de heterodimero importina $\alpha/\beta 1$ .

Fuente. (50)

**Figure 1**

*Estructura química de ivermectina*



*Fuente: (50)*

### **2.2.6.2. Metabolismo de la ivermectina**

La ivermectina se metaboliza en cantidades mínimas, es decir, se excreta casi sin cambios (51), por procesos de oxidación un porcentaje del medicamento es sintetizado en el hígado (52). Estas cantidades de no metabolizadas se evacuan mayormente en las deposiciones líquidas de los animales involucrados en el tratamiento independientemente de la vía de suministro, debido a la presencia de la glicoproteína P en los canalículos biliares. Los metabolitos activos en las excretas son de un 90% de la dosis consumida, y solo el 2% de sus metabolitos activos se elimina por vía urinaria (51).

### **2.2.6.3. Farmacocinética y posología de la ivermectina**

Este medicamento generalmente es dosificado por vía oral, intramuscular, subcutánea y tópica, independientemente del tamaño del mamífero y de la prescripción del médico (en caso de humanos) y/o del médico veterinario o afines. De acuerdo con el “Comunicado de seguridad de farmacovigilancia N° 13-2020 del Instituto de Evaluación de Tecnologías en salud e Investigación (IETSI-EsSalud)”, la dosis recomendada es de 1 gota por kilogramo de peso en toma única en enfermos leves y la misma cantidad por 2 días en casos leves o graves (53).



### 2.3. Definición de términos básicos

- **Agua:** es una sustancia que está conformado por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H<sub>2</sub>O). En la naturaleza se puede encontrar en los tres estados más representativos de la materia (54).
- **Ivermectina:** es un compuesto químico utilizado para combatir diferentes tipos de parásitos en animales y en humanos.
- **Estándar de calidad:** es un patrón que muestra las cantidades mínimas y máximas de determinadas características que debe contener.
- **Parámetros:** es una medida referencial que se aplica para determinar ciertos niveles o medidas para clasificar un determinado valor.
- **Alcantarillado:** consiste en un grupo de tuberías, embalses y otras estructuras esenciales para la captación, conducción, tratamiento y evacuación de las aguas servidas (55).
- **Influencia:** es el grado en que una acción externa afecta, de manera positiva o negativa, en una situación o en el medio ambiente [...].
- **Termotolerantes:** capacidad de soportar temperaturas elevadas (56)
- **Avermectina:** son un grupo de fármacos, que han sido exitosos en su uso de eliminación de parásitos. Pero resultado ser un problema ambiental debido a su persistencia en el medio (57).
- **Microorganismos:** organismo son un grupo de seres que solo se pueden ver bajo un microscopio, entre ellos puede mencionar: las bacterias, los protozoos, las algas y los hongos (58).
- **Toxicidad:** es la propiedad de un compuesto capaz de generar efectos desfavorables en los seres vivos. Los efectos adversos en los seres vivos pueden incluir un deterioro funcional, lesiones patológicas y una reducción en la capacidad de respuesta al estrés o a factores de riesgo. Se depende del tiempo de exposición para que se manifiesten los efectos o la duración del efecto, se pueden clasificar como agudos o crónicos (59).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Método y alcance de la investigación**

#### **3.1.1. Método general**

El método general es científico, ya que forma un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema (60). En el presente trabajo de investigación, se emplearán diferentes procesos ordenados de manera consecutiva para llegar a la conclusión que demuestre de manera objetiva el resultado final.

#### **3.1.2. Método específico**

El método hipotético – deductivo es el procedimiento por el cual una hipótesis se somete a una contrastación empírica (61). También, se afirma que es una herramienta que el investigador puede usar para conocer un fenómeno desde su punto de vista a través de las hipótesis que se desea conocer (62). De acuerdo con la presente investigación, se generará hipótesis de como el medicamento ivermectina, variable independiente, influye sobre la composición bacteriana de las aguas residuales, variable dependiente para posterior a la evaluación determinar la influencia, ya sea negativa o positiva, sobre esta.

#### **3.1.3. Tipo de investigación**

El siguiente trabajo toma la ruta de la investigación aplicada, debido a que considera los objetivos prácticos del conocimiento. El fin de la investigación aplicada es el desarrollo de un conocimiento más técnico cuya aplicación sea inmediata para dar solución una situación determinada (60).

#### **3.1.4. Nivel de investigación**

Según el origen de la investigación, el presente trabajo calza dentro de las características de una investigación de correlativa, debido a que la meta es contrastar las hipótesis y la relación existente entre las variables (60).

#### **3.1.5. Enfoque de investigación**

Este estudio es planteado bajo el diseño metodológico cuantitativo, ya que esto se ajusta a las particularidades de la investigación.

El rasgo distintivo de cuantitativo emplea la recopilación y posterior análisis de la data para responder las interrogantes de investigación y comprobar la hipótesis dada

a priori. Esta se basa en “la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población” (60).

Se aplicará la técnica de observación y evaluación de las muestras en el laboratorio para determinar la influencia de la ivermectina en las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca – Huancayo, 2023.

### **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño es experimental puro, donde Fernández Sampieri menciona que se manipula una o varias variables para observar sus cambios en las variables dependientes en una situación de control. Es decir, los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula (60).

Dentro del diseño experimental puro, se utilizará un diseño de grupo de control no equivalente, este, al ser el grupo de diseños experimentales más comunes, comprende un grupo experimental y otro grupo control en donde en ambas muestras se realizó un pre y post test (63).

- Variable dependiente: Composición bacteriana
- Variable independiente: Ivermectina

EXPERIMENTAL

GE:  $O_1$  X  $O_2$

Donde;

- G.E: Influencia de la ivermectina sobre la composición bacteriana
- $O_1$ : Pre test
- $O_2$ : Test
- X: Manipulación de la variable independiente

### **3.3. Población y muestra**

#### **Población**

Para el presente estudio, la población fue el agua residual del vertimiento del alcantarillado municipal del distrito de Chilca – Huancayo. En el sector de desembocadura al río Mantaro, cuyas coordenadas son 474921.007E y 8664745.069N.

**Figure 2**  
*Mapa de ubicación*



*Fuente. Elaboración propia*

## Muestra

Para esta investigación, la muestra fue no probabilística por conveniencia, puntual porque se tomó una sola muestra en un determinado tiempo (septiembre – 2023), debido a que se trabajó con el agua residual que se obtuvo en ese único momento. (60).

De acuerdo con el “Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (MVCS), el volumen requerido para la muestra de indicadores biológicos como  $DBO_5$  es de 1000 mL por cada muestra, para DQO se tomó 100 mL y de acuerdo con el protocolo, se agregó ácido sulfúrico en cada muestra para DQO, del mismo modo para las muestras de Coliformes totales y Coliformes termotolerantes se tomó 250 mL por cada una. La toma de muestra se realizó en envases de plástico, los mismos que fueron proporcionados por la entidad a cargo de los análisis y puestas en los coolers con ice pack para mantener la temperatura bajo  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para su posterior estudio en laboratorio (64). Los envases fueron rotulados previos a la toma de muestra y, posteriormente, se dividió en dos grupos: un grupo de muestra testigo y el grupo de muestra

con tratamiento (5 repeticiones por cada parámetro para ambos casos). Luego, fueron enviados y analizadas por el Laboratorio de ensayos SAG Laboratorio – “Servicios Analíticos Generales S.A.C” debidamente rotulados. Cabe señalar que las muestras fueron entregadas al laboratorio en un plazo menor a 60 minutos esto por la cercanía del afluyente al local del laboratorio.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnicas e instrumentos**

##### **3.4.1.1. Técnicas**

- La observación
- Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales

##### **3.4.1.2. Instrumentos**

- Cadena custodia
- Ficha de registro de datos

#### **3.4.2. Materiales de campo**

- Cooler
- Gotero
- Guantes quirúrgicos
- Mascarillas
- Plumón indeleble
- Frascos de plástico esterilizados (proporcionados por el laboratorio)
- Ácido sulfúrico
- Ivermectina
- Cinta masking

#### **3.4.3. Técnicas de análisis y proceso de datos**

Los datos que se recolectan para el presente trabajo de investigación serán los que remita el ente encargado del análisis de las muestras que, previamente, se enviaron a analizar, el mismo que deberá ser debidamente avalado y certificado por el órgano competente en el rubro, en este caso por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), quienes, al contar con dicha certificación, garantizan que los resultados tengan el respaldo y valides necesaria para obtener datos confiables.

### **3.4.4. Procedimientos**

#### **3.4.4.1. Etapa de Pre – campo**

Para proceder a recolectar la muestra, se debe conocer exactamente el lugar. Esto ayudará a que las muestras sean recolectadas en el lugar más adecuado de acuerdo a la norma de monitoreo de la calidad de agua en el alcantarillado donde se planea la recolección. Cabe mencionar que el lugar escogido es el último punto donde llega la tubería del sistema de saneamiento y el más próximo a la desembocadura al río Mantaro de manera directa, es decir, que el efluente en mención no recibe tratamiento antes de ser vertido al cuerpo lotico receptor.

#### **3.4.4.2. Etapa de Campo**

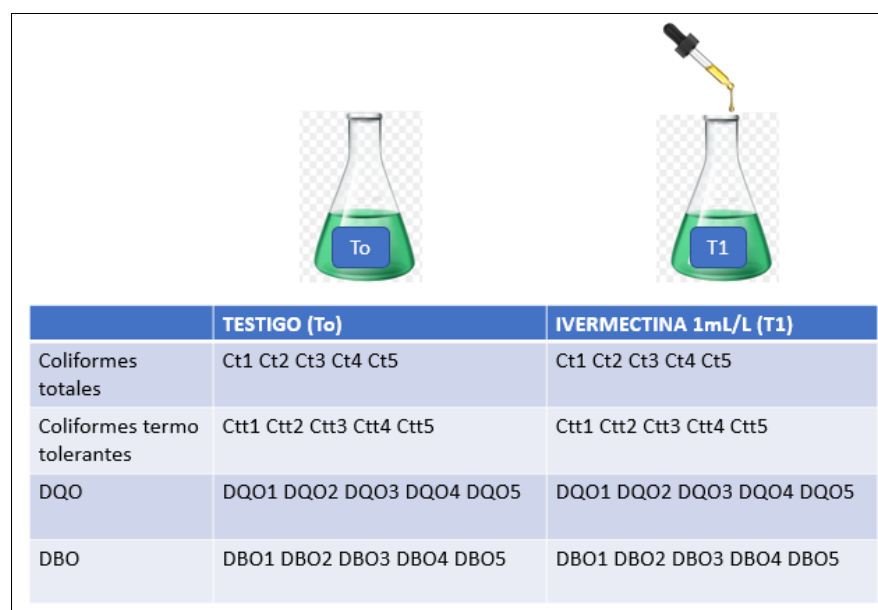
Se llevó a cabo la toma de muestra del agua residual del alcantarillado municipal del distrito de Chilca, para lo cual se recolectó la cantidad exigida de acuerdo con el “Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (MVCS). El tiempo que transcurre entre el primer contacto de la ivermectina con el agua residual no representa un factor a considerar debido a que las muestras se mantienen a una temperatura menor a 4°C tal como lo indica el protocolo en el que se basó la toma de muestra.

#### **3.4.4.3. Etapa de Experimentación**

Se realizó el diseño por bloques completamente al azar (DBCA), basado en este tipo de diseño experimental encontraremos el factor de influencia de los tratamientos de distintas dosis de ivermectina sobre las aguas residuales. Las muestras selladas y correctamente rotuladas se envían al laboratorio siguiendo estrictamente los protocolos de cadena de custodia que indica el centro especializado para que la muestra no se altera por factores internos o externos.

**Figure 3**

*Etapa de experimentación*



*Fuente. Elaboración propia*

#### **3.4.3.4. Etapa de laboratorio**

Una vez recepcionadas las muestras, estas proceden a ser sembradas en placas de Petri con el respectivo agar de cultivo, para, posteriormente, ser rotuladas y llevadas a la incubadora, la misma que bajo una temperatura adecuada proporciona las condiciones ideales para que las muestras incuben los microorganismos de nuestro interés. Pasado el tiempo necesario, estas se someterán al conteo de microorganismos bajo la técnica de conteo de unidades formadoras de colonias (UFC). Los resultados encontrados en las cuatro muestras serán enviadas al solicitante para los fines que crea conveniente, en este caso, su posterior tratamiento estadístico.

#### **3.4.3.5. Etapa de Gabinete**

La etapa de gabinete se trabaja, específicamente, utilizando el programa Microsoft SPSS. Dicho software ayuda a obtener e interpretar los resultados de las muestras analizadas para finalmente concluir si el estudio realizado es significativo para aceptar o rechazar la hipótesis de la investigación.

## CAPÍTULO IV

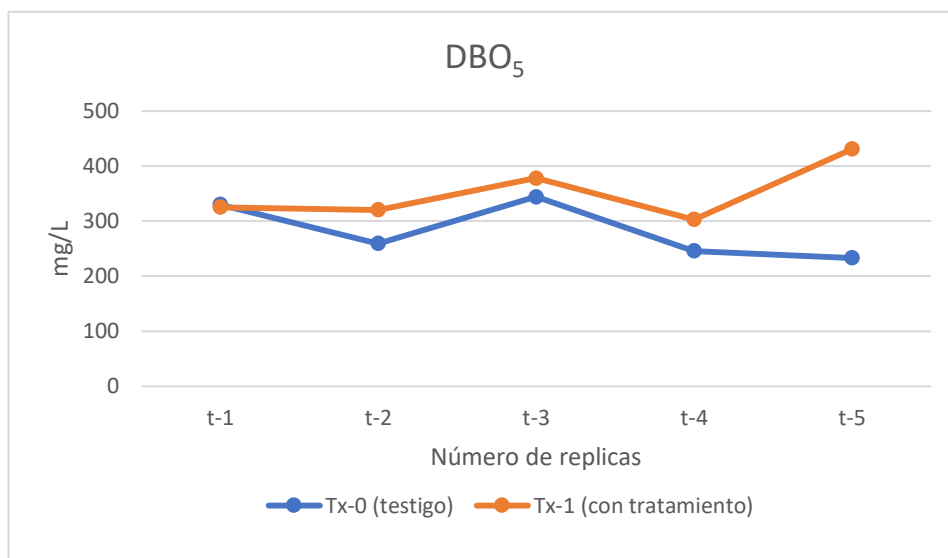
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados y análisis de la información

##### 4.1.1. Concentración de DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales del alcantarillado (pre y post prueba)

**Figure 4**

*Concentración de la DBO<sub>5</sub>*



*Fuente. Elaboración propia - Excel 2016*

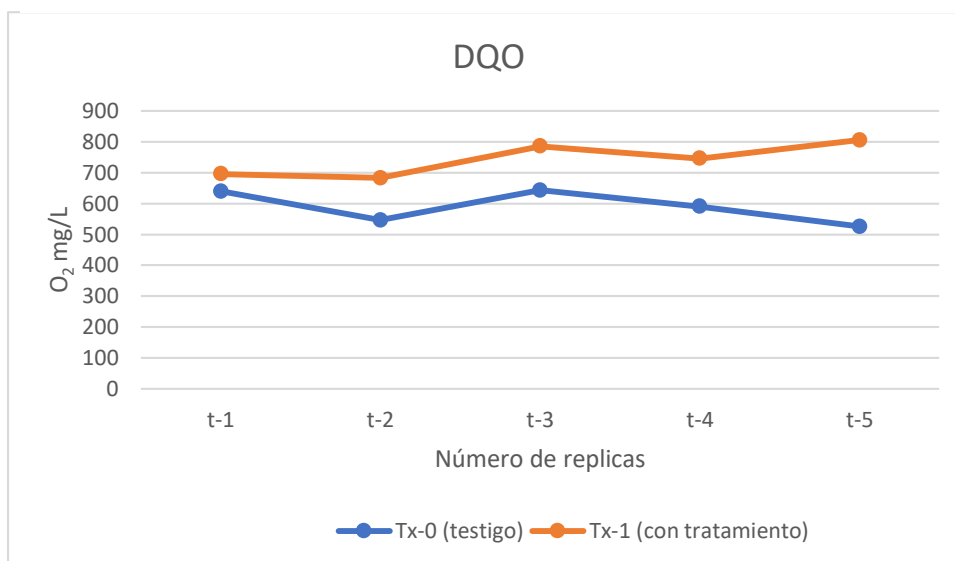
En la figura 4, se observa la concentración máxima de DBO<sub>5</sub> de las muestras (testigo), donde se evidenció en la repetición t-3 con una concentración 344.1 mg/L, y la mínima concentración se obtuvo en la repetición t-5 con una concentración de 233.1 mg/L. Por otra parte, la concentración máxima de DBO<sub>5</sub> de las muestras (con tratamiento) se evidenció en la repetición t-5 con una concentración de 430.5 mg/L, y la concentración mínima en la repetición t-4 con una concentración de 302.8 mg/L.

##### 4.1.2. Concentración de DQO de las aguas residuales del alcantarillado (pre y post prueba)



**Figure 5**

*Concentración de la DQO*



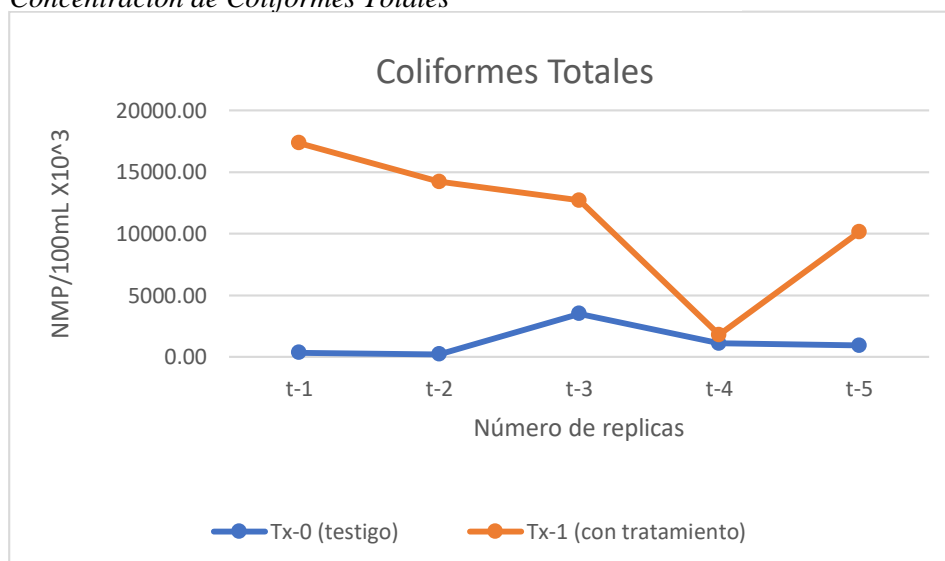
*Fuente. Elaboración propia - Excel 2016*

En la figura 5, se aprecia que, en la repetición t- de las muestras (testigo), se obtuvo la mayor concentración de DQO con 643mg/L; asimismo, se observa que la menor concentración se evidenció en la repetición t-5 con una concentración de 526 mg/L. Por otra parte, se observa que la mayor concentración de DQO de las muestras (con tratamiento) es 806 mg/L en la repetición t-5, y la menor concentración es 683- mg/L en la repetición t-2.

#### 4.1.3. Concentración de Coliformes Totales de las aguas residuales del alcantarillado (pre y post prueba)

**Figure 6**

*Concentración de Coliformes Totales*



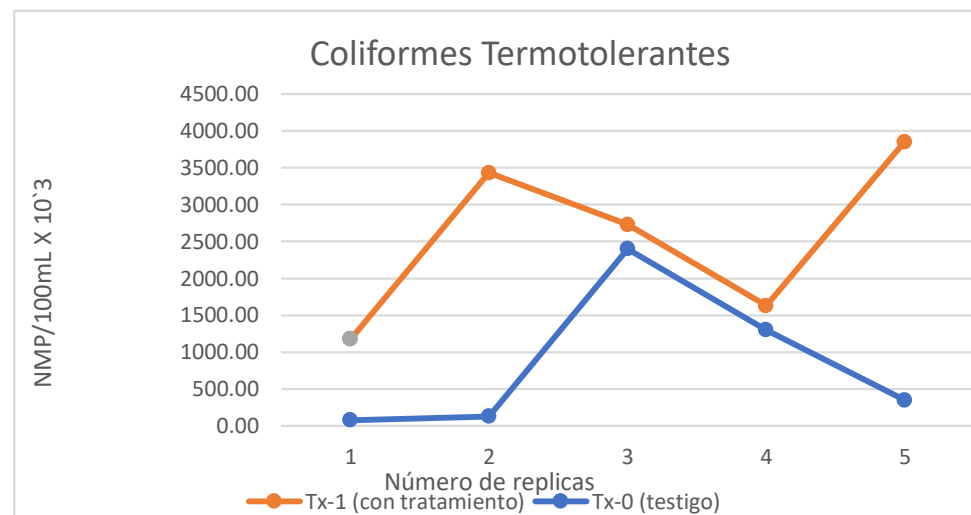
*Fuente. Elaboración propia - Excel 2016*

En la figura 6, se presenta la mayor concentración de Coliformes Totales en las muestras (testigo) en la repetición t-3, con una concentración de  $350 \times 10^4$  NMP/100mL y la concentración más baja se dio en la repetición t-2 con una concentración de  $220 \times 10^3$  NMP/100mL. Por otro lado, la concentración más alta se dio para Coliformes Totales en muestras (con tratamiento) en la repetición t-1 con una concentración de  $170 \times 10^5$  NMP/100mL, y la concentración mínima en la repetición t-4 con una concentración de  $70 \times 10^4$  NMP/100mL.

#### 4.1.4. Concentración de Coliformes Termotolerantes de las aguas residuales del alcantarillado (pre y post prueba).

**Figure 7**

*Concentración de Coliformes Termotolerantes*



*Fuente. Elaboración propia - Excel 2016*

En la figura 7, se aprecia la concentración máxima de Coliformes Termotolerantes de las muestras (testigo) en la repetición t-3 con una concentración de  $240 \times 10^4$  NMP/100mL y la concentración mínima en la repetición t-1 con una concentración de  $79 \times 10^2$  NMP/100mL. Por otra parte, la concentración máxima de Coliformes Termotolerantes de las muestras (con tratamiento) se evidencia en la repetición t-5 una concentración de  $350 \times 10^4$  NMP/100mL y la concentración mínima en la repetición t-1 una concentración de  $110 \times 10^4/100$  mL.

#### 4.1.5. Tablas comparativas de la ECA de agua y concentraciones halladas

**Tabla 4**

*Población, recreacional y Concentración de Ivermectina*

		Categoría 1: Poblacional y Recreacional					Concentración de Ivermectina	
Parámetros	Unidad de medidas	Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación		Testigo	Con tratamiento
		A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	B1. Contacto primario	B2. Contacto secundario		
DBO <sub>5</sub>	mg/L	3	5	10	5	10	233.1 - 643	302.8 - 430.5
DQO	mg/L	10	20	30	30	50	526 - 643	683 - 806
Coliformes totales	NMP/100ml	50	--	--	--	--	220x10 <sup>4</sup> - 350x10 <sup>5</sup>	700 x10 <sup>3</sup> - 170 x 10 <sup>5</sup>
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2000	20000	200	1000	79 x10 <sup>3</sup> - 240x 10 <sup>4</sup>	330 x10 <sup>3</sup> - 350 x 10 <sup>4</sup>

Fuente. (45)

**Tabla 5**

*Riego de Vegetales, bebida de animales y Concentración de Ivermectina*

		Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales			Concentración de Ivermectina	
Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2. Bebidas de animales	Testigo	Con tratamiento
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales		
DBO <sub>5</sub>	mg/L	15	15	15	233.1 - 643	302.8 - 430.5
DQO	mg/L	40	40	40	526 - 643	683 - 806
Coliformes totales	NMP/100ml	1 000	--	--	220x10 <sup>4</sup> - 350x10 <sup>5</sup>	700 x10 <sup>3</sup> - 170 x 10 <sup>5</sup>
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000	79 x10 <sup>3</sup> - 240x 10 <sup>4</sup>	330 x10 <sup>3</sup> - 350 x 10 <sup>4</sup>

		Categoría 4: Conservación del ambiente acuático		Concentración de Ivermectina	
Parámetros	Unidades de medida	E1. Lagunas y lagos	E2. Ríos (costa y sierra)	Testigo	Con tratamiento

DBO <sub>5</sub>	mg/L	5	10	233.1 - 643	302.8 - 430.5
DQO	mg/L	--	--	526 - 643	683 - 806
Coliformes totales	NMP/100 ml	--	--	220x10 <sup>4</sup> - 350x10 <sup>5</sup>	700 x10 <sup>3</sup> - 170x10 <sup>5</sup>
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	79 x10 <sup>3</sup> - 240x10 <sup>4</sup>	330x10 <sup>3</sup> - 350x10 <sup>4</sup>

Fuente. (45)

## 4.2. Prueba de hipótesis

### 4.2.1. Prueba de hipótesis para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

#### i. Prueba de normalidad

Para conocer si las datos obtenidas en la investigación muestran una distribución normal, se hizo uso de la prueba de normalidad, así como se empleó el estadístico de Shapiro – Wilk. Esto obedece a la cantidad de muestras procesadas (40) y viene a ser menor a 50 datos que son establecidos como máximo para esta prueba.

**Tabla 6**

*Prueba de normalidad para DBO<sub>5</sub>*

	Shapiro-Wilk n<=50		
	Estadístico	gl	Sig.
DBO <sub>5</sub> . T0	,862	5	,235
DBO <sub>5</sub> . T1	,889	5	,354

Fuente. *Elaboración propia – IBM SPSS Statistics*

Interpretación:

En la tabla 6, se muestra los resultados de la prueba de normalidad obtenidos con el programa IBM SPSS Statistics de acuerdo con Shapiro Wilk el valor P, para DBO<sub>5</sub> en las muestras testigo el valor P es 0.235 y para las muestras con tratamiento es 0.354. Por lo tanto, se asume una distribución normal por tener  $P > 0.05$ . Indicativo para la elección de pruebas paramétricas.

Por ello, se elige la prueba t de student para muestras relacionadas.

ii. Prueba de student para muestras relacionadas

**Tabla 7**

*Prueba de muestras emparejadas para DBO<sub>5</sub>*

		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia				
Medi a	Desv. Desviac ión	Desv. Error promedi o	Inferior	Superio r					
Par 1	DBO <sub>5</sub> -s/t DBO <sub>5</sub> -c/t	- 68,88 000	76,4463 7	34,1878 5	- 163,800 70	26,0407 0	- 2,01 5	4	,114

*Fuente. Elaboración propia – IBM SPSS 25*

En la **tabla 7**, se expone el resultado de la prueba de muestras emparejadas las que tuvieron un P-valor 0.114. Este resultado señala que el nivel de significancia es mayor que el alfa (0.05); por ende, la hipótesis alterna se rechaza y la hipótesis nula se acepta. Asimismo, esto sirve de evidencia estadística para afirmar que la ivermectina no tiene efecto significativo en la DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo – 2023.

4.2.1. Prueba de hipótesis para Demanda Química de Oxígeno (DQO)

i. Prueba de normalidad para DQO

**Tabla 8**

*Prueba de normalidad para DQO*

	Shapiro-Wilk n<=50		
	Estadístico	gl	Sig.
DQO. T0	,890	5	,358
DQO. T1	,920	5	,531

*Fuente. Elaboración propia – IBM SPSS Statistics*

Interpretación:

En la tabla 8, se aprecian los resultados de la prueba de normalidad obtenidos con el programa IBM SPSS Statistics de acuerdo con Shapiro Wilk el valor P, para DQO en las muestras testigo es 0.358 y para las muestras con tratamiento es 0.531. Por lo tanto, se asume una distribución normal por tener  $P > 0.05.$ , indicativo para la elección de pruebas paramétricas.

Por consiguiente, se elige la prueba t de student para muestras relacionadas.

ii. **Prueba t de student para muestras relacionadas**

**Tabla 9**

*Prueba de muestras emparejadas para la DQO*

<b>Prueba de muestras emparejadas</b>									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Medi a	Desv. Desviación	Desv. Error promed io	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Infe rior	Superi or			
Par 1	DQO-s/t DQO- c/t	- 154, 4000 0	80,45682	35,9813 8	- 254 ,30 034	- 54,499 66	- 4,2 91	4	,013

*Fuente. Elaboración propia – IBM SPSS 25*

En la tabla 9, se observa el resultado de la prueba de muestras emparejadas, que tuvo un de P-valor 0.013. Esto indica que el nivel de significancia es menor al alfa (0.05), por consiguiente, la hipótesis nula se rechaza y la hipótesis alterna se acepta. Por lo tanto, existe suficiente evidencia estadística para afirmar que la concentración de la ivermectina influye de la manera significativa en la DQO de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo – 2023.

**4.2.2. Prueba t de hipótesis para Coliformes Totales**

i. **Prueba de normalidad para Coliformes totales**

**Tabla 10**

*Prueba de normalidad para Coliformes totales*

	<b>Shapiro-Wilk n&lt;=50</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
Colif. Totales. T0	,790	5	,067
Colif. Totales. T1	,941	5	,676

*Fuente. Elaboración propia – IBM SPSS Statistics*

Interpretación:

En la tabla 10, se aprecian los resultados de la prueba de normalidad obtenidos con el programa IBM SPSS Statistics de acuerdo con Shapiro Wilk el valor P, para Coliformes Totales en las muestras testigo es 0.067 y para las muestras

con tratamiento es 0.676. Por lo tanto, se asume una distribución normal por tener  $P > 0.05$ . Indicativo para la elección de pruebas paramétricas.

De tal manera, se elige la prueba t de student para muestras relacionadas

**ii. Prueba t de student para muestras relacionadas**

**Tabla 11**

*Prueba de muestras emparejadas para Coliformes Totales*

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	
					Inferior	Superior			
Par 1	C.to-	-	67257	30078	-	-	-2,926	4	,043
	s/t –	88020	5794,9	5039,5	17153	45086			
	C. to-	0000,0	8522	2158	13150,	849,30			
	c/t	0000			69642	358			

*Fuente. Elaboración propia – IBM SPSS 25*

En la Tabla 11, se observa que el P-valor es 0.043, esto es menor que la significancia  $\alpha = 0.05$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Consecuentemente, se puede decir que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que la ivermectina influye de manera significativa en los Coliformes totales de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo – 2023.

**4.2.3. Prueba de hipótesis para Coliformes Termotolerantes**

**i. Prueba de normalidad para Coliformes Termotolerantes**

**Tabla 12**

*Prueba de normalidad para Coliformes Termotolerantes*

	Shapiro-Wilk $n \leq 50$		
	Estadístico	gl	Sig.
Colif. Termotol. T0	,890	5	,163
Colif. Termotol. T1	,890	5	,088

*Fuente. Elaboración propia – IBM SPSS Statistics*

Interpretación:

En la tabla 12, se muestra los resultados de la prueba de normalidad encontrados con el programa IBM SPSS Statistics de acuerdo con Shapiro Wilk el valor P, para Coliformes Termotolerantes en las muestras testigo es 0.163 y para las muestras con tratamiento es 0.088. Por lo tanto, se asume una distribución normal por tener  $P > 0.05$  en todos los casos, indicativo para la elección de pruebas paramétricas.

Por lo tanto, se elige la prueba t de student para muestras relacionadas.

## ii. Prueba t de student para muestras relacionadas

**Tabla 13**

*Prueba de muestras emparejadas par los Coliformes Termotolerantes*

		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	C. tt-s/t	-	157858	705965	-	254251	-	4	,073
	-	17058	582,089	04,0766	366589	18,1876	2,41		
	C. tt-c/t	2200,0 0000	16	2	518,187 60	0	6		

*Fuente. Elaboración propia – IBM SPSS 25*

En la tabla 13, se observa que el resultado de la prueba de muestras emparejadas tuvo un P-valor 0.073; esta data muestra que el nivel de significancia es mayor al alfa (0.05). Por ello, la hipótesis nula se acepta y la hipótesis alterna se rechaza. Entonces, esto explica que la evidencia estadística afirma que la ivermectina no tiene efecto significativo en los Coliformes Termotolerantes de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo – 2023.

Conforme a los resultados encontrados y los análisis estadísticos procesados, se concluye que existe influencia significativa de la ivermectina sobre la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca - 2023 para Coliformes Totales y Demanda Química de Oxígeno. Sin embargo, para Coliformes Termotolerantes y Demanda Bioquímica de Oxígeno, no existe influencia significativa de la ivermectina sobre la composición bacteriana de las aguas residuales.



#### 4.1. Discusión de resultados

El presente trabajo es el primero que proporciona información de la influencia de ivermectina en la composición bacteriana (Coliformes Termotolerantes y Coliformes Totales) de las aguas residuales del alcantarillado, con datos reales y concretos, debidamente verificado y respaldado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). De acuerdo con esta hipótesis, el propósito de la investigación fue determinar la influencia de la ivermectina en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal de distrito de Chilca. Los resultados mostraron que la ivermectina no influye de manera significativa para los parámetros de Coliformes Termotolerantes y DBO<sub>5</sub>. Mientras que para los parámetros DQO y Coliformes totales si influye de manera significativa.

Los resultados de la influencia de la ivermectina en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal evidenciaron que la presencia de medicamento influye sobre el medio acuático. Los resultados concuerdan con lo encontrado por Moreno Jenny, en su investigación titulado, “Evaluación del impacto ambiental generado por lactonas macrocíclico (Ivermectina) eliminadas en la materia fecal del ganado bovino sobre diferentes familias de escarabajos estercoleros en fincas ganaderas del Altiplano Boyacense -2015”, quien estableció causas y consecuencias del impacto ambiental debido al uso de ivermectina en rubro ganadero.

Los autores del texto “Ingeniería de aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización”, actualizado al año 1995, realizaron muestreos en aguas residuales domesticas en la ciudad de los Ángeles, donde obtuvieron los resultados promedios para los siguientes parámetros: DBO<sub>5</sub> 110 mg/L y 400 mg/L. para el parámetro DQO entre 250 mg/L y 100 mg/L para Coliformes totales entre 10<sup>6</sup> NMP/100 mL - 10<sup>9</sup> NMP/100 mL. Para Coliformes Termotolerantes entre 10<sup>4</sup> NMP/100 MI - 10<sup>5</sup> NMP/100 mL. De mismo modo, en el presente estudio de investigación realizado, se obtuvo los siguientes resultados para las muestras testigo: DBO<sub>5</sub> entre 233.1 mg/L – 344.1 mg/L. Para el parámetro DQO entre 526 mg/L - 643 mg/L, para Coliformes totales entre 220x10<sup>4</sup> · NMP/100 mL – 350 x 10<sup>4</sup> NMP/100 mL. Para Coliformes Termotolerantes entre 79 x10<sup>2</sup> NMP/100 mL – 240 x 10<sup>4</sup> NMP/100 mL, dichos valores se encuentran dentro del rango que los autores muestran en su publicación.

Los resultados del trabajo de investigación: “Coliformes fecales y su relación con la Demanda Bioquímica de Oxígeno de aguas residuales de la planta de tratamiento de aguas residuales Sicaya- Huancayo - 2018”, el investigador encontró valores de Coliformes Termotolerantes de 160000000 NMP/100mL y mínimo de 130000

NMP/100mL; mientras para DBO<sub>5</sub> encontró el valor máximo 71 mg/L y mínimo 67.1 mg/L. Los valores para los Coliformes Termotolerantes encontrados en este trabajo son similares entre 79000 NMP/100 mL – 2400000 NMP/100 mL. Sin embargo, para la DBO<sub>5</sub>, presenta una diferencia entre 233.1 mg/L – 344.1 mg/L cabe señalar que estos parámetros son analizados, previo a la entrada de la PTAR, y encontraron una relación de influencia directa para los parámetros Coliformes Termotolerantes y DBO<sub>5</sub>.

## CONCLUSIONES

- Para el presente trabajo de investigación, se logró determinar que existe influencia significativa de la ivermectina sobre la composición bacteriana de las aguas residuales para Coliformes Totales y Demanda Química de Oxígeno. Por otro lado, para Coliformes Termotolerantes y Demanda Bioquímica de Oxígeno, no existe influencia significativa de la ivermectina sobre la composición bacteriana de las aguas residuales.
- Se determinó que la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), según los resultados del laboratorio y el análisis estadístico, indican que no existe influencia significativa de la ivermectina la composición bacteriana para el para el parámetro fisicoquímico, debido a que el valor  $p = 0.114$ , dicho valor es mayor a  $p < 0.05$ . Los resultados para concentraciones fueron en muestras testigos entre 233.1 mg/L – 344.1 mg/L y para muestras con ivermectina entre 302.8 mg/L - 430.5 mg/L.
- Se determinó que la concentración, según el laboratorio y el posterior análisis estadístico, para Demanda Química de Oxígeno (DQO) de las aguas residuales, indicaron que existe influencia significativa de la ivermectina sobre la composición bacteriana de las aguas residuales en el parámetro fisicoquímico, esto debido a que el valor  $p = 0.013$ . Dicho valor es menor a  $p < 0.05$ . Los resultados para concentraciones fueron: en muestras testigos entre 526 mg/L - 643 mg/L y para muestras con ivermectina entre 683 mg/L – 806 mg/L.
- Del mismo modo, se determinó la concentración para Coliformes Totales de las aguas residuales que existe influencia significativa de la ivermectina sobre la composición bacteriana de las aguas residuales del parámetro microbiológico, esto debido a que el valor  $p = 0.043$ . Dicho valor es menor a  $p < 0.05$ . Los resultados para las concentraciones fueron en muestras testigos entre  $220 \times 10^4$  NMP/100 mL –  $350 \times 10^5$  NMP/100 mL y para muestras con ivermectina entre  $700 \times 10^3$  NMP/100 mL –  $170 \times 10^5$  NMP/100 mL.
- Finalmente, se determinó la concentración para Coliformes Termotolerales de las aguas residuales donde no existe influencia significativa de la ivermectina sobre la composición bacteriana de las aguas residuales del parámetro microbiológico. Esto se debe a que el valor  $p = 0.073$ , dicho valor es menor a  $p < 0.05$ . Los resultados para las concentraciones fueron en muestras sin tratamiento entre  $79 \times 10^2$  NMP/100 mL -  $240 \times 10^4$  NMP/100 mL y en muestras con tratamiento  $350 \times 10^4$  NMP/100 mL -  $110 \times 10^4$  NMP/100 mL.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda un estudio de investigación con distintos tratamientos de ivermectina para conocer la influencia de la ivermectina sobre los cuerpos de agua.
- Se recomienda realizar más investigaciones en los componentes ambientales tanto en el agua y suelo.
- Se recomienda la implementación de plantas de tratamiento que incluyan una etapa de eliminación de fármacos.
- Se recomienda la construcción y/o modernización de plantas de tratamiento de aguas residuales en los centros hospitalarios y ganaderías para evitar la ecotoxicidad de los medicamentos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Naciones Unidas.** Noticias ONU. *Mirada global historias humanas*. [En línea] 21 de 03 de 2021. [Citado el: 09 de 04 de 2021.] <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490262>.
2. **AA-news.** Agencia Anadolu. *AA-news*. [En línea] 31 de 12 de 2020. [Citado el: 09 de 04 de 2021.] <https://www.aa.com.tr/es/mundo/as%C3%AD-fue-la-cronolog%C3%ADa-de-la-covid-19-en-2020/2094182>.
3. **RAMOS, Patricia.** CNN en español. [En línea] 11 de 03 de 2020. [Citado el: 11 de 03 de 2021.] <https://cnnespanol.cnn.com/video/oms-declara-pandemia-coronavirus-brk/>.
4. **CALY, Leon, y otros.** *The FDA-approved drug ivermectin inhibits the replication of SARS-CoV-2 in vitro*. Junio de 2020, Vol. 178. 104787.
5. **PEREYRA, Gladis.** *Chincha, entre la ivermectina sin límites y el golpe del COVID-19*. Diaria, 25 de Enero de 2021.
6. **SARUKHAN y Adelaida.** *Ivermectina: del suelo a las lombrices, y más allá*. Reino de Bohemia : IsGlobal , 2019.
7. **HOLDEN, Dye Lindy y WALKER, Robert.** *Anthelmintic drugs and nematocides: studies in Caenorhabditis elegans*. [ed.] Peter J ROY. Southampton : WormBook, 2014.
8. **KROGH, Kristine, y otros.** *Analysis of the dissipation kinetics of ivermectin at different temperatures and in four different soils*. Copenhagen : ScienceDirect, 13 de Febrero de 2009.
9. **TOVAR, Hernando, NORIEGA, Jorge y CARABALLO, Pedro.** *Efecto de la ivermectina sobre la estructura del ensamble de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae-Scarabaeinae) en las sabanas colombianas de la región Caribe*. Bogota : Actualidades Biológicas, 2016.
10. **LUMARET, Jean Pierre y ERROUISSI, Faiek.** *Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non target fauna of pastures*. Montpellier : INRA, EDP Sciences,, 30 de Abril de 2002.
11. **WALL, R., STRONG, L.** *Environmental consequences of treating cattle with the antiparasitic drug ivermectin*. s.l. : FAO, 2012, AGRIS, Vol. 327.
12. **WOO, Erin.** *La desinformación sobre la Covid genera escasez de ivermectina, un medicamento para animales*. Washintong : s.n., 2021, The New Work Times.
13. **MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO.** *Diagnóstico de los Servicios de Saneamiento en el Perú*. Lima : s.n., 2020.
14. **KOZUH ERZEN, Novenka, y otros.** *Degradation of Abamectin and Doramectin on Sheep Grazed Pasture*. Ljubljana : Springer Science+Business Media, 2015, Springer Science+Business Media.
15. **EMEA.** *IVERMECTIN Modification of Maximum Residue Limits*. s.l. : Committee for medicinal productus for veterinary use, 2005, European Medicines Agency Veterinary Medicines and Inspections.

16. **CAYETANO, Rodriguez.** *Impacto ambiental de la ivermectina, el antiparásito y antiviral que fracasó contra la COVID-19.* [ed.] Diego Muñoz. 13 de Enero de 2021, ADELANTOS Digital.
17. **Ministerio de Salud.** *Programa de entrenamiento en salud pública dirigido a personal del servicio militar voluntario.* Lima : s.n., 2018.
18. **MORENO, Jenny.** *Evaluación del impacto ambiental generado por lactonas macrocíclicas (Ivermectinas) eliminadas en la materia fecal del ganado bovino sobre diferentes familias de escarabajos estercoleros en fincas ganaderas del Antiplano Boyacense.* FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Boyaca : s.n., 2015. Tesis.
19. **ACEVEDO, María y TORRES, Elia.** *Efectos ambientales la ivermectina: un medicamento propuesto para tratar la COVID-19.* Ciudad de México : s.n., 2020, Nuestra tierra.
20. **KRUGUER, Kersting y SCHOLTZ, Clarke.** *Changes in the structure of dung insect communities after ivermectin usage in a grassland ecosystem. I. Impact of ivermectin under drought conditions.* Pretoria : Elsevier, 1998.
21. **GARCÍA SALAZAR, B, y otros.** *Empleo de ivermectina como parasiticida en bovino: posibles efectos tóxicos y repercusiones ambientales.* Murcia : Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, 2011, Anales de veterinaria, Vol. 27, pág. 10.
22. **HALLEY, Bruce, THEODORE, Jacob y LU, Anthony.** *The environmental impact of the use of ivermectin: environmental effects and fate.* New York : Merck Sharp & Dohme Research Laboratories, 1989.
23. *Environmental risk from dissolved ivermectin to marine organisms.* **Davies I.M., Mc Henery J.G., Rae G.H.** s.l. : Aquaculture, 1997, Science Direct, Vol. 158.
24. **APARICIO, Jose, y otros.** *Impacto de la ivermectina sobre el ambiente.* 17, 2011, La Calera. Revista científica, Vol. 11.
25. **ANDUEZA, Félix y ALOMOTO, Priscila.** *Biodiversidad Microbiana y Calidad Físicoquímica en Suelos de Granjas Ganaderas de las zonas los Bancos y Valle de los Quijos. Ecuador.* Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Central del Ecuador. Quito : Quito : UCE, 2022. Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental.
26. **MESA, Leticia, y otros.** *Concentration and environmental fate of ivermectin in floodplain wetlands: An ecosystem approach.* Santa Fe - Argentina : Elsevier, 2019, Science.
27. **METCALF, Leonar y JARRISON, Eedy.** *Ingeniería de aguas residuales.* [ed.] Antonio Garcia Brage. Los Angeles : McGraw-Hill, 1995. Vol. I.
28. **MORALES, Carlos, RODRIGUEZ, Juan y BOTELLA, Nuria.** *Compuestos farmacéuticos utilizados en la pandemia de COVID-19: una revisión de su presencia en el agua y técnicas de tratamiento para su eliminación.* [ed.] Damia Barcelo. Alicante : s.n., 2021, Elsevier, pág. 19.
29. **Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass).** SUNASS. [En línea] [Citado el: 9 de agosto de 2022.] [https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/06/Informe-de-diagno%CC%81stico-de-las-Plantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales-PTAR\\_VDigital.pdf](https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/06/Informe-de-diagno%CC%81stico-de-las-Plantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales-PTAR_VDigital.pdf).

30. **VALDIVIEZO, Lorena.** *Mortalidad de eisenia foetida sometida a estiércol bovino con residuos de ivermectina.* ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA , Universidad Nacional de Piura. Piura : s.n., 2015. Tesis pregrado.
31. **CARRASCO, Carlos y QUISPE, Elper.** *Toxicidad de Ivermectina de uso veterinario expuesta a radiación solar sobre Hyalella curvispina (Amphypoda).* Facultad de Ciencias Biológicas. Ayacucho : Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2020.
32. **SANCHEZ GONZALES, Matvey.** *Evaluación de la toxicidad y riesgo ambiental por dos contaminantes emergentes, diclofenaco e ibuprofeno, en organismos bioindicadores del ecosistema dulceacuícola.* Lima : s.n., 2019.
33. **BURGA BENGUER, Raul.** *Coliformes fecales y su relación con la Demanda Bioquímica de Oxígeno de aguas residuales de la planta de tratamiento de aguas residuales Sicaya-Huancayo - 2018.* Universidad Nacional del Centro de Peru. Huancayo : s.n., 2018. pág. 59, Tesis Postgrado.
34. **MARAVI SEBASTIAN, Luis Miguel.** *Riesgos ambientales por aguas residuales de la producción de vacuno en la unidad de producción de producción Pachacayo - SAIS "Tupac Amaru", Junin.* Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2014. Tesis de Grado.
35. **GAVINO, Rocio.** *Opuntia ficus – indica como coagulante para remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de beneficio en avícola La Chacra.* Huancayo : s.n., 2018.
36. **AquaDyne Peru.** *Las aguas residuales.* Lima : s.n., 4 de Marzo de 2022, AquaDyne Peru.
37. **CRHISTOVA BOAL, Diana, EDEN, Robert y MACFARLANE, Scott.** *An investigation into greywater reuse for.* 1996. págs. 391 - 397. Vol. 106.
38. **ROLIM MENDINICA, Sergio.** *Sistemas de lagunas de estabilización: cómo utilizar aguas.* Unica. s.l. : McGraw Hill, 2000.
39. **SUAREZ, Diego.** Expertos medirán las concentraciones de ivermectina en el agua de Lima. *EL COMERCIO.* 16 de Enero de 2021.
40. **SEGAMI, Miki.** *Efecto de la aplicación de microorganismos benéficos para el tratamiento de aguas residuales domésticas en un humedal artificial.* Lima : s.n., 2018. pág. 123.
41. **Dirección general de salud ambiental.** *Evaluación de los resultados de los monitoreos realizados a los Recursos Hídricos en la cuenca del río Rímac, en el marco del Convenio Nº 002-2009/MINSA, correspondiente al periodo de agosto a diciembre de 2009.* Lima, Ministerio de Salud. Lima : s.n., 2010. pág. 56, Informe consolidado.
42. **LARREA, Jeny, ROJAS , Marcia y ALVAREZ , Beatriz.** *Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura.* Habana : s.n., 2012, Revista CENIC. Ciencias Biológicas, , pág. 12.
43. **LARREA, Murrel, ANDINA, Jeney y ROJAS, Badia.** *Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de calidad de las aguas.* La Habana : s.n., 2013.
44. **MINAM.** Estándares de Calidad Ambiental (ECA). *El Peruano.* 31 de Julio de 2008, pág. 6.

45. **MINAM.** *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.* 13, Lima : s.n., 7 de Junio de 2017, El.
46. **JUMAPAC CORTAZAR,GTO.** Junta Municipal de agua potable y alcantarillado de cortazar,Gto. [En línea] 2016.
47. **RODRIGUEZ, Natalia, OENOK, Daniel y MC LAUGHLIN, Michael.** *La contaminación del suelo: Una realidad oculta.* Roma : FAO, 2019.
48. **Organización Mundial de la Salud.** [En línea] [Citado el: 4 de Agosto de 2022.] <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/who-advises-that-ivermectin-only-be-used-to-treat-covid-19-within-clinical-trials>.
49. **U.S. FOOD & DRUG administration.** [En línea] [Citado el: 4 de Agosto de 2022.] <https://www.fda.gov/animal-veterinary/product-safety-information/preguntas-mas-comunes-el-covid-19-y-la-ivermectina-prevista-para-animales>.
50. **LUQUE, Julio y PAREJA, Arturo.** *Seguridad y eficacia de ivermectina en tiempos de COVID-19.* 12, Lima : s.n., 2020.
51. **GONZALES , Aranzazu, y otros.** *Farmacocinética y metabolismo de la ivermectina en especies de animales domésticos.* 1 de Junio de 2009, ScieceDirect, Vol. 179, págs. 25-37.
52. **MEALEY, Katrina.** *Implicaciones terapéuticas del gen MDR-1.* 20 de Octubre de 2004, Wiley Online Library, Vol. 27, págs. 257-264.
53. **Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación EsSalud.** Consideraciones de seguridad en el uso de ivermectina en pacientes con COVID-19. *Comunicado de seguridad de farmacovigilancia N 13-2020.* Lima : s.n., 21 de Mayo de 2020.
54. **LAGUA, Iagua** [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2021.] <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>.
55. **Comision nacional de agua.** Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario. 2009.
56. **ROCK, Channah y RIVERA, Berenise.** *La Calidad del Agua, E. coli y su Salud.* Tucson : s.n., 2014. pág. 5.
57. **LIEBIG, Markus, FERNANDEZ, Alvaro y BRINKE, Marvin.** *Evaluación de riesgos ambientales de la ivermectina: un estudio de caso.* Alemania : s.n., 2010, Society of Invoemental , pág. 21.
58. **UCHA, Florencia.** [En línea] Noviembre de 2011. [Citado el: 26 de Abril de 2021.] <https://www.definicionabc.com/general/alteracion.php>.
59. **Universidad Nacional de Costa Rica.** Manual de plaguicidas de Centro America. [En línea] 2021. <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/toxicidad-salud-humana>.
60. **HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar.** *Metodología de la investigación.* [ed.] S.A. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES. Sexta. Lima : s.n., 2014. pág. 632. Vol. VI. ISBN.
61. **BUNGE, Mario.** *Diccionario de Filosofía.* Montreal : Siglo ventiuono, 2007.



- 62. FORERO, Linda.** La importancia de uso de ejemplos hipotético - deductivo en la enseñanza de las ciencias. [En línea] 27 de Noviembre de 2007. [Citado el: 12 de Febrero de 2023.] <https://comunidad.udistrital.edu.co/geaf/files/2012/09/2007Vol2No1-003.pdf>.
- 63. CAMPBELL, Donald T y STANLEY, Julian C.** Knowledgesociety.usal.es. [En línea] 1963. <https://knowledgesociety.usal.es/sites/default/files/campbell-stanley-disec3b1os-experimentales-y-cuasiexperimentales-en-la-investigac3b3n-social.pdf>.
- 64. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.** [En línea] 24 de Octubre de 2013. [Citado el: 04 de Abril de 2024.] <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/23087/RM-273-2013-VIVIENDA.pdf>.
- 65. Real Academia de Ingeniería . Real Academia de Ingeniería.** [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2021.] <http://diccionario.raing.es/es/lema/alteraci%C3%B3n-ecol%C3%B3gica#:~:text=Variaci%C3%B3n%20o%20perturbaci%C3%B3n%2C%20permanente%20o,pertenecientes%20o%20ajenos%20a%20%C3%A9l>.
- 66. Organización Panamericana de la Salud.** Inmunización Integral de la Familia. [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2021.] [https://www.paho.org/par/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=posicion-de-la-ops-oms-respecto-a-temas-de-salud&alias=110-hechos-sobre-la-definicion-de-la-pandemia-por-influenza-h1n1-2009-y-seguridad-de-la-vacuna&Itemid=253](https://www.paho.org/par/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=posicion-de-la-ops-oms-respecto-a-temas-de-salud&alias=110-hechos-sobre-la-definicion-de-la-pandemia-por-influenza-h1n1-2009-y-seguridad-de-la-vacuna&Itemid=253).
- 67. OMS.** *Organización Mundial de la Salud.* Ginebra : s.n., 2021.
- 68. OEFA.** *Fiscalización ambiental en aguas residuales.* Lima : s.n., 2014.
- 69. ROSALES SALAS, Joel.** *Estudio comparativo del comportamiento de los sistemas de tratamientos de aguas residuales en los pobladores alta andinos, Provincia de Acobamba.* Huancayo : s.n., 2020.
- 70. OECD.** [En línea] 2015. [Citado el: 17 de Agosto de 2022.] Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities and Innovation Activities. [file:///C:/Users/user/Downloads/manual\\_de\\_frascati\\_web\\_0.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/manual_de_frascati_web_0.pdf).
- 71. MARIN, Rafael.** *CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS.* Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A. (EMACSA) . Córdoba : s.n.
- 72. SALAZAR LOZANO, Elias.** Vocación Estadística. [En línea] [Citado el: 17 de Agosto de 2022.] <http://vocacionestadistica.blogspot.com/2017/10/criterio-2-el-nivel-de-investigacion.html#:~:text=En%20nivel%20aplicativo%20se%20requiere,y%20transformar%20positivamente%20la%20realidad..>
- 73. PAREDES, Juana.** Publicaciones USMP. [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2021.] <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>.
- 74. BURNES VELAQUEZ, Katy KELY y MARTINEZ TAFUR, Mayumi Melina.** Reducción de la concentración de Ibuprofeno en agua por electrocoagulación, a nivel de laboratorio, Lima-2019. *Repositorio de la universidad Cesar Vallejo.* [En línea] 2019. [Citado el: 15 de Agosto de 2022.]

<https://repositorio.ucv.edu.pe/browse?type=author&value=Burnes%20Velasquez,%20Katy%20Kely>.

**75. HILARIO HUARINGA, Karen Gary.** Repositorio UAP. [En línea] 2018. [Citado el: 23 de Agosto de 2022.] <https://hdl.handle.net/20.500.12990/8073>.

**76. LAOS BARRERA, Lourdes.** *REDUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE IBUPROFENO EN UNA MUESTRA DE AGUA SINTÉTICA, MEDIANTE FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA.* Lima : s.n., 2019.

**77. PREPARACION DE MEDIOS DE CULTIVO.**

**78. ADELBERG, Melnick, BROOKS, Geo y CARROL, Karen.** *MICROBIOLOGIA MEDICA.* [trad.] Jose BLENGIO, y otros. 25a. 2011. ISBN .

**79. UCHA, Florencia.** Definicion ABC. [En línea] Agosto de 2011. [Citado el: 8 de Enero de 2023.] <https://www.definicionabc.com/ciencia/reactivo.php>.

**80. Significados.com.** [En línea] <https://www.significados.com/contaminacion-del-agua/>.

**81. LUQUE, Julio y PAREJA, Arturo.** *Seguridad y eficacia de ivermectina en tiempos de COVID-19.* Lima : s.n., Enero - Marzo de 2021, Scielo, Vol. 21.

**82. Publicidad, Gestion.** Venta de ivermectina creció más de 1,000% y paracetamol en 88% desde noviembre. *Gestion publicidad.* 2021.

**83. VICTORIA, Jairo.** *Ivermectina nuevos usos de una vieja droga.* Colombia : s.n., 1 de Febrero de 1999, Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica.

**84. NACEUR, Essida, MOHAMED, Allouchea y MOUNIRA, Lazzema.** *Respuesta ecotóxica de los nematodos a la ivermectina, un potencial tratamiento farmacológico anti-COVID-19.* Carthage : Elsevier, 2020, ScienceDirect.

**86. MEALEY, Ka.** *Ivermectina: Agentes antiparasitarios macrólidos.* En: Peterson, M;Talcott, P. *Toxicología de pequeños animales.* USA : s.n., 2013, Science Direct.

**87. MOLINARI, G, y otros.** *Efectos genotóxicos y citotóxicos in vitro de la ivermectina y su formulación ivomec en células de ovario de hámster chino (CHOK1).* 2008, Vol. 165, págs. 1047-1082.

**88. MONTES, Donicer, MONTERO, Yina y MORENO, Roosi.** *Determinación de la genotoxicidad de la ivermectina a través del ensayo cometa;* 2011, Colombiana cienc. Anim, págs. 321-327.

**89. Lineamientos Técnicos para Factibilidades, SIAPA.** *Alcantarillado Sanitario.* Guadalajara : s.n., 2014.

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuáles es la influencia de la ivermectina en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo - 2023?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>-¿Cuál es la concentración de DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito, Chilca – 2023?</p> <p>-¿Cuál es la concentración de DQO de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito, Chilca – 2023?</p> <p>-¿Cuál es la concentración de las bacterias Coliformes Totales de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo - 2023?</p> <p>-¿Cuál es la concentración de bacterias Coliformes Termotolerantes de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo - 2023?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar la influencia de la ivermectina en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo - 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>- Determinar la concentración de DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito, Chilca – 2023.</p> <p>-Determinar la concentración de DQO de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito, Chilca – 2023</p> <p>-Determinar la concentración de bacterias Coliformes Totales de las aguas residuales del distrito Chilca, Huancayo – 2023.</p> <p>- Determinar la concentración de bacterias Coliformes Termotolerantes de las aguas residuales del distrito Chilca, Huancayo – 2023.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p><b>Ho:</b> La ivermectina no influye de manera significativa en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo – 2023.</p> <p><b>Ha:</b> La ivermectina influye de manera significativa en la composición bacteriana de las aguas residuales del alcantarillado municipal del distrito Chilca, Huancayo – 2023.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Ivermectina</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>ml/L</p> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Composición bacteriana de las aguas residuales</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Mg/L Mg/L NMP/100 ml NMP/100 ml</p>	<p><b>Método:</b></p> <p>Científico, hipotético deductivo</p> <p><b>Tipo:</b></p> <p>Aplicada y de alcance correlacional</p> <p><b>Enfoque:</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>Experimental puro</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>Las aguas residuales de la ciudad de Huancayo</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Extraída por conveniencia son las aguas residuales del Distrito de Chilca</p> <p><b>Técnicas:</b></p> <p>La observación y evaluación de las muestras en el laboratorio</p> <p><b>Instrumentos:</b></p> <p>Ficha de registro de datos e informes de laboratorio y cadena custodia.</p>

Anexo 2. Cadena custodia



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR-005  
Versión: 07  
F.E: 12/2022

Página.....de.....

Cliente: Contreras - Galicio      Contacto: Liz Contreras      E-mail: contrerasloyd@gmail.com      Telef.(s) 973914523  
 Lugar: Puente Comunero-I      Empresa: \_\_\_\_\_      Planta: \_\_\_\_\_      Proyecto: Tesis.  
 Carta/Cotización: 2023-0901-3-1      MUESTREO POR SAG       MUESTREO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO o CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU				ANALISIS DE LABORATORIO												N° Informe: <u>176603-2023</u>	
	FECHA	HORA		DBO5	DQO	Cali. Feccal	Cali. Total													CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
T0-1	09/09/23	11:02	AGUA RESIDUAL	X	X	X	X													23091364	
T0-2	09/09/23	11:04	AGUA RESIDUAL	X	X	X	X													23091365	
T0-3	09/09/23	11:06	AGUA RESIDUAL	X	X	X	X													23091366	
T0-4	09/09/23	11:08	AGUA RESIDUAL	X	X	X	X													23091367	
T0-5	09/09/23	11:10	AGUA RESIDUAL	X	X	X	X													23091368	
T1-1	09/09/23	11:20	AGUA RESIDUAL	X	X	X	X													23091369	
T1-2	09/09/23	11:22	AGUA RESIDUAL	X	X	X	X													23091370	
T1-3	09/09/23	11:24	AGUA RESIDUAL	X	X	X	X													23091371	
T1-4	09/09/23	11:26	AGUA RESIDUAL	X	X	X	X													23091372	
T1-6	09/09/23	11:28	AGUA RESIDUAL	X	X	X	X													23091373	

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES  
**RECIBIDO**  
 09 SEP 2023  
 RECEPCION DE MUESTRAS  
 SAG

Observaciones de Muestreo: \_\_\_\_\_

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Victor Galicio Ordóñez      Firma(s): [Firma]      Recibido en laboratorio: [Firma]  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: Loida Liz Contreras Quispe      Firma(s): [Firma]      Día/Hora: 22:00 pm.

### Anexo 3. Métodos de referencia



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047**



### INFORME DE ENSAYO N° 176603-2023 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : LOIDA LIZ CONTRERAS QUISPE / VICTOR JAVIER GALICIO ORDOÑEZ  
**DOMICILIO LEGAL** : JIRÓN JUNÍN 1097 HUANCAYO  
**SOLICITADO POR** : LOIDA LIZ CONTRERAS QUISPE  
**REFERENCIA** : ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL PARA PROYECTO DE TESIS  
**PROCEDENCIA** : EFLENTE DEL ALCANTARILLADO MUNICIPAL AL RÍO MANTARO – PUENTE COMUNEROS I  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2023-09-09  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2023-09-09 AL 2023-09-21  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2023-09-09  
**MUESTREADO POR** : LOIDA LIZ CONTRERAS QUISPE / VICTOR GALICIO ORDOÑEZ  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed., 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2,00 <sup>(a)</sup>	mg/L
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed., 2023. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.	10,0	O <sub>2</sub> mg/L
Numeración de Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed., 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1,8 <sup>(b)</sup>	NMP/100mL
Numeración de Coliformes Fecales (Coliformes Termotolerantes)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 24th Ed., 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure. Thermotolerant coliform test (EC medium).	1,8 <sup>(b)</sup>	NMP/100mL

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.

(b) Expresado como límite de detección del método.

Quim. FAJARDO LEON  
 BELBETH YASBETH  
 SERVICIOS ANALITICOS  
 GENERALES SAC  
 Firmado con www.tocapu.pe

JEFE DE EMISIÓN DE INFORMES

Cod. FI 002 / Versión: 11 / F.E.: 06/2023

Este informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL – DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

**OBSERVACIONES:** • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego será eliminadas.

**IMPORTANTE:** • Este documento fue emitido con firma electrónica de valor legal en formato PDF. Debe solicitar su documento electrónico para verificar la autenticidad. Puedes comprobar la validez del mismo haciendo clic sobre la firma, saldrá un aviso: Validez de firma : firma válida', de no validarse el documento es falso. Notifique al correo: laboratorio@sagperu.com si su informe ha sido adulterado.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorios: INACAL-DA (Sede Lima 1): Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y INACAL-DA (Sede Lima 2): Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima.

• Central telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: sagperu@sagperu.com

**EXPERTS  
 WORKING  
 FOR YOU**

## Anexo 4. Ficha de resultados



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047



### INFORME DE ENSAYO N° 176603-2023 CON VALOR OFICIAL

#### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Matriz analizada	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Fecha de muestreo	2023-09-09	2023-09-09	2023-09-09	2023-09-09
Hora de inicio de muestreo (h)	11:02	11:04	11:06	11:08
Coordenadas	474921.007E 8664745.069N	474921.007E 8664745.069N	474921.007E 8664745.069N	474921.007E 8664745.069N
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada
Descripción del Punto de Muestreo	Agua residual sin tratamiento	Agua residual sin tratamiento	Agua residual sin tratamiento	Agua residual sin tratamiento
Código del Cliente	TO-1	TO-2	TO-3	TO-4
Código del Laboratorio	23091364	23091365	23091366	23091367
<b>ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)</b>				
Ensayo	Unidades	Resultados		
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>2</sub> )	mg/L	330.0	259.4	344.1
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O <sub>2</sub> mg/L	640	546	643
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	350 x 10 <sup>3</sup>	220 x 10 <sup>3</sup>	350 x 10 <sup>4</sup>
Numeración de Coliformes Fecales (Coliformes Termotolerantes)	NMP/100mL	79 x 10 <sup>3</sup>	130 x 10 <sup>3</sup>	240 x 10 <sup>4</sup>
Producto declarado	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Matriz analizada	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Fecha de muestreo	2023-09-09	2023-09-09	2023-09-09	2023-09-09
Hora de inicio de muestreo (h)	11:10	11:20	11:22	11:24
Coordenadas	474921.007E 8664745.069N	474921.007E 8664745.069N	474921.007E 8664745.069N	474921.007E 8664745.069N
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada
Descripción del Punto de Muestreo	Agua residual sin tratamiento	Agua residual con tratamiento	Agua residual con tratamiento	Agua residual con tratamiento
Código del Cliente	TO-5	T1-1	T1-2	T1-3
Código del Laboratorio	23091368	23091369	23091370	23091371
<b>ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)</b>				
Ensayo	Unidades	Resultados		
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>2</sub> )	mg/L	233.1	325.3	320.3
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O <sub>2</sub> mg/L	526	696	683
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	920 x 10 <sup>3</sup>	170 x 10 <sup>5</sup>	140 x 10 <sup>5</sup>
Numeración de Coliformes Fecales (Coliformes Termotolerantes)	NMP/100mL	350 x 10 <sup>3</sup>	110 x 10 <sup>4</sup>	33 x 10 <sup>4</sup>
Producto declarado	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Matriz analizada	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Fecha de muestreo	2023-09-09	2023-09-09	2023-09-09	2023-09-09
Hora de inicio de muestreo (h)	11:26	11:28	11:28	11:28
Coordenadas	474921.007E 8664745.069N	474921.007E 8664745.069N	474921.007E 8664745.069N	474921.007E 8664745.069N
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada
Descripción del Punto de Muestreo	Agua residual con tratamiento	Agua residual con tratamiento	Agua residual con tratamiento	Agua residual con tratamiento
Código del Cliente	T1-4	T1-5	T1-5	T1-5
Código del Laboratorio	23091372	23091373	23091373	23091373
<b>ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)</b>				
Ensayo	Unidades	Resultados		
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>2</sub> )	mg/L	302.8	430.5	430.5
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O <sub>2</sub> mg/L	746	806	806
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	70 x 10 <sup>4</sup>	920 x 10 <sup>4</sup>	920 x 10 <sup>4</sup>
Numeración de Coliformes Fecales (Coliformes Termotolerantes)	NMP/100mL	33 x 10 <sup>4</sup>	350 x 10 <sup>4</sup>	350 x 10 <sup>4</sup>

Lima, 22 de Setiembre del 2023.

Este informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

**OBSERVACIONES:** • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego será eliminadas.

**IMPORTANTE:** • Este documento fue emitido con firma electrónica de valor legal en formato PDF. Debe solicitar su documento electrónico para verificar la autenticidad. Puedes comprobar la validez del mismo haciendo clic sobre la firma, saldrá un aviso: Validez de firma : firma válida\*, de no validarse el documento es falso. Notifique al correo: laboratorio@sagperu.com si su informe ha sido adulterado.

#### SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios: INACAL-DA (Sede Lima 1): Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y INACAL-DA (Sede Lima 2): Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima.

• Central telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: sagperu@sagperu.com

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

## Anexo 5. Recolección de muestras





## Anexo 6. Adición de preservante en las muestras



## Anexo 5. Rotulado

