

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Efecto de la descarga de agua residual poblacional en  
la carga orgánica y coliformes termotolerantes del  
río Ichu, distrito de Acoria - Huancavelica - 2021**

María Isabel Aliaga Rojas  
Nisbeth Gladys Carbajal Quispe  
Eybi Mercedes Solis Porras

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



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

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Jehová y a nuestros amados padres por brindarnos paciencia, ánimos y amor para seguir avanzando y desarrollando la presente investigación de tesis. Gracias, también, por darnos la oportunidad de formarnos en la Universidad Continental para, así, crecer profesionalmente.

Agradecemos a nuestros padres por confiar y creer en cada una de nosotras, por desearnos lo mejor, por sus ánimos, que nos mantuvieron firmes y decididas a pesar de los obstáculos que hemos pasado.

Agradecemos a todas las buenas amistades familiares que nos sumaron positivamente para la realización de nuestra respectiva tesis.

De la igual forma, agradecemos a nuestro asesor, Pablo Espinoza Tumialán, que nos dio la dicha de brindarnos su tiempo y su sabiduría en contribución con la presente investigación.

Agradecemos también al Jurado y a aquellas personas que nos brindaron su apoyo incondicional con sus consejos, aportes y recomendaciones para que, de esa manera, nuestra investigación sea exitosa.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada al forjador de nuestro camino y a cada una de nuestras amistades de bien, seres que nos ofrecieron amor y bienestar al cuidado del medio ambiente.

A nuestros padres y hermanos, que nos apoyaron con un espíritu alentador, contribuyendo con su confianza y consejos para lograr nuestras metas y objetivos y, así, realizarnos como profesionales competentes para la sociedad.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE.....	iv
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I: 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
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Justificación e importancia.....	4
1.3.1. Justificación.....	4
1.3.2. Importancia.....	4
1.4. Hipótesis.....	5
1.4.1. Hipótesis general.....	5
1.4.2. Hipótesis específicas.....	6
1.5. Descripción de las variables.....	6
1.5.1. Operacionalización de la variable.....	7

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1.    Antecedentes del problema.....	9
2.1.1.    Antecedentes internacionales .....	9
2.1.2.    Antecedentes nacionales.....	12
2.1.3.    Antecedentes locales.....	12
2.2.    Bases teóricas.....	15
2.2.1.    Carga Orgánica.....	15
2.2.2.    Coliformes .....	19
2.2.3.    Agua residual.....	21
2.3.    Definición de términos.....	25
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	27
3.1.    Método y alcance de la investigación .....	27
3.1.1    Método de la investigación .....	27
3.1.2    Alcance de la investigación.....	28
3.2.    Diseño de la investigación .....	29
3.3.    Población .....	30
3.4.    Muestra .....	30
3.5.    Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	32
3.5.2.    Identificación de los puntos de muestreo .....	32
3.5.3.    La toma de la muestra.....	32
3.5.4.    Preservación y envío de las muestras de agua.....	33
3.5.5.    Procedimiento de medición de pH y Temperatura .....	34
3.5.6.    Cadena de custodia.....	34
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1.    Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	35

4.2.	Prueba de hipótesis .....	43
4.2.1.	Prueba de hipótesis para $DBO_5$ .....	43
4.2.2.	Prueba de hipótesis para DQO .....	44
4.2.3.	Prueba de hipótesis para Coliformes Termotolerantes .....	46
4.3.	Discusión de resultados .....	48
	CONCLUSIONES.....	49
	RECOMENDACIONES .....	50
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
	ANEXOS.....	56

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Operacionalización de la variable.....	7
<b>Tabla 2</b>	Estándar de Calidad Ambiental de Agua - Cat. 3.....	19
<b>Tabla 3</b>	Concentración de DBO <sub>5</sub> , DQO y AG – aguas arriba.....	36
<b>Tabla 4</b>	Carga en los monitoreos aguas arriba.....	39
<b>Tabla 5</b>	Concentración en los monitoreos aguas abajo.....	39
<b>Tabla 6</b>	Carga en los monitoreos aguas abajo.....	42
<b>Tabla 7</b>	Prueba de normalidad para DBO <sub>5</sub> .....	43
<b>Tabla 8</b>	Muestras emparejas para DBO <sub>5</sub> .....	44
<b>Tabla 9</b>	Prueba de normalidad para DQO.....	45
<b>Tabla 10</b>	Prueba de U Mann Whitney para DQO.....	45
<b>Tabla 11</b>	Prueba de normalidad para CT.....	46
<b>Tabla 12</b>	Prueba de muestras emparejadas para CT.....	47



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Imagen Satelital del área de estudio .....	31
<b>Figura 2</b> Mapa de ubicación del área de estudio .....	31
<b>Figura 3</b> Comparación de la concentración de DBO <sub>5</sub> aguas arriba con el ECA.....	36
<b>Figura 4</b> Comparación de la concentración de DQO con el ECA.....	37
<b>Figura 5</b> Comparación de la concentración de CF con el ECA.....	38
<b>Figura 6</b> Comparación aguas abajo de DBO <sub>5</sub> con el ECA Interpretación:.....	40
<b>Figura 7</b> Comparación de la concentración de DQO aguas debajo con el ECA ....	41
<b>Figura 8</b> Comparación de la concentración de CF aguas debajo con el ECA .....	42

## RESUMEN

La investigación presentada lleva por título *“Efecto de la descarga de agua residual poblacional en la carga orgánica y coliformes termotolerantes del río Ichu, distrito de Acoria - Huancavelica – 2021”* y tuvo como propósito determinar el efecto de la descarga de agua residual poblacional en la carga orgánica y de coliformes termotolerantes en el río Ichu. Para lograr este propósito, se empleó la metodología científica, el diseño fue no experimental. Asimismo, se efectuó un muestreo en la temporada de estiaje, aguas arriba del río Ichu en dos puntos con coordenadas UTM; E= 0515306, N=8601991 y aguas abajo entre las coordenadas E=0514425, N=8602984, tomando en cuenta las pautas establecidas en el Protocolo Nacional de Monitoreo de los Recursos Hídricos. Estos puntos de muestreo se georreferenciaron con un GPS, las muestras tomadas se rotularon y, posteriormente, fueron enviados al laboratorio. A partir del análisis, los resultados fueron que la concentración de DBO<sub>5</sub> aguas arriba fue (x=2,8 mg/L) y aguas abajo fue (y=3,8 mg/L); asimismo, el DQO aguas arriba (x=2,8 mg/L) aguas abajo (y=3,8 mg/L), La concentración de aceites y grasas tuvieron valores inferiores al límite de detección <1,0 mg/L y la concentración de coliformes termotolerantes en los cuatro monitoreos realizados en época de estiaje aguas arriba fueron (x=550 mg/L) aguas abajo (y=1107,5 mg/L), esto permitió evidenciar que, en los tres primeros monitoreos aguas abajo del río Ichu, se superó el estándar de calidad ambiental. En ese sentido, se concluyó que la descarga de agua residual poblacional no tiene efecto significativo en la carga orgánica, sin embargo, sí tiene efecto significativo en la carga de coliformes termotolerantes en el río Ichu, distrito de Acoria - Huancavelica – 2021.

**Palabras clave:** río Ichu, carga orgánica, DBO<sub>5</sub>, DQO, aceites y grasas, coliformes termotolerantes.

## ABSTRACT

The research presented is entitled "Effect of the discharge of population wastewater on the organic load and thermotolerant coliforms of the Ichu River, district of Acoria - Huancavelica - 2021", this research had the purpose of determining the effect of the discharge of wastewater population in the organic load and thermotolerant coliforms in the Ichu River. To achieve this purpose, scientific methodology was used, the design was non-experimental. Likewise, a sampling was carried out in the dry season, upstream of the Ichu River at 2 points with UTM coordinates; E = 0515306, N = 8601991 and downstream between the coordinates E = 0514425, N = 8602984, taking into account the guidelines established in the National Protocol for the Monitoring of Water Resources, these sampling points were georeferenced with a GPS, the samples taken were labeled and later sent to the laboratory. From the analysis, the results were that the BOD5 concentration upstream was (x = 2.8 mg / L) and downstream was (y = 3.8 mg / L), likewise, the COD upstream (x = 2.8 mg / L) downstream (y = 3.8 mg / L), The concentration of Oils and Fats had values below the detection limit <1.0 mg / L and the concentration of Thermotolerant Coliforms in the 4 monitoring carried out in the dry season upstream were (x = 550 mg / L) downstream (y = 1107.5 mg / L), this allowed to show that in the first 3 monitoring downstream of the Ichu river, it exceeded the environmental quality standard. Finally, concluding that the population wastewater discharge does not have a significant effect on the organic load, however, it does have a significant effect on the load of thermotolerant coliforms in the Ichu River, Acoria district - Huancavelica - 2021.

**Keywords:** Río Ichu, Organic Load, BOD<sub>5</sub>, COD, Oils and fats, Thermotolerant coliforms.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la calidad del agua se va alterando y es afectada por las actividades humanas o naturales que influyen en el medio ambiente. Las descargas de agua residual poblacional son un problema común y de mucha importancia, ya que si no reciben un tratamiento adecuado puede alterarse la calidad del cuerpo hídrico receptor que, en este caso, es el río Ichu. Asimismo, el arrojo de materiales peligrosos y residuos industriales, contribuyen con el cambio de estado natural del cuerpo de agua. El agua es un recurso indispensable que, entre el 70 y 80 % es usada por el sector de agricultura, el 20 % por el sector industrial y solo un 6 % por la población.

Perú es uno de los países más privilegiados, ya que cuenta con gran cantidad de agua a nivel global. Sin embargo, el crecimiento poblacional y su calidad del agua deja mucho que pensar en algunos departamentos. Por ello, es indispensable el cuidado de la calidad de los recursos hídricos, asegurando su sostenibilidad para que las futuras generaciones no se puedan ver afectadas.

De acuerdo con la Autoridad Nacional del Agua (ANA), a nivel nacional, los ríos presentan alteraciones en la calidad de su agua. Por ello, ANA da énfasis en la preservación de estas aguas, para que todos los seres vivos puedan tener acceso a ella. Hoy en día, se ve la escasez de la calidad de agua, la cual genera mucha preocupación; por consiguiente, se realiza esta investigación para determinar el efecto de la descarga de agua residual poblacional en la carga orgánica y coliformes termotolerantes presentes en el río Ichu, debido al vertimiento de aguas residuales de las actividades antropogénicas. Asimismo, la investigación toma como referencia al ECA en la categoría III.

La presente investigación está constituida por cuatro capítulos. En el primer capítulo, se menciona la formulación y el planteamiento del problema. En el segundo capítulo, se muestran los antecedentes, las variables de la investigación y el marco teórico. En el tercer capítulo se presenta la metodología de investigación. Finalmente, en el último capítulo, se detallan los resultados producto de los análisis a los que fueron sometidos los parámetros. Es importante mencionar que para el estudio se consideraron los límites aguas arriba y aguas abajo, es decir, aguas arriba con el puente Señor de Acoria y aguas abajo con la quebrada Olas.

# **CAPÍTULO I:**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

#### ***1.1.1. Planteamiento del problema***

La toma de conciencia acerca del cuidado del agua en los últimos tiempos ha tenido mayor relevancia, convirtiéndose en una necesidad de dimensión mundial. Es de conocimiento que alrededor del 80 % de las aguas residuales de origen antropogénico son vertidas a los cuerpos hídricos, sin haberse realizado algún tipo de tratamiento; debido a esto, muchos ríos, lagos, lagunas están contaminados; cabe mencionar que esta situación es más evidente en países donde la industria es mayor (1). El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en una investigación realizada a los cuerpos de agua, evidenció que la alteración de las aguas superficiales en África, Asia y Latinoamérica es muy preocupante; ya que producto de ello, muchas fuentes vitales se ven amenazados; por consiguiente, el crecimiento económico también se verá afectado. En los últimos veinte años,

en Latinoamérica la contaminación de ríos se ha ido incrementando alrededor de un 50%, este incremento hizo que se encendieran todas las alarmas del PNUMA (2).

En Perú, han sido mencionados diversos ríos importantes como contaminados por los vertimientos de agua residual sin tratamiento. Por consiguiente, estos vertimientos han alterado la calidad del agua, siendo así un problema que ha puesto en alerta a instituciones como la ANA, el Ministerio de Agricultura y Riego, Ministerio del Ambiente entre otros; ya que, este problema limita su uso, compromete la calidad y abastecimiento de este recurso; perjudicando el desarrollo agrícola, a las especies acuáticas, produciendo enfermedades cutáneas y digestivas en las personas que la consumen (3). Además, este problema no solo se da en algunos países, sino también se da a nivel global, y Perú no es la excepción; por ello la ANA, en el estudio realizado a las cuencas hídricas, identificó que en 129 de las 159 cuencas que fueron estudiadas en diversos sectores, los ríos estaban contaminados. Los cuerpos superficiales hídricos estudiados por la ANA son destinados para el consumo humano, actividades ganaderas, agrícolas y otras industrias; y estos se ven alterados en mayor parte por las descargas o vertimientos de residuos tanto líquidos como sólidos, por las personas aledañas a la ribera del río, presentando altos índices de enfermedades causadas por bacterias y materiales tóxicos provenientes de estas descargas (4).

De acuerdo con el estudio realizado “Determinación de fosfatos y nitratos en el río Ichu parte Urbana del Distrito de Huancavelica” se observó en el reporte de la Municipalidad provincial de Huancavelica, que cerca del 70% de los pobladores, disponen de una manera inadecuada sus residuos sólidos en las orillas del río Ichu; asimismo, el 60 % de los comerciantes que venden en las ferias realizadas los días sábado y domingo también arrojan sus desechos al mencionado río. Por otra parte, aseveró que la alteración de la calidad del río Ichu se debe a los vertimientos descontrolados de las aguas servidas y sin supervisión alguna. Cabe mencionar, que estos vertimientos contienen alta carga orgánica, detergentes, minerales, heces entre otros; estos vertimientos de manera directa a este cuerpo receptor, ha aumentado la concentración de estos contaminantes en épocas de ausencia de lluvia (5).

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **A. Problema general**

¿Qué efecto tiene la descarga de agua residual poblacional en la carga orgánica y coliformes termotolerantes del río Ichu, distrito de Acoria?

#### **B. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la diferencia de DBO<sub>5</sub>, DQO, aceites y grasas, entre los puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del río Ichu, Distrito de Acoria?
- ¿Cuál es la diferencia de coliformes termotolerantes, entre los puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del río Ichu, Distrito de Acoria?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de la descarga de agua residual poblacional en la carga orgánica y de coliformes termotolerantes en el río Ichu, Distrito de Acoria.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la diferencia de DBO<sub>5</sub>, DQO, aceites y grasas, entre los puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del río Ichu, Distrito de Acoria.
- Determinar la diferencia de coliformes termotolerantes, entre los puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del río Ichu, Distrito de Acoria.

### **1.3. Justificación e importancia**

#### **1.3.1. Justificación**

La justificación social se debió a que las descargas de agua residual poblacional en la mayoría de los casos son vertidos sin tratamiento alguno en el río Ichu, contribuyendo a que los diversos parámetros puedan aumentar sus concentraciones en épocas de estiaje; asimismo, este problema afecta a las comunidades aledañas de este distrito; debido a que, sus animales vacunos y ovinos deben de esta agua proveniente del río Ichu; además, estas agua las usan para regar sus vegetales, que posteriormente son comercializados y consumidos por las población. Con la determinación del efecto de la descarga de agua residual poblacional en los coliformes termotolerantes y la carga orgánica; permitió conocer que los resultados obtenidos en los monitoreos realizados de coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub>, DQO, aceites y grasas no llegaron a superar los ECA en la Categoría III contribuyendo así que la población pueda tener información con respecto a la calidad del agua.

La investigación se justifica de manera teórica porque aceptó los aportes de diversos teóricos y autores, con respecto a la descarga de agua residual poblacional en la carga orgánica y coliformes termotolerantes del distrito de Acoria en la región de Huancavelica; por ello, los autores y teóricos que fundamentaron en esta investigación fueron **Bokova N. (1)**, **Brack A.et al. (3)**, **Inzunza J. (6)**, **López R. (7)**, **Sperling M. (8)**, **Punmia B. (9)**, entre otros.

La justificación metodológica de la investigación se da debido al empleo de la metodología establecido por la ANA para realizar lo monitoreos en el río Ichu: asimismo, aporta un nuevo conocimiento acerca de las concentraciones de los parámetros DBO<sub>5</sub>, aceites y grasas, coliformes termotolerantes y DQO; además tener valores acerca de la carga orgánica de estos parámetros, información que servirá como aporte para las demás investigaciones que quieran realizar posteriormente.

#### **1.3.2. Importancia**

La investigación buscó analizar y comprobar a través de los coliformes termotolerantes y la carga orgánica si el agua del río Ichu, cumple con los parámetros de la



categoría III del ECA. La investigación fue importante; porque, es indispensable para mantener la calidad de agua en equilibrio, puesto que, existen la flora y la fauna acuática; del mismo modo, para el empleo de diversas actividades económicas, sociales y domésticas de ese distrito.

En ese sentido, se planteó realizar una investigación sobre el efecto que tiene la descarga de agua residual poblacional en la carga orgánica y en los coliformes termotolerantes en el río Ichu; a fin de sentar bases científicas que aporten conocimientos a la conservación del Río Ichu. De igual manera, brinda un aporte para la Municipalidad distrital de Acoria y los pobladores aledaños que quieran identificar los puntos de vertimiento, y así poder elaborar un perfil de una Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR); además, esto permitirá tomar decisiones en cuanto al cuidado y conservación del río Ichu. Los resultados obtenidos se presentarán a la Municipalidad de Acoria con la finalidad de que se puedan realizar proyectos a futuro con el fin de mantener y preservar la calidad del río Ichu.

## **1.4. Hipótesis**

### ***1.4.1. Hipótesis general***

#### *A. Hipótesis nula*

H<sub>0</sub>: La descarga de agua residual poblacional no tiene efecto significativo en la carga orgánica y de coliformes termotolerantes en el Río Ichu, Distrito de Acoria.

#### *B. Hipótesis nula*

H<sub>1</sub>: La descarga de agua residual poblacional tiene efecto significativo en la carga orgánica y de coliformes termotolerantes en el Río Ichu, Distrito de Acoria.

#### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- $H_0$ : No existe diferencia significativa de DBO<sub>5</sub>, DQO, aceites y grasas, entre los puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del río Ichu, Distrito de Acoria.
- $H_1$ : Existe diferencia significativa de DBO<sub>5</sub>, DQO, aceites y grasas, entre los puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del río Ichu, Distrito de Acoria.
- $H_0$ : No existe diferencia de coliformes termotolerantes, entre los puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del río Ichu, Distrito de Acoria.
- $H_1$ : Existe diferencia de coliformes termotolerantes, entre los puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del río Ichu, Distrito de Acoria.

#### **1.5. Descripción de las variables**

- Variable dependiente: Contenido de carga orgánica y coliformes termotolerantes.
- Variable independiente: Descarga de agua residual poblacional.

### 1.5.1. Operacionalización de la variable

**Tabla 1**

*Operacionalización de la variable*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>Contenido de carga orgánica y coliformes</b>	La carga orgánica es una porción de materia orgánica que es biodegradable y que está presente en el agua residual ya sea de origen industrial o doméstica (10). Los Coliformes son bacterias Gram negativas, que tiene la capacidad de fermentar lactosa como principal fuente de carbono (11).	La carga orgánica es una porción de materia orgánica y está presente en el agua residual donde bacterias como los coliformes son beneficiados por la alta concentración de carbono, que son usados como su principal fuente de carbono; asimismo, se puede encontrar altas concentraciones de DBO5, DQO, aceites y grasas. Estos parámetros son importantes como indicador del Estándar de Calidad Ambiental.	Concentración de DBO <sub>5</sub>	Parámetro de DBO <sub>5</sub> (mg/L)
			Concentración DQO	Parámetro de DQO (mg/L)
			Concentración Aceites y Grasas	Parámetro de Aceites y grasas (mg/L)
			Concentración Coliformes termo tolerantes	Parámetro de Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)
			Estándar de Calidad Ambiental (ECA)	mg/L
Las descargas de agua residual poblacional están referido al	La descarga de agua residual poblacional es el vertimiento de las	Velocidad del río	Velocidad del río (m/s)	

---

<b>Descarga de agua residual poblacional</b>	vertimiento de agua residuales ya sea en el sistema de alcantarillado, un cuerpo de agua superficial que previamente hayan recibido un tratamiento o no (12).	aguas residuales en un cuerpo natural hídrico, previo a este vertimiento se debe realizar un tratamiento; por ello, es indispensable tener en cuenta la velocidad y la temperatura de la descarga.	Temperatura	Grados Celsius (°C)
--	---	--	-------------	---------------------

---

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes del problema**

#### ***2.1.1. Antecedentes internacionales***

**Moreira L. et al.** en el artículo titulado “Investigación de total coliformes y termo tolerantes en el río Salgadoinho en Juazeiro do Norte, CE”. Artículo presentado a la revista *Acervo Cientific*, Río de Janeiro, Brasil, 2019 (13). Este estudio se propuso examinar los microorganismos a través de la investigación de coliformes totales y termotolerantes presentes en el río. Las tomas de las muestras se realizaron donde fue más evidente el vertido de residuos domésticos e industriales, en la fecha de agosto a septiembre de 2016 con diez días de diferencia. El procedimiento de análisis se realizó por triplicado, utilizando el método de tubo múltiple de número cuantitativo o más probable (NMP). El 100% de positividad se confirmó en todas las muestras analizadas para coliformes totales y termotolerantes, con altas proporciones registradas ( $\geq 1600$  MPN/mL). Estos resultados demostraron que el agua no es apta para su uso ni su consumo; lo que representa posibles transmisores de enfermedades por

medio del agua. Por lo tanto, es esencial una evaluación periódica del agua del río, así como tratar de aumentar la conciencia pública y los residentes locales sobre la preservación e importancia del río para la región de Cariri (13).

**Ochoa V. y Rueda J.** publicaron el artículo “Muestreo y Análisis de Agua Provenientes del río Santa Clara”. Investigación presentada a la revista Researchgate, Quito, Ecuador, 2021 (14). El objetivo del artículo fue recolectar muestras de agua del río Santa Clara ubicado en el cantón Rumiñahui, barrio Selva Alegre; y establecer la caracterización de la situación fisicoquímica actual del mismo, con la recolección de dicha información seguidamente comunicar los factores contaminantes que ha sufrido, ocasionando muchos cambios, a causa del aumento de la población, actividades industriales, agrícolas, etc. Como consecuencia ha hecho que las personas aledañas al río, dispongan sus residuos de forma inadecuada y creando focos de contaminación causantes de enfermedades y contaminación del cuerpo receptor hídrico. En el muestreo se analizó de manera directa los siguientes parámetros: color, turbidez, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, olor, detergentes, pH, anchura, longitud, altitud, profundidad, coliformes fecales, aceites y grasas. Los análisis fueron monitoreados en un segmento del río y además captados mediante un proyecto audiovisual destacando los resultados obtenidos en una tabla de resultados y evaluadas con anterioridad con materiales cercanos (metro, muestra de pH, frascos, entre otros) para poder recoger la muestra necesitada. Se concluye que el río Santa Clara no mantiene ningún estado de afección directa, al menos no actualmente, sin embargo, destaca la importancia de la realización de la toma de muestra y su debido estudio para conocer las características que posee un sector hídrico (15).

**Quiróz L. et al.** elaboraron el artículo “Estudio del impacto ambiental del vertimiento de aguas residuales sobre la capacidad de autodepuración del río Portoviejo, Ecuador”. Artículo presentado en la revista Centro Azúcar, Manabí, Ecuador, 2017 (16). El artículo se planteó el propósito de determinar la autodepuración del río en estudio, con el empleo de modelo matemático, teniendo en cuenta la variabilidad de la longitud de la descarga con la concentración del oxígeno disuelto; asimismo, identificar cuáles fueron las descargas que más afectan a la calidad del agua. Se utilizó un modelo matemático que logró

describir la variabilidad que presenta el oxígeno disuelto. Este modelo matemático se empleó en una distancia de 12 kilómetros aproximadamente en el mencionado río, el muestreo se realizó en la época de estiaje con la finalidad de que el caudal no afecte en la toma de muestra. La investigación concluye en que, a medida que el cauce avanza la concentración del oxígeno disuelto es menor. El aporte de la investigación fue que gracias al modelo se pudo conocer que cuando el cauce del río está en movimiento las concentraciones de los diferentes parámetros disminuyen (16).

**Fuentes R. et al.** hicieron el artículo “Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del Valle Toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D”. Investigación presentada a la revista Scielo, Toluca, México, 2015 (17). El artículo tuvo como objetivo “Identificar el tipo de materia orgánica disuelta en el agua subterránea y la posible contaminación antrópica, utilizando espectrometría de fluorescencia 3D” El estudio logró localizar alrededor de 49 fuentes de abastecimiento; el muestro realizado fue de acuerdo con el protocolo APHA-AWWAWFPC que sirvió para determinar la concentración de materia orgánica, este muestreo se ejecutó in situ y con tres medidas por cada parámetro. De las muestras tomadas el 51% superaron los 20 mg/L permitidos en la norma mexicana, mientras que el resto cumplió con los parámetros permitidos para DQO; de este porcentaje analizado se pudo identificar mediante la fluorescencia, el origen natural y el material proteico. Concluye en que se logró identificar el tipo materia orgánica que se disolvió en el agua subterránea del nevado de Toluca, este fue la Demanda química de Oxígeno (17).

**Guzmán G.et al.** realizaron la investigación “Evaluación espacio – temporal de la calidad del agua de rio San Pedro en el Estado de Aguascalientes, México”. Artículo presentado a la revista SCCA de la Universidad Nacional Autónoma de México, México (18). La finalidad del estudio fue determinar la variación espacial y temporal de contaminantes en el río San Pedro; además, se propuso emplear el índice global de la calidad de agua (IGCA), donde se estableció 43 puntos de toma de muestra, teniendo en cuenta diferentes características y los puntos de vertimiento más significativos que ocasionan contaminación. Las muestras se tomaron en 2 campañas, una durante época de estiaje y la segunda después de la temporada de lluvias. El estudio arrojó como resultados que la

concentración de materia orgánica (DQO, DBO<sub>5</sub> y Aceites y grasas) fueron elevadas y no mostraron diferencias entre campañas; además, se evidenció que los parámetros de coliformes totales y termotolerantes, superaron en una gran medida los estándares; estos valores obtenidos fueron similares en todos los sitios de muestreo. El estudio demostró que la calidad de agua está seriamente contaminada aceites y grasas, DQO y DBO<sub>5</sub>. Concluye que el mayor impacto negativo encontrado fueron en las zonas Centro y Sur, esto debido a que la mayor parte de la población está en esos dos lugares y la actividad industrial es mayor (18).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Álvarez R. y Zamora C.** elaboraron la tesis “Parámetros orgánicos y biológicos del agua del río Chonta en época de aislamiento social obligatorio por el SARS-COV-2, Baños Del Inca – 2020”, para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2020 (19). El objetivo de la tesis fue analizar los parámetros biológicos y orgánicos en el agua del río Chonta. Los investigadores emplearon la metodología científica, el monitoreo se realizó en tres fechas, la primera fue el 24 del mes de junio, luego el 07 de julio y finalmente el 20 de agosto del año 2020. Los resultados fueron que, en el primer día de muestreo aguas abajo, la concentración de DBO<sub>5</sub> fue de 61.4 mg/L, el día 07 de julio la concentración de DBO<sub>5</sub> fue de 76.2 mg/L y el último día presentó una concentración de 24.5 mg/L. Asimismo, se determinó la concentración de DQO en los días antes mencionados, donde el resultado fue 89.2 mg/L, 150.4/L y 67mg/L, respectivamente. La concentración de aceites y grasas en los días que se muestrearon aguas abajo, fueron 3.7 mg/L, 3.9mg/L respectivamente. La tesis concluye en que, al compararse la concentración, de los parámetros analizados, con los estándares, estos superaron en las dos estaciones; por ello, esta agua no es apta para el consumo ni para el riego (19).

### **2.1.3. Antecedentes locales**

**Sánchez V. et al.** realizaron el artículo “Calidad del agua del río Ichu en zonas urbanas del distrito de Huancavelica según ICA-NSF”. Artículo publicado en la revista Siglo XXI de la Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú, 2021 (20). La



finalidad del artículo fue determinar la calidad del agua del río Ichu. La investigación empleó la metodología científica; asimismo, se realizó un muestreo sistemático en seis puntos que fueron tomados a lo largo del río; asimismo, se consideraron nueve parámetros. Los resultados obtenidos fueron que la turbidez presentó 2 Unidad Nefelométrica de Turbidez (NTU), la DBO<sub>5</sub> 17.2 mg/L, fósforo total 0.5 mg/L, oxígeno disuelto 4.4mg O<sub>2</sub>/L, pH 7.3, temperatura de 13.5 °C y Sólidos Totales Disueltos (STD) con 40.1 mg/L, Coliformes fecales 1500 NMP/100 ml y finalmente la concentración de nitrato fue de 9.5 mg/L; estos resultados fueron para el punto de muestreo número 1. En el punto de muestreo 2, la concentración de turbidez, fosfatos totales, sólidos totales, temperatura, pH, nitratos, Coliformes fecales, oxígeno disuelto y DBO<sub>5</sub> fueron 5 NTU, 0.6 mg/L, 86 mg/L, 34.4°C, 7.4, 13.7 mg/L, 18.59, 46.4 mg O<sub>2</sub>/L y finalmente 5 mg/L respectivamente. Los investigadores concluyen, en que las aguas del río Ichu no son inocuas; por lo que, si las actividades antropogénicas se suspenden, no serían necesarias realizar medidas correctivas (20).

**Sáez W.** realizó la tesis “Concentración de nitratos y fosfatos en el Río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica”. Para lograr el grado de Maestro en Ciencias de Ingeniería. Tesis presentada a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú, 2019 (21). Esta tesis se propuso determinar la cantidad de nitratos y fosfatos presentes en el río Ichu. Para alcanzar este objetivo el investigador empleó la metodología científica, aplicada, descriptiva, el diseño empleado fue no experimental, el muestreo se realizó en seis puntos a lo largo del río Ichu. Los resultados a los que llegó el investigador fueron que la concentración de nitratos tuvo los siguientes resultados 13 mg/L para el punto de muestreo PM-B, para los puntos PM-1, PM-2, PM-3 y PM-4 fue de 13.5 mg/L y finalmente en el punto de muestreo PM-5 fue de 14.5mg/L. La concentración para el parámetro de fosfatos fue de 0.6 mg/L para los puntos de muestreo PM-B, PM-1 y PM-2; el punto de muestreo PM-4 fue de 0.55mg/L y finalmente el punto PM-5 fue de 0.6mg/L. La investigación concluye en que, al hacer la comparación con los ECA categoría III, los fosfatos y nitratos no sobrepasan los estándares; por lo que, esta investigación da fe de que, el agua del río Ichu puede ser usada por los pobladores y para el riego de sus cultivos (21).

**García R.** elaboró la tesis “Aguas residuales y residuos sólidos urbanos y su incidencia en la contaminación del Río Ichu de la localidad de Huancavelica”, para obtener el grado de Doctor en Ciencias Ambientales. Tesis presentada a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú, 2018 (22). Esta investigación tuvo como objetivo general “Identificar si las aguas residuales y los residuos sólidos urbanos, inciden en la contaminación del río Ichu en sus propiedades físicas, químicas y biológicas en la localidad de Huancavelica”. La técnica empleada para esta investigación fue la encuesta, esta técnica permitió reunir la información de los pobladores aledaños al río Ichu. Para lograr procesar los datos se empleó del software SPSS; asimismo, se utilizó el programa de Microsoft Excel, todo esto por un proceso de 30 días. Concluye en que los vertidos de residuos sólidos y agua residual generados por los habitantes influyen de manera directa en la contaminación biológica, física y química del río en estudio, cabe mencionar que las pruebas estadísticas realizadas tuvieron un nivel de confianza de 95% (22).

**Salazar J.** hizo el estudio “Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el período 2015-2019”. Investigación presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental, Huancayo, Perú, 2020 (23). La tesis tuvo como finalidad determinar mediante un análisis de parámetros el impacto en la cuenca del río Tarma debido al vertimiento de agua a partir del año 2015 hasta el año 2019. Para lograr esta finalidad el investigador empleó la metodología científica, el método específico fue el analítico, la técnica empleada fue la observación, se tomó en cuenta el análisis de 5 parámetros y 6 puntos de muestreo. Los resultados fueron, que la concentración para el parámetro de oxígeno disuelto fue de 5, 4.8, 4.5, 4 y 4.3 mg/L; para DBO<sub>5</sub> fue 13, 4, 5, 23, 34 mg/L; SST tuvo como resultado de 34, 74, 74, 66, 75 mg/L; para Conductividad Eléctrica 994, 996, 1026, 1648  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y finalmente el parámetro CF fue de 330000, 330000, 240000, 14000 y 4600000, en los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 respectivamente. La conclusión a la que llegó el investigador fue que, se evidenció la elevada concentración de coliformes fecales, superando el ECA para la categoría III; estos resultados se deben a la ausencia de sistema de alcantarillado y la falta de sistema para tratar las aguas residuales en los lugares aledaños al río Tarma. Asimismo, los parámetros físicos no llegaron a superar el estándar; los parámetro físico – químico presentaron una desviación significativa negativa debido al

vertimiento de aguas residuales y por último los parámetros biológicos tuvieron altos valores en todos los años que se realizó el análisis (23).

**Lima M.** elaboró la investigación “Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018”. Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental, Huancayo, Perú, 2020 (24). La investigación se propuso determinar la afectación en la calidad del agua del río Sicra. Para alcanzar este propósito la investigadora hizo uso de la metodología científica, el método específico observacional, el nivel fue descriptivo, tipo aplicado, diseño transversal no experimental, las muestras se obtuvieron mediante el muestreo de acuerdo con el Protocolo Nacional, los puntos de muestreo fueron 3 y el instrumento que se usó fue la cadena de custodia. Los resultados a los que llegó el investigador fueron que, para los parámetros fisicoquímicos como el pH tuvo un valor de 6.8, 8.1 y 8.5; la temperatura fue de 15.8, 16.8 y 17.2 °C; Sólidos totales suspendidos fue el valor de 5.7, 6.8, 7.7 mg/L; DBO<sub>5</sub> <2, oxígeno disuelto 8.05, 7.14 y 7.35; DQO >10, 14.8 y <2 mg/L; nitrógeno total 0.24, 0.92 y 0.69 mg/L y por último el parámetro de fósforo total fue de 0.16, 0.31 y 0.64; para los puntos de muestreo PM1, PM2, PM3 respectivamente. La investigadora dio la conclusión de que, los parámetros analizados se distribuyeron de forma normal; asimismo, la prueba t – Student determinó que las aguas residuales que fueron vertidas al río Sicra no llegaron a alterar la calidad de este (24).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Carga Orgánica**

#### *A. Definición*

Para la Real Academia Española la carga orgánica es una porción de materia orgánica que es biodegradable y que está presente en el agua residual ya sea de origen industrial o doméstica (10). La carga orgánica está definida como la cantidad de carbono que están presentes en los efluentes de diversos orígenes. Estos compuestos de carbono tienen estructuras químicas, en donde el carbono presenta un enlace con hidrógeno u otros

elementos como el nitrógeno, azufre, cloro, fosforo, oxígeno u otros elementos. No hay una estructura única; asimismo, la cantidad de átomos de carbono varían, como en el caso del metano o tener hasta millones de átomos como en el ADN (25). La carga orgánica se puede expresar como la cantidad en kilogramos de Demanda Bioquímica de Oxígeno por unidad de volumen por día en un determinado medio filtrante por un periodo de tiempo ( $\text{Kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ) (26).

*a. Demanda Bioquímica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ )*

La demanda bioquímica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ) es un experimento empírico que utiliza procedimientos estándar de laboratorio. Prueba de demanda biológica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ); usada con el propósito de establecer la necesidad de oxígeno para la oxidación de los desechos orgánicos contenidos en las aguas residuales. La  $\text{DBO}_5$  es empleado para medir la porción de oxígeno que se necesita para la oxidación bioquímica de la materia orgánica. A esto se le llama demanda de oxígeno de las sustancias carbonosas. Al mismo tiempo, si el inhibidor no evita la oxidación, también sirve para medir el oxígeno necesario para la oxidación de sustancias nitrogenadas. La base del método de prueba es llenar la muestra en botellas de  $\text{DBO}_5$  bien cerradas, incubar bajo ciertas condiciones, durante un determinado período de tiempo, y medir el oxígeno disuelto al comienzo y después de la incubación (27).

Este parámetro es usado para la determinación de la contaminación biológica del agua, permite conocer el requerimiento de oxígeno que necesitan las bacterias y otros microorganismos, ya sea en agua contaminada o tratada. Además, es usada para identificar la eficacia del tratamiento de las aguas residuales o potables, así como para la identificación de las dimensiones del tratamiento de estas. No obstante, las restricciones que se encontraron para este parámetro han iniciado estudios que están encaminados a la búsqueda de un método más preciso, práctico y rápido para ser usado como un indicador de contaminación de agua (28).

*b. Demanda Química de Oxígeno (DQO)*

Es la cantidad necesaria de  $O_2$  para la oxidación química de sustancias oxidables en el agua. Es uno de los parámetros más importantes que es usado para la determinación del grado de contaminación de las aguas residuales, es la demanda química de oxígeno. El requerimiento químico de oxígeno es un análisis simple del que se obtiene resultados en pocas horas (29). La DQO permite determinar la porción que fue consumido por la materia orgánica presentes en la muestra, y que, mediante un agente oxidante, estas se pueden oxidar. Particularmente representa la cantidad orgánica de la muestra que es oxidada por el dicromato en una solución ácida (30).

*c. Aceites y grasas*

En general, la estructura principal de los lípidos o grasa están presentes en el cuerpo humano, los animales y las plantas, estos aceites y grasas están compuestos de oxígeno (O), hidrógeno (H) y carbono (C). Los aceites forman parte de los lípidos de estructura química que son insolubles en agua y solubles en gasolina, éter, acetona y disolventes similares. Las grasas se forman por la combinación de glicerol y ácidos grasos cambian su estructura a altas temperaturas. Con la alta temperatura, las grasas se descomponen rápidamente en ácidos grasos y glicerol. Con la alta temperatura continua pueden llegar a formar nuevos productos (31).

Los aceites y grasas pueden ser tanto de origen animal como de vegetal, estos son triglicéridos o también se les conoce como glicerina. Los aceites y grasas son naturaleza lipídica, insolubles en agua, estas al ser menos densas permanecen en la superficie del agua llegando a formar espumas y natas (22)

*d. Estándar de Calidad Ambiental (ECA)*

El ECA brinda grados para sustancias y elementos que están presentes en el medio ambiente y estos no deben representar peligro para los habitantes ni para el ambiente. El ECA es un instrumento ambiental que está establecido para determinar en qué estado se encuentra la calidad ambiental en todo el territorio nacional. Actualmente

se cuenta con cinco tipos de ECA: Radiaciones No Ionizantes, Agua, Aire, Suelo y Ruido. Este instrumento ambiental es importante, ya que permite tener un objetivo con respecto a la calidad ambiental; asimismo, permite tener en conocimiento el cumplimiento para posteriormente realizar la toma de decisiones pertinentes. Para lograr determinar si se está cumpliendo con este instrumento de gestión ambiental es importante tener en cuenta los parámetros. Un parámetro es un elemento que sirve para medir ya sea físico, biológico o químico, y forma parte del ECA. El ECA agua cuenta con 104 parámetros donde se encuentran elementos fisicoquímicos y microbiológicos (32).

**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
Detergentes (SAAM)	mg/L		0.2		0.5
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/100 ml		1000	2000	1000
Escherichia coli	NMP/100 ml		1000	....	....
Huevos de Helminos	Huevo/L		1	1	....

*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.

### 2.2.2. Coliformes

#### A. Definición

Los coliformes son bacterias Gram negativas, que tiene la capacidad de fermentar lactosa como principal fuente de carbono. Cuando los coliformes se incuban en temperaturas de entre 35 y 37  $^{\circ}$  C por alrededor de las 48 horas, estos llegan a producir gases. La evidencia de coliformes manifiesta la contaminación fecal. Dentro de la categoría coliformes se encuentra la bacteria *Escherichia coli*; que es una bacteria perteneciente a esta familia, que se llega a desarrollar a una temperatura de 44 $^{\circ}$  C; la presencia de esta bacteria es un indicador de contaminación por heces. Para lograr determinar el recuento de coliformes se realiza

mediante el método de Número más Probable (NMP), en algunos casos también se utiliza el método de filtración mediante membranas (FM) (11).

Son microorganismos Gram negativos cuya habidad es el tracto intestinal de las aves y mamíferos, y cuya característica principal es la fermentación de la lactosa a 35° C. Los géneros presentes en este grupo son: *Enterobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Edwadsiella* y *Citrobacter*. Las mencionadas pueden estar presentes como saprófitas o como bacterias intestinales, excepto la *Escherichia*, que es de origen netamente fecal. Esto ha permitido hacer una distinción entre los coliformes termotolerantes y los coliformes totales, que también tiene la capacidad de fermentación de la lactosa a una temperatura de 44.5°C. La presencia de contaminación bacteriana cuyo origen es fecal está restringida a la existencia de los coliformes fecales; por otro lado, los coliformes totales se llegan a desarrollar a temperaturas de alrededor de 35 °C, y la presencia de estos es indicio de la existencia de contaminación, sin determinar su origen. Asimismo, los Enterococos son usados como indicadores adicionales de contaminación fecal (33).

Los primeros microbiólogos de agua definieron como coliformes a las bacterias que tuvieron la capacidad de crecer a temperaturas de 37°C en presencia de sales biliares; además, fueron capaces de producir ácidos y gas a partir de la fermentación de la lactosa. Estos coliformes fueron considerados como bacterias que son exclusivamente de origen fecal y, en consecuencia, a 43 °C tienen la capacidad de fermentar lactosa. Estas bacterias también son definidas como miembros de las *Enterobacteriaceae*, que tiene el gen que codifica la producción de b-galactosidasa. El género *Aeromona* puede imitar a los coliformes cuando se realizan pruebas de laboratorio estándar, las *Aeromonas* son oxidasa positiva, mientras que los coliformes son oxidasa negativa (34).

### *B. Coliformes Totales*

Son bacterias que están en el suelo y agua, influenciadas por desechos presentes en la superficie. Los coliformes totales pueden llegar a desarrollarse en algunos entornos no intestinales; por ejemplo, las tuberías de abastecimiento del elemento agua; sin embargo, la presencia de los coliformes fecales en estas tuberías es muy raro. Sin embargo, se considera



que el rebrote dentro del sistema de distribución es una de las causantes de enfermedades que afectan al sistema digestivo que se le atribuyen al consumo de agua potable (34).

### *C. Coliformes Termotolerantes*

Son el grupo de bacterias donde se consideran que su presencia esta específicamente en el intestino de los animales. Debido a la presencia de los coliformes fecales que tienen un origen específico en comparación de los coliformes totales; estos coliformes fecales son considerados como un indicador preciso de desechos animales o humanos, en comparación con los coliformes fecales, que no necesariamente tienen este origen fecal (34).

A los coliformes fecales también se les denomina coliformes termotolerantes debido a la capacidad que tiene para desarrollarse y tolerar altas temperaturas. En los últimos años esta denominación está teniendo más relevancia, por su característica de poder proliferarse a mayores temperaturas. La reproducción de coliformes se ve favorecida por la presencia de humedad, materia orgánica, pH y otros más parámetros que permiten crecer fuera de los intestinos. En aguas que contienen residuos vegetales, existen bacterias endógenas. Asimismo, se pueden reproducir en las biopelículas de las tuberías de servicio de agua potables. Por ello, es que existe la definición de bacterias que no tienen el origen fecal. Los coliformes termotolerantes son parte de la evaluación de la eficiencia de una PTAR (Planta de Tratamiento de Agua Residual) (35).

### **2.2.3. Agua residual**

#### *A. Definición*

Son aguas que han sufrido modificaciones en sus características originales, estas modificaciones de deben a las actividades antropogénicas e industriales, y estas requiere un tratamiento previo, al reúso, descarga a un cuerpo natural hídrico o a la red de alcantarillado (36). Los compuestos contaminantes que están en el agua residual la mayor parte son elementos inorgánicos y orgánico.

Las aguas residuales para volver a usarse o descargarse se tienen que realizar un tratamiento. Las aguas residuales son generadas por la contaminación del agua utilizada en

los hogares, en las industrias, instalaciones o diferentes actividades comerciales. Muchas veces estas aguas se mezclan en el sistema de recolección con las precipitaciones, fugas de agua y aguas superficiales. En los últimos años se ha generados mayor cantidad de agua residual en comparación a años anteriores. La razón de ello es el crecimiento de las industrias y el aumento de instalaciones industriales en consonancia con desarrollo y crecimiento poblacional. Asimismo, la prolongación de la vida humana, el aumento de la calidad de vida también ha provocado el mayor consumo de agua y por ende mayor generación de agua residual (8).

### *B. Descargar de agua Residual*

Las descargas de agua residual esta referido al vertimiento de agua residuales ya sea en el sistema de alcantarillado, un cuerpo de agua superficial que previamente hayan recibido un tratamiento. Toda descarga de agua residual en un cuerpo natural requiere una autorización previa; para ello, es indispensable presentar el instrumento ambiental y este tiene que estar validado por la autoridad competente (12). Las descargas de agua residual son muy variadas como las fuentes de origen y el tipo de componente que contienen (37). Las descargas de agua residual también son tomadas como un indicador donde se muestra la cantidad de agua que es vertida sin tratamiento alguno en el ambiente (38).

#### *a. Aguas residuales Industriales*

Son aguas provenientes de un proceso productivo; asimismo, se les incluye a aquellas aguas residuales provenientes de las actividades mineras, agroindustriales, energéticas, agrícolas, pesqueras, curtiembres, papeleras., entre otros (36). Las aguas residuales son resultado de cualquier actividad antropogénica resultante de un proceso productivo, manipulación o transformación. Las composiciones y los caudales de estas aguas tienen variaciones muy grandes, siendo distintas las características de los vertidos de acuerdo con cada industria, es importante mencionar que estas aguas residuales son más contaminadas que las agua que provienen del uso doméstico. El vertimiento de las aguas residuales de las industrias no se da de forma continua, sino en horas o incluso en ciertas épocas del año. La variación del caudal y la carga se dan

en transcurso del día. La enorme variabilidad y la alta carga hace que el tratamiento se vuelva más complejo, siendo necesario realizar un estudio para cada caso (39).

*b. Aguas residuales domésticas o poblacional*

Son agua con desechos fisiológicos, aceites, grasas, materia orgánica, entre otros; que provienen de actividades humanas y cuya disposición tiene que ser de forma adecuada (36). Estas aguas provienen de los lavados, urinarios y retretes de las viviendas, edificios, residencias, oficinas entre otros. Estas aguas contienen alta carga orgánica, debido a las excretas y orinas de los humanos, y la naturaleza de esta agua residual es extremadamente sucia (9).

Son provenientes del uso de la comunidad y que contienen todos los materiales agregados al agua durante su uso. Por ello, el agua está compuesto de desechos humanos como las heces y la orina, que son desechados por los inodoros. Asimismo, estas aguas son productos del lavado personal, la lavandería (40). La cantidad de materia orgánica contenida en estas aguas, están compuestas mayormente por proteínas, carbohidratos y grasas. Estos compuestos particularmente los dos primeros, son un excelente alimento para que las bacterias se puedan desarrollar. Además, de estos compuestos químicos, las heces y en menor medida la orina, contienen millones de bacterias y un menor número de otros organismos, que en su mayoría estos son causantes de diversas enfermedades (41). Los parámetros que se debe tener en consideración son los siguientes

- pH: El valor de pH es una medida que mide la alcalinidad o acidez de cualquier solución. El valor de pH de las soluciones varía de 0 a 14. 0 - 7 significa solución ácida, 7-14 significa solución básica, 7 es neutral. El pH del agua también toma valores de 0 a 14. 0 a 7 se llama ácida, 7 es neutra y 7 a 14 es agua alcalina. El pH 7 refiere que tiene un agua. El hecho de que el agua tenga una característica ácida significa que contiene más dióxido de carbono, y su característica alcalina significa que contiene bicarbonato de calcio adicional y sales alcalinas. Además, la presencia

de potasio, calcio y magnesio en su contenido reduce la acidez del agua. Las aguas ligeramente alcalinas son más eficientes y beneficiosas para la salud humana (42).

- **Temperatura:** La temperatura es una medida de cuán caliente o frío está un sistema. A diferencia del calor, la temperatura es una propiedad de un sistema que describe su estado. No se puede hablar del calor de un sistema, pero si se puede hablar de su temperatura. Conforme aumenta la temperatura, la energía cinética promedio de las partículas del sistema también aumenta, las partículas se mueven más rápido. Cuando disminuye, la velocidad promedio de las partículas también disminuye, se mueven más lentamente (6). Este parámetro tiene mucha influencia en el desarrollo de la vida acuática, la velocidad de reacción ya sea bioquímica o química y también en el oxígeno disuelto.
- **Velocidad del río:** Es la cantidad expresada en metros por segundo que el agua recorre en un río (43). Asimismo, se refiere a los movimientos de agua que pasan por un canal. La velocidad del río depende de muchos factores como la pendiente, la forma del canal por donde circula el río; además, el volumen que lleva el río y la porción de fricción que es causado por las aristas del lecho del río. La velocidad de estos cuerpos superficiales puede variar en muchos puntos diferentes, en todo el transcurso del agua de río (7).

### *c. Aguas residuales municipales*

Son aguas producto de la combinación de aguas residuales de origen domestico con la lluvia o industrial, que previo al vertimiento hayan sido tratadas, para que se puedan aceptar en la red de alcantarilla (36). Estas aguas se definen como provenientes del uso de los pobladores o de una mezcla de aguas residuales domésticos e industriales; así como, las agua productos de la precipitación. Esta agua puede presentar alta toxicidad y su tratamiento se puede determinar por medio de ensayos y posteriormente compararse con la toxicidad inicial, esta comparación se puede realizar en cada proceso de tratamiento. Su tratamiento de estas aguas consiste en el proceso de

eliminar los contaminantes que son nocivos. Estos contaminantes se tratan por medio de métodos o procesos como los físico, químicos y biológicos (44).

### 2.3. Definición de términos

Según (MINAM, 2017) “Guía de Evaluación de la calidad ambiental” (45), define los siguientes

- **Amenaza potencial:** Es un proceso mediante el cual se identifica y determina un peligro que comprometa la calidad del recurso hídrico (39).
- **Calidad del medio:** considera al impacto y su potencial reversibilidad (36).
- **Cantidad:** Tiende por ser un probable volumen de sustancia que es emitida al entorno (41).
- **Población afectada:** Es el número de personas que podrían verse afectadas (38).
- **Riesgo ambiental:** Es la probabilidad de la afectación directa o indirecta de un peligro con el ambiente y a la diversidad de dicho sistema (36).
- **Coliformes:** Son bacterias Gram negativas y que se pueden encontrar en el ambiente y en el intestino de. Estas bacterias suele ser un buen indicador de la presencia de ciertos parásitos intestinales y patógenos en el agua (11).
- **Descarga de agua residual:** Son los vertimientos de las aguas residuales en un cuerpo receptor natural o el sistema de alcantarillado (37).
- **Agua residual poblacional:** Son aquellas aguas residuales que sus características naturales han sido modificadas por actividades y uso de la población (37).
- **DBO:** Es un experimento que utiliza procedimientos estándar de laboratorio (27).
- **DQO:** Es la cantidad necesaria de O<sub>2</sub> para la oxidación química de sustancias (29).
- **Aceites y grasas:** Es origen animal como vegetal, estos son triglicéridos o también se les conoce como glicerina. Los aceites y grasas son naturaleza lipídica, insolubles en agua, estas al ser menos densas permanecen en la superficie del agua llegando a formar espumas y natas (22).

- **Materia orgánica:** Son compuestos que contienen hidrógeno, oxígeno y especialmente carbono como elementos básicos en sus estructuras como carbohidratos, proteínas y grasas (9).
- **Carga orgánica:** Es una porción de materia orgánica que es biodegradable y que está presente en el agua residual ya sea de origen industrial o doméstica (10).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

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

#### ***3.1.1 Método de la investigación***

##### *A. Método general:*

Para Lino J. el método científico son pasos ordenados que encaminan al proceso del conocimiento científico, que van desde lo desconocido hasta lo conocido; es decir es el modo de comprender el problema (46). Para esta investigación se empleó el método científico, ya que se siguió una secuencia de pasos estructurados para poder abordar el problema que en este caso es, el efecto de la descarga de agua residual poblacional en la carga orgánica y de coliformes termotolerantes en el río Ichu, Distrito de Acoria.

### *B. Método específico:*

De acuerdo con Lino J. el método analítico es analizar los elementos simples a partir de la descomposición ya sea mental o material; por lo que, es analizar un objeto mediante la observación y así determinar la relación que tiene con el todo (46). Para la investigación se usó el método analítico; puesto que hizo un análisis de los parámetros DBO<sub>5</sub>, Coliformes termotolerantes, aceites y grasas y DQO, de acuerdo con el ECA en su categoría 3. Asimismo, el empleado fue el experimental-causal; ya que, no se hizo ninguna manipulación en la variable.

#### **3.1.2 Alcance de la investigación**

El tipo de investigación fue de tipo aplicado, debido a que la investigación busca resolver un determinado planteamiento o problema, con un enfoque de búsqueda y por consiguiente la consolidación del conocimiento para posteriormente determinar si la afirmación planteada es la correcta (47). Además, esta investigación busca solucionar un problema en un determinado contexto, puesto que está orientada a la aplicación de manera inmediata y no solo se enfoca en el desarrollo de las teorías (46).

Esta investigación se empleó el tipo de investigación aplicado, porque el problema establecido es conocido por las investigadoras; para lo cual; brindó solución al problema planteado inicialmente con los conocimientos adquiridos de acuerdo con la información teórica recopilada acerca de las variables de este estudio, como son la descarga de agua residual poblacional y la carga orgánica, y coliformes termotolerantes. Asimismo, recopiló toda la información teórica ya sea de manera conjunta o independiente necesaria de las variables en estudio; referidas de forma que los resultados se enfoquen en conocer la realidad.

De acuerdo con Hernández R. et al. la investigación de nivel explicativo que tiene una exploración de relación causal; en otras palabras, esta investigación busca acercarse y describir el problema de la investigación; además, trata de encontrar las posibles causas del objeto del problema (47). Por ello, el nivel más apropiado para esta investigación fue el explicativo, ya que se habla de la observación en profundidad; dicho nivel abarca a la explicación de la relación de las variables la carga orgánica y coliformes termotolerantes, y



las descargas de agua residual poblacional, de modo que dicho contraste evidenció y sustentó propiamente el aporte.

### 3.2. Diseño de la investigación

Para Hernández et al. el diseño no experimental se caracteriza porque no se realiza ningún tipo de manipulación a las variables; ya que, solo se observa todos los elementos presentes en el medio natural para su posteriormente realizar un análisis. El diseño no experimental evolutivo o longitudinal es el estudio de la muestra en un periodo de tiempo prologando, cuya finalidad es hacer inferencias con respecto al cambio del problema o fenómeno de investigación, es decir sus causas y sus efectos. Asimismo, el estudio descriptivo es aquel que describirá los fenómenos en un determinado contexto o circunstancia o tiempo (47).

El diseño para esta investigación fue no experimental, ya que los hechos se estudiaron tal y como son, y no se vio necesaria la manipulación, de manera intencional, de las variables en estudio. Los datos se recolectaron directamente de la descarga del agua residual en el río Ichu, sin ninguna modificación de las variables implicadas en este estudio. Asimismo, es longitudinal porque el estudio de los parámetros fue realizado en un periodo de un mes. Se ejecutaron cuatro análisis, durante los sábados. Por ello, la investigación hizo uso del diseño descriptivo- longitudinal



Dónde:

M1: Muestra real del agua

D: Descarga de agua residual

M2: Muestra aguas abajo

### **3.3. Población**

De acuerdo con Hernández R. et al. la población está representada por todos los elementos que se va a estudiar, estos elementos tienen las mismas características (47). Para este estudio la población fue el flujo de aguas, tanto, aguas arriba del río Ichu, que estuvo entre las coordenadas E= 0515306, N=8601991 y aguas abajo entre las coordenadas E=0514425, N=8602984 en el periodo de estiaje.

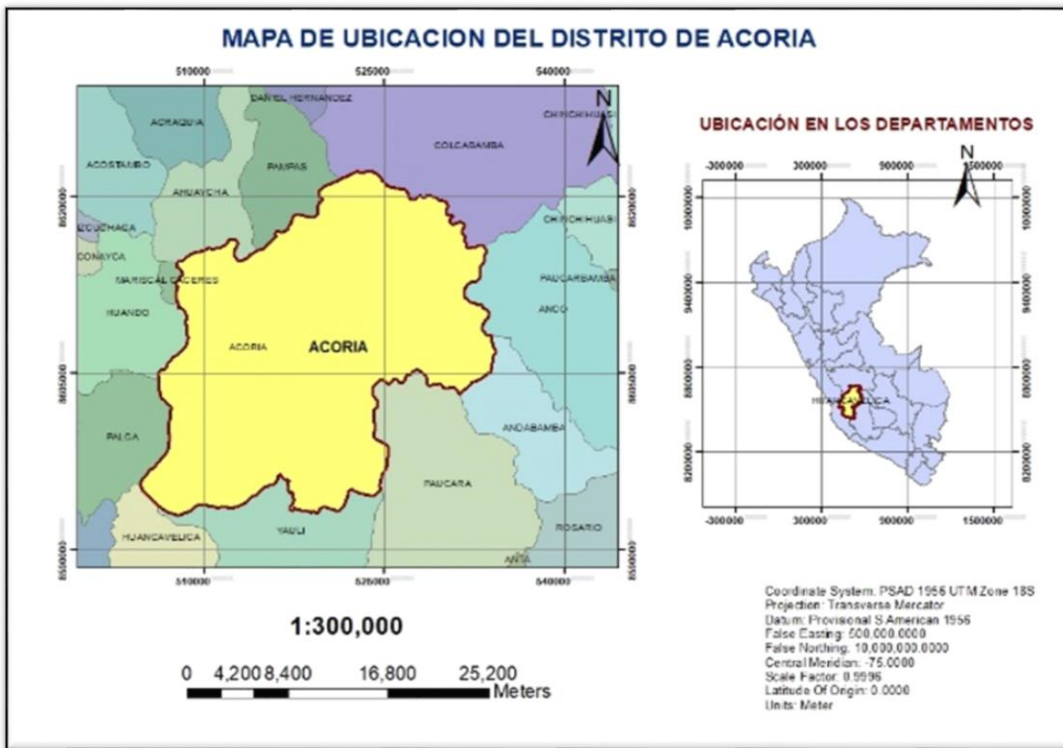
### **3.4. Muestra**

Para Hernández R. et al. la muestra forma parte de la población y esta tiene que ser muy representativa, esta muestra debe tener características muy similares a la población (47). Para Arias F. el muestreo es la técnica que sirve para seleccionar la muestra. Asimismo, el muestreo no probabilístico es el procedimiento donde no se tiene conocimiento del elemento que formará parte de la muestra (48). Para la investigación se realizó siguiendo los criterios del Protocolo Nacional propuesto por la ANA, donde se realizaron las tomas de 8 muestras de los parámetros de Coliformes termo tolerantes, DBO<sub>5</sub>, Aceites y Grasa y DQO en el río Ichu.



**Figura 1.** Imagen Satelital del área de estudio

Nota. Tomado de “Google Maps, río Ichu- Municipalidad de Acoria”, Google,2021.



**Figura 2.** Mapa de ubicación del área de estudio

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

#### **3.5.1. Reconocimiento e Identificación de la zona de estudio**

Se logró determinar la esencia del estudio que en este caso fue el río Ichu ubicado en el distrito de Acoria, para ello se tuvo en consideración contar con la mayor cantidad de información, el cual permitió caracterizar y determinar el área para el estudio. Gracias a las imágenes satelitales y mapas se hizo el reconocimiento del área de estudio.

Para la observación se realizó los siguientes pasos:

1. Se Definió y estableció lo que se quiso observar.
2. Se estimó el tiempo que se emplearía para la observación.
3. Se tuvo una reunión con los pobladores que iban a ser observados y se les explicó en qué consistía la investigación.

#### **3.5.2. Identificación de los puntos de muestreo**

En la investigación se identificó 2 puntos donde se realizó la toma de las muestras de agua del río Ichu. Los puntos de muestreo se georreferenciaron con un GPS

#### **3.5.3. La toma de la muestra**

Se hizo conforme a lo que establece el Protocolo de monitoreo de agua, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Se colocó los guantes y mascarillas.
2. Se esterilizó los frascos con el uso de agua destilada.
3. Se rotuló los frascos, teniendo en consideración la fecha, hora y el código que caracteriza a cada una de las muestras.
4. Se evitó las áreas que presentaron demasiada turbulencia, asimismo se consideró la profundidad, la distancia y la corriente.
5. Cuando se realizó la toma de muestra esta se hizo en dirección opuesta a la corriente del río Ichu.
6. Se sumergió el envase aproximadamente 20 cm con la finalidad de recolectar la muestra.

7. Los frascos se colocaron en el cooler con un ice pack manteniendo su temperatura menor a 4°C; asimismo, las muestras fueron entregadas en un plazo no mayor de 4 horas al laboratorio.

El tiempo máximo para el análisis de cada parámetro evaluado, fue teniendo en consideración los métodos de referencia utilizados por el laboratorio “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C” (ver anexo 12). Como se detalla en la

**Tabla 3.**

Parámetro	Método de evaluación	Tiempo máximo de conservación recomendado/obligado
Aceites y Grasas	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. 2010	28 días / 28 días
DBO <sub>5</sub>	SMEWW-APHA-1664 Rev. B. 2010	28 días / 28 días
DBO <sub>5</sub>	SMEWW-APHA-1664 Rev. B. 2010	6 horas / 48 horas
DQO	SMEWW-APHA-5210 B. 23rd Ed. 2017	6 horas / 48 horas
DQO	WEF Part 5210 B. 23rd Ed. 2017	7 días / 28 días
Coliformes	SMEWW-APHA-9221 E-1, 23rd Ed. 2017	7 días / 28 días
Termotolerantes	WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017	Sin conservar tiempo Máximo de 48 horas
Coliformes	SMEWW-APHA-9221 E-1, 23rd Ed. 2017	Sin conservar tiempo Máximo de 48 horas
Termotolerantes	WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017	Sin conservar tiempo Máximo de 48 horas

**Tabla 3**

Métodos de evaluación de parámetros

### 3.5.4. Preservación y envío de las muestras de agua

La recolección de las muestras fue en los frascos de vidrio se embalaron para evitar que se pueda romper o derramar luego se preservaron en un cooler. Estas muestras fueron enviados al laboratorio, de tal manera que se pueda cumplir con los criterios de almacenamiento y preservación de muestras. Para que las muestras puedan ingresar al laboratorio, es necesario que se cuente con la cadena de custodia. Por ello, se envió este

instrumento juntamente con la muestra. El laboratorio “Ambiental Laboratorio S.A.C”, ubicado en la provincia de Huancayo; fue quien realizo el análisis, este laboratorio está acreditado por INACAL, donde se hicieron un análisis de Coliformes termotolerantes de DBO<sub>5</sub>, DQO, Aceites y grasas de acuerdo con normas.

### ***3.5.5. Procedimiento de medición de pH y temperatura***

El multiparámetro se adquirió ya calibrado por la empresa “Ambiental Laboratorios”. (ver anexo 08).

1. Se procedió a hacer la limpieza de cada una de las sondas con el uso de agua destilada.
2. Se procedió con la medición con el uso de las sondas de temperatura y pH en el sitio de estudio.
3. Se presionó el botón para que empiece la medición y seguidamente se realizó el registro del dato que se mostró en la pantalla.
4. Luego se procedió a lavar las sondas con el uso de agua destilada, seguidamente se secó con papel tisú.

### ***3.5.6. Cadena de custodia***

Es un instrumento que permite el registro desde la recolección hasta el resultado de las muestras que proporciona el laboratorio. Este documento es importante debido a que evita que se puedan alterar o vulnerar los datos realizados en el campo; asimismo, permite establecer el tipo y cantidad de los análisis que se requieren, identificar el tratamiento al que se sometió, la cantidad de frascos, la hora, la fecha, el lugar, las coordenadas de donde se recolectó la muestra, la fecha de remisión, los datos de la persona responsable del muestreo y toda la información necesaria con la recepción de la muestra por parte del laboratorio.

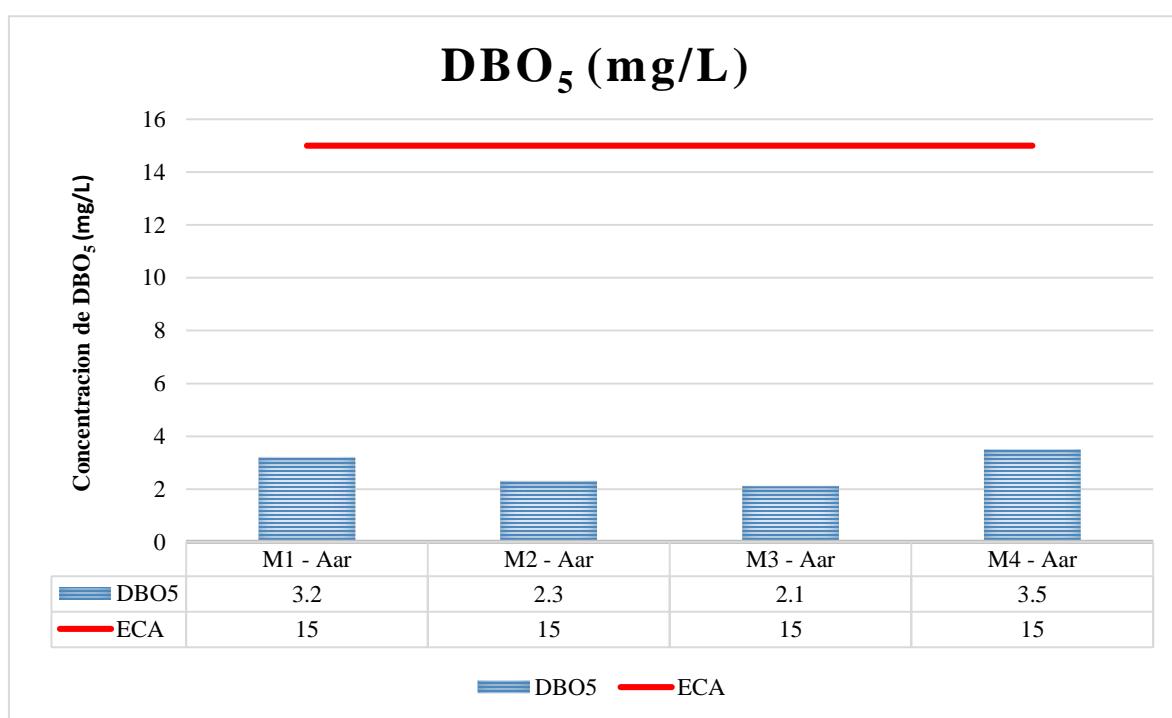
## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información**

Los resultados se obtuvieron de diversos teóricos, autores y los datos brindados por el laboratorio, a través de la estadística inferencial se pudo obtener los resultados que líneas abajo se muestran, representados por diagramas de barras estadísticas y tablas de acuerdo con la hipótesis y la relación que tiene está con las variables en estudio. El monitoreo se realizó en los meses de agosto y setiembre del año 2021. Los parámetros analizados in situ fueron la temperatura (°C) y el pH. Así mismo se realizó el análisis de la concentración de carga orgánica y de coliformes termotolerantes medidas que se realizaron en laboratorio.

**Tabla 4***Concentración de DBO<sub>5</sub>, DQO y AG – aguas arriba*

Concentración en los monitoreos aguas arriba					
Aguas Arriba	Monit 1	Monit 2	Monit 3	Monit 4	ECA
DBO <sub>5</sub>	3.2 mg/L	2.3 mg/L	2.1 mg/L	3.5 mg/L	15 mg/L
DQO	8.3 mg/L	5.2 mg/L	5.1 mg/L	6.45 mg/L	40 mg/L
Aceites y grasas	1.2 mg/L	< 1.0 mg/L	< 1.0 mg/L	< 1.0 mg/L	5 mg/L
Coliformes	790	650	550	210	1000
Termotolerantes	NMP/100mL	NMP/100mL	NMP/100mL	NMP/100mL	NMP/100mL

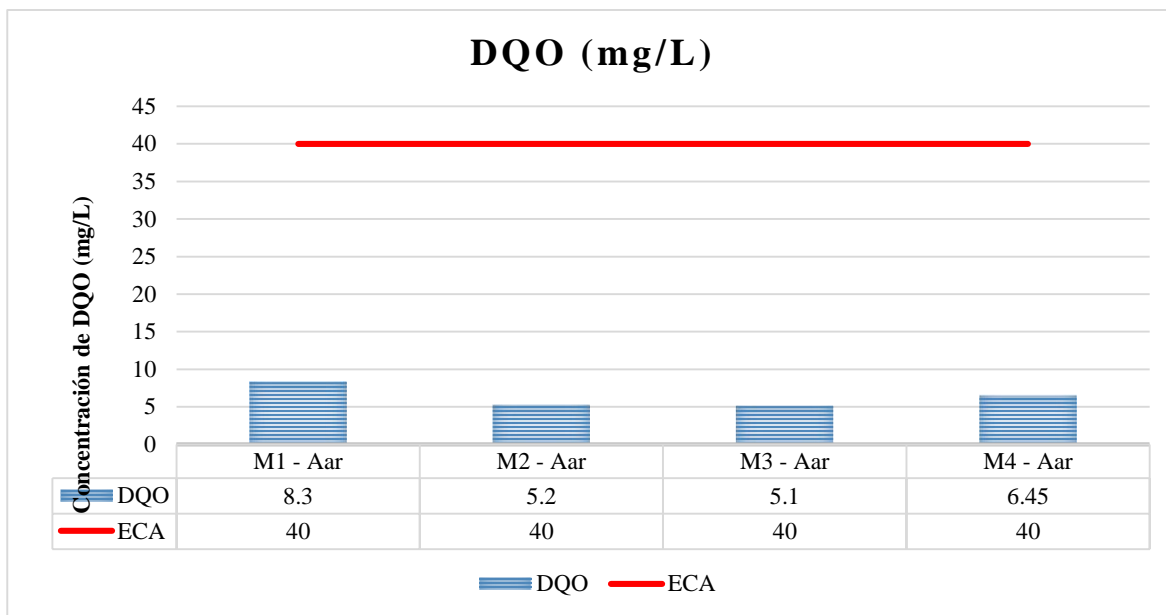
**Figura 3.** Comparación de la concentración de DBO<sub>5</sub> aguas arriba con el ECA

Interpretación:

*De la* **Tabla 4** *y*

*Figura 3* se observa, que la mayor concentración de DBO<sub>5</sub> se evidenció en el monitoreo 4 con una concentración de 3.5 mg/L y la menor concentración se obtuvo en el muestreo 2. Estos resultados señalan que en los cuatro monitoreos realizados no llegaron a superar el ECA.

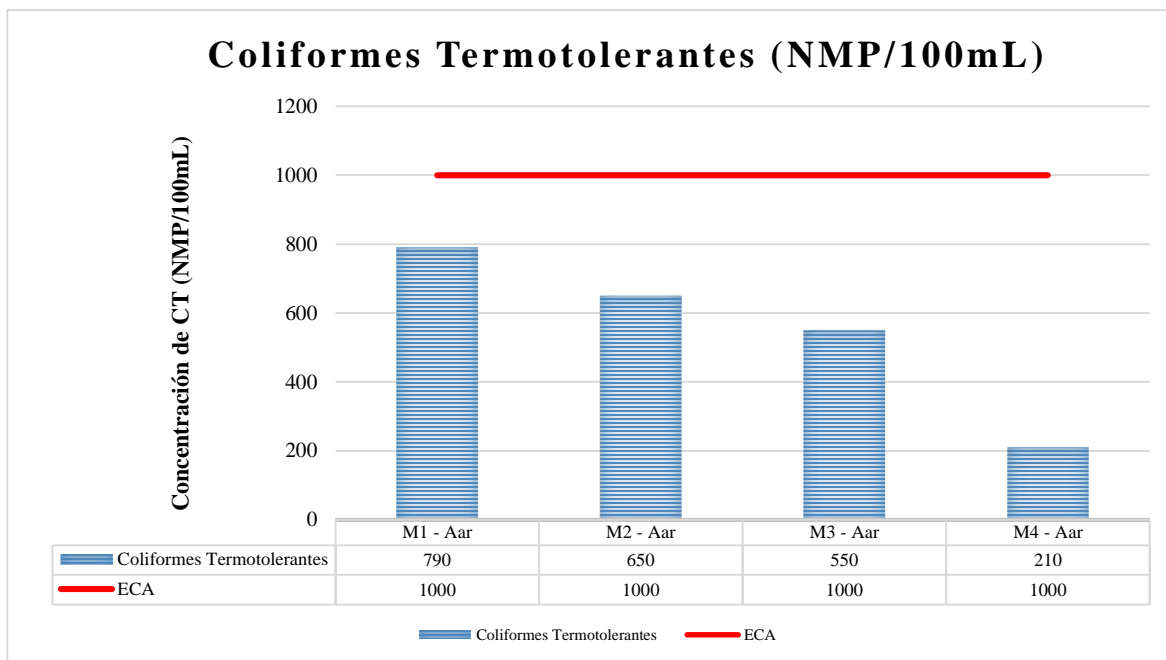




**Figura 4.** Comparación de la concentración de DQO con el ECA

Interpretación:

De la **Tabla 4** y **Figura 4** se aprecia, que en el monitoreo 1 se obtuvo la mayor concentración de DQO con 8.3 mg/L; asimismo, se observa que la menor concentración se evidenció en el monitoreo 3 con una concentración de 5.1 mg/L. Estos resultados muestran que en todos los monitoreos realizados la concentración de DQO no supera los ECA.



**Figura 5.** Comparación de la concentración de CF con el ECA

Interpretación:

De la **Tabla 4** y **Interpretación:**

De la **Tabla 4** y **Figura 4** se aprecia, que en el monitoreo 1 se obtuvo la mayor concentración de DQO con 8.3 mg/L; asimismo, se observa que la menor concentración se evidenció en el monitoreo 3 con una concentración de 5.1 mg/L. Estos resultados muestran que en todos los monitoreos realizados la concentración de DQO no supera los ECA.

**Figura 5** se muestra que, la concentración más alta se evidenció en el monitoreo 1 con una concentración de 790 NMP/100mL y la concentración más baja se dio en el monitoreo 4 con una concentración de 210 NMP/100mL. Estos resultados señalan que, en todos los monitoreos realizados, la concentración de coliformes termotolerantes no excedieron los ECA para la categoría III; asimismo, indican que los vertimientos aguas arriba del río Ichu no modifican la calidad del agua.

**Tabla 5***Carga en los monitoreos aguas arriba*

<b>Carga en los monitoreos aguas arriba (kg/d)</b>					
<b>Aguas Arriba</b>	<b>Monit 1</b>	<b>Monit 2</b>	<b>Monit 3</b>	<b>Monit 4</b>	<b>Unidad</b>
DBO <sub>5</sub>	3312.23 Kg/d	2380.67 Kg/d	2173.65 Kg/d	3622.75 Kg/d	Kg/d
DQO	8591.10 Kg/d	5382.37 Kg/d	5278.87 Kg/d	6676.21 Kg/d	Kg/d
Aceites y grasas	1242.09 Kg/d	ND	ND	ND	Kg/d
Coliformes	8.17707E+12	6.72797E+12	5.6929E+12	2.17365E+12	NMP/d
Termotolerantes	NMP/d	NMP/d	NMP/d	NMP/d	d

Interpretación:

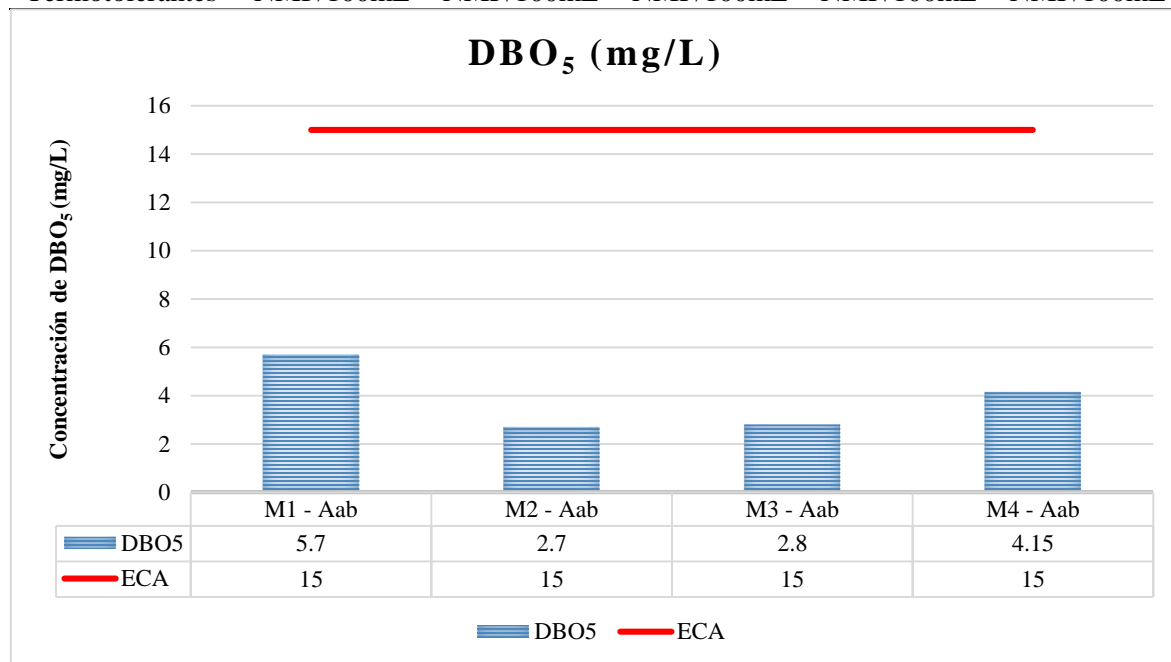
De la

Tabla 5 se observa que, la carga más alta de la DBO<sub>5</sub>, DQO, coliformes termotolerantes, aceites y grasas fueron 3622.75 Kg/d en el monitoreo 4, 6676.21 Kg/d en el monitoreo 4, 8.17707E+12 en el monitoreo 1 y 1242.09 en el monitoreo 1, respectivamente. Este resultado señala que las cargas mayores de DBO<sub>5</sub> y DQO se dieron en el monitoreo 4 y para coliformes termotolerantes y aceites y grasas se presentó en el monitoreo 1.

**Tabla 6**

*Concentración en los monitoreos aguas abajo*

Concentración en los monitoreos aguas abajo					
Aguas Abajo	Monit 1	Monit 2	Monit 3	Monit 4	ECA
DBO <sub>5</sub>	5.7 mg/L	2.7 mg/L	2.8 mg/L	4.15 mg/L	15 mg/L
DQO	8.5 mg/L	7.1 mg/L	7 mg/L	6.9 mg/L	40 mg/L
Aceites y grasas	1.6 mg/L	1.2 mg/L	1.1 mg/L	< 1.0 mg/L	5 mg/L
Coliformes	1200	1500	1000	730	1000
Termotolerantes	NMP/100mL	NMP/100mL	NMP/100mL	NMP/100mL	NMP/100mL

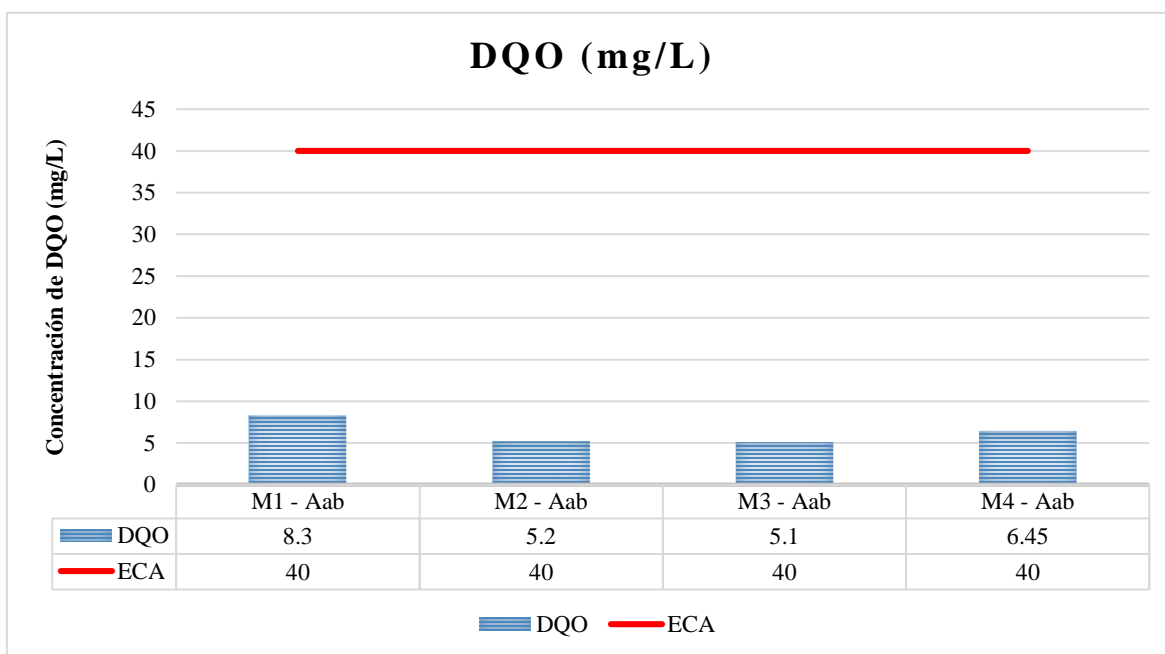


**Figura 6.** Comparación aguas abajo de DBO<sub>5</sub> con el ECA

Interpretación:

*De la*

**Tabla 6 y Figura 6** se muestra que, la mayor concentración de DBO<sub>5</sub> aguas abajo fue de 5.7 mg/L en el monitoreo 1 y la concentración más baja se evidenció en el monitoreo 2 con 2.7 mg/L. Estos resultados señalan que las concentraciones de DBO<sub>5</sub> aguas abajo del río Ichu obtenidas a partir de los monitoreos realizados, no superaron los ECA de la categoría III.

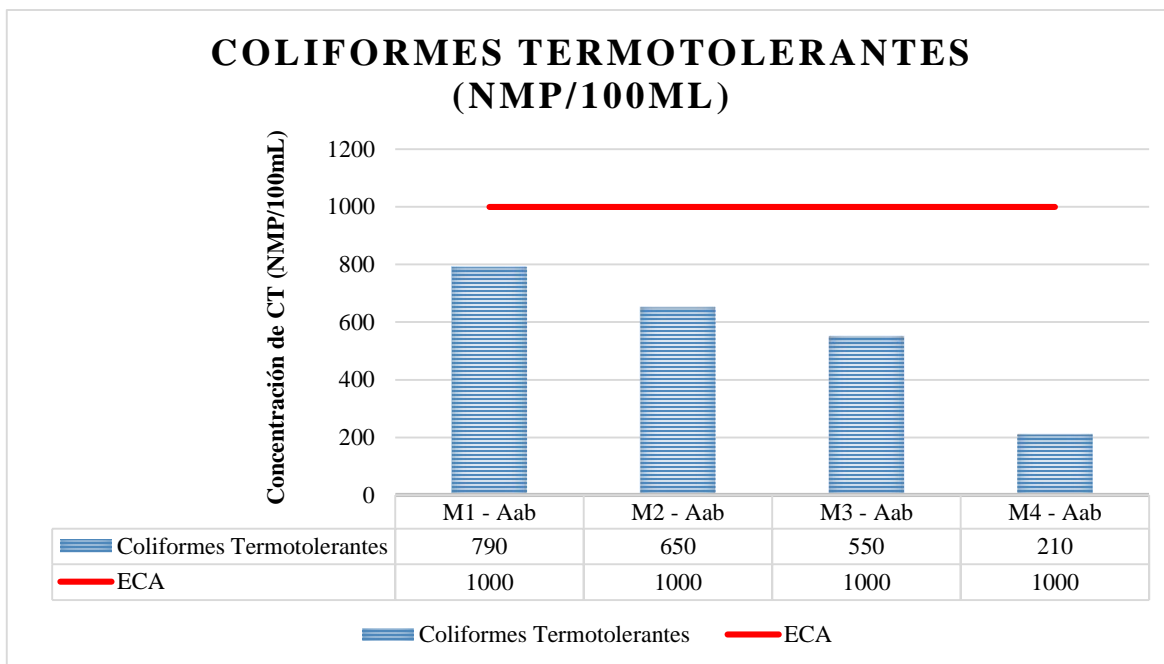


**Figura 7.** Comparación de la concentración de DQO aguas debajo con el ECA

Interpretación:

De la

**Tabla 6 y Figura 7** se aprecia que, en el monitoreo 1 del parámetro DQO se evidencia que tuvo una mayor concentración en comparación a los demás monitoreos. Este resultado señala que las concentraciones de DQO en todos los monitoreos realizados en el río Ichu aguas abajo no sobrepasaron los ECA en la categoría III.



**Figura 8.** Comparación de la concentración de CF aguas debajo con el ECA

Interpretación:

De la **Tabla 7** y **Figura 8** se evidencia que, la concentración fue mayor en el monitoreo 1 de coliformes termotolerantes con 790 NMP/100mL con respecto a los demás monitoreos que se realizaron. Este resultado demuestra que las concentraciones de coliformes termotolerantes que se realizaron aguas abajo del río Ichu no superaron los ECA de la categoría III; asimismo, los efluentes vertidos en el río Ichu por los pobladores, no afectan la calidad de agua.

**Tabla 7**

*Carga en los monitoreos aguas abajo*

Carga en los monitoreos aguas abajo (kg/d)					
Aguas Abajo	Monit 1	Monit 2	Monit 3	Monit 4	Unidad
DBO <sub>5</sub>	5899.91 Kg/d	2794.69 Kg/d	2898.20 Kg/d	4295.55 Kg/d	Kg/d
DQO	8798.11 Kg/d	7349.01 Kg/d	7245.50 Kg/d	7142.00 Kg/d	Kg/d
Aceites y grasas	1656.11 Kg/d	1242.09 Kg/d	1138.58 Kg/d	ND	Kg/d
Coliformes	1.24209E+13	1.55261E+13	1.03507E+13	7.55603E+12	NMP/d
Termotolerantes	NMP/d	NMP/d	NMP/d	NMP/d	

Interpretación:

De la **Tabla 7** se observa que, las cargas mas altas para Coliformes termotolerantes, DQO, DBO5 y aceites y grasas fueron 7.55603E+12 en el monitoreo 4, 8798.11 Kg/d en el monitoreo 1, 5899.91 Kg/d en el monitoreo 1 y 1656.11 Kg/d en el monitoreo 1, respectivamente. Estos resultados señalan que los parámetros de DQO y aceites y grasas en el monitoreo 1 alcanzaron niveles superiores en comparación con los otros monitoreos; además, los parámetros de coliformes termotolerantes y DBO<sub>5</sub> tuvieron mayores cargas en el monitoreo 4 y 1 con respecto a los demás monitoreos realizados en el río Ichu aguas abajo.

## 4.2. Prueba de hipótesis

### 4.2.1. Prueba de hipótesis para DBO

#### A. Prueba de Normalidad para DBO<sub>5</sub>

**Tabla 8**

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

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
DBO <sub>5</sub> aguas arriba	0.26	4	.	0.89	4	0.39
DBO <sub>5</sub> aguas abajo	0.27	4	.	0.88	4	0.34

Interpretación:

De la **Tabla 8** se muestra que, de acuerdo con Shapiro Wilk el P-valor 0.39 y 0.34 son mayores que 0.05; por lo que la distribución es normal en ambos casos; por tanto, se utilizará un estadístico paramétrico.

Elección de la prueba: Para las muestras, se escogió la prueba de t – Student.

**Tabla 9***Muestras emparejadas para DBO<sub>5</sub>*

		<b>Prueba de muestras emparejadas</b>							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv.	Desv. Error prom.	95% confianza de la diferencia		t	Gl	Sig. (bilateral)
					Inf.	Sup.			
Par 1	DBO <sub>5</sub> aguas arriba - DBO <sub>5</sub> aguas abajo	- 1099.764	1001.201	500.601	- 2692.899	493.371	- 2.197	3	0.116

Interpretación:

De la **Tabla 9** se observa que, las muestras emparejadas fueron de un P-valor 0.116 que resulta mayor que la significancia alfa de 0.05; por ello, la hipótesis nula se acepta y la hipótesis alterna se rechaza. Asimismo, esto sirve de evidencia estadística para afirmar que la descarga de agua residual poblacional no tiene efecto significativo en la carga orgánica (DBO<sub>5</sub>) en el Rio Ichu, Distrito de Acoria - Huancavelica – 2021.

#### **4.2.2. Prueba de hipótesis para DQO**

##### *A. Prueba de Normalidad para DQO*

- Nivel de confianza = 95 %
- Nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ )



**Tabla 10***Prueba de normalidad para DQO*

	Prueba de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Carga DQO aguas arriba	0.262	4	.	0.869	4	0.294
Carga DQO aguas abajo	0.392	4	.	0.730	4	0.024
Corrección de significación de Lilliefors						

Interpretación:

De la **Tabla 10** se aprecia los resultados, de acuerdo con Shapiro Wilk (menos de 30 datos) el P-valor 0.294 es mayor que  $\alpha=0.05$ , entonces tiene una distribución normal y el P-valor 0.024 es menor que  $\alpha=0.05$  evidenciando así la distribución no normal; por tanto, se utilizará un estadístico no paramétrico.

Prueba elegida: U de Mann Whitney

**Tabla 11***Prueba de U Mann Whitney para DQO*

Estadísticos de prueba	
	Carga DQO
U de Mann-Whitney	3.000
W de Wilcoxon	13.000
Z	-1.443
Sig. asintótica (bilateral)	0.149
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	0.200 <sup>b</sup>
a. Variable de agrupación: Carga DQO aguas	
b. No corregido para empates.	

Interpretación:

De la **Tabla 11** se muestran los resultados para la prueba de U de Mann Whitney, se observa que P-valor 0.200 es mayor que la significancia  $\alpha = 0.05$ , por lo que se rechaza la

hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula. Por consiguiente, este resultado sirve de evidencia estadística para afirmar que la descarga de agua residual poblacional no tiene efecto significativo en la carga orgánica (DQO) en el Río Ichu, Distrito de Acoria - Huancavelica – 2021.

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

##### A. Prueba de Normalidad para Coliformes termotolerantes

Nivel de confianza = 95 %

Nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ )

**Tabla 12**

*Prueba de normalidad para CT*

	Prueba de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic	G	Sig.	Estadístic	Gl	Sig.
	o			o		
CF aguas arriba	0.250	4	.	0.941	4	0.662
CF aguas abajo	0.138	4	.	0.999	4	0.997

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación:

*De la*

**Tabla 12** se observa que, en la prueba de Shapiro Wilk se obtuvo los valores de 0.662 y 0.997, estos valores son mayores que 0.05, entonces tiene una distribución normal en ambos casos; por tanto, se utilizará un estadístico paramétrico.

Prueba elegida: t - Student para prueba de muestras relacionadas

**Tabla 13***Prueba de muestras emparejadas para CT*

<b>Prueba de muestras emparejadas</b>									
Diferencias emparejadas									
	Media	Desv.	Desv. E. prom	95% de int. de conf. de la diferencia		T	g l	Sig. (bilate ral)	
				Inferior	Superior				
P	Coliformes	-	20726	10363	-	-	-	3	0.011
a	termotolerantes	57702	22468	11234	906821	247220264	5.56		
r	aguas arriba -	07500	972.9	486.4	235931	0684.622	8		
l	Coliformes	000.0	84	92	5.379				
	termotolerantes	00							
	aguas abajo								

Interpretación:

De la

**Tabla 13** se aprecia el resultado de la prueba de muestras emparejadas que tuvo un P-valor 0.011, este resultado muestra que el nivel de significancia es menor al alfa (0.05); por ello, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; por ende, se evidencia y se afirma las aguas residuales de origen poblacional vertidos en el río Ichu tiene un efecto de forma significativa en la carga de los coliformes fecales.

### **General**

- H<sub>0</sub>: La descarga de agua residual poblacional no tiene efecto significativo en la carga orgánica y de coliformes termotolerantes en el Rio Ichu, Distrito de Acoria - Huancavelica – 2021

### **Específico 1**

- H<sub>0</sub>: La descarga de agua residual poblacional no tiene efecto significativo de DBO<sub>5</sub>, DQO, aceites y grasas, entre los puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del Rio Ichu, Distrito de Acoria - Huancavelica – 2021

### **Específico 2**

- H<sub>1</sub>: La descarga de agua residual poblacional tiene efecto significativo de coliformes termotolerantes, entre los puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del Rio Ichu, Distrito de Acoria - Huancavelica – 2021

## **4.3. Discusión de resultados**

La finalidad de la investigación fue determinar el efecto de carga orgánica y de coliformes termotolerantes del agua residual de origen poblacional en el río Ichu. Por lo que, los resultados mostraron que las concentraciones de coliformes termotolerantes, aceites y grasa, DQO y DBO<sub>5</sub>; no superaron el ECA en la categoría III, este estudio en la temporada de estiaje, en mese de agosto y setiembre.

La toma de datos en la investigación fue realizada siguiendo el criterio del protocolo Nacional para el Monitoreo, que concuerda con el trabajo Wilfredo Sáez Huamán donde hace referencia que los puntos de muestreo se georreferenciaron con un GPS, asimismo, el muestreo empleado fue el no probabilístico, una vez tomadas las muestras se enviaron al

laboratorio para el análisis respectivo, de igual forma la investigación de Sáez se realizó en la temporada de estiaje (21).

En el resultado del efecto de la descarga de agua residual poblacional en la carga orgánica (DBO<sub>5</sub>, DQO y aceites y grasas) se evidenció que estos parámetros no muestran un efecto significativo ya que los resultados de aguas arriba y aguas abajo indicaron que no superaron el estándar de calidad ambiental. Los resultados obtenidos concuerdan con lo que mencionó Lima Huacho en su investigación titulada “Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018” donde hace referencia que en el parámetro DBO<sub>5</sub> su concentración no tuvo una variación significativa, asimismo, no superó el ECA de agua, por ello esta concentración no se ve influenciada por las descargas de agua residual de origen poblacional (24). El parámetro que presentó mayor concentración fue el de coliformes termotolerantes, ya que este superó el ECA- agua, coincidiendo en gran medida con la investigación de Salazar Huánuco en su tesis de título “Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el período 2015-2019” que al realizar la evaluación de los parámetros biológicos, físicos y químicos durante los años 2015 hasta 2019, en la cuenca del río Tarma, donde los coliformes termotolerantes con concentraciones altas superó en gran medida al ECA agua, y la concentración mayor se evidenció en la cuenca baja, donde se presentó mayor asentamiento poblacional (23).

## CONCLUSIONES

- En la investigación se logró determinar la descarga de agua residual poblacional; donde los resultados obtenidos mediante análisis en el laboratorio evidencian que no tiene efecto significativo en la carga orgánica; sin embargo, si tiene efecto significativo en la carga de coliformes termotolerantes, ya que indica que la descarga de agua residual poblacional afecta la calidad microbiológica del río Ichu. Los resultados obtenidos se presentarán a la Municipalidad de Acoria con la finalidad de que se puedan realizar proyectos a futuro con el fin de mantener y preservar la calidad del río Ichu.
- La diferencia promedio entre los puntos de monitoreo aguas arriba (2,8 mg/L) y aguas abajo (3,8 mg/L) de la concentración de DBO<sub>5</sub> en los 4 monitoreos realizados en época de estiaje resultó ser de (1.0 mg/L). Seguidamente la diferencia entre los puntos de monitoreo de la concentración de DQO aguas arriba (6,3 mg/L) y aguas abajo (7,4 mg/L) resultó ser de (1,1mg/L).  
La diferencia entre los puntos de monitoreo del primer muestreo aguas arriba (1,20 mg/L) y aguas abajo (1,60 mg/L) de la concentración de Aceites y Grasas resultó ser de (0,4 mg/L). En los resultados posteriores de los monitoreos aguas arriba no es detectable (ND); sin embargo, si existe resultados aguas abajo excepto en el monitoreo 4.
- La diferencia promedio entre los puntos de monitoreo aguas arriba (550 NMP/100mL) y aguas abajo (1107.5 NMP/100mL) de la concentración de coliformes termotolerantes resultó ser de (557.5 NMP/100mL), evidenciando que en los 3 primeros monitoreos en el río Ichu aguas abajo supera el ECA, alcanzando el grado contaminante.

## RECOMENDACIONES

- Es recomendable una evaluación periódica del agua del río Ichu sector de Acoria, así como tratar de aumentar la conciencia pública y de los residentes locales sobre la preservación e importancia del río.
- Se recomienda dar en conocimiento a las autoridades del distrito de Acoria y a las autoridades de la provincia Huancavelica del estado actual del río Ichu sobre las consecuencias de la descarga de agua residual poblacional, ya que desde hace mucho tiempo viene alterando la calidad microbiológica del agua del río Ichu categoría III según la ECA y sus consecuencias que generan.
- Se recomienda ampliar el estudio de mayor cantidad de parámetros físicos, biológicos y químicos de la calidad del río Ichu, y más detallado en tiempos de verano en el Río Ichu para así determinar su influencia directa e indirecta.
- Se recomienda fomentar e incentivar a todos los habitantes del distrito de Acoria a que puedan hacer jornadas de limpieza a los bordes del río y contar contenedores para los residuos sólidos. Y se hace requerimiento a las autoridades del Distrito de Acoria ejecutar proyectos de inversión para una buena dirección y manejo de las aguas pluviales contando con un sistema de drenaje y un PTAR a nivel del distrito de Acoria.
- Se recomienda dar prioridad a una buena educación ambiental, ya que la población del distrito de Acoria viene echando y arrojando animales muertos o residuos al Río Ichu, lo cual necesita concientizar y educar frecuentemente impulsando las buenas acciones para así disminuir el impacto sobre los recursos hídricos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Bokova, Irina.** *Aguas residuales el recurso desaprovechado.* París : Organización de la Naciones Unidas, 2017. 978-92-3-300058-2.
2. **UNEP.** *A Snapshot of the World's Water Quality: Towards a global assessment.* Nairobi : United Nations Environment Programme, 2016. 978-92-807-3555-0.
3. **Brack, Antonio, y otros.** *Diagnóstico Ambiental del Perú.* Lima : Ministerio del Ambiente, 2008.
4. **El Comercio.** Más de cien ríos están contaminados con coliformes o metales. *El Comercio.* [En línea] Julio Talledo Vilela, 15 de enero de 2016. [Citado el: 07 de noviembre de 2021.] [https://elcomercio.pe/peru/cien-rios-contaminados-coliformes-metales-262889-noticia/#:~:text=Un%20estudio%20efectuado%20por%20la,\(fecales\)%20y%20metales%20pesados.&text=Todos%20presentan%20altos%20niveles%20de%20coliformes..](https://elcomercio.pe/peru/cien-rios-contaminados-coliformes-metales-262889-noticia/#:~:text=Un%20estudio%20efectuado%20por%20la,(fecales)%20y%20metales%20pesados.&text=Todos%20presentan%20altos%20niveles%20de%20coliformes..)
5. **Dávila, Jennifer y Zúñiga, Flavio.** *Determinación de fosfatos y nitratos en el río Ichu parte urbana del distrito de Huancavelica.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.
6. **Inzunza, Juan.** *Temperatura.* México D.F : Universidad de Concepción, 2009.
7. *Predicción de la velocidad media de flujo en ríos de Montaña.* **López, R, Barragán, J y Colomer, M.** 2, s.l. : Fundación para el fomento de la ingeniería del agua, 2008, Vol. 15.
8. **Sperling, Marcos.** *Wastewater characteristics treatment and disposal.* India : IWA Publishing, 2007. pág. 306. 1843391619.
9. **Punmia, B.C.** *Waste water engineering.* Mumbai : Laxmi Publications, 1998. pág. 5. 8170080916.
10. **RAE.** Carga orgánica. *Real Academia Española.* [En línea] 23 de julio de 2016. [Citado el: 26 de noviembre de 2021.] <https://dpej.rae.es/lema/carga-org%C3%A1nica>.



11. **Cerra, Héctor, y otros.** *Manual de microbiología aplicada a las industrias farmacéutica, cosmética y de productos médicos.* Buenos Aires : Asociación Argentina de Microbiología, 2014. 978-987-26716-3-1.
12. **SINIA.** Volumen anual de vertimientos de aguas residuales industriales autorizadas. *Sistema Nacional de Información Ambiental.* [En línea] Sistema Nacional de Información Ambiental, 12 de junio de 2016. [Citado el: 27 de noviembre de 2021.] <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/volumen-anual-vertimientos-aguas-residuales-industriales-0#:~:text=Asimismo%20vertimiento%20de%20aguas%20residuales,de%20agua%20continental%20o%20mar%C3%ADtima..>
13. *Pesquisa de coliformes totais e termotolerantes no rio Salgado no.* **Moreira, Likaele, y otros.** 1, Juazeiro do Norte : Acervo Cientific, 2019, Vol. 7. 2595-7899.
14. **Ochoa, E y Rueda, J.** *Muestreo y análisis de agua provenientes del río Santa Clara.* 2021.
15. —. *Muestreo y análisis de agua provenientes del río Santa Clara.* Quito : Researchgate, 2021.
16. *Estudio del impacto ambiental del vertimiento de aguas residuales sobre la capacidad de autodepuración del río Portoviejo, Ecuador.* **Quiroz, Luis, Izquierdo, Elena y Menéndez, Carlos.** 1, Quito : Revista Centro Azúcar, 2017, Vol. 1. 2223- 4861.
17. *Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del valle toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D.* **Fuentes, Rosa, y otros.** 1, Toluca : Scielo, 2015, Vol. 31. 253-264.
18. *Evaluación espacio - temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el Estado de aguas calientes, México.* **Guzmán, Guilda, y otros.** 2, San Pedro : Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 2011, Vol. 27. 89-102.
19. **Álvarez, Rafael y Zamora, Claudia.** *Parámetros orgánicos y biológicos del agua del río Chonta en época de aislamiento social obligatorio por el SARS-CoV-2, Baños del Inca.* Cajamarca : Universidad Privada Antonio Guillerma Urrelo, 2020.

20. *Calidad del agua del río Icu en zonas urbanas del Distrito de Huancavelica según ICA-NSF. Sánchez, Víctor, y otros.* 1, Huancavelica : Revista de Investigación Científica, 2021, Vol. 1.
21. **Sáez, Wilfredo.** *Concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2019.
22. **García, Rubén.** *Aguas residuales y residuos sólidos urbanos y su incidencia en la contaminación del río Ichu de la localidad de Huancavelica.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.
23. **Salazar, Joel.** *Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el período 2015-2019.* Huancayo : Universidad Continental, 2020.
24. **Lima, Liliana.** *Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018.* Huancayo : Universidad Continental, 2020.
25. **Loose, Dirk.** *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicio de saneamiento.* Primera. Lima : Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), 2015. pág. 150.
26. **Comisión Nacional del Agua.** *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento - Alternativas Tecnológicas de Tratamiento de Aguas Residuales Para la Recarga Artificial de Acuíferos.* México D.F. : Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015.
27. **SGCA.** *Manual de Estadísticas Ambientales Andinas.* Lima : Secretaría General de la Comunidad Andina, 2008.
28. **Sanchez, Maria.** *Contribución al estudio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).* Monterrey : Universidad Nacional de Nuevo León, 1994.
29. **Ramírez, Landy, y otros.** *Demanda Química de Oxígeno.* México D.F : UNAM, Facultad de Química, 2008. 968-36-9000-9.

30. **León, Carlos.** *Estandarización y validación de una técnica para medición de la demanda bioquímica de oxígeno por el método respirométrico y la demanda química de oxígeno por el método colorimétrico.* Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira, 2009.
31. **Bravo, Carlos, Osomo, Carlos y Salgado, Emmanuel.** *Propuesta de un tratamiento para aceites y grasa residuales de la mricroempresa "Productos verdes" laboratorio de Biotecnología, UNAM-Managua, Marzo . Julio 2016.* Managua : Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, 2016.
32. **MINAM.** *Estandar de Calidad Ambiental.* Lima : Ministerio del Ambiente, 2017.
33. **Apella, María y Araujo, Paula.** *Microbiología de agua Conceptos básicos.* Madrid : Universidad Nacional de San Martín, 2005. 987-22523-0-0.
34. **Mara, Duncan y Horan, Nigel.** *Handbook of Water and Wastewater Microbiology.* London : Academic Press, 2003. 0-12-470100-0.
35. **Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua.** *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas.* Bogotá : Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua , 2012.
36. **OEFA.** *Fiscalizacion Ambiental en Aguas Residuales.* Lima : Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2013.
37. **UNESCO.** *Aguas residuales el recurso desaprovechado.* Paris : Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2017. 978-92-3-300058-2.
38. **SINIA.** Descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento. *Sistema Nacinal de Información Ambiental.* [En línea] Sistema Nacinal de Información Ambiental, 23 de julio de 2019. [Citado el: 27 de noviembre de 2021.] <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/descargas-aguas-residuales-domesticas-sin-tratamiento#:~:text=Las%20aguas%20residuales%20son%20materiales,en%20lagos%20%20corrientes%20convencionales..>
39. **Muñoz, Amílcar.** *Caracterizacion y tratamiento de aguas residuales.* México D.F. : Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2008.

40. **Davis, Mackenzie.** *Waste and wastewater engineering desing principles and practices.* Toronto : MacGraw Hill, 2010. pág. 1301. 978-0-07-171385-6.
41. **Mara, Duncan.** *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries.* First. London : Earthscan, 2003. pág. 311. 1-84407-019-0.
42. **Vázquez, Edgar y Rojas, Tania.** *pH: Teoría y 232 problemas.* México D.F. : Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, 2016. 978-607-28-0689-4.
43. **Tapia, Gustavo, y otros.** *Metodología para la medición de la velocidad de flujo en un río en el diagnóstico de la socavación en pilas de un puente, utilizando un dispositivo electrónico.* México D.F : Safandila, 2012. 0188-7297.
44. *Ecotoxicological monitoring of wastewater.* **Hader, Donat.** 8, Erlangen-Nurnberg : Friedrich-Alexander University, 2018, Elsevier, Vol. 18. 369–386.
45. **MINAM.** *Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.* Lima : Ministerio del Ambiente, 2017.
46. **Lino, Juan.** *Metodología de la Investigación Científica.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2009.
47. **Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar.** *Metodología de la investigación.* México D.F : Mac Graw Hill, 2014. 978-1-4562-2396-0.
48. **Arias, Fidias.** *El proyecto de investigación.* Segunda. Caracas : Episteme, 2012. pág. 138. 980-07-8529-9.
49. —. *El proyecto de la investigación.* Sexta. Caracas : Episteme, 2006. pág. 138. 980-07-8529-9.

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

Tipo de Variable		Dimensiones	Definición conceptual	Indicador	Unidad de medida	Tipo de variable	Escala de Medición
<b>Variable independiente</b>	Descarga de agua residual poblacional	Velocidad	Es la magnitud física de carácter vectorial que relaciona el cambio de posición con el tiempo.	Velocidad del Rio	m/s	Cuantitativa continua	Razón
		Temperatura	Es el parámetro físico de mayor significancia del agua	Temperatura	°C	Cuantitativa continua	Razón
<b>Variable dependiente</b>	Contenido de carga orgánica y coliformes termotolerantes	Concentración de DBO <sub>5</sub>	Parámetro que mide la cantidad de oxígeno requerido para oxidación de la materia orgánica biodegradable, presente en la muestra de agua.	Parámetro de DBO <sub>5</sub>	mg/L	Cuantitativa continua	Razón
		Concentración de DQO	Parámetro que mide la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua	Parámetro de DQO	mg/L	Cuantitativa continua	Razón
		Concentración de aceites y grasas	Es indicativa del grado de contaminación del agua por usos industriales y humanos.	Parámetro de aceites y grasas	mg/L	Cuantitativa continua	Razón

		Concentración de coliformes termotolerantes	Tienen un origen específicamente fecal, pues están siempre presentes en grandes cantidades,	Parámetro de coliformes termo tolerantes	NMP/100 ml	Cuantitativa continua	Razón
		ECA	Instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente	DECRETO SUPREMO N.º 004-2017-MINAM	mg/L	Cuantitativa continua	Razón

## Anexo 2. Coordenadas UTM proporcionadas por el GPS





### Anexo 3. Toma de muestra aguas arriba



### Anexo 4: Toma de muestra aguas arriba



**Anexo 5. Toma de muestra aguas abajo.**



**Anexo 6: Adición de preservante a la muestra**



**Anexo 7: Ice pack para el traslado de la muestra.**



## Anexo 8: Certificado de calibración de pH metro



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA  
CON REGISTRO N° LC- 019

### Certificado de Calibración

LA-490-2020



Pág. 1 de 1

- 1 Cliente : AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
- 2 Dirección : Av. Ferrocarril N° 661 Chilca - Huancayo - Junin
- 3 Datos del Instrumento
- |                           |                     |                               |                      |
|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|
| . Instrumento de medición | : pH metro          | . N° de serie del Instrumento | : J0072757           |
| . Marca                   | : HANNA instruments | . N° de serie del sensor      | : 0408053N           |
| . Modelo                  | : HI 83141          | . Intervalo de Indicación     | : 0,00 pH a 14,00 pH |
| . Identificación          | : EQ-001-LAB        | . Resolución                  | : 0,01 pH            |
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 Fecha de calibración : 2020-09-07
- 6 Método de calibración.

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INACAL 2 ed. 2017.

7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24,8	57,7
Final	24,5	60,2

8 Trazabilidad

Patrón usado	Código Interno	N° Lote	N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.52	CC651498		2021-12-02
MRC pH 7	GGP-S-02.51	CC652909		2021-12-11
MRC pH 10	GGP-S-03.52	CC650628		2021-11-21

9 Resultados de medición

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
3,99	4,006	-0,016	0,015
6,99	6,999	-0,009	0,015
9,96	10,015	-0,055	0,015

10 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C  
b) El coeficiente de correlación calculado es:1,0000

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de emisión

2020-09-08

ISAIÁS CURI MELGAREJO  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
GREEN GROUP PE S.A.C


LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL, SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-[LC-PR-01]-03

**Anexo 9: Medición de la temperatura**



**Anexo 10: Cadena de custodia**

	<b>AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C</b>	<b>CÓDIGO: LAB-FR-001</b>
	<b>CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO – AGUA Y SUELO</b>	<b>VERSION: 01</b>
		<b>F.E: 12/2020</b>

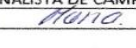
Cliente:	Ejbi Mercedes Solis Porras	Lugar de muestreo:	Acoria - Rio Ichu	N° de informe de ensayo (1):	DL/IE-096-21
RUC:	10713071922	Proyecto:	Tesis		
N° de cotización (3):	AYCOT-2021-194-1	Telf.:	951878735	PARAMETROS(2)	
e-mail:	esp.c113@gmail.com				

N° DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO (1)	PUNTO DE MONITOREO ó CODIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		MATRIZ (4)	UBICACIÓN UTM (3)	N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		VOLUMEN TOTAL	DBOs	DBO	AgB	Cali. Termoblench							OBSERVACIONES	
			FECHA (d-m-a)	HORA (24:00)			P	V													
1	M-21-170	M-DDr-01	08/08/21	10:00	AS	0515306 8601981	2	2	32	X	X	X	X								
2	M-21-171	M-DDb-01	08/08/21	11:30	AS	051425 8602984	2	2	32	X	X	X	X								
<b>TOTAL</b>									<b>414</b>												

**RECIBIDO**  
 08 AGO 2021  
 HORA: 1:00 FIRMA: 

PH>8	
PH<8	PRESERVACION
OTROS	

(1) Campo exclusivo para el laboratorio.  
 (2) Parámetros según requerimiento del cliente.  
 (3) Tomar las coordenadas UTM utilizando un GPS.  
 (4) AP(Agua Potable); AR(Agua Residual); AS(Agua Superficial); AT(Agua Subterránea); AM(Agua de Mar); AL(Agua Pluvial); EF(Efluente); VE(Vertimientos); SE(Sedimentos); BV(Blanco Vajero); DP(Duplicado); BC(Blanco de Campo).

DATOS	MUESTREO POR /ANALISTA DE CAMPO	RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO	AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. – RECEPCION DE MUESTRAS
NOMBRES Y APELLIDOS:	Diosy Rojas Maná		MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS
FIRMA:			TIPO DE RECIENTE ADECUADO
OBSERVACIONES:			MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALIS
			CONSERVACION DE MUESTRAS
		Monitoreado por: Cliente	FRIO: <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE: .....

### Anexo 11: Ficha de resultados

<b>Código del Cliente</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
M-AAr-01	Coliformes Fecales	<b>7.9 x 10<sup>2</sup></b>	NMP/100 mL
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	<b>3.20</b>	mg/L
	Aceites y Grasas	<b>1.20</b>	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	<b>8.30</b>	mg/L
M-AAb-01	Coliformes Fecales	<b>1.2 x 10<sup>3</sup></b>	NMP/100 mL
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	<b>5.70</b>	mg/L
	Aceites y Grasas	<b>1.60</b>	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	<b>8.50</b>	mg/L
M2-AAr-01	Coliformes Fecales	<b>6.5 x 10<sup>2</sup></b>	NMP/100 mL
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	<b>2.30</b>	mg/L
	Aceites y Grasas	<b>&lt;1.0</b>	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	<b>5.20</b>	mg/L
M2-AAb-01	Coliformes Fecales	<b>1.5 x 10<sup>3</sup></b>	NMP/100 mL
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	<b>2.70</b>	mg/L
	Aceites y Grasas	<b>1.20</b>	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	<b>7.10</b>	mg/L
M3-AAr-01	Coliformes Fecales	<b>5.5 x 10<sup>2</sup></b>	NMP/100 mL
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	<b>2.10</b>	mg/L
	Aceites y Grasas	<b>&lt;1.0</b>	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	<b>5.10</b>	mg/L
M3-AAb-01	Coliformes Fecales	<b>1.0 x 10<sup>3</sup></b>	NMP/100 mL
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	<b>2.80</b>	mg/L
	Aceites y Grasas	<b>1.10</b>	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	<b>7.00</b>	mg/L
M4-AAr-01	Coliformes Fecales	<b>2.1 x 10<sup>2</sup></b>	NMP/100 mL
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	<b>3.50</b>	mg/L
	Aceites y Grasas	<b>&lt;1.0</b>	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	<b>6.45</b>	mg/L
M4-AAb-01	Coliformes Fecales	<b>7.3 x 10<sup>2</sup></b>	NMP/100 mL
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	<b>4.15</b>	mg/L
	Aceites y Grasas	<b>&lt;1.0</b>	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	<b>6.90</b>	mg/L

## Anexo 12: Métodos de referencia para el análisis



### LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

#### INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-096-21

<b>NOMBRE DEL CLIENTE</b>	: EYBI MERCEDES SOLIS PORRAS NISBETH GLADYS CARBAJAL QUISPE. MARIA ISABEL ALIAGA ROJAS.
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Urb. Ambrosio Salazar Mz. G Lote 9. Proceres y Canal de Irrigacion S/N – Chilca. Simon Bolivar S/N Anexo de Ñahuinpuquio – Ahuac.
<b>SOLICITADO POR REFERENCIA DEL CLIENTE</b>	: EYBI MERCEDES SOLIS PORRAS. : Efecto de la descarga de agua residual poblacional en la Carga Orgánica y Coliformes Termotolerantes del Rio Ichu, Distrito de Acoria – Huancavelica.
<b>PROCEDENCIA</b>	: Rio Ichu.
<b>ORDEN DE SERVICIO N°</b>	: AL/OS – 082 – 2021.
<b>CANTIDAD DE MUESTRAS</b>	: 4 frascos de plástico y 4 frasco de vidrio estéril.
<b>FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA</b>	: 08/08/2021.
<b>PERIODO DE ENSAYO</b>	: 08/08/2021 – 15/08/2021.
<b>TOMA DE MUESTRA</b>	: Por el cliente.
<b>CONDICIÓN DE LA MUESTRA</b>	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

#### I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
M-AAr-01	M-21-170	0515306	8601991	08/08/2021	10:00	Agua Superficial
M-AAb-01	M-21-171	0514425	8602984	08/08/2021	11:30	Agua Superficial

#### II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Coliformes Fecales*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23nd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23nd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
Aceites y Grasas	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. 2010	N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23nd Ed.2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

\* Coliformes Fecales es lo mismo que Coliformes Termotolerantes.

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayucachi  
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe