

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Efecto del vertimiento de aguas residuales
domiciliarias en la calidad del agua en el río
Sicra Lircay – Huancavelica 2018**

Liliana Mónica Lima Huacho

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

ASESOR

M.Sc. Ing. Edwin Paucar Palomino

AGRADECIMIENTOS

Para el ser más generoso del universo, nuestro Señor, quien nos dio la luz de la vida y desde entonces dirige nuestro camino y hasta el fin de nuestros días. Señor gracias por permitirme cumplir un sueño, un sueño que desde pequeña vivió en mí y más aún solo Ud. fue testigo del cómo se fue forjando, sueño que se convirtió en una meta y hoy es una realidad.

Gracias a la persona que me dio la vida y partió para nunca más volver, gracias madre por enseñarme a valorar lo nuestro, por tus pláticas y tu paciencia infinita, por enseñarme el quechua, un lenguaje que me permitió dialogar para el logro de esta investigación.

A su vez, a mi Universidad por forjarme en ser una profesional que tanto me apasiona, gracias a cada catedrático por sembrar en mí un conocimiento más en mi proceso de formación profesional.

Asimismo, a mi asesor M. Sc. Ing. Edwin Paucar Palomino, por toda la asesoría que me brindo, por la paciencia, disponibilidad y su motivación para el logro del presente.

A mi hermano, Raúl Lima Huacho, por su motivación, su esfuerzo en forjarme en una profesional y por cumplir la promesa que le hizo a mi madre en su lecho de muerte, y a todas aquellas personas que aportaron para el logro de esta tesis.

¡Muchas gracias!

DEDICATORIA

Con todo mi amor para mi madre Ricardina que desde el cielo ve por sus hijos, para mi padre Nicanor, Maximiliana, Delmer, Vilma y Olga, mis hermanos. Quienes fueron mi motivación, cual fuese la situación que nos tocara atravesar. Para mi cuñada Francisca quien con sus palabras me motivo a cumplir mi sueño y mi meta en realizar un aporte para mi pueblo.

Para mi hermano Raúl por estar siempre apoyando, motivándome, cuidándome, por enseñarme el valor de la vida, por sus reprimendas, por ayúdame a ser una buena persona, inculcarme valores y por toda su paciencia.

A mis hermanos Elizabeth y mi pequeño Bladimir, porque a pesar de todo siempre estaremos juntos, nos tocó atravesar la partida de nuestra madre y hoy son mi mayor motivación, para ustedes este logro.

Mami, hoy puedo levantar la mirada al cielo y decirte ¡Lo logré!

ÍNDICE

ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación e importancia.....	5
1.3.1. Justificación social.....	5
1.3.2. Justificación académica.....	6
1.3.3. Justificación ambiental.....	6
1.3.4. Importancia.....	7
1.4. Hipótesis y variables.....	7
1.4.1. Hipótesis de investigación.....	7
1.4.2. Hipótesis nula.....	7
1.4.3. Hipótesis alternativa.....	7
1.4.4. Hipótesis específicas.....	7

1.4.5.	Operacionalización de las variables.....	8
CAPÍTULO II.....		9
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	9
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	12
2.1.3.	Antecedentes locales.....	15
2.2.	Bases teóricas.....	16
2.2.1.	Fundamentos teóricos de la investigación.....	16
2.2.2.	Fundamentos metodológicos de la investigación.....	40
2.3.	Definición de términos.....	46
CAPÍTULO III.....		50
3.1.	Método, tipo y nivel de la investigación.....	50
3.1.1.	Métodos de la investigación.....	50
3.1.2.	Tipo de la investigación.....	51
3.1.3.	Nivel de la investigación.....	51
3.2.	Diseño de la investigación.....	52
3.3.	Población y muestra.....	53
3.3.1.	Población.....	53
3.3.2.	Muestra.....	55
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	57
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	57
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	58
3.5.	Técnicas de análisis y procesamiento de datos.....	58
CAPÍTULO IV.....		59
4.1.	Resultados de la investigación.....	59
4.1.1.	Presentación de los resultados del objetivo específico 1.....	62
4.1.2.	Presentación de los resultados del objetivo específico 2:.....	67
4.1.3.	Presentación de los resultados del objetivo específico 3:.....	85

4.1.4.	Presentación de los resultados del objetivo específico 4:	87
4.1.5.	Impacto del vertimiento.....	89
4.1.6.	Prueba de hipótesis.....	90
4.2.	Discusión de resultados.....	100
CONCLUSIONES		104
RECOMENDACIONES.....		106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		107
ANEXOS.....		113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Nacimiento del río Sicra.....	19
Figura 02. Usos del agua en el Perú.....	21
Figura 03. Fuentes antropogénicas de contaminantes de los recursos hídricos en el Perú	24
Figura 04. Componentes de aguas residuales y sus efectos.....	29
Figura 05. Conductividad de sales.....	34
Figura 06. Curvas de función de coliformes fecales.....	41
Figura 07. Curvas de función de pH.....	42
Figura 08. Curva de función de la DBO ₅	42
Figura 09. Curva de función de los nitratos.....	43
Figura 10. Curvas de función de los fosfatos.....	43
Figura 11. Curvas de función de la temperatura.....	44
Figura 12. Curvas de función de la turbidez.....	44
Figura 13. Curvas de función de los sólidos disueltos totales.....	45
Figura 14. Curvas de función del oxígeno disuelto.....	45
Figura 15. Diagrama de investigación.....	52
Figura 16. Puntos de muestreo río Sicra Lircay.....	56
Figura 17. Comparación con ECA-Agua para el color.....	63
Figura 18. Comparación con ECA-Agua para los Sólidos Suspendidos Totales.....	65
Figura 19. Variación de la Temperatura.....	67
Figura 20. Comparación con el ECA-Agua para el pH.....	68
Figura 21. Comparación con el ECA-Agua para cianuro libre.....	70
Figura 22. Comparación con el ECA-Agua para la DBO ₅	72
Figura 23. Comparación con el ECA-Agua para la DQO.....	73
Figura 24. Comparación con el ECA-Agua para el fósforo total.....	75
Figura 25. Comparación con el ECA-Agua para los nitratos.....	77
Figura 26. Comparación con el ECA-Agua para el nitrógeno amoniacal.....	79
Figura 27. Comparación con el ECA-Agua para el nitrógeno total.....	80
Figura 28. Comparación con el ECA-Agua para el oxígeno disuelto.....	82
Figura 29. Comparación con el ECA-Agua para los sulfuros.....	84
Figura 30. Comparación con el ECA-Agua para los coliformes termotolerantes.....	86
Figura 31. Representación gráfica de la prueba t para el color.....	95

Figura 32. Representación gráfica de la prueba t para la DQO.....	96
Figura 33. Representación gráfica de la prueba t para los nitratos.....	97
Figura 34. Representación gráfica de la prueba t para el oxígeno disuelto.....	98
Figura 35. Representación gráfica de la prueba para los coliformes termotolerantes.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Resumen del Estándar de Calidad Ambiental para Agua.....	38
Tabla 02. Ventajas y desventajas del ICA.....	39
Tabla 03. Factor de ponderación del ICA.....	41
Tabla 04. ICA - NSF. Valores y representación.....	46
Tabla 05. Data histórica de parámetros.....	54
Tabla 06. Puntos de muestreo.....	55
Tabla 07. Análisis <i>in situ</i> físico-químico.....	60
Tabla 08. Análisis <i>ex situ</i> físico-químico.....	61
Tabla 09. Resultado y comparación con el ECA-Agua para el color.....	62
Tabla 10. Resultado y comparación con el ECA-Agua de los Sólidos Suspendedos Totales	64
Tabla 11. Resultado y comparación con el ECA-Agua para la temperatura.....	66
Tabla 12. Resultado y comparación con el ECA-Agua del pH.....	68
Tabla 13. Resultado y comparación con el ECA-Agua del cianuro libre.....	70
Tabla 14. Resultado y comparación con el ECA-Agua para la DBO ₅	71
Tabla 15. Resultado y comparación con el ECA-Agua para la DQO.....	73
Tabla 16. Resultado y comparación con el ECA-Agua para el fósforo total.....	75
Tabla 17. Resultado y comparación con el ECA-Agua para los nitratos.....	76
Tabla 18. Resultado y comparación con el ECA-Agua para el nitrógeno amoniacal.....	78
Tabla 19. Resultado y comparación con el ECA-Agua para el nitrógeno total.....	80
Tabla 20. Resultado y comparación con el ECA-Agua para el oxígeno disuelto.....	82
Tabla 21. Resultado y comparación con el ECA-Agua para los sulfuros.....	84
Tabla 22. Resultado y comparación con el ECA-Agua para los coliformes termotolerantes	85
Tabla 23. Parámetros para la determinación del ICA - NFS.....	87
Tabla 24. Cálculo de ICA - NFS.....	88
Tabla 25. Ubicación en relación al dato del ICA - NFS.....	88
Tabla 26. Impacto ambiental.....	89
Tabla 27. Datos descriptivos.....	91
Tabla 28. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk.....	94
Tabla 29. Prueba de t para una muestra (parámetro color).....	95
Tabla 30. Prueba de t para una muestra (parámetro DQO).....	96

Tabla 31. Prueba de t para una muestra (parámetro nitratos).....	96
Tabla 32. Prueba de t para una muestra (parámetro oxígeno disuelto).....	97
Tabla 33. Prueba para la muestra de coliformes termotolerantes.....	98

RESUMEN

En el Perú, del total de las aguas residuales vertidas, solo el 34 % recibe un previo tratamiento antes de ser descargados algún cuerpo de agua y en razón al último informe emitido por las municipalidades, el tercer gran problema ambiental son las aguas residuales, siendo esta una de los motivos del deterioro de la calidad de las aguas de los ríos.

Lircay es una pequeña ciudad que se encuentra cursada por el cauce del río Sicra, a tal motivo la presente investigación tiene como objetivo, determinar en qué medida el vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta a la calidad ambiental del agua del río Sicra Lircay - Huancavelica 2018. El diseño de la investigación es no experimental, descriptivo transeccional. Por tal, se realizó un muestreo de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en tres puntos, siendo la primera antes del vertimiento denominada como punto PM°1 Zona Primer puente, durante el vertimiento denominada punto PM°2 Zona Puente Tablachaca y siendo el tercero después del vertimiento de las aguas residuales domiciliarias en la zona conocida como Muyocc punto PM°3, en relación a los parámetros cianuro libre, color, DQO, DBO₅, oxígeno disuelto, fósforo total, nitrógeno total, nitratos, nitrógeno amoniacal, sulfuros, sólidos suspendidos totales, temperatura, pH y coliformes termotolerantes, y finalmente determinar un índice de calidad de agua con metodología NSF. Para la determinación del efecto del vertimiento, se tomó como base al punto PM°1 como punto blanco o de control, dado que las concentraciones en este punto son mínimas antes del vertimiento de las aguas residuales, y con los resultados se hace una comparación con el ECA Agua D.S N°004-2017-MINAM, para la determinación del ICA NSF se trabajó en base a nueve parámetros entre ellos físicos, químicos y microbiológicos, determinado así un índice de 42.18, lo cual según National Sanitation Foundation – NSF se encuentra identificada como aguas muy contaminadas, siendo los coliformes termotolerantes el parámetro con mayor influencia. Se plantea la urgencia del control de la calidad del agua del río Sicra, así como la determinación de un Índice de Calidad de Agua del río Sicra, en concordancia con el ICA-PERÚ.

Palabras clave: río Sicra, calidad de agua, parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

ABSTRACT

In Peru, of the total amount of wastewater discharged, only 34% receive prior treatment before any body of water is discharged, and due to the latest report issued by the municipalities, the third major environmental problem is wastewater, being This is one of the reasons for the deterioration of the quality of river waters.

Lircay is a small city that is studied by the channel of the Sicra river, for this reason the present research aims to determine to what extent the discharge of household wastewater affects the environmental quality of the water of the Sicra river Lircay - Huancavelica 2018. The research design is non-experimental, descriptive transectional. For this reason, a sampling of the physical, chemical and microbiological parameters was carried out at three points, the first one being before the pouring, called PM 1 point, the First Bridge Zone, during the pouring called PM point 2, the Tablachaca Bridge Zone, and the third after the discharge of household wastewater in the area known as Muyocc point PM ° 3, in relation to the parameters free cyanide, color, COD, BOD5, dissolved oxygen, total phosphorus, total nitrogen, nitrates, ammoniacal nitrogen, sulfides, solids total suspended, temperature, pH and thermotolerant coliforms, and finally determine a water quality index with NSF methodology. To determine the effect of the discharge, the PM ° 1 point was taken as the white or control point, since the concentrations at this point are minimal before the discharge of the wastewater, and with the results a comparison is made with The ECA Agua DS N ° 004-2017-MINAM, for the determination of the ICA NSF, worked based on nine parameters including physical, chemical and microbiological, thus determining an index of 42.18, which according to the National Sanitation Foundation - NSF is identified as highly polluted waters, with thermotolerant coliforms being the parameter with the greatest influence. The urgency of the control of the quality of the water of the Sicra river is raised, as well as the determination of a Water Quality Index of the Sicra river, in accordance with the ICA-PERU.

Key words: Sicra river, water quality, physical, chemical and microbiological parameters.

INTRODUCCIÓN

En el día escuchamos hablar de la contaminación y sus efectos, de la calidad del agua, que cuidemos el agua, que gota a gota el agua se agota y de un sinfín de recomendaciones y reflexiones, sin embargo, acciones escasas se vienen realizando respecto a las aguas residuales, que se viene convirtiendo en uno de los grandes problemas ambientales y de acuerdo al informe emitido por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA en adelante), solo el 32 % de las aguas residuales recibe tratamiento alguno antes de su vertimiento a un cuerpo de agua o es destinado a otro uso y en conclusión más del 68 % de las aguas son vertidas directamente a cuerpo de agua, alterando así la calidad y afectando la flora y fauna acuática, un 68 % que será tratada cuando ya posiblemente no se tenga agua que tratar. Por ello, es necesario encaminar proyectos que nos ayuden encaminar la reutilización, tratamiento y mejora de la calidad del agua.

La calidad del agua es la característica que define la idoneidad del agua a un uso determinado en relación a concentraciones fisicoquímicas y microbiológicas; es un índice de salubridad para la humanidad y para los ecosistemas, de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos y las actividades socioeconómicas ¹, es por ello que se destaca la importancia de la calidad de los cuerpos de aguas lóaticas y lenticas.

El río Sicra, se encuentra ubicado en el departamento de Huancavelica, provincia de Angaraes, distrito de Lircay, el cual atraviesa la ciudad de nombre del mismo distrito; su cauce cursa por las limitaciones de los barrios principales y a su vez recibiendo la descarga de todas las aguas residuales domiciliarias de toda la población. En este contexto, se ve la necesidad de determinar los efectos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias y el de determinar el índice de calidad de agua del río Sicra mediante metodología NSF.

La presente investigación titulada “EFECTO DEL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMICILIARIAS EN LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO SICRA LIRCAY-HUANCAVELICA 2018”, y cuyo problema de investigación planteado fue: ¿en qué medida el vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta a la calidad ambiental del agua del Río Sicra Lircay - Huancavelica 2018?

La investigación consta de 4 capítulos, que se encuentran detallados a continuación: en el capítulo I (Planteamiento del problema), se encuentra detallado el planteamiento y formulación del problema, objetivos generales y específicos, justificación e importancia, hipótesis y la descripción de las variables dependientes e independientes.

En el capítulo II (Marco teórico), veremos los antecedentes de la investigación internacional, nacional y local, las bases teóricas que nos brindan el sustento para la discusión de los resultados y por último se presentó la definición de términos básicos.

En el capítulo III (Metodología), también veremos el método y el alcance de la investigación, diseño y tipo de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de análisis y procesamiento de datos.

En el capítulo IV (Resultados y discusión), veremos los resultados del tratamiento y análisis de la información del objetivo específico 1, específico 2, específico 3 y específico 4, y discusión de los resultados.

Con toda la información obtenida, se llegó a la conclusión que el resultado obtenido mediante la metodología Índice de Calidad del Agua ICA-NSF, de 1970, fue de 42.18, lo cual, según la National Sanitation Foundation – NSF, evidencia que las aguas del río Sicra se encuentra identificada como agua muy contaminada, debido a las altas concentraciones de coliformes fecales o termotolerantes, sólidos disueltos totales y nitratos.

La autora.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

La creciente expansión de la población urbana y el desarrollo de los suministros de saneamiento de agua, vienen contribuyendo a la generación de enormes cantidades de aguas residuales domiciliarias, dado que a medida que aumenta la demanda global del agua, el volumen de aguas residuales y su nivel de contaminación se encuentra a efecto de la constante demanda, a razón que hoy en día a nivel mundial más del 80 % de las aguas residuales vienen siendo descargada en los cuerpos de aguas más cercanos sin un tratamiento previo o el adecuado, generando escenarios de contaminación hasta el grado de deteriorar la calidad de agua, con repercusiones negativas a largo y corto plazo, en la salud, ambiente y en los ecosistemas acuáticos ².

Si bien las aguas residuales no reciben un tratamiento antes de su vertimiento, la perspectiva de una buena calidad de agua y su disponibilidad son ciertamente negativas, a esto sumándose los intervalos entre la frecuencia e intensidad de las sequías que se encuentra afectando a las cuencas hidrográficas ³.

Este escenario es solo apreciado solo en los países en vías de desarrollo, siendo así que el Perú no es ajeno a esta problemática ambiental, debido a que el sistema de tratamiento de las aguas residuales domiciliarias es ineficiente y en muchos casos se ve la ausencia del mismo. De acuerdo al informe emitido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), a través de su organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el año 2017, se estimó que más del 80 % de las aguas residuales son vertidas sin tratamiento alguno a nivel mundial ². En dicho sentido, en el Perú, se generan aproximadamente 2 217 946 m³ de aguas residuales por día, y solo el 34 % recibe tratamiento alguno ³, contribuyendo significativamente en el deterioro de la calidad del agua de los ríos y es de mencionar que el Perú es un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, siendo uno de los principales efectos la escasez del agua ⁴.

En el Perú, el principal obstáculo para la sostenibilidad del agua, se asocia con el vertimiento directo de las aguas residuales sin tratamiento alguno, yaciendo su justificación a la no disponibilidad de los recursos necesarios con barreras socioeconómicos que limitan el tratamiento de las aguas residuales de forma segura, responsable y eficiente ⁵.

A ello, en el informe emitido por el Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI) del año 2017, las municipalidades comunicaron que los elementos que originan contaminación ambiental dentro de su jurisdicción, se encuentran listadas en: quemas clandestinas de los residuos sólidos y rastros con una estimación de 54.5 %, seguido por la crianza de animales domésticos sin control con 53.9 % y en tercer lugar las aguas residuales con 47.6 %; este último afecta directamente a la calidad del agua, poniendo en riesgo la salud y perturbando los sistemas acuáticos ⁶.

Hoy en día el deterioro de la calidad del agua viene siendo alterada por la presencia de los agentes fisicoquímicos, microbiológicos, antropogénicos y naturales, provocada por el vertimiento de los residuos sólidos, los desechos, desmontes de los materiales de construcción, por los pesticidas, fertilizantes o por el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias, este último contribuyendo significativamente a los niveles de contaminación de agua ⁷.

Las aguas residuales domiciliarias, reflejan una diversidad de contaminantes liberados de los indistintos usos que se realiza con el agua, sin embargo, generalmente se encuentran libres de contaminantes peligrosos, por ello que, en muchos cuerpos de agua con bajas concentraciones de contaminantes, los cuerpos de agua se regulan sin exceder su capacidad de asimilación y aguas abajo son destinadas para el riego agrario ².

A medida que transcurren los años, se da una mayor importancia al tema de calidad de agua y el vertimiento de las aguas residuales, evidenciando así estudios en el tema, tal es el caso de la investigación realizada por la Universidad de Guayaquil, donde se diagnosticó los niveles de contaminantes en el río Santa Rosa, obteniendo que la presencia de bacterias totales con 2×10^3 UFC/m, coliformes totales con 4.8×10^2 UFC/mL y *E. coli* con 5×10^2 UFC/mL, demuestra que una de las principales fuentes de contaminación son los desechos sólidos y aguas residuales ⁸.

En el Perú, en el trabajo de investigación de determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas de ríos Mazan, Loreto ⁹, y en la investigación de los niveles de contaminación de las aguas residuales en el Centro Poblado Huaca y su efecto en la calidad del agua del ríos Chancay Blanca, Chiclayo ¹⁰, se determinaron que las principales fuentes de contaminación son el vertimiento de las aguas residuales y la existencia de botaderos de residuos sólidos en el cauce de los ríos.

La ciudad de Lircay se encuentra ubicada en el departamento de Huancavelica, en la provincia de Angaraes en el distrito del mismo nombre de la ciudad, dentro de su territorio se encuentran la fluctuación de los ríos Sicra y Opamayo, y de la unión de estas surge el río Lircay ¹¹. Actualmente la ciudad carece de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTAR), por ello el vertimiento de los efluentes se realiza directamente en los ríos Sicra y Opamayo: sin embargo, el río que mayor impacto ambiental negativo tiene es el Sicra, a razón que el cauce del río es por medio de la ciudad, haciendo de este cuerpo sea el receptor del mayor volumen de descarga de las aguas residuales, de los desechos o desmontes y los residuos sólidos.

Es por ello que a través de la investigación se pretende dar a conocer el efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad de agua del Río Sicra - Lircay -Huancavelica 2018.

1.1.2. Formulación del problema

A. Problema general:

¿En qué medida el vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta a la calidad ambiental del agua del río Sicra, Lircay - Huancavelica 2018?

B. Problemas específicos:

- ¿La calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro físico establecido en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua se encontrará afectada tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018?
- ¿La calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro químico establecido en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua se encontrará afectada tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018?
- ¿La calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro microbiológico establecido en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua se encontrará afectada tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018?
- ¿Cuál es el índice de calidad de agua mediante la metodológica ICA NSF del río Sicra, tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar en qué medida el vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta a la calidad ambiental del agua del río Sicra, Lircay - Huancavelica 2018.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro físico establecido en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018.
- Evaluar la calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro químico establecido en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018.
- Evaluar la calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro microbiológico establecido en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018.
- Obtener el índice de calidad de agua mediante la metodológica ICA NSF del río Sicra, tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación social

El trabajo de investigación ofrece beneficio social en la agricultura y ganadería por la determinación de la afectación de la calidad del agua del río Sicra, a razón que contribuirá de manera significativa con la información obtenida. En base a que Lircay es una pequeña ciudad con una población

dedicada a la agricultura y la ganadería, a ello la calidad de agua es indispensable; sin embargo, el agua que viene siendo utilizada se encuentra afectada por el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias, la inadecuada disposición de los residuos sólidos en la franja marginal y la ausencia de una planta de tratamiento de agua residuales.

Del mismo modo en lo social brinda beneficio a la Municipalidad Provincial de Angaraes, Lircay, Huancavelica y a la población en general, ya que permitirá gestionar la identificación de los principales puntos de vertimiento de las aguas residuales, por consecuente en la elaboración perfil de una planta de tratamiento de aguas residuales y a la toma de decisiones de mejora para salvaguardar la calidad del agua del río Sicra.

1.3.2. Justificación académica

La investigación permitirá determinar la evaluación de la calidad de agua del río Sicra mediante la aplicación de la metodología ICA-NSF y junto a sus objetivos, servirá como base para las futuras investigaciones, tanto para las organizaciones, profesionales o estudiantes relacionadas a los temas ambientales o en su específica a la calidad de agua, y sobre todo contribuirá como base para las pesquisas del agua del río Sicra como complemento o similares a la presente.

1.3.3. Justificación ambiental

La investigación se origina como el efecto por la contaminación de las aguas del río Sicra, por las descargas de las aguas residuales domiciliarias generadas por la población angareña, para así dar a conocer los parámetros que exceden en las concentraciones establecidas en el ECA Agua, de los elementos fisicoquímicos y microbiológicos, que de modo directo deterioran la calidad del agua del río Sicra del distrito de Lircay.

1.3.4. Importancia

El beneficio del conjunto de resultados que se obtendrán, permitirá transmitir y lograr una mejor comprensión del estado actual de la calidad ambiental del agua del río Sicra, para que la Municipalidad Provincial de Angaraes, Lircay, Huancavelica, a través de las áreas pertinentes y la población en general puedan tomar acciones preventivas y correctivas para la mejora de la gestión y el manejo de los cuerpos de agua dentro de la localidad.

1.4. Hipótesis y variables

1.4.1. Hipótesis de investigación

H₁: El vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta a la calidad ambiental del agua del río Sicra, Lircay - Huancavelica 2018.

1.4.2. Hipótesis nula

H₀: El vertimiento de aguas residuales domiciliarias no afecta a la calidad ambiental del agua del río Sicra, Lircay - Huancavelica 2018.

1.4.3. Hipótesis alternativa

H_a: El vertimiento de aguas residuales domiciliarias si afecta a la calidad ambiental del agua del río Sicra, Lircay - Huancavelica 2018 en función a los resultados de los análisis obtenidos.

1.4.4. Hipótesis específicas

- La calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro físico establecido en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua tiene una influencia negativa tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018.
- La calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro químico establecido en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua tiene una influencia negativa tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018.
- La calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro microbiológico establecido en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua tiene una influencia negativa tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018.
- El índice de calidad de agua mediante la metodológica ICA NSF del río Sicra, es negativa tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018.

1.4.5. Operacionalización de las variables

- A. Variable independiente: vertimiento de aguas residuales domiciliarias.
- B. Variable dependiente: calidad de agua.

Para observar la matriz de operacionalización de las variables, ver el anexo 01.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En la tesis de investigación titulada “Evaluación ambiental de la calidad del agua del Río Santa Rosa y lineamientos para un plan ambiental”, realizada en la Universidad de Guayaquil – Ecuador, cuyo objetivo fue evaluar la calidad del agua del río Santa Rosa, para diagnosticar los niveles de contaminación, estableciendo los lineamientos para un plan ambiental. Se utilizó el tipo de investigación observacional, con la aplicación de encuestas, recolección de información bibliográfica como instrumento de recolección en función a los respectivos objetivos específicos. Para ello se consideraron dos puntos de muestra para el desarrollo de las encuestas, sin embargo; se consideraron tres estaciones de muestreo durante los meses de enero hasta abril del 2014. La investigación presenta como resultado que las aguas del río Santa Rosa se encuentran en un estado inaceptable de calidad, a ello existe presencia de bacterias totales en las aguas donde el nivel más alto corresponde a la estación 3 del mes de abril con 2×10^3 UFC/mL, en coliformes totales un valor de 4.8×10^2 UFC/mL y en la presencia de *E. coli* con 5×10^2 UFC/mL, llegando como conclusión que existe una escasa responsabilidad ambiental de la población y de los organismos de control y que los valores de bacterias totales, *E. coli* y

coliformes se encuentran sobre los valores permisibles de acuerdo al TULAS que establece como NMP 600 o UFC/mL ⁸.

En la tesis de investigación, titulada “Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media – alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo”, realizada en la Universidad Nacional Escuela de Ciencias Ambientales - Costa Rica, cuyo objetivo fue conocer el impacto ambiental ocasionado por acciones antropogénicas, en el agua de la microcuenca del río Damas, el origen y composición de las aguas residuales y residuos sólidos depositados en la misma. Se utilizó el tipo de investigación exploratoria, a razón de destacar los aspectos fundamentales de una problemática determinada, además que también se empleó la técnica de la observación (encuestas, cuestionarios y entrevista). Para el ello, se seleccionaron 9 puntos de muestreo a lo largo del cauce del río Damas durante las estaciones de verano e invierno. La investigación presenta como resultados, tanto en verano como en invierno, que los parámetros en su mayoría cumplen con los establecido en el reglamento; sin embargo, durante el muestreo realizado en verano los únicos parámetros que no cumplen con los estándares es el Cobre (Cu), el cual sobrepasa los 0,5 mg/L exigidos por la ley en todos los puntos de muestreo, mientras que en invierno estos bajan considerablemente, un escenario opuesto es el de los sólidos suspendidos totales, pues en invierno sobrepasa los 50 mg/L establecido como límite por el reglamento, en tanto de acuerdo al ICA en los puntos de muestreo 1, 2 y 3 en verano el índice de contaminación es “severa” mientras que en invierno es “incipiente”, para los puntos 4 el nivel de contaminación en verano como en invierno es “incipiente”, en el punto 5 y 6 el nivel de contaminación en verano es “moderada” e “incipiente” en invierno, en el punto 7 en invierno es “moderada” y en invierno es “incipiente”, en el punto 8, tanto en el invierno como en el verano el nivel de contaminación es “incipiente” y por último en el punto 9, índice de contaminación en verano es “severa” y “sin contaminación” en invierno, al mismo llegando a la conclusión que el crecimiento urbano desordenado, debido a la expansión poblacional dentro del cantón ha generado una presión muy alta sobre el recurso hídrico, tanto en temas de abastecimiento, como en el impacto ambiental que su uso y posterior

evacuación han tenido sobre la calidad de agua de río, a lo cual se suma también una alta generación de residuos sólidos y su inadecuado manejo, que también terminan produciendo impacto sobre las aguas del río Damas¹².

En la tesis de investigación titulada “Análisis de la calidad de agua en la cuenca media del río Motagua, 2002 - 2013”, realizada en la Universidad Rafael Landívar - Guatemala, cuyo objetivo fue evaluar la calidad del agua, adaptando índices de calidad de agua para la cuenca media del río Motagua durante el periodo 2002 - 2013. Se utilizó el nivel de investigación descriptivo, ya que se utilizaron datos históricos generados por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología - SIVUMEH entre los años 2002 al 2013 en las que se evaluó la calidad del agua de la cuenca media del río Motagua en dos estaciones. Al mismo que se evaluó las adaptaciones de los índices de calidad de agua ICA NFS, Oregón y AMOEBA, ya que únicamente se utilizaron los parámetros oxígeno disuelto, DQO, pH, TDS, temperatura y nitratos. La investigación presenta como resultado que el río por su paso en el puente Orellana registra valores entre 25.8 durante febrero del año 2004 y hasta una máxima de 87.3 en mayo de año 2006, mientras que en la estación ubicada en Gualán el ICA mínimo es de 30.9 durante mayo del 2002 y una máxima de 81.9 catalogada como “buena” en mayo del 2003, llegando a la conclusión que la metodología permite calificar e interpretar de manera visual el comportamiento del cuerpo de agua y determinar su estado fisicoquímico en ambas unidades de análisis, asimismo que el ICA y la precipitación están estrechamente ligadas ya que el incremento de la precipitación aumenta en valor del ICA¹³.

En la tesis de investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua del río San Pedro, sector Valle de los Chillos, mediante el Índice de calidad de agua (ICA-NSF)”, realizada en la Universidad Central de Ecuador, cuyo objetivo fue determinar la calidad del agua mediante el índice de calidad de agua (ICA-NSF) del río San Pedro en el periodo 2015 - 2018. Se utilizó el tipo de investigación observacional descriptivo, puesto que cuando un estudio es observacional no existe ninguna intervención por parte del investigador y se limita a medir el fenómeno y describirlo tal y como se

encuentra en la muestra de estudio. Se aplicó la estadística descriptiva básica para determinar el coeficiente de correlación de Pearson (r) entre los parámetros fisicoquímicos para cada punto de muestreo y cada año. La investigación presenta como resultado que en comparación con los criterios de calidad de consumo humano y de uso doméstico con los datos obtenidos en el año 2018 de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua del año 2015, muestra que los valores de coliformes fecales y DBO no cumplen y sobrepasan los valores establecido con concentraciones muy elevadas, por otra parte; el Índice de Calidad de Agua muestran una fluctuación de la calidad de agua “mala” y cercana a “muy mala” en el año 2018, al mismo llegando como conclusión que al 2015 las concentraciones de nitratos se aproximaron a los 10 mg/L y los sólidos disueltos totales a los 490 mg/L, en el 2016 las cantidades de los coliformes fecales cercanas a 20,000 NMP/100mL, para el año 2017 fueron los sólidos disueltos totales con el valor que llegaron a los 500 mg/L y la turbidez con valores entre 40 y 25 NTU y para el año 2018 fueron los coliformes totales con el valor de 160,000 NMP/100mL, sólidos disueltos totales superior a los 500 mg/L y DBO llegando a los 150 mg/L, variaciones atribuidas a los posibles focos de contaminación identificados, factores climáticos y la alta incidencia de las descargas domesticas e industriales a lo largo del cauce del río San Pedro ¹⁴.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la tesis de investigación titulada “Determinación de la concentración de coliformes fecales y totales en el río Mayo, por la incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba 2009”, realizada por la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, cuyo objetivo fue determinar la concentración microbiana de coliformes fecales y totales en el río Mayo, aportados por incidencia de la descarga de aguas residuales en la ciudad de Moyobamba. Para lo cual se utilizó el tipo de investigación descriptiva aplicada, para el desarrollo del estudio se determinaron 04 puntos de muestreo, la primera ubicada a 50 metros aguas arriba del vertedero, la segunda en el vertedero, la tercera 50 metros aguas abajo del

vertedero y el cuarto adicional, a su vez se empleó la técnica de protocolo del monitoreo de efluentes líquidos del sub sector industrial. La investigación presenta como resultado elevadas concentraciones de coliformes fecales y totales aguas arriba que superan el Estándar de Calidad Ambiental dispuestos por el D.S. 002-2008-MINAM, sin embargo en el mes de octubre del 2009 las concentraciones microbiológicas no sobrepasan los estándares, llegando a la conclusión que la descarga de las aguas residuales de la ciudad de Moyobamba sobre el río Mayo, generan un impacto moderado, de carácter negativo con mayor incidencia sobre el medio socioeconómico que es la mención a la salud pública y el medio físico a la calidad del agua ¹⁵.

En la tesis de investigación titulada "Calidad de agua del río San Juan, en el departamento de Pasco", realizada en la Universidad Nacional Federico Villareal, cuyo objetivo fue determinar la calidad de agua del río San Juan y su cumplimiento de acuerdo a lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental Agua, categoría 3: riego para vegetales y bebida de animales durante el periodo 2001 al 2011 y 2014. Se utilizó el tipo de investigación cuantitativa aplicada, puesto que consiste en cuatro etapas de trabajo teniendo para cada una de ellas su propia metodología de estudios. Para el desarrollo del estudio se tomaron 6 estaciones de muestreo del río San Juan en lo que se analizaron de las concentraciones de metales pesados como el cadmio (Cd), cobre (Cu), cromo (Cr), hierro (Fe), magnesio (Mg), níquel (Ni), plomo (Pb), zinc (Zn) y arsénico (As), así como también se consideraron muestras para las concentraciones de los elementos microbiológico y fisicoquímicos como coliformes totales, coliformes termotolerantes, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (OD), DBO, aceites y grasas, y cianuro WAD, a lo cual se utilizó el Protocolo de Monitoreo de Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales. La investigación presenta como resultado que la presencia de metales pesados superan los estándares de Calidad Ambiental Agua tales como el arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), hierro (Fe), magnesio (Mg), plomo (Pb) y zinc (Zn), en los dos parámetros microbiológicos, coliformes termotolerantes y totales se encontró que en los últimos años presentaron una crecida en el 80, al igual en el parámetro pH en el promedio de los años de estudio se determinó que superaron el ECA para agua, en el año

2001 para la concentración de aceites y grasas superaron el ECA en la categoría 3, mientras que la demanda química de oxígeno (DQO) indica que hubo presencia de materia orgánica, con respecto a la conductividad eléctrica se obtuvieron valores bajos en comparación con el ECA agua, mientras que en el cianuro WAD en los años 2008, 2011 y 2014 superaron el ECA. Se llega a la conclusión que las altas concentraciones de los metales se deben a la descarga de empresas mineras como el Aurex, Volcan y El Brocal, mientras que, para los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, éstos son alterados por la descarga directa de las aguas residuales domesticas de las poblaciones que viven en las inmediaciones del río San Juan ¹⁶.

En la tesis de investigación titulada “Niveles de contaminación de las aguas residuales del centro poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del Río Chancay”, realizada en la Universidad César Vallejo, cuyo objetivo fue determinar los niveles de contaminación de las aguas residuales del centro poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay. Para lo cual se utilizó el tipo de investigación descriptivo no experimental - longitudinal, en ello se empleó tres puntos de muestreo; Punto 1: aguas arriba de la desembocadura, Punto 2: punto de vertimiento y Punto 3: aguas debajo de la desembocadura de las aguas residuales, en los meses de agosto, setiembre y octubre. La investigación presenta como resultado, que en las concentraciones de Cloruros en los Puntos 1 y 3 no sobrepasan las concentración de 250mg/L del ECA Agua, en el análisis de turbidez en el Punto 1; en el mes de agosto se obtuvo 35.1 UNT, en septiembre 32.4 UNT y en el mes de octubre 33.4 UNT sobrepasando el valor de ECA A1 mas no ECA A2, por otro lado en el Punto 3; en el mes de agosto se obtuvo 91 UNT, en setiembre 106 UNT y en octubre 93 UNT; en los resultados obtenidos del análisis de DBO y DQO en los Punto 1 y 3 en los meses de agosto, setiembre y octubre, sobrepasan el ECA A1, ECA A2, sin embargo, se encuentran debajo del ECA A3, obteniendo como conclusión que se llegaron a identificar principalmente 2 fuentes de contaminación: el vertimiento directo de las aguas residuales de la población y la existencia de los botaderos de residuos sólidos en el cauce del río ¹⁷.

En la tesis de investigación titulada “Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán – Loreto, 2016”, realizada por la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, cuyo objetivo fue determinar la calidad del agua del río Cakra y si el consumo de las aguas de este recurso amenaza la calidad de vida de la población asociada al distrito de Cakra. Para lo cual se utilizó el tipo de investigación descriptivo correlacional, puesto que consiste en caracterizar las aguas del río Mazán, a ello la correlacional estadística corresponde a los análisis físicos, químicos y bacteriológicos. La investigación presenta como resultado que se tiene un promedio de 4.66 UFC/100mL para coliformes totales y de 1,66 UFC/100mL para coliformes termotolerantes, indicando que las aguas del río Mazán están por debajo de los ECA de agua, sin embargo, no es apta para el consumo humano esto debido a los resultados obtenidos. Se llegó a la conclusión que las aguas del río Mazán presentan escaso contenidos de materiales en suspensión, con bajos valores de conductividad, indicando la escasa relación del contenido de electrolitos y nutrientes (nitratos, carbonatos, sulfatos, fosfatos) ¹⁸.

2.1.3. Antecedentes locales

En la tesis de investigación titulada “Aguas residuales y residuos sólidos urbanos y su incidencia en la contaminación del río Ichu de la localidad de Huancavelica 2018”, realizada por la Universidad Nacional Huancavelica, cuyo objetivo fue 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. Para lo cual se utilizó el tipo de investigación descriptivo explicativo, puesto que se describen características del fenómeno y siendo explicativo porque da a conocer la percepción de ciertos hechos a través de relaciones causales existentes. La investigación presenta como resultado que las aguas residuales y los residuos sólidos urbanos tienen incidencia estadísticamente significativa, directa y media en la contaminación del río Ichu en sus propiedades físicas, químicas y biológicas de la localidad de Huancavelica, a un nivel de confianza de 95 %. Se llega a la conclusión

que existe una moderada incidencia positiva entre las aguas residuales, los residuos sólidos urbanos y la contaminación del Río Ichu en sus propiedades físicas, químicas y biológicas de la localidad de Huancavelica¹⁹.

En el artículo de divulgación titulado “Evaluación de recursos hídricos en la Cuenca del Mantaro”, realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), cuyo objetivo fue determinar la disponibilidad hídrica de la cuenca del Mantaro con un modelo de soporte para la toma de decisiones, para lo cual se empleó una metodología apoyada a una visión completa, integrada y realista de los recursos hídricos. Asimismo, en el estudio realizado se da a conocer que los ríos Sicra, Opamayo y Lircay y así como sus atributos, se clasifican como categoría 3: riego de vegetales y bebidas de animales “parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto”, y en función a la contaminación de tipo orgánico y microbiológico existe un importante déficit de información, únicamente se tiene información de contaminación por coliformes en los ríos Racra, San Juan, Huachocolpa, Opamayo, Sicra, Lircay, Huayanay y Cachi. A ello, en contraste en la calidad del agua, los escasos datos disponibles de contaminación orgánica y microbiológica, muestran que la detección de elevadas concentraciones de parámetros indicadores de este tipo de contaminación está relacionada con la presencia de vertimientos domésticos, en el río Sicra y Lircay, directamente a los botaderos de residuos sólidos en el puente Bautista y las aguas residuales domésticas de las localidades del puente Tablachaca²⁰.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Fundamentos teóricos de la investigación

- Agua:

El agua es el compuesto, cuya molécula está formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, siendo su fórmula química H_2O , puede presentarse en el estado sólido, líquido y gaseosa²¹. El agua es

considerada como disolvente, mejor dicho, un disolvente universal y es por ello que nunca se le encontrará en la naturaleza en estado puro. El agua prosiguiendo su ciclo natural atraviesa la atmósfera y el suelo, en su recorrido tiende arrastrar y disolver componentes, es por esta razón que incluso en zonas en la que no existan contaminación, el agua tendrá componentes orgánicos como inorgánicos ²².

El agua es uno de los recursos naturales renovables, a su vez vulnerables e imprescindible para la vida y fundamental para las actividades humanas, así también, su manejo es estratégico para el desarrollo sostenible del país, el mantenimiento de los sistemas y los ciclos naturales que la sustentan, además de garantizar la seguridad de la nación ²³ y sobre todo la más importante para la vida del planeta.

El agua es el recurso natural esencial para el desarrollo de la vida, sin embargo, la cantidad del agua dulce existente es limitada y la calidad del agua se encuentra constantemente sometida a variaciones y cambios de presión ²⁴. El agua es uno de los compuestos más abundantes sobre la faz de la tierra, ya que cubre más de las tres cuartas partes de la superficie terrestre, sin embargo, existen indistintos factores que limitan la cantidad y calidad disponible de agua para el uso de consumo humano. Siendo así, que el 97 % del total del agua existente se encuentra en los océanos y otros cuerpos salinos, de la diferencia (3 %), solo el 2 % se encuentra en los témpanos de hielo, glaciares, atmósfera o en su conjunto con el suelo, haciendo su disponibilidad inaccesible, siendo consecuente que solo el 0.62 % se encuentre en los lagos, ríos y mantos freáticos, siendo así disponible para el desarrollo de la vida humana y las diversas actividades ²⁵.

- Agua superficial:

En el Perú la disponibilidad hídrica de las aguas superficiales, tiende a ser comparativamente cuantiosa, sin embargo, su distribución tiene una estrecha línea de desigualdad dentro de todo el territorio peruano, a esto sin sumar el gran impacto crítico que recibe la calidad en su

disponibilidad, pues el gran eslabón es la insuficiencia o el escaso tratamiento que reciben las aguas residuales domésticas, así al igual que el vertimiento directo de estas aguas, a ellas sumándose el inadecuado manejo de los residuos sólidos que deteriora la calidad elocuentemente de las aguas superficiales ²⁶.

Las aguas superficiales son los cuerpos de agua que se encuentran en la superficie terrestre, son las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales o aguas acumuladas en las cabeceras de las cuentas hidrográficas, que forman paso a la corriente de agua, formando ríos, riachuelos, manantiales y arroyos, y llegando a formar lagos, lagunas o charcos si no consiguen a filtrarse al suelo. Las aguas superficiales se encuentran subclasificadas en dos tipos: las lénticas y las aguas superficiales lólicas o corrientes.

- Aguas lólicas: son los cuerpos de agua que se encuentran en constante movimiento y en una sola dirección como los ríos, manantiales, riachuelo, arroyos.
 - Río Sicra: es un cuerpo de agua lólica, que se encuentra ubicado en el departamento de Huancavelica, provincia de Angaraes y en el distrito de Lircay, es el cuerpo de agua que fluctúa por medio de la Ciudad de Lircay, a la paralela de río Opamayo, estableciendo su límite por los barrios: Virgen del Carmen, Santa Rosa, Bellavista, Pueblo Nuevo y Pueblo Viejo.
 - Ubicación geográfica:

Departamento : Huancavelica.
Provincia : Angaraes.
Distrito : Lircay.
 - Coordenadas geográficas:

Latitud : 12°58'55"
Longitud : 74°43'5.1"
Altitud : 3278 msnm.

- Hidrografía:

Su yacimiento se da en la laguna Ticrapo de un área de superficie de 33 619.39 m², a una altitud de 4 550 msnm, perteneciente a la cordillera de Chonta, que se encuentra en la cuenca del Mantaro.



Figura 01. Nacimiento del río Sicra.

Fuente: Autoridad Administrativa del Agua MANTARO - Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos ²⁷.

- Aguas lénticas:

Son los cuerpos de agua, que a diferencia de las aguas lólicas no están en movimiento, se encuentran quietas o no en su totalidad estancadas, las aguas lénticas son las lagunas, charcos, humedales y pantanos.

- Importancia del agua:

Hoy en día, su importancia radica en ser el elemento primordial para la existencia de la vida y el sostenimiento de la misma ²⁸.

El agua es el recurso natural con mayor importancia, puesto que el desarrollo y la ejecución de las actividades cotidianas de todos los seres vivos dependen de este recurso, además de ser el vínculo crucial de la sociedad y ambiente. El agua es el base de la vida, es el recurso decisivo para la subsistencia de la humanidad y para el resto de los seres bióticos ²⁸.

Todos los seres, de alguna u otra forma la necesitamos, además, este recurso es el componente más abundante de los medios orgánicos, los seres vivos contienen un 70 % de agua, el porcentaje es variante dependiendo del cuerpo animal y vegetal. Desde el punto de la perceptiva de la sociedad, el agua es el recurso que permite generar y mantener el crecimiento socioeconómico, a través de las diversas actividades, como la agricultura, la ganadería, la generación de energía, la pesca, la industria, el transporte y el turismo ²⁸.

- Usos del agua:

El agua es el recurso natural imprescindible, por ello su uso es muy indistinto, como:

- Uso poblacional: son aquellas aguas que son destinadas para el abastecimiento del consumo humano y/o satisfacer directamente las necesidades primarias de la población, estas aguas son captadas de una fuente o una red pública, debidamente tratada ²⁹. En el Perú cerca del 8.89 % del agua es destinada para el uso poblacional ³⁰.
- Uso agrícola: son aquellas aguas destinadas a la actividad productora de alimentos. En el Perú cerca del 88.82 % del agua es destinada para el uso agrícola ³⁰.
- Uso industrial: son aquellas aguas destinadas en la utilización en los procesos de producción o previos a los mismo ²⁹. En el Perú cerca del 0.96 % del agua es destinada para el uso industrial ³⁰.

- Uso minero: son aquellas aguas que son destinadas para la extracción y producción de la refinera (metálica y no metálica). En el Perú cerca del 1.04 % del agua es destinada para el uso minero ³⁰.
- Uso pecuario: es el agua destinada para la ganadería, vinculada directamente e indispensable en la vida del animal, puesto que cumple una serie de funciones. En el Perú cerca del 0.10 % del agua es destinada para el uso pecuario ³⁰.
- Uso recreativo: son las aguas que son aprovechadas en actividades recreativas, lúdicas o de esparcimiento, como los deportes de aventura, natación, navegación, pesca, remo y entre otras actividades. En el Perú cerca del 0.09 % del agua es destinada para el uso recreativo ³⁰.
- Uso turístico: el agua es el recurso indispensable para el crecimiento y desarrollo del turismo dentro del Perú, ya que en las actividades de esta pequeña industria se viene empleando este recurso vital, en el caso de la hotelería en el área de la cocina, lavandería y habitaciones son los puntos de mayor consumo ³¹. En el Perú cerca del 0.009 % del agua es destinada para el uso turístico ³⁰.

REGIÓN HIDROGRÁFICA	USOS CONSUNTIVOS (hm ³ /año)							TOTAL
	AGRÍCOLA	POBLACIONAL	INDUSTRIAL	MINERO	PECUARIO	RECREATIVO	TURÍSTICO	
Pacífico	19 041.54	1779.15	170.82	155.85	1.90	4.65	0.00	21 153.92
Amazonas	3017.31	493.84	78.48	110.70	47.92	17.80	1.00	3767.04
Titicaca	1106.94	46.75	0.08	5.98	0.00	0.00	0.00	1159.75
TOTAL (hm³/año)	23 165.79	2319.74	249.38	272.53	49.82	22.45	1.00	26 080.71

Figura 02. Usos del agua en el Perú.

Fuente: Calidad del agua en el Perú, Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales ⁵.

- Contaminación de agua:

El Perú, es el país que tiene la mayor de reserva hídrica a nivel de América Latina, por ello se encuentra ubicada dentro de los 20 países

con mayor disponibilidad a nivel mundial. De los cuales, solo el 1,8 % de agua de todo el país se encuentra dispuesta para el 65 % de la población que se asienta en la costa peruana, el 97.7 % de agua para el 30 % la población que se asienta en por la cuenca del Amazonas y el 0.5 % restante para el 5 % de la población que se asienta en la vertiente del Titicaca ³². El Perú es un país con un alto índice de demanda y oferta hídrica, sujeta a la contaminación por indistintos factores.

La contaminación de agua es la acción y el efecto de la introducción de sustancias o inducir condiciones que, de carácter directo o indirecto, involucren una alteración negativa en la calidad de agua en relación a su uso en determinadas actividades o con su función ecológica ³³. La contaminación puede ser de medio antropogénica o natural ²⁵, como las siguientes acciones ³³:

- Las precipitaciones atmosféricas.
 - Las escorrentías agrícolas (aguas que son arrastradas de los terrenos irrigados).
 - Las escorrentías superficiales de las zonas urbanizadas (aguas que escurren de los centros urbanos).
 - Los vertimientos de las aguas de uso doméstico a los cuerpos superficiales más cercanos.
 - Las descargas de los vertimientos industriales (aguas provenientes de aquellos procesos tecnológicos o especializados).
- Fuentes de los principales contaminantes:

Estas fuentes de contaminación pueden ser:

- Puntuales: son aquellas aguas negras municipales, que en su conjunto es el resultado de la unión de los efluentes domésticos y los efluentes industriales de descarga permitida en el alcantarillado ³⁴.

- No puntuales o difusas: son las aguas producto del escurrimiento superficial agrícola, ganadera, urbano y deposiciones atmosféricas, que en su conjunto recorren por escorrentía superficial hasta un cuerpo de agua cercano para su desembocadura, generando así una descarga que resulta incontrolable ³⁴.

De igual manera, se tiene las principales fuentes de contaminación de origen natural y antropogénico; entre ellos se encuentran los productos químicos inorgánicos (iones de metales pesados, desechos metalúrgicos, etc.), orgánicos (materia orgánica biodegradable, plásticos, hidrocarburos, aceites, detergentes, fenoles, plaguicidas), físicos (radioactividad, espuma, turbiedad, cambio termino) y biológicos (bacterias y otros microorganismos) ³⁵.

- Natural: dentro de la naturaleza de los elementos, también se encuentra su capacidad de ser un contaminante natural, pues con tan solo su presencia en la biosfera, litosfera y geosfera, generan impactos ambientales negativos. Como en el caso del mercurio en Huancavelica, que, por su magnitud de existencia dentro de la zona, el río Ichu aun contiene proporciones de este metal pesado y solo estando en su estado natural contamina el agua y viene generando daños a la salud ³⁶. La contaminación natural es el resultado del equilibrio dinámico de la tierra, actividad geofísica y fases del ciclo natural del agua ²¹.
- Antropogénica o artificial: es la contaminación que se da por el resultado del cúmulo de actividades del hombre y de su interacción con el ambiente, en la que se genera sustancias ajenas a la composición natural del agua y modifica las concentraciones de los elementos ya existentes en el medio natural ²¹. entre ellas las que generan un daño más significativas son:

- Vertimientos domésticos: son aquellas aguas negras de origen residencial y comercial, que contienen desechos fisiológicos, restos de alimentos, productos de limpieza, aceites, restos de plásticos, entre otros, producto de la actividad humana ³.
- Vertimientos industriales: son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo de indistintos orígenes, como pueden ser aquellas provenientes de la actividad minería, agrícola, agroindustrial, entre otras ³.
- Escorrentía de agricultura – ganadería: son aquellas aguas producto del riego, del empleo de los fertilizantes, biocidas en exceso, y así como la presencia de otros residuos agrícolas, aportando un contenido elevado de nitrato ²¹.
- Escorrentía de la ganadería: son las aguas producto de las explotaciones ganaderas y otras actividades del hombre en relación a la crianza de la ganadería, aportan aguas con contenido elevado en materia orgánica y biológicos ²¹.
- Vertimientos de la minería: son aquellas aguas procedentes de esta actividad que durante todo el proceso productivo genera contaminación en un rango muy significativo, ya se para las poblaciones aledañas o para aquellas que indirectamente se benefician del recurso agua.

ACTIVIDADES CONTAMINANTES	DESCRIPCIÓN
Municipalidades	Más de 800 municipalidades vierten más 1.2 MMC de aguas residuales crudas a los cuerpos de agua.
Industria	Más de 100 000 unidades industriales
Minería	Más de 250 unidades mineras que operan plantas de beneficio, que generan vertimientos de aguas, relaves y desmontes.
Hidrocarburos	Extracción de petróleo y gas. Generan aguas residuales y derrames de petróleo.
Pasivos ambientales	Más de 8000 pasivos ambientales mineros. Así como pasivos ambientales dejados por las petroleras.
Agricultura	Más de un millón de hectáreas bajo riego que generan aguas de retorno con residuos de agroquímicos, nutrientes y alta salinidad.
Pesquería	Más de 200 plantas industriales en la costa del Perú que generan aguas residuales con alto contenido de materia orgánica que se vierten al mar.

Figura 03: Fuentes antropogénicas de contaminantes de los recursos hídricos en el Perú.

Fuente: Calidad del Agua en el Perú ⁵.

- Efectos de la contaminación sobre el agua:

El agua de los ríos tiene por propiedad la capacidad de restablecer por sí mismo, esta característica de asimilación de las aguas residuales tiene un límite para la absorción de fertilizantes u otro tipo de vertimiento industrial, sin embargo, al superar este límite, trae un sin número de consecuencias como resultado a su utilización o al consumo de las aguas, como la proliferación de bacterias, microorganismos, algas, hongos y vida vegetal que consumirá todo el oxígeno que se encuentra disuelta en el agua, generando así a la denominada eutrofización y destruirá todo el ecosistema fluvial ³⁷.

El agua al ser contaminación por sustancias químicas puede tener terribles consecuencias, ello porque los ríos son muy vulnerables al envenenamiento por sustancias tóxicas que generan las industrias, la minería, las fundiciones, entre otras, estas sustancias no solo destruyen la vida en el momento de la contaminación, sino que se acumulan en los sedimentos y en los suelos ³⁷. La muerte, esterilidad y mutaciones que provocan en los animales tras haber consumido la vegetación que crece en suelos contaminados. En el caso de los seres humanos, el consumo del agua o de los alimentos que proceden del río y de los suelos contaminados, genera graves problemas en la salud ³⁷.

- Aguas residuales:

En el informe emitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), menciona que las aguas residuales son la combinación de los efluentes domésticos, que vienen a ser las aguas negras (excremento, orina y los lodos fecales) y las aguas grises (aguas servidas de lavado y baño), aguas de los establecimientos comerciales, instituciones, hospitales, vertimientos de los efluentes industriales, aguas pluviales y otras escurrientías ².

Se tienen un sinnúmero de definiciones, entre ellas la definición de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) en la que se dice que las aguas residuales “son las aguas gastadas o usadas de un hogar, comunidad, granja o industria que contienen materia disuelta o suspendida”³⁸. Técnicamente, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), define a las aguas residuales como “agua que no tiene valor inmediato para el fin que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo esto debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar. Las aguas de refrigeración no se considera aguas residuales”³⁹.

Desde este punto, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) define a las aguas residuales con “aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por la actividad antropogénica y que por su calidad requieren un previo tratamiento, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado”³.

Las aguas residuales son los efluentes, subproducto generado de las actividades domésticas, industriales, mineras, que de manera directa alteran su calidad negativamente y modifican las propiedades del agua, esto debido a su descarga directa al río más cercano o alguna masa de agua sin tratamiento previo. Ante ello, la Organización Mundial de la Salud (OMS), informa que el aumento de la población mundial, la rápida urbanización, la creciente escasez de los recursos hídricos de calidad y al aumento de los precios de los fertilizantes, relevan el uso de las aguas residuales, aguas grises y excrementos en la agricultura y acuicultura, conllevando el día de hoy uno de los grandes problemas ambientales.

- Clasificación de las aguas residuales:

Las aguas residuales se pueden clasificar en:

- Aguas residuales urbanas: son todas las aguas provenientes de la actividad humana, actividades del ámbito doméstico, con alto contenido de materia orgánica, a continuación, se describe las características:

- Características: los parámetros que son determinantes en cuanto a las aguas residuales urbanas son: temperatura, pH, Sólidos Suspendidos Totales, DQO₅, DBO, nitrógeno amoniacal, nitratos, fosfatos totales, nitrógeno total.

Las aguas residuales se distinguen en dos tipos de fuentes:

- Residuos domésticos: son aquellos residuos generados por la actividad doméstica dentro de las viviendas, conteniendo materia orgánica, nitratos, fosfatos, sales minerales, grasas, aceites, formando aguas residuales de cocina y del aseo de la casa ⁴⁰.
- Excreciones: residuos de deposiciones humanas (heces y orina), sólidas y líquidas, son una fuente primordial para la contaminación de las aguas, formando aguas residuales del baño.
 - Deposiciones sólidas: producto del metabolismo humano, las heces que está compuesta de aguas en un 65 %, grasas, materia inorgánica, proteínas, fibra no digerida ⁴⁰.
 - Deposiciones líquidas: viene hacer la orina, formada por compuestos orgánicos (ácidos grasos, hipúrico, úrico, alcoholes, aminoácidos, bases púricas, creatinina, glúcidos, urea), aniones y cationes ⁴⁰.

- Aguas residuales industriales: son aguas procedentes de la actividad industrial, de aquellos procesos involucrados en la producción y refrigeración de los bienes. El contenido de los contaminantes es ⁴⁰:

- Microbios patógenos.
- Metales pesados (mercurio y plomo).
- Materia orgánica persistente.
- Pesticidas y fertilizantes.
- Sedimento en suspensión.

Las aguas residuales industriales, procedentes la industria petrolera, acero y la minería son las que generan mayor impacto en el ambiente a diferencia de la industria papelera, ganadera, curtido, refinería, metalurgia ⁴⁰.

- Aguas residuales mixtas: son el resultado de la unión de las aguas residuales urbanas e industriales, esta última alterando la composición y las características de las aguas residuales urbanas ⁴⁰.
- Aguas residuales pluviales: vienen hacer aquellas aguas procedentes de las escorrentías de precipitación pluvial, que en su composición contienen hollín, polvo de ladrillo, cemento, esporas, polvos, restos de animales y vegetales, entre otros. Estas aguas residuales pluviales se caracterizan por su precipitación en los techos, calles, jardines y parques ⁴⁰.
- Efectos de la contaminación del agua por aguas residuales:

Las aguas residuales que no reciben tratamiento y son vertidas directamente a los cuerpos de agua, se diluyen en estos cuerpos y son transportados aguas abajo, o en otros casos se filtran a los acuíferos afectando la calidad y la disponibilidad de los suministros de las aguas dulces, el destino final de las aguas residuales que son vertidas en los ríos o lagos es el océano. El vertimiento de las aguas residuales sin previo tratamiento, genera impactos ambientales, provocando contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, de los suelos ².

Las aguas residuales una vez vertidas sin tratamiento o con tratamiento inadecuado, tendrá consecuencias como:

- Efectos en la salud humana: las enfermedades asociadas a las aguas residuales tienden hacer la cólera, enfermedades tropicales desatendidas como el dengue, la dracunculiasis, la filariasis, linfática, la esquistosomiasis, los helmintos transmitidos por el suelo y el tracoma.
- Efectos ambientales: si el agua residual no recibe tratamiento previo, este traerá un impacto en la calidad del agua, que a su vez afectará la cantidad de recurso hídrico disponible. La contaminación del agua es la respuesta a que existe un escaso sistema de tratamiento de aguas residuales, en tanto la gestión inadecuada de las aguas residuales generara u impacto dentro de los ecosistemas y los servicios ambientales.
- Efectos económicos: disminución en la producción de la agricultura, piscícola, y en general en toda la cadena de producción a nivel nacional.

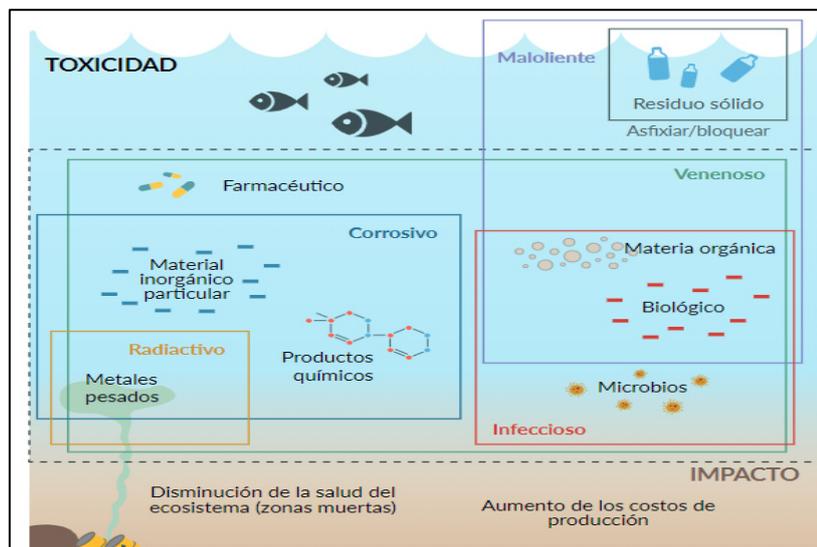


Figura 04. Componentes de aguas residuales y sus efectos.

Fuente: Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas ².

- Problemática de las aguas residuales en el Perú:

El uso de las aguas residuales sin tratamiento previo trae consigo un sin número de problemas, como ³²:

- Dentro de la agricultura, pone en riesgo a la salud de los pobladores y de los consumidores de los diversos productos agrícolas.
- Deficiencias en el sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Acciones de control para la fiscalización en el cumplimiento de criterios de los Instrumentos Ambientales.
- Deficiencia en las acciones de vigilancia, control y fiscalización por parte de las entidades del poder, en función al cumplimiento de los compromisos ambientales y sanitarios.
- La problemática de la evaluación nacional del volumen real y la necesidad de compensar el déficit del uso de las aguas superficiales.

- Situación actual de las aguas residuales en el Perú:

En el Perú, en el informe emitido por la SUNASS en el año 2008, comunico que el 70 % de las aguas residuales en el Perú no tienen tratamiento alguno antes de ser vertidos a un cuerpo de agua, para el año 2014 solo el 32 % de las aguas residuales recibían tratamiento alguno y para el 2017 solo se logró incrementar un 2 % más, haciendo un volumen de descarga de agua residual doméstica tratada de 4.46 hm³/año sobre los ríos y de descarga al mar de 2.18 hm³/año ⁵; hoy en día, tras el informe expuesto por el INEI, las municipales informaron que uno de los grandes problemas ambientales dentro de su jurisdicción es la descarga de las aguas residuales domésticas al río más cercano, provocando a sí la contaminación de las aguas.

En tanto, en el estudio “Calidad del agua en el Perú. Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales” se destaca que “nuestro país, no dispone de los recursos adecuados para gestionar los recursos hídricos y aguas residuales de forma responsable, eficiente y sostenible ⁵.

- Calidad de agua:

A lo largo del tiempo, la terminología de calidad de agua fue evolucionando, cambiando constantemente, esto debido a los diferentes usos que se da al recurso agua. La calidad de agua es un índice que incide directamente en la salud humana y en el de los ecosistemas, de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades socioeconómicas. Por lo tanto, la calidad del agua viene hacer un factor que influye directamente en la determinación de la pobreza o riqueza de un país ⁴¹.

La calidad del agua es “el grupo de concentraciones, especificaciones, sustancias orgánicas e inorgánicas y la composición y estado de la biota encontrada en el cuerpo de agua y a ello se aporta y se toma en consideración las variaciones espaciales y temporales, siendo factores internos y externos del cuerpo de agua” ⁷.

Otro concepto para el termino de calidad de agua, es que se encuentra definida como una medida de idoneidad del agua para un uso determinado en relación a determinadas características fisicoquímicos y biológicos ¹. Desde la perspectiva de su gestión, si el agua es destinada para el recreo, pesca, bebida o como habitat de organismo acuáticos requiere de mayores niveles de pureza, a diferencia del caso de obtención de energía hidráulica. Sin embargo, se debe de tener en cuenta que después del uso, el agua debe de volver a su sistema hidrológico, sin antes de haber sido sometido a un previo tratamiento, de manera que evite afectar negativamente al ambiente ⁴¹.

Cabe mencionar que la calidad puede verse comprometida por la presencia de factores de producto químicos, infecciosas, naturales, o factor antropogénico. Y a ello, la calidad del agua dulce tiene un grado de importancia para el suministro de agua de consumo y/o bebida, la fabricación de alimentos y del uso recreacional ²⁴.

A. Determinación de parámetros de calidad de agua:

Para poder determinar la calidad de agua, se deberá de tener en consideración y deberán ser valorados a partir del análisis cualitativa que no es más que los parámetros físicos y por lo otro el análisis cuantitativo que vienen hacer los parámetros químicos y biológicos.

1. Parámetros físicos: son aquellos parámetros, que se pueden obtener a través del análisis cualitativa, aquellos que responden al sentido del tacto, olfato y gusto. De los cuales, los más utilizados son:
 - Turbiedad: es el parámetro que permite determinar el grado de dificultad para transmitir el paso de la luz debido a la presencia de material suspendido o coloidal. Por ello son muy difíciles de decantar o destilar, en la mayoría de las situaciones conllevan a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos, interfiriendo en los procesos de destinación del agua. La unidad de medida es La Unidad Nefelométrica de Turbiedad (NTU o UNF) ⁴². La turbiedad es producida por diversas causas, una de ellas; la contaminación provocada por el vertimiento de las aguas residuales, por la presencia de los residuos sólidos en los cuerpos de aguas. Su eliminación es realizada mediante los procesos de filtración, decantación o coagulación ⁴².
 - Color: es un indicador que, de modo directo, se encuentra ligada a la turbiedad, sin embargo; viene a ser una

característica independiente, el color está determinada como color aparente que vendría hacer el color producido por la presencia del material suspendido y color verdadero es el color que perdura aun después de remover la turbiedad ⁴³.

- Olor y sabor: son determinaciones organolépticas subjetivas, en tanto no poseen unidad de medida, ni instrumento de observación, ni registro y se han de mencionar juntas porque se encuentran concretamente unidas, sin embargo, las aguas que contienen concentraciones de Cl⁻ a partir de 300 ppm tienden a adquirir un sabor salado, salado y amargo a partir de 450 ppm de SO₄, CO₂ libre le atribuye al agua un gusto picante y la presencia de trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le adicionan un color y sabor desagradable ⁴².
- Temperatura: “es el parámetro físico de mayor significancia del agua, esto porque afecta en la viscosidad y en la velocidad de las reacciones químicas e interviene en la mayoría de los procesos de tratamiento de agua (coagulación, sedimentación, etc.)” ⁴³.
- Conductividad: “es el indicativo de la presencia de las sales disueltas en el agua y mide la cantidad de los iones como Ca, Mg, Na, P, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. La unidad de medida es el micromhos/cm o Siemens/cm. La conductividad tiende a hacer la medida indirecta de los sólidos totales disueltos y conllevando a que las aguas con altas concentraciones de conductividad tienden a ser corrosivas ⁴³”. La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir electricidad y está directamente relacionada con la pureza química del agua (mientras más pureza del agua, menor conductividad). Las sales poseen la capacidad de ser buenos y malos conductores de electricidad ⁴⁰.

Buenos conductores	Malos conductores
Cloruro	Aceites
Nitrato	Fenoles
Sulfato	Alcoholes
Fosfato	Azúcares
	Hidrocarburos

Figura 05. Conductividad de sales.

Fuente: Uf1666 - Depuración de Aguas Residuales ⁴⁰.

- Sólidos Suspendedos Totales: son todas las partículas orgánicas (fibras de vegetaciones, algas, compactos biológicos) e inorgánicas (arcillas, limo, sales), así como los líquidos inmiscibles que se encuentran en los cuerpos de agua ⁷. Este sólido es el de mayor importancia, puesto que nos permiten establecer pesquisas de calidad de agua en nuestro medio, y su cálculo es mediante la resta de los sólidos disueltos de los sólidos totales, la cantidad y naturaleza de los sólidos presentes en el agua es muy variante ⁴³.

2. Parámetros químicos: son los parámetros que son determinados a través del análisis cuantitativo, para ello las sustancias (como la alcalinidad, dureza, fluoruros, metales, materia orgánica y nutrientes,) que, en reacción con la propiedad del agua de solvente universal se entran disueltos dentro de los cuerpos de agua atribuyendo ciertas características ²⁵. De los cuales, los parámetros más importantes para determinar la calidad de agua son:

- pH: es la medida de la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución acuosa. Es la medida de la concentración de los iones de hidrogeno y se define como $pH = -\log[H^+]$. Para los análisis químicos, se basa a la escala de 0 a 14, donde el $pH < 7$ es determinada como acida y el $pH > 7$ determinada como básica o

alcalina. En laboratorio el pH, es obtenida a través del instrumento electrónico pHmetro ⁴³.

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): Es el parámetro que permite establecer el contenido de materia orgánica en una muestra de agua, para ello la DBO es determinada a partir de la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para degradar, establecer, fijar, oxidar biológicamente la materia orgánica presente en las muestras de agua. La DBO es ampliamente conocida como DBO₅, porque las muestras de aguas son incubadas dentro del laboratorio en un periodo de 5, y al cabo del tiempo transcurrido se mide el consumo de oxígeno presente por parte de los microorganismos (en su mayoría bacterias). La unidad de medida del DBO₅ es el mg/L de oxígeno consumido ⁴³.
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): Es la cantidad de oxígeno requerido para la eliminación de materia orgánicas a través de sustancias químicas (dicromato de potasio) en un periodo de tiempo de 3 horas. El valor de DQO es todos los análisis arrojará un valor superior al DBO₅, por muchas sustancias orgánicas se oxidan químicamente, pero no biológica. Su unidad de medida es el mg/L ⁴⁴.
- Oxígeno Disuelto (OD): Es la cantidad de oxígeno disuelto en una muestra de agua, sin duda es un indicador de la calidad del agua y es el parámetro que nos permite medir la contaminación por desechos o residuos orgánicos (heces y otros materiales que se descomponen por bacterias aerobias), ya que el vertimiento de los residuos orgánicos en exceso genera la proliferación de bacterias provocando el consumo y agotamiento todo el oxígeno disponible en los cuerpos de agua generando riesgos en la vida acuática. Los niveles de oxígeno disuelto menores 4-5 mg/L afectan directamente en determinadas especies. La unidad de

medida del OD es el mg/L ⁴⁴. A mayor presencia de desechos orgánicos en los cuerpos de agua, menor es la concentración del oxígeno disuelto, por lo tanto, es un indicador de mala calidad y manifiesta la presencia de microorganismos que afectan la salud.

- Fósforo total: es la solución acuosa que se encuentra en concentraciones pequeñas en los cuerpos de agua ya que normalmente son absorbidas con mucha rapidez por las plantas, para el crecimiento de las algas u otros organismos biológicos. Es fósforo total está compuesta por los fósforos orgánicos, ortofosfatos y polifosfatos, y su presencia en los cuerpos de aguas se debe a las masivas descargas de las aguas residuales domésticas, industriales y por escorrentías ⁴³. La presencia de esta solución en las aguas naturales puede ocasionar eutrofización al igual que los nitratos, a su vez produce la proliferación de cianobacteria que vienen hacer las algas verdiazules ⁴⁴.
- Nitratos: el ion nitrato NO_3 es la oxidación de los nitritos por las *Nitrobacter*, el nitrato es la forma más oxidada del nitrógeno que habitualmente se encuentra en los cuerpos de las aguas residuales. La presencia excesiva de las excretas humanas y de animal y el uso excesivo de los fertilizantes elevan las concentraciones de nitratos en los cuerpos de agua ⁴⁴. Los nitratos en las aguas residuales raramente exceden las concentraciones de 1 mg/L y de 0.1 mg/L en aguas superficiales, en tanto su presencia en el agua atribuye a la determinación de la calidad de agua, puesto que no importa que tan mínima sea su concentración ya que afecta significativamente la fauna piscícola y especies acuáticas ⁴³.
- Nitrógeno amoniacal: es el resultado de la transformación inmediata del nitrógeno orgánico proveniente de la descomposición de vegetales y animales, y su contacto inmediato con el agua. El nitrógeno amoniacal presente

en los cuerpos de agua es una respuesta a la presencia de materiales orgánico en descomposición y por tanto reduce seriamente los niveles de oxígeno disuelto en el medio. La generación del riesgo es de una concentración mayor de 0.2 mg/L y en relación a la determinación del pH (a menor concentración mayor pH, se acuerdo a la norma brasileña) llegando a causar la muerte de la vida acuática, por tanto, la OMS y la Academia Nacional de Ciencias e Ingeniería de los EE. UU recomienda un límite no mayor a los 0.02 mg/L ⁴⁴.

- Nitrógeno total: Es la forma conjunta del nitrógeno orgánica, el nitrógeno amoniacal, nitrito, nitrato y nitrógeno amoniacal ⁴⁵. Las descargas de las aguas residuales domésticos o industriales son los responsables de su concentración en los cuerpos de agua. Su unidad de medida es el mg/L.
- Sulfuros: las fuentes de los sulfuros son las aguas negras, así como también las aguas provenientes de las industrias. La presencia de sulfuros es un indicador de la acción bacteriológica anaeróbica (aguas negras de las industrias) y por la descomposición de la materia orgánica. En las aguas residuales generadas por la curtiduría también se pueden encontrar sulfuros, SH- y sulfatos de sodio ⁴⁴. La concentración recomendada por la OMS es de 0.05 mg/L.

3. Parámetros microbiológicos: son todos los microorganismos del agua, en proporción de higiene, son indicadores de la calidad del agua. Su accionar es a través de la intervención en la degradación de la materia orgánica e inorgánicas por actividad biológica.

- Coliformes termotolerantes: también conocida como coliformes fecales, su presencia en los cuerpos de agua es causada por la contaminación de heces fecal humana

y animal. La primera bacteria en consideración es *E. coli*, seguido por *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Este parámetro es uno de los excelentes indicadores de calidad de agua ⁴⁴.

- Estándar de Calidad Ambiental – ECA Agua:

El estándar de calidad ambiental - ECA Agua es una normativa ambiental emitida mediante Decreto Supremo N°004-2017-MINAM tras la modificación del Decreto Supremo N°002-2008-MINAM, Decreto Supremo N°023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N°015-2015-MINAM. El ECA agua es la herramienta que nos permite determinar la calidad ambiental, proteger el ambiente y la salud de las personas, tras mediciones de las concentraciones de elementos, parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el cuerpo de agua, en su posición de cuerpo receptor, en la que se establece los niveles máximos de las concentraciones de los elementos ya mencionado ⁴⁶.

Tabla 01. *Resumen del Estándar de Calidad Ambiental para Agua.*

Categoría	Clasificación	Sub Clasificación		N° Parámetros
CATEGORIA 1	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A1	85
		Aguas que pueden ser potabilizadas contratamiento convencional	A2	85
		Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	A3	82
	Aguas superficiales destinadas al uso recreacional	Contacto primario	B1	84
		Contacto secundario	B2	83
	CATEGORIA 2		Extracción y cultivo de moluscos bivalvos	C1
Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas			C2	23
Otras actividades			C3	23

CATEGORIA 3	Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto			55
	Parámetros para bebida de animales			49
CATEGORIA 4	Lagos	Ríos de la costa y sierra	D1	26
	Ríos	Ríos selva	D2	23
		Estuarios		25
	Ecosistemas marino costeras	Marinos		23

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM ⁴⁷.

○ Índice de Calidad de Agua:

Es una herramienta que nos permite brindar una valoración del estado del agua a través de una ecuación matemática, de una manera simple puesto que se encuentra compuesta y está en función a los múltiples parámetros físicos, químicos y biológicos de los cuerpos de aguas superficiales o subterráneos en relación con su calidad de su medio en consecuencia de los efectos naturales y antropogénicos ⁴⁸. Tanto el Índice de Calidad Ambiental (ICA) y el Índice de Contaminación (ICO) se caracterizan por su simplicidad en enunciar la interpretación de las fichas de monitoreo en un número único, la cual comprime el conjunto de parámetros a una simple denotación de fácil interpretación, con la finalidad de denotar la calidad del recurso hídrico ⁴⁸. El Índice de Calidad de Agua, asienta una serie de ventajas y sus restricciones, mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 02. *Ventajas y desventajas del ICA.*

Ventajas	Restricciones
- Simplicidad del método, breve y de gran veracidad para denotar la importancia de los datos obtenidos en laboratorio.	- Solo se obtiene un resumen de los datos de los parámetros físicos, químicos y biológicos. - No brinda referencia cabal de la calidad del agua.

-
- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Importante para la evaluación de una calidad de los recursos hídricos. - De fácil interpretación por cualquier técnico, administrativo, habitante u otro ser humano. - Permite la identificación de tendencias y las zonas problemáticas en calidad de agua. - Permite realizar un enfoque detallado de la calidad del recurso. - Facilita el entendimiento de la población e índice a la concientización ante una acción de los problemas de calidad de agua. - Tiene el propósito de fomentar prioridades en cuanto a la gestión del recurso. | <ul style="list-style-type: none"> - La evaluación de los riesgos presentes en el agua es limitada. - Su enfoque puede ser subjetivo e inclinado - Su aplicación no es universal, por diferentes factores ambientales que presente el área en estudio. |
|--|---|
-

Fuente: Índices de Calidad de Agua en Fuentes Superficiales Utilizadas en la Producción de Agua para Consumo Humano ⁴⁹.

2.2.2. Fundamentos metodológicos de la investigación

- Índice de Calidad de Agua – NSF:

Es el índice de calidad del agua establecida por la National Sanitation Foundation de los Estados Unidos en sus siglas en inglés NSF, impuesta a partir del año 1970, metodología empleada a partir de nuevos parámetros entre ellos, físicos, químicos y microbiológicos: oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes, pH, nitratos, fosfatos, temperatura, turbiedad y sólidos disueltos totales, DBO₅. Para su aplicación de este ICA, se emplea una ecuación matemática, en relación a las curvas de función y el factor de ponderación en ambos casos en relación de cada parámetro.

$$ICA_{NSF} = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$$

Donde:

- ICA_{NSF} = Índice de Calidad del Agua – NFS.
- Sub_i = Valor de Q de las curvas de función.
- w_i = factor de ponderación.

Tabla 03. Factor de ponderación del ICA.

Parámetro	w_i
Coliformes Fecales o Termotolerantes	0.15
pH	0.12
Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO_5	0.10
Turbiedad	25.3
Nitratos	0.10
Fosforo Total	0.10
Temperatura	0.10
Oxígeno Disuelto	0.17
Sólidos Totales Disueltos	0.08

Fuente: ICA - NSF ⁵⁰.

Las curvas de función de cada parámetro se describen en las figuras siguientes

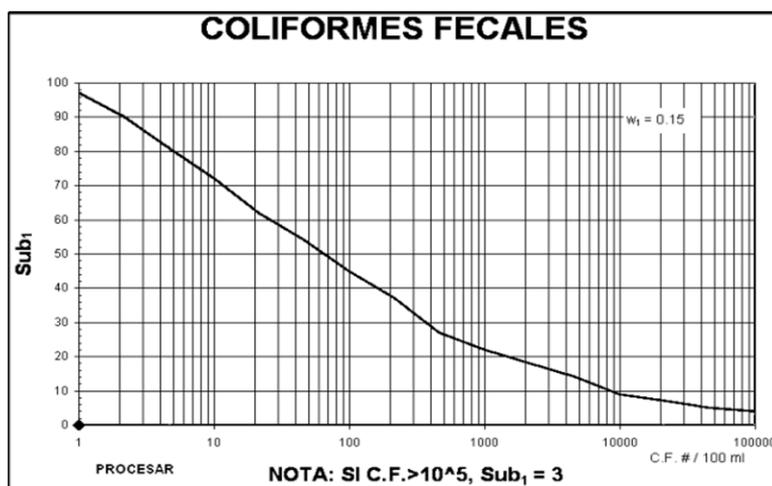


Figura 06. Curvas de función de coliformes fecales.

Fuente: ICA - NSF ⁵⁰.

Si el resultado de la concentración de los coliformes fecales o termotolerantes es mayor a 100000 NMP/100 mL, el valor Sub_i es 3, en caso que sea menor, se procede a buscar el valor de Sub_i en la función presentada

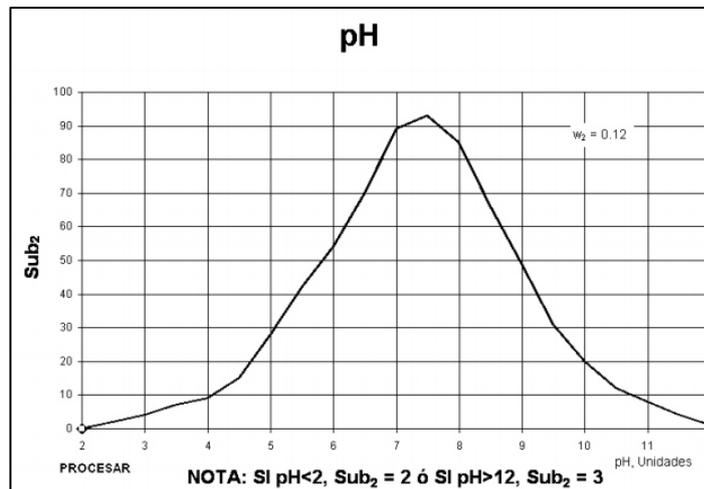


Figura 07. Curvas de función de pH.

Fuente: ICA - NSF ⁵⁰.

Si el resultado del monitoreo es menor a 2 pH, el Sub_i es 2, en caso que sea mayor e igual el Sub_i es 3 y solo si el valor del pH se encuentra en la interacción de 2 y 10 se procede a buscar el valor de Sub_i en la función presentada.

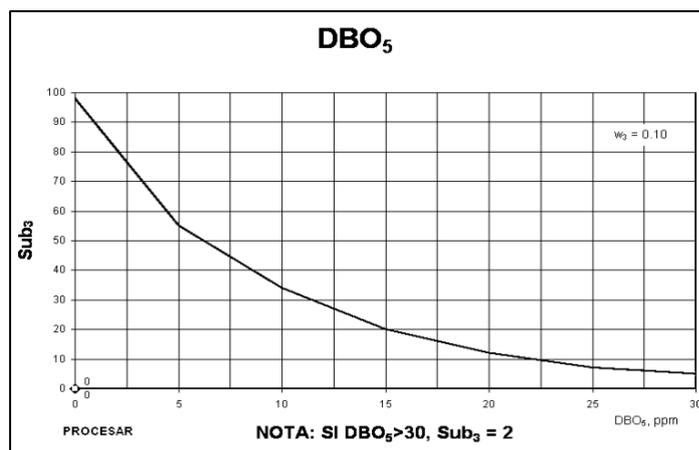


Figura 08. Curva de función de la DBO₅.

Fuente: ICA - NSF ⁵⁰.

Con el resultado de la concentración de DBO_5 obtenido del análisis del laboratorio se procede a buscar el valor de Sub_i en la función presentada.

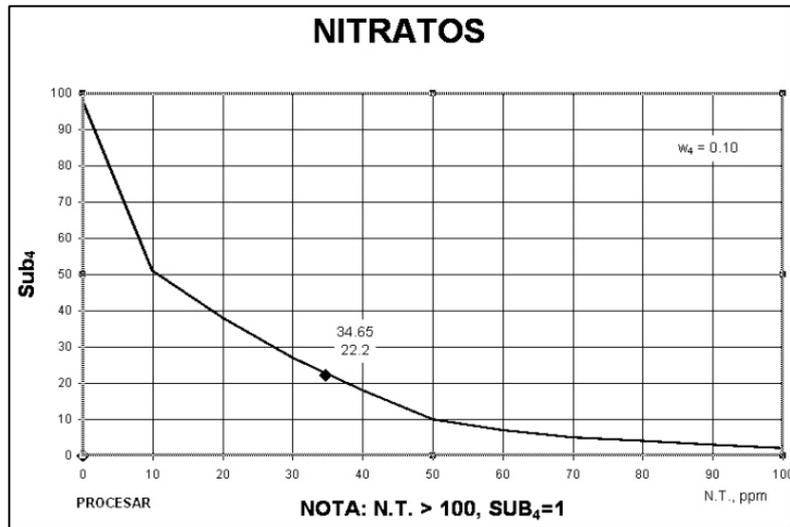


Figura 09. Curva de función de los nitratos.

Fuente: ICA - NSF⁵⁰.

Si el resultado de la concentración de nitratos es mayor de 100mg/L el Sub_i es 2, en el caso que sea menor a esta concentración se procede a buscar el valor de Sub_i en la función presentada.

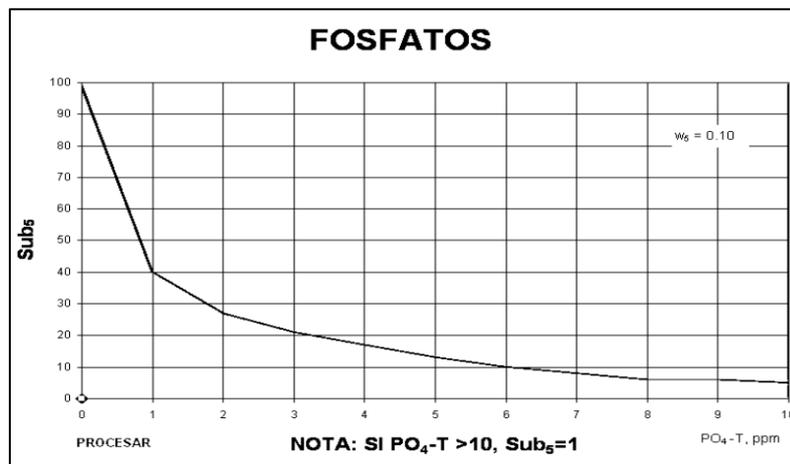


Figura 10. Curvas de función de los fosfatos.

Fuente: ICA - NSF⁵⁰.

Si el resultado de la concentración del fósforo total es mayor de 10mg/L el Sub_i es 5, en el caso que sea menor a esta concentración se procede a buscar el valor de Sub_i en la función presentada.

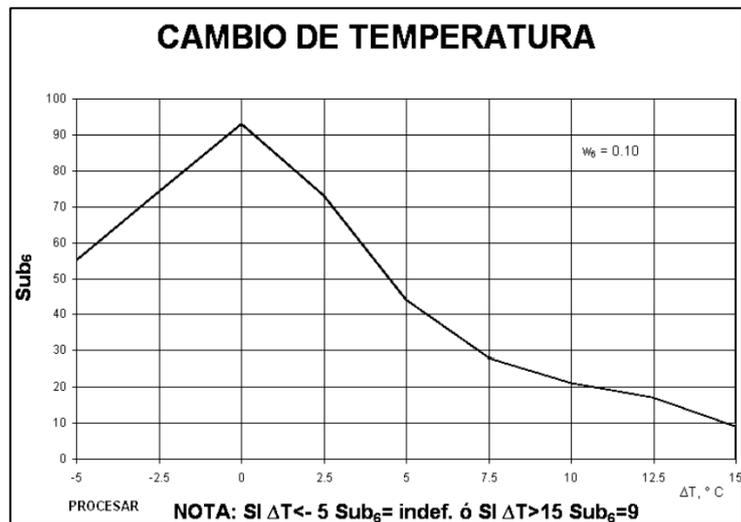


Figura 11. Curvas de función de la temperatura.

Fuente: ICA - NSF⁵⁰.

Para poder obtener la variación de la temperatura, primero se realiza la diferencia de la temperatura del ambiente con la de la muestra y con este valor se procesa. Si el resultado de la temperatura es mayor de 15°C el Sub_i es 9, en el caso que sea menor se procede a buscar el valor de Sub_i en la función presentada.

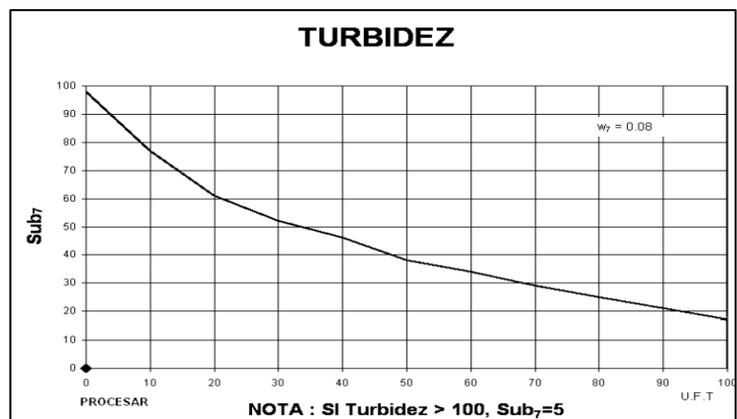


Figura 12. Curvas de función de la turbidez.

Fuente: ICA - NSF⁵⁰.

Si el resultado de la concentración de la turbidez es mayor de 100 NTU el Sub_i es 5, en el caso que sea menor a esta concentración se procede a buscar el valor de Sub_i en la función presentada.

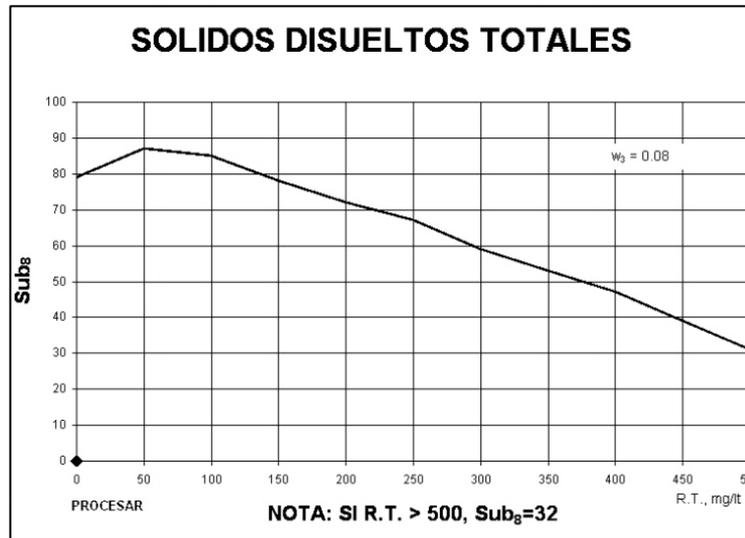


Figura 13. Curvas de función de los sólidos disueltos totales.

Fuente: ICA - NSF⁵⁰.

Si el resultado de la concentración de los sólidos disuelto totales es mayor de 500 mg/L el Sub_i es 3, en el caso que sea menor a esta concentración se procede a buscar el valor de Sub_i en la función presentada.

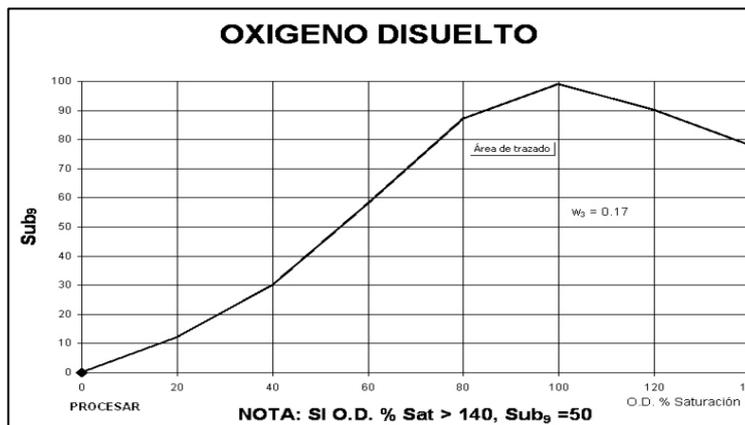


Figura 14. Curvas de función del oxígeno disuelto.

Fuente: ICA - NSF⁵⁰.

Si el resultado del % porcentaje de la saturación del oxígeno es mayor de 140 % mg/L el Sub_i es 47, en el caso que sea menor a esta concentración se procede a buscar el valor de Sub_i en la función presentada.

El resultado obtenido conjuga a la sumatoria de los nueve parámetros, el cual se encuentra en un rango de 0 a 100.

Tabla 04. ICA - NSF. Valores y representación.

Calidad de agua	Color	Valor	Referencia
Excelente		91-100	Aguas muy limpias
Buena		71-90	Agua ligeramente contaminada
Regular		51-70	Agua moderadamente contaminada
Mala		26-50	Aguas muy contaminadas
Pésima		0-25	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: ICA - NSF ⁵⁰.

2.3. Definición de términos

- Ambiente: es el medio en el que se desarrolla la actividad entre los factores bióticos, abióticos y los elementos artificiales, que permite determinar las condiciones para desarrollar la vida (calidad de aire, agua y suelo) ⁵¹.
- Antropogénico: es el efecto ambiental ocasionado por la intervención de la mano del ser humano, en lo cotidiano de emplea para la descripción de las contaminaciones ambientales en forma de desechos físicos, químico o biológicos, en consecuencias los sin número de actividades de retribución económica ⁴¹.
- Agente: es cualquier sustancias, física, química o biológica que en su conjunto o de manera independiente originan daños adversos ⁵².
- Aguas residuales: son las aguas cuyas características iniciales fueron transformadas por actividad antropogénica (domésticos, comerciales), y antes de ser usadas o vertidas a los cuerpos de aguas natural, necesitan un tratamiento previo ³.

- Aguas superficiales: son las aguas provenientes de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmosfera por evaporación, así como también son aquellas aguas que provienen de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas ⁴¹.
- Aguas negras: son aquellas aguas originarias de vertidos cloacales de contenido fecal, orina y líquidos con materia orgánica, y se encuentran en circulación en los sistemas de alcantarillado ⁵³.
- Aguas grises: son las aguas generadas en la actividad domésticas, tales como; durante el aseo personal, procedentes del lavatrastos, de los lavaderos y no contienen material fecal ⁵⁴.
- Biota: son todos los organismos vivos, plantas, animales o microorganismos ⁵².
- Calidad: es la capacidad de un objeto en satisfacer una determinada necesidad implícita o explícita de acuerdo un parámetro, en cumplimiento de requisitos de cualidad ⁵⁵.
- Cianobacteria: son organismos del reino monera, que comprenden al proceso de fotosíntesis oxigénica ⁴¹.
- Contaminación ambiental: es la introducción de un elemento o agente (físico, químico o biológico) a ambiente, cuyas concentraciones modifican, afectan y alteran el equilibrio del ecosistema y a las características del medio, ocasionado daños nocivos del ambiente o la salud de los seres vivos.
- Contaminante: es cualquier sustancia de naturaleza química, física o microbiológica, que no se localiza medio de manera natural, cuya concentración excedente genera efectos dañinos en la salud y el ambiente ⁵².
- Cuerpo de agua: es el cuerpo natural de agua en el que se encuentra acopiado el agua, como ríos, lagos, manantiales, riachuelos, quebradas y embalse ⁴⁶.
- Estándar de Calidad Ambiental: es un instrumento de gestión ambiental que estable la medida de las concentraciones de elementos o parámetros físicos, químicos y biológicos que se encuentran en el agua, aire y suelo, en su condición de cuerpo receptor, limitando tras su cumplimiento a generar daños al ambiente y a la salud ⁵².
- Efluente: es el líquido que fluye de recipiente u otro sistema ⁵⁶.
- Eutrofización: es el resultado del excesivo aumento de los nutrientes (fósforo y nitrógenos) en los ecosistemas acuáticos a consecuencia de los efectos naturales o antropogénicos, mediante la cual se produce un crecimiento excesivo de plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo de

los cuerpos de agua, generando residuos que al descomponerse consume todo el oxígeno disuelto, afectando a la flora y fauna ⁴¹.

- Escorrentía: es una corriente de agua de lluvia que circula sobre la superficie de la tierra cuando rebasa un depósito natural o superficial, también es conocida como escurrimiento o aliviadero ⁵⁵.
- Enfoque subjetivo: es el nivel de afirmación de un determinado evento aleatorio, a través de la puesta de la experiencia, percepción, emociones y los conocimientos del sujeto decisor.
- Índice de Calidad Ambiental: es una metodología para la estimación del Índice de la Calidad de Agua, a través de la simplicidad de los parámetros físicos, químicos y biológicos a una representación numérica a escala única de medición de la calidad de los cuerpos de agua ⁴⁹.
- ICO: es la metodología que permite determinar el índice de contaminación a través de una estimación numérica, que al igual que el ICA nos permite definir el grado de calidad del cuerpo de agua ⁴⁹.
- Impacto ambiental: es la alteración del ambiente, a consecuencia de una causa o efecto de la actividad natural o antropogénica, esta alteración puede ser positiva o negativa, negativa generando un declive en el equilibrio ecológico ⁵⁵.
- Inmiscibles: sustancia que no puede ser mezclada, disuelta y por ende queda en fases separadas, formando una suspensión de partículas y/o sustancias.
- Monitoreo ambiental: es una herramienta que permite realizar mediciones de la presencia y concentraciones de los agentes contaminantes, físicos, químicos y biológicos presentes en el medio, siendo así un instrumento de vital importancia para los procesos de fiscalización ambiental, formando parte de las evaluaciones de la calidad ambiental, al mismo del estado de conservación de los recursos naturales ⁴⁶.
- Muestreo ambiental: es la herramienta del monitoreo, por la cual es la acción que nos permite tomar muestras representativas del medio en estudio, cuyas muestras contienen características o propiedades del componente que será evaluado. Para ello, esta técnica se puede realizar de manera puntual o compuesta, sosteniendo procesos de recolección, análisis y evaluación ⁴⁶.
- Nitrobacter: son bacterias de grandes negativas tolerantes a las bajas temperaturas y aun pH alto, que en estas condiciones ayudan a una ligera acumulación de $\text{NO}_2\text{-N}$, a un punto de utilizar los productos inorgánicos como fuentes de energía ⁵⁷.

- **Parámetro:** es la variable que nos permite evaluar y valorar en función a la definición de la calidad de agua. Por ejemplo: Fosfatos, Oxígeno Disuelto, Coliformes, DQO, DBO ⁴⁶.
- **Tratamiento de aguas residuales:** es el proceso que permite eliminar los contaminantes presentes en los cuerpos de aguas a través de una serie de etapas y procesos fisicoquímicos y biológicos, con el fin de producir agua limpia o reutilizable en el ambiente, libre de impurezas ⁴¹.
- **Río:** es la corriente natural de agua continua el exceso de las aguas superficiales que tiende a desaguar en lago, mar u otro similar ⁴¹.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo y nivel de la investigación

En el presente estudio se empleó el método científico, puesto que es el procedimiento adecuado para la comprobación de hipótesis bajo un rango de Ley, que permite descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, con el fin de extraer los nexos internas y externas para ahondar a los conocimientos adquiridos, mismo que tienen su postura sobre la teoría mecanicista (teoría que descompone el todo en partes, partes que serán estudiadas para analizar y comprender el vínculo, interdependencia y sus conexiones) ⁵⁸.

3.1.1. Métodos de la investigación

A. Método general o teórico de la investigación:

El método general empleado en el presente estudio fue el analítico ⁵⁸, ya que es el procedimiento que permite el análisis de los resultados obtenidos en las muestras del río Sicra con la finalidad de distinguir los elementos del todo y que posteriormente puedan ser ordenados, relacionados y complementados, y así determinar el efecto, naturaleza y causas del vertimiento de las aguas residuales.

Del mismo modo, el estudio también presenta el método hipotético-deductivo ⁵⁸, puesto que a partir de los estudios del muestreo se determina que el vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta o no en la calidad de agua del río Sicra, con este método se permite la aseveración o falsear una hipótesis y llegar a una conclusión.

B. Método específico de la investigación:

Se emprendió con datos obtenidos en campo, siendo el lugar de estudio el río Sicra, Lircay, Huancavelica, e identificar los puntos de muestreo y centrar al fenómeno de estudio de manera natural y real, así empleando el método específico observacional ⁵⁹, bajo la finalidad de comprobación del fenómeno que se tiene frente a la vista, basándose a un testigo ordinario con un antes y después del vertimiento de las aguas residuales. A continuación, se procedió a la recopilación de datos e información a través de los resultados de análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológico, siendo el método específico aplicada para la obtención de información a través de instrumentos mecánicos o electrónicos ⁵⁹, y como último paso se llegará a la generación de conocimientos lo cual dependerá de la generalidad y sistematicidad de los mencionado anteriormente.

3.1.2. Tipo de la investigación

El tipo de investigación empleada es aplicada, debido a que se cuenta con información teórica que será aplicada para generar nuevos conocimientos a través del resolver conflictos de la realidad, hechos y sucesos del hoy, así con esta información se busca validar o refutar las hipótesis planteadas ⁶⁰.

3.1.3. Nivel de la investigación

El estudio de investigación presenta atributos de un nivel descriptivo porque se pretende describir al fenómeno tal cual se encuentra en la

naturaleza sin manipulación de ninguna variable, buscando especificar las características y las propiedades de fenómeno en estudio con el fin de medir u obtener información de manera independiente o en conjunta ⁵⁹.

3.2. Diseño de la investigación

En el estudio realizado, no se pretende manipular las variables, mas solo realizar el análisis del fenómeno en función a su ambiente natural, por lo tanto, el diseño de investigación que presenta el estudio de investigación es no experimental.

- Tipo de diseño de investigación:

El tipo de diseño, es investigación no experimental transversal, porque se recopilo toda la información en un determinado momento único.

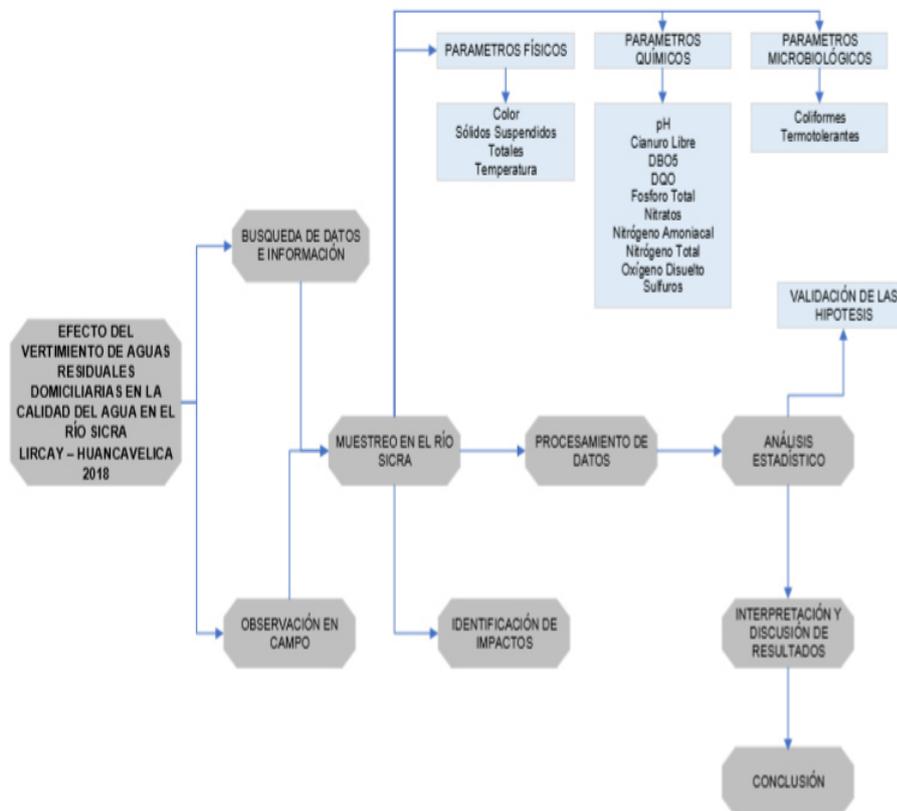


Figura 15. Diagrama de investigación.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población se encuentra conformada por el cuerpo de agua del río Sicra.

El río Sicra es el cuerpo de agua que nace de la Laguna Ticrapo, es el río que cruza por las limitaciones de los principales barrios de la ciudad de Lircay, donde desde el inicio de su recorrido del cauce, se aprecia una gran variedad de flora y fauna, con su respectivo desarrollo social de los pobladores que habitan por las quebradas del río como parte de su día a día, sin embargo, la calidad del agua se va viendo deteriorada ya se por la actividad del desarrollo cotidiano, por la actividad antropogénica, por la presencia de botaderos de material de construcción, de residuos sólidos, etc.

El río Sicra, es el cuerpo de agua que recibe la descarga directa de las aguas residuales domiciliarias de casi del 100 % de la población angareña, ya que hasta el día de hoy, Lircay aun siendo considera como capital de distrito no cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y a esto sumando la falta de educación de la población, debido a que parte de los residuos sólidos que no llegan a ser recolectados y son arrojados a la orilla del río, el pastoreo de algunos animales de casa como los porcinos, vacunos, gallinas en margen del río, así como la descarga de las aguas residuales generadas por el Camal Municipal, viene deteriorando la calidad del agua de río Sicra.

A la actualidad la falta de información del yacente problema, abarca una gran falta de herramienta para su investigación a profundidad, puesto que no existe información alguna y hoy en día, en el río que anteaños se apreciaba una gran variedad de fauna, truchas en su gran variedad, hoy en día, solo se encuentra habitada por la gran presencia de materia orgánica, residuos sólidos, restos de excreta humana que van por el cauce y la vista y paciencia de toda la población.

A. Información demográfica:

De acuerdo al último censo del 2017, a través del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se determinó que la ciudad de Lircay cuenta con una estimación de 25 162 habitantes, con una tasa de crecimiento positiva.

B. Información climática:

- Clima: La ciudad de Lircay presenta un clima de cálido y templado, durante los meses de verano se presentan las precipitaciones a diferencia que en los inviernos. La clasificación climática de Wladimir Köppen es de Cwb templado con invierno seco (verano suave).
- Temperatura: La ciudad de Lircay presenta una temperatura media anual de 11.9°C.
- Precipitación: La ciudad de Lircay presenta una precipitación media anual de 769 mm.

C. Data histórica de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos:

La información obtenida tras solicitud a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) Huancavelica, se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 05. *Data histórica de parámetros.*

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO			
ENSAYOS	UNIDAD	MUESTRAS/RESULTADOS	
		AGUA SUPERFICIALES RIO SICRA	FECHA DE MONITOREO
Turbidez	NTU	21.5	2018
DBO	mg/L	<2.00	2018
DQO	mg O ₂ /L	16	2018
Nitratos	mg/L	0.350	2018

Nitrógeno amoniacal	mg/L	0.399	2018
Nitrógeno Total	mg/L	0.859	2018
Oxígeno disuelto	mg/L	7	2018
Sulfuros	mg/L	<0.001	2018
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	5	2018
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
MUESTRAS/RESULTADOS			
ENSAYOS	UNIDAD	AGUA SUPERFICIALES RIO SICRA	FECHA DE MONITOREO
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	3300000	2018

Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Huancavelica ⁶¹.

3.3.2. Muestra

Las muestras fueron obtenidas de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, en la cual se recomienda una toma de muestras en tres puntos, antes del impacto PM°1, durante en el impacto PM°2 y después del impacto PM°3, ante lo mencionado, el primer punto fue PM°1 correspondiente a Zona Primer Puente antes de que las aguas domiciliarias desemboquen en el río Sicra, el segundo punto PM°2 correspondiente a la Zona Puente Tablachaca en las intermediaciones de ciudad de Lircay en el cuerpo de la desembocadura de las aguas residuales y el tercer punto PM°3 correspondiente a la Zona Muyocc. Las muestras fueron obtenidas en tres puntos del río Sicra, en un solo determinado tiempo.

Tabla 06. *Puntos de muestreo.*

Estación	Punto de muestreo	Ubicación UTM (WGS 84 / L18S)		
		Este	Norte	Altitud
PM°1	Antes del vertimiento	0530898.00	8560209.00	10930ft

PM ²	Durante el vertimiento	0530104.00	8564007.00	10694 ft
PM ³	Después del vertimiento	0530204.00	8564753.00	10930 ft

Fuente: elaboración propia.

Las muestras fueron obtenidas en un volumen de 18.375 mL para los análisis físicos, químicos y microbiológicos (cianuro libre, color, DBO₅, DQO, fosforo total, nitratos, nitrógeno amoniacal, oxígeno disuelto, sulfuros, SST, temperatura y coliformes termotolerantes. Para el desarrollo de la presente investigación la recolección de muestras se llevó acabo en un día despejado sin presencia de nubes, las muestras fueron tomadas en dirección opuesta al rio. Para la representatividad se eligieron los puntos con mayor accesibilidad regularidad y uniforme en profundidad.

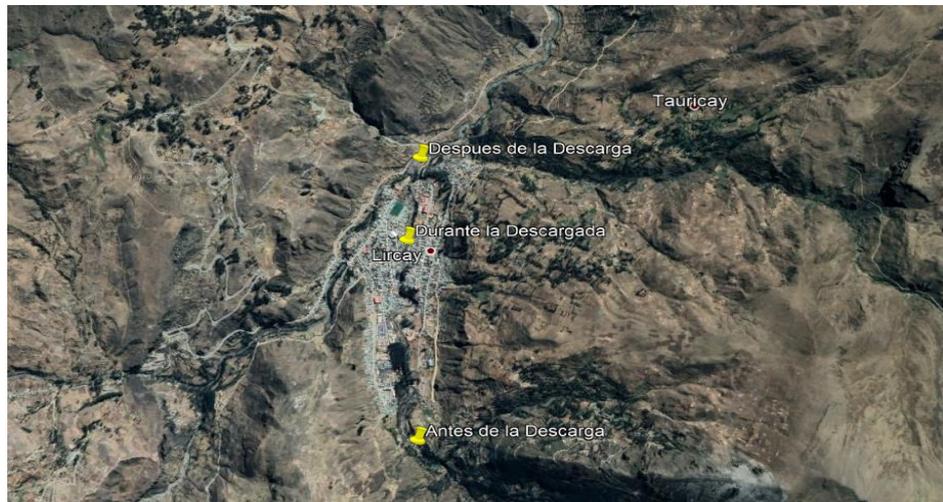


Figura 16. Puntos de muestreo río Sicra Lircay.

Fuente: imagen en forma de captura de Google Earth.

No en tanto, también se obtuvieron resultados cualitativos, a través de la observación de la longitud sectorial del río Sicra a los 3 kilómetros, con la finalidad de obtención de datos de fauna y flora y de la actividad antropogénica, validada al través de las imágenes fotográficas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Se emplearon tres procedimientos para la obtención de datos: observacional, obtención de información y generación de nuevos conocimientos.

La observacional; es empleada en el campo de estudio con la finalidad de una observación directa, analizando los factores bióticos, abióticos y la actividad antropogénica, así mismo el reconocimiento de los puntos de monitoreo antes del vertimiento de las aguas residuales, durante el vertimiento de las aguas residuales y después del vertimiento de las aguas residuales municipales.

Para la obtención de información, se emplearon la técnica del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, en la que se incluyen el premonitoreo, monitoreo y el posmonitoreo:

- Premonitoreo: se encuentra establecida ante una planificación, la identificación y enumeración de los puntos de monitoreo, tipificación de los parámetros, elaboración de la cadena de custodia, preparación del equipo y herramientas para el monitoreo *in situ* y *ex situ*.
- Monitoreo: reconocimiento del área de estudio, preparación de la cadena de custodia y su etiquetado de cada muestra, ubicación georreferenciar UTM, medición de los parámetros *in situ*, obtención de muestras, rellenado de la cadena de custodia, transporte y su aseguramiento para su análisis en laboratorio y su una magnífica calidad de resultados.
- Posmonitoreo: análisis en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y su respectivo resultado.

Generación de nuevos conocimientos, mediante el procesamiento y revisión de los datos de análisis y de ficha de observación directa de la flora, fauna y la actividad antropogénica en el campo, concluyendo con la elaboración de la calidad de agua del río Sicra.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se empleó como primera herramienta la ficha de obtención de datos y cadena de custodia (ver anexo 03).

3.5. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

Para la presente investigación y su respectivo procesamiento, se empleó el programa Microsoft Excel y estadístico SPSS para una relativa tabulación, frecuencia y correlación de los datos obtenidos tras el análisis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la investigación

El río Sicra se encuentra ubicado en la provincia de Angaraes y su cauce es por las limitaciones de los principales barrios de la ciudad de Lircay y en la actualidad existe la falta de un sistema de tratamiento de las aguas residuales y esta yace que el vertimiento se en el cuerpo de este. La muestra obtenida en el punto 1, se considera como muestra de control o punto de blanco ⁶², a continuación, se presenta los resultados obtenidos en *in* y *ex situ*. Para el logro del fin del presente trabajo se presentó como base de referencia al D.S. N° 004-2017-MINAM decreto que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, en su calidad de cuerpo receptor, en la que se establece los niveles de concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

A. Resultados de los parámetros *in situ*:

- Temperatura y pH: La temperatura del río Sicra presentan oscilaciones de 15.8, 16.8 y 17.2, en los puntos PM°1, PM°2 y el PM°3 respectivamente en las secciones del área estudiada. En tanto, en el pH del agua del río Sicra tiende a una neutralidad a lo largo de su cauce, presentando mínimas diferencias de unas con otras, 6.8, 8.1 y 8.5 respectivamente a los puntos PM°1, PM°2 y el PM°3, tal cual se muestra en la tabla 07.

Tabla 07. *Análisis in situ físico-químico.*

Análisis físico-químico <i>in situ</i>			
PARÁMETRO	REFERENCIA		
	PM°1: Antes del vertimiento	PM°2: Durante el vertimiento	PM°3: Después del vertimiento
pH	6.8 pH	8.1 pH	8.5 pH
Temperatura	15.8 ° C	16.8 ° C	17.2° C

Fuente: elaboración propia.

B. Resultados de los parámetros *ex situ*:

- Oxígeno disuelto: El oxígeno disuelto en el río Sicra antes del vertimiento de las aguas residuales es de 8.05 mL en el PM°1 y en su cauce va disminuyendo puesto que durante el vertimiento es de 7.14 mL en el PM°2 y el después del vertimiento es de 7.34 mg/L punto PM°3.
- DBO₅: La demanda bioquímica de oxígeno no presenta variaciones puesto que durante el muestreo de los PM°1, PM°2 y PM°3 se mantiene constante en <2.00 mg/L.
- DQO: En tanto, las concentraciones de demanda química de oxígeno son muy indistintas, puesto que son resultados de <10 mg O₂/L, 14.8 mg O₂/L y 21.9 mg O₂/L, en el PM°1, PM°2 y PM°3, respectivamente.
- Fósforo total: del fósforo total obtenido durante el desarrollo de la presente investigación, se obtuvo 0.162 mg/L antes del vertimiento de las aguas residuales domiciliarias punto PM°1, durante el vertimiento la concentración es de 0.309 mg/L punto PM°2 y después de la descarga es de 0.643 mg/L.
- Nitratos: los nitratos presentes en el cuerpo de agua del río Sicra, se encuentran en las concentraciones de 0.066 mg/L en el punto PM°1, 0.425 mg/L en el punto PM°2 y en el punto PM°2 0.209 mg/L de nitrato presente en el agua.
- Nitrógeno amoniacal: las concentraciones tras el resultado de análisis de laboratorio del nitrógeno amoniacal antes del vertimiento de las aguas residuales son de <0.02 en el punto PM°1, durante el vertimiento 0.462 mg/L punto PM°2 y 0.443 mg/L en el punto PM°3 después del vertimiento.

- Nitrógeno total: la presencia del nitrógeno total en el punto PM°1 es de 0.235 mg/L, y las concentraciones en el PM°2 y PM°3 de 0.924 mg/L y de 0.685 mg/L respectivamente, observándose variaciones de punto a punto.
- Sulfuros: Las concentraciones de sulfuro en el cuerpo del agua del río Sicra, es de <0.001 tanto en los puntos PM°1, PM°2 y PM°3.
- Sólidos Suspendidos Totales: En los puntos PM°1, PM°2 y en el PM°3 presentan las siguientes concentraciones de solidos suspendidos totales de 5.66 mg/L, 6.8mg/L y 7.72 mg/L respectivamente a cada punto de muestreo.
- Cianuro libre: La concentración del cianuro libre en el cuerpo de agua del río Sicra en el punto PM°1 es <0.001, al igual en el punto PM°2 y PM°3.

Tabla 08. *Análisis ex situ físico-químico.*

Análisis físico-químico <i>ex situ</i>			
PARÁMETRO	REFERENCIA		
	PM°1: Antes del vertimiento	PM°2: Durante el vertimiento	PM°3: Después del vertimiento
Cianuro Libre	<0.001	<0.001	<0.001
Color	11.2	14.7	18.7
Demanda Bioquímico de Oxígeno	<2.00	<2.00	<2.00
Demanda Química de Oxígeno	<10	14.8	21.9
Fósforo Total	0.162	0.309	0.643
Nitratos	0.066	0.425	0.209
Nitrógeno Amoniacal	<0.02	0.462	0.443
Nitrógeno Total	0.235	0.924	0.685
Oxígeno disuelto	8.05	7.14	7.34
Sulfuros	<0.001	<0.001	<0.001
Sólidos Suspendidos Totales	5.66	6.8	7.72

Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Presentación de los resultados del objetivo específico 1.

A. Color:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = 100 color verdadero escala Pt/Co.
- C3: Subcategoría D1 = 100 color verdadero escala Pt/Co.
- C3: Subcategoría D2 = 100 color verdadero escala Pt/Co.
- C4: Subcategoría E2 = 20 color verdadero escala Pt/Co.

Se realizó un muestreo en cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 09. *Resultado y comparación con el ECA-Agua para el color.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes del vertimiento	PM°1	11.2	100	100	20
Río durante el vertimiento	PM°2	14.7	100	100	20
Río después de impacto	PM°3	18.7	100	100	20

Fuente: elaboración propia.

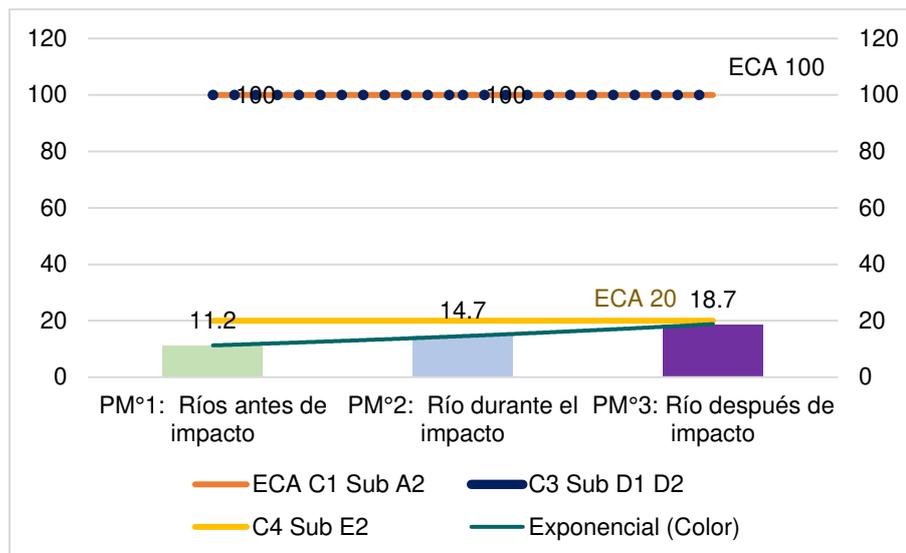


Figura 17. Comparación con ECA-Agua para el color.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro color el río Sicra antes del impacto o antes del vertimiento de las aguas residuales en la que se obtiene como resultado tiene un valor de 11.2 Pt/Co. Sin embargo, en el punto PM°2 en relación a los resultados de monitoreo se observa un incremento en la escala del color a 14.7 Pt/Co y llegando a generar un efecto mayor en el color, ocasionado así un impacto en el PM°3, puesto que en este punto el valor del color llega a ser de 18.7 Pt/Co. Esto se debe a que el cauce del río Sicra cruza por la zona central a la ciudad de Lircay, y es en ese transcurso que recibe las descargas de las aguas residuales domiciliarias de los cinco barrios principales de la ciudad, ocasionando un incremento es la escorrentía superficial del fluido, producto de una gran masiva descarga de las aguas residuales.

De igual manera, se determina que el vertimiento de las aguas residuales afecta en parámetro color de la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en los tres puntos determinan que estos se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (categorías C1 subcategoría A2, C3 subcategoría D1 y D2, y C4 subcategoría E2).

B. Sólidos Suspendidos Totales:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = no se encuentra considerada.
- C3: Subcategoría D1 = no se encuentra considerada.
- C3: Subcategoría D2 = no se encuentra considerada.
- C4: Subcategoría E2 = $\leq 100\text{mg/L}$.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 10. *Resultado y comparación con el ECA-Agua de los Sólidos Suspendidos Totales.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	5.66	-	-	≤ 100 mg/L
Río durante el impacto	PM°2	6.80	-	-	≤ 100 mg/L
Río después de impacto	PM°3	7.72	-	-	≤ 100 mg/L

Fuente: elaboración propia.

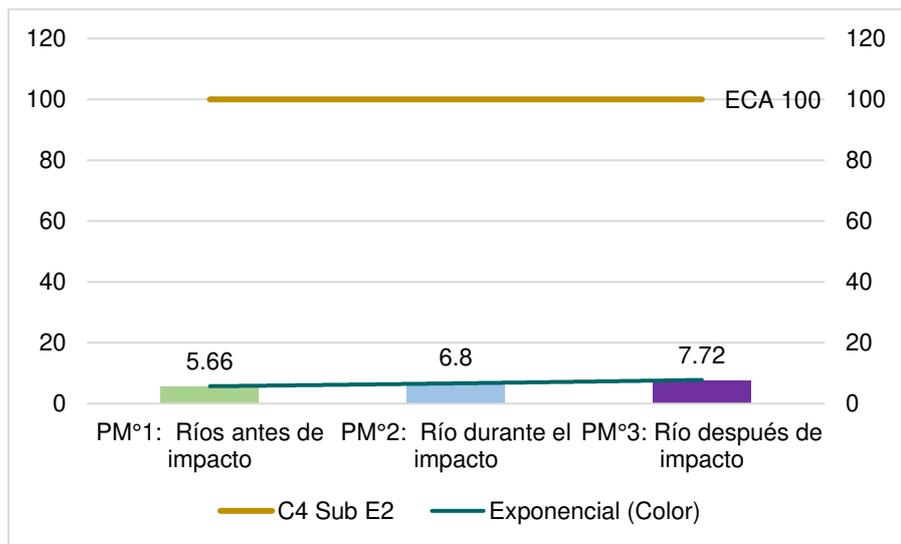


Figura 18. Comparación con ECA-Agua para los Sólidos Suspendidos Totales.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro Sólidos Suspendidos Totales en el río Sicra, en tanto a sus incrementos de un antes, durante y después del vertimiento de aguas residuales. A ello antes del vertimiento de las aguas residuales, se tiende a un valor de 5.66 mg/L. Sin embargo, en el punto del vertimiento de las aguas residuales descrita en el PM°2 el resultado obtenido en el monitoreo muestra un incremento en la concentración a un 6.8 mg/L, llegando a generar un incremento en la concentración de los sólidos suspendidos totales en el PM°3, puesto que en este punto la concentración de los sólidos totales suspendidos es de 7.72 mg/L.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales afecta el parámetro Sólidos Suspendidos Totales, por tanto, impacta la calidad de agua del río Sicra, esto debido a que recibe las descargas directas de las aguas residuales domiciliarias de los cinco barrios principales de la ciudad. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en los tres puntos determinan que estos se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (C4 subcategoría E2). Cabe mencionar que en las categorías C1 y C3, para este parámetro no se encuentra en consideración.

C. Temperatura:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = $\Delta 3$ en °C.
- C3: Subcategoría D1 = $\Delta 3$ en °C.
- C3: Subcategoría D2 = $\Delta 3$ en °C.
- C4: Subcategoría E2 = $\Delta 3$ en °C.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 11. *Resultado y comparación con el ECA-Agua para la temperatura.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	15.8 ° C	$\Delta 3$	$\Delta 3$	$\Delta 3$
Río durante el impacto	PM°2	16.8 ° C	$\Delta 3$	$\Delta 3$	$\Delta 3$
Río después de impacto	PM°3	17.2° C	$\Delta 3$	$\Delta 3$	$\Delta 3$

Fuente: elaboración propia.

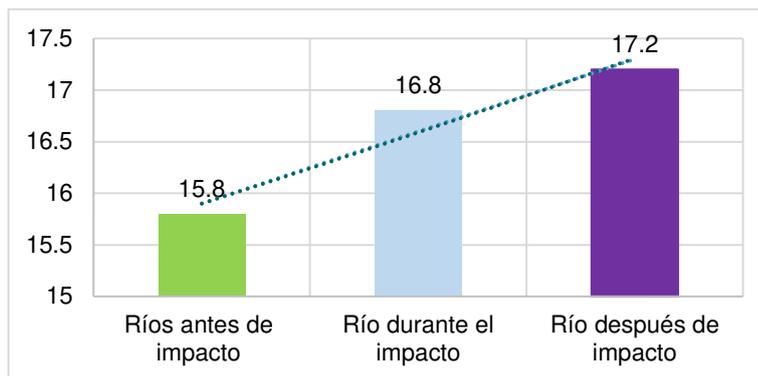


Figura 19. Variación de la Temperatura.

Fuente: elaboración propia.

Se describe a la temperatura en el río Sicra, en la cual evidencia un incremento, en relación al punto PM°1, puesto que antes de un vertimiento de las aguas residuales se tiene como datos a 15.8°C, sin embargo, durante el vertimiento de tiene una temperatura de 16.8°C punto PM°2, a ello en el PM°3 muestra una variación a 17.2 °C.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales no influye en parámetro temperatura de la calidad de agua del río Sicra. Para poder determinar si el parámetro se encuentra dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua, se debe de tener en cuenta posestudios de este parámetro, con el fin de obtener una variación a 3°C de temperatura y poder determinar si este se encuentra dentro o fuera dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua.

4.1.2. Presentación de los resultados del objetivo específico 2:

A. Potencial de hidrógeno (pH):

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = 5,5 – 9,0 pH.
- C3: Subcategoría D1 = 6,5 – 8,5 pH.
- C3: Subcategoría D2 = 6,5 – 8,4 pH.
- C4: Subcategoría E2 = 6,5 a 9,0 pH.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 12. *Resultado y comparación con el ECA-Agua del pH.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	6.8 pH	5,5 – 9,0	6,5 – 8,5 6,5 – 8,4	6,5 a 9,0
Río durante el impacto	PM°2	8.1 pH	5,5 – 9,0	6,5 – 8,5 6,5 – 8,4	6,5 a 9,0
Río después de impacto	PM°3	8.5 pH	5,5 – 9,0	6,5 – 8,5 6,5 – 8,4	6,5 a 9,0

Fuente: elaboración propia.

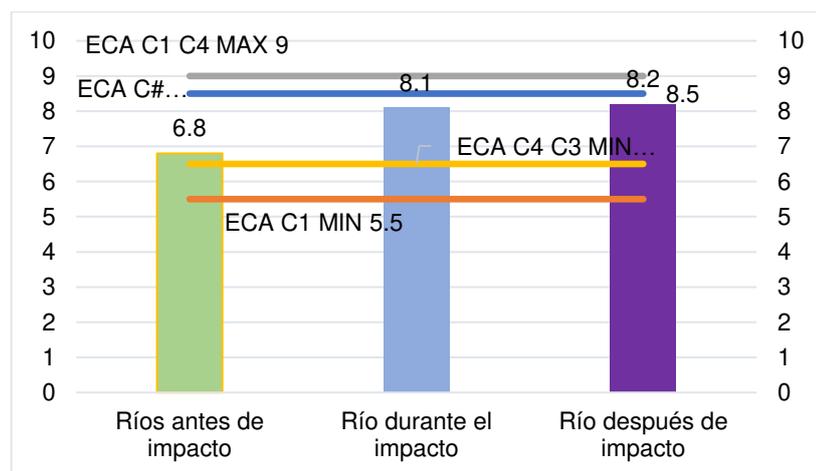


Figura 20. Comparación con el ECA-Agua para el pH.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro potencial de hidrogeno del río Sicra antes del impacto o antes del vertimiento de las aguas residuales en la que se obtiene un pH de 6.8 PM°2 y una oscilación en el punto PM°2 8.1 pH y el pH 8.5 en el punto PM°3.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales tiene un efecto en el parámetro pH de la calidad de agua del río Sicra, por tanto, se asume que el vertimiento de las aguas residuales en el río Sicra tiene tanta influencia significativa en este parámetro, puesto que existe variación de un punto a otro punto. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en los tres puntos determinan que estos se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (categorías C1 subcategoría A2, C3 subcategoría D1 y D2, y C4 subcategoría E2).

B. Cianuro libre:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = 0.2 mg/L.
- C3: Subcategoría D1 = 0.1 mg/L.
- C3: Subcategoría D2 = 0.1 mg/L.
- C4: Subcategoría E2 = 0.0052 mg/L.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 13. Resultado y comparación con el ECA-Agua del cianuro libre.

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	<0.001 mg/L	0.2	0.1	0.0052
Río durante el impacto	PM°2	<0.001 mg/L	0.2	0.1	0.0052
Río después de impacto	PM°3	<0.001 mg/L	0.2	0.1	0.0052

Fuente: elaboración propia.

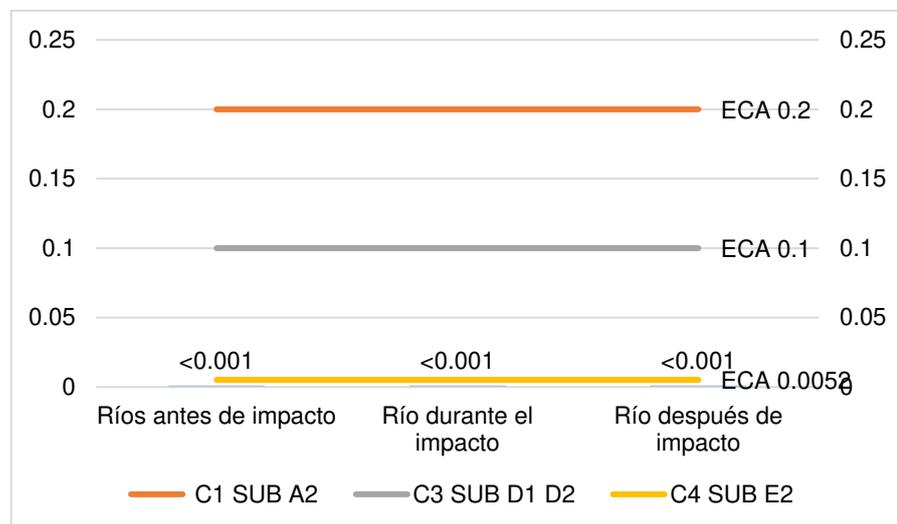


Figura 21. Comparación con el ECA-Agua para cianuro libre.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro cianuro libre en el río Sicra, en tanto a sus incrementos de un antes, durante y después del vertimiento de aguas residuales. Se observa que en los puntos PM°1, en el PM°2 y el PM°3 las concentraciones de cianuro libre son <0.001. A ello antes del vertimiento de las aguas residuales en el cuerpo de agua del río Sicra, tiene un comportamiento lineal y constante y sin cambio en las concentraciones, asumiendo que el vertimiento de las aguas residuales en el río Sicra no influye en el impacto como otros parámetros.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales no tiene efecto del parámetro cianuro libre en la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados de monitoreo en los tres puntos se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (categorías C1 subcategoría A2, C3 subcategoría D1 y D2, y C4 subcategoría E2).

C. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = 5 mg/L.
- C3: Subcategoría D1 = 15 mg/L.
- C3: Subcategoría D2 = 15 mg/L.
- C4: Subcategoría E2 = 10 mg/L.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 14. *Resultado y comparación con el ECA-Agua para la DBO₅.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	<2	5	15	10
Río durante el impacto	PM°2	<2	5	15	10
Río después de impacto	PM°3	<2	5	15	10

Fuente: elaboración propia.

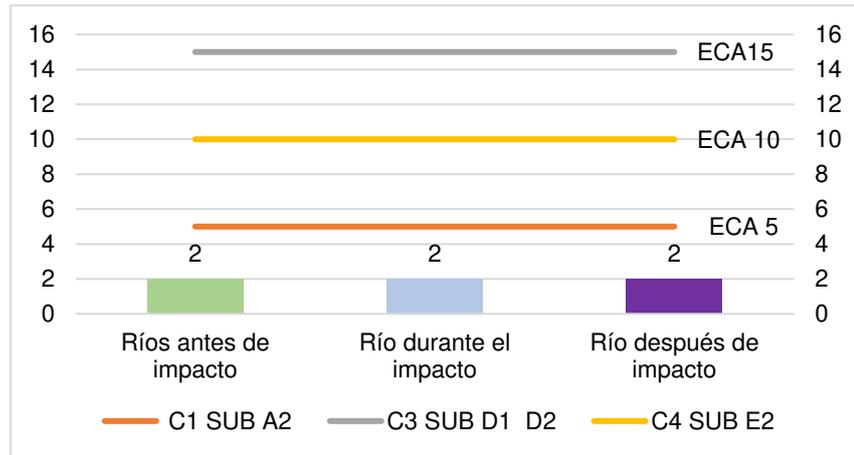


Figura 22. Comparación con el ECA-Agua para la DBO₅.

Fuente: elaboración propia.

Se describe que el parámetro DBO₅ en el río Sicra se mantiene constante, según se observa, se conserva un comportamiento lineal y constante en consecuencia a los resultados de monitoreo en los puntos PM°1, PM°2 y PM°3. Las concentraciones del DBO₅ en el cuerpo de agua del río Sicra es <2 mg/L, antes durante y después del vertimiento, asumiendo que el vertimiento de las aguas residuales en el río Sicra no tiene tanta influencia como en otros parámetros.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales no presenta variaciones significativas en el parámetro DBO₅ de la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en los tres puntos determinan que estos se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (categorías C1 subcategoría A2, C3 subcategoría D1 y D2, y C4 subcategoría E2).

D. Demanda Química de Oxígeno (DQO):

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = 20 mg/L.
- C3: Subcategoría D1 = 40 mg/L.
- C3: Subcategoría D2 = 40 mg/L.
- C4: Subcategoría E2 = no se encuentra considerada.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 15. *Resultado y comparación con el ECA-Agua para la DQO.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	<10	20	40	-
Río durante el impacto	PM°2	14.8	20	40	-
Río después de impacto	PM°3	21.9	20	40	-

Fuente: elaboración propia.

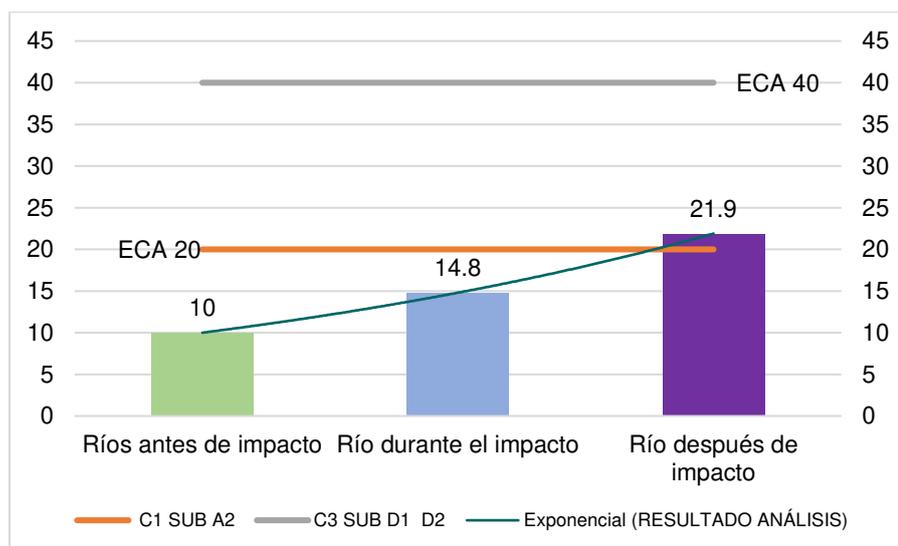


Figura 23. Comparación con el ECA-Agua para la DQO.

Fuente: elaboración propia.

Se describe que el parámetro DQO en el río Sicra, donde se aprecia que el comportamiento es creciente, según se observa y en consecuencia a los resultados de monitoreo en los puntos PM°1 antes del vertimiento de las descargas de las aguas residuales se tiene una concentración de 10 mg/L, aguas abajo tras el vertimiento de las aguas residuales en el medio de la ciudad las concentración de DQO es de 14.8 PM°2 y PM°3 muestra el efecto del vertimiento de las aguas residuales puesto que se observa que existe un crecimiento e incremento a 21.9mg/L. Asumiendo que el vertimiento de las aguas residuales en el río Sicra tiene influencia en el parámetro DQO.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales presenta variaciones significativas en el parámetro DQO de la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en los puntos PM°1 y PM°2 determinan que éstos se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (categorías C1 subcategoría A2, C3 subcategoría D1 y D2), sin embargo, es todo lo opuesto en el punto PM°3, puesto que sobre pasa el ECA agua con una concentración superior a 20 mg/L de la categoría C1 subcategoría A2. Cabe mencionar que, en la C4, este parámetro no demuestra relevancia.

E. Fósforo total:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = 0.15 mg/L.
- C3: Subcategoría D1 = no se encuentra considerada.
- C3: Subcategoría D2 = no se encuentra considerada.
- C4: Subcategoría E2 = 0.05 mg/L.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 16. *Resultado y comparación con el ECA-Agua para el fósforo total.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Ríos antes de impacto	PM°1	0.162	0.15	-	0.05
Río durante el impacto	PM°2	0.309	0.15	-	0.05
Río después de impacto	PM°3	0.643	0.15	-	0.05

Fuente: elaboración propia.

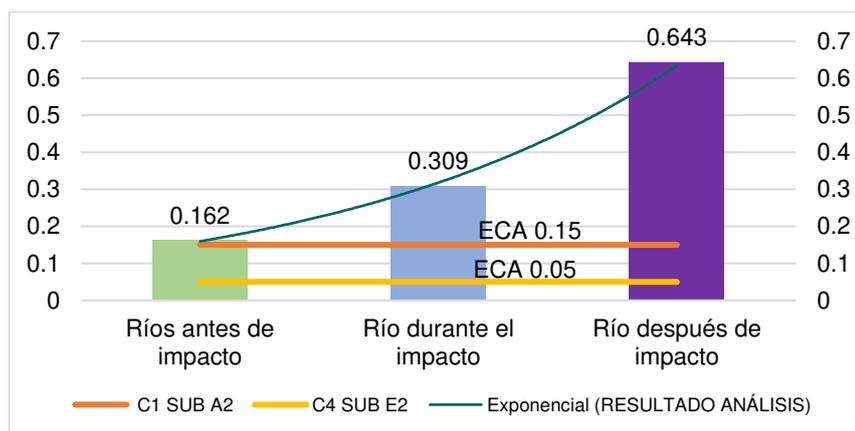


Figura 24. Comparación con el ECA-Agua para el fósforo total.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro fósforo total en el río Sicra, en la cual se aprecia un comportamiento creciente, en consecuencia a los resultados de monitoreo en los puntos PM°1 antes del vertimiento de las descargas de las aguas residuales se tiene una concentración de 0.162 mg/L, aguas abajo tras el vertimiento de las aguas residuales por medio de la ciudad la concentración de fósforo total es de 0.309 mg/L PM°2 y PM°3 muestra el incremento de la concentración a 0.643mg/L efecto del vertimiento de las aguas residuales.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales presenta variación significativa en el parámetro fósforo total de la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en los tres puntos determinan que estos se encuentran fuera del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (categorías C1 subcategoría A2y C4 subcategoría E2), superando la concentración mínima de 0.05 mg/L de la C4. Cabe mencionar que, en la C3 este parámetro no se toma en consideración.

F. Nitratos:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = 50 mg/L.
- C3: Subcategoría D1 = 100 mg/L.
- C3: Subcategoría D2 = 100 mg/L.
- C4: Subcategoría E2 = 13 mg/L.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 17. *Resultado y comparación con el ECA-Agua para los nitratos.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	0.066	50	100	13

Río durante el impacto	PM ²	0.425	50	100	13
Río después de impacto	PM ³	0.209	50	100	13

Fuente: elaboración propia.

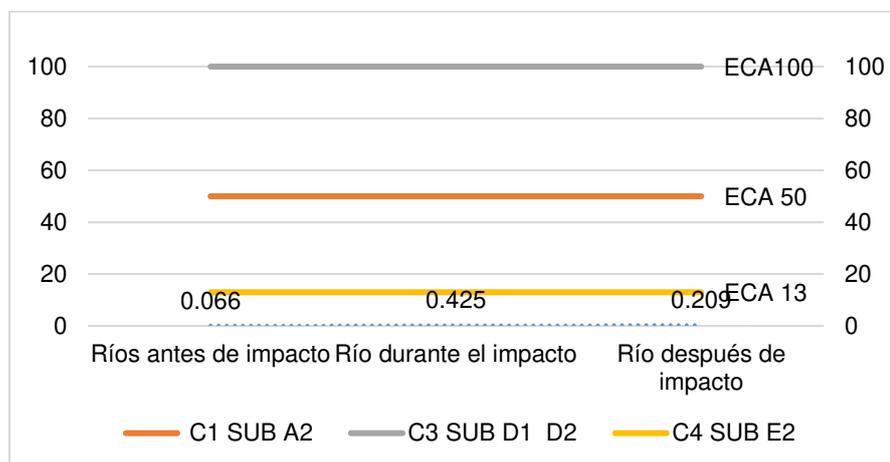


Figura 25. Comparación con el ECA-Agua para los nitratos.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro nitrato en el río Sicra, en la cual se aprecia un comportamiento oscilante, según se observa y en consecuencia a los resultados de monitoreo en los puntos PM¹ antes del vertimiento de las descargas de las aguas residuales se tiene una concentración de 0.066mg/L, aguas abajo tras el vertimiento de las aguas residuales por medio de la ciudad la concentración de nitratos es de 0.425mg/L PM² y PM³ muestra un decrecimiento en la concentración 0.209mg/L efecto no tan significativo tras el vertimiento de las aguas residuales, pero si un efecto de un punto a otro punto de monitoreo, pues se aprecia la creciente de antes a un después.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales presenta variación no tan significativa en el parámetro nitratos de la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en los tres puntos determinan que estos se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (categorías C1 subcategoría A2, C3 subcategoría D1 y D2, y C4 subcategoría E2).

G. Nitrógeno amoniacal:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = 1.5 mg/L.
- C3: Subcategoría D1 = no se encuentra considerada.
- C3: Subcategoría D2 = no se encuentra considerada.
- C4: Subcategoría E2 = no se encuentra considerada.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 18. *Resultado y comparación con el ECA-Agua para el nitrógeno amoniacal.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	<0.02	1.5	-	-
Río durante el impacto	PM°2	0.462	1.5	-	-
Río después de impacto	PM°3	0.443	1.5	-	-

Fuente: elaboración propia.

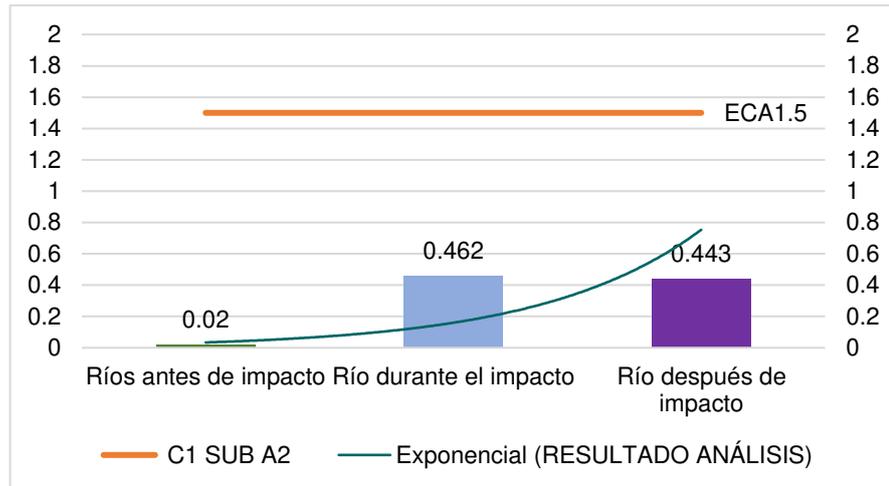


Figura 26. Comparación con el ECA-Agua para el nitrógeno amoniacal.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro nitrógeno amoniacal en el río Sicra, en la cual se aprecia un comportamiento creciente en función y consecuencia de los resultados de monitoreo en los puntos PM°1 antes del vertimiento de las descargas de las aguas residuales puesto que se tiene una concentración de 0.02mg/L, aguas abajo tras el vertimiento de las aguas residuales por medio de la ciudad la concentración de nitratos es de 0.462mg/L PM°2 y PM°3 muestra un decrecimiento en la concentración 0.443mg/L, evidenciando un efecto significativo tras el vertimiento de las aguas residuales y ocasionando un efecto de incremento de un punto a otro.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales presenta una variación significativa en el parámetro nitrógeno amoniacal pero no influye en la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en los tres puntos determinan que estos se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (categorías C1 subcategoría A2). Cabe mencionar que en la C3 subcategoría y C4 subcategoría, este parámetro no es de significancia.

Impacto Ambiental:

H. Nitrógeno total:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = no se encuentra considerada.
- C3: Subcategoría D1 = no se encuentra considerada.
- C3: Subcategoría D2 = no se encuentra considerada.
- C4: Subcategoría E2 = no se encuentra considerada.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 19. *Resultado y comparación con el ECA-Agua para el nitrógeno total.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	0.235	-	-	**
Río durante el impacto	PM°2	0.924	-	-	**
Río después de impacto	PM°3	0.685	-	-	**

Fuente: elaboración propia.



Figura 27. Comparación con el ECA-Agua para el nitrógeno total.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro nitrógeno total en el río Sicra, en la cual se aprecia un comportamiento oscilante en función y consecuencia de los resultados de monitoreo en los puntos PM°1 antes del vertimiento de las descargas de las aguas residuales puesto que se tiene una concentración de 0.235mg/L, aguas abajo tras el vertimiento de las aguas residuales por medio de la ciudad la concentración de nitrógeno total es de 0.924mg/L PM°2 y PM°3 muestra un decrecimiento en la concentración 0.685mg/L, efecto no significativo tras el vertimiento de las aguas residuales, que no incluye en el ECA-Agua, pero si en el efecto de incremento de un punto a otro, puesto que se distingue la creciente de un antes del vertimiento a un después del vertimiento de aguas residuales.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales presenta una variación significativa en el parámetro nitrógeno total pero no influye en la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo no se encuentran en consideración en el Estándar de Calidad Ambiental de Agua.

I. Oxígeno disuelto:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = ≥ 5 mg/L.
- C3: Subcategoría D1 = ≥ 4 mg/L.
- C3: Subcategoría D2 = ≥ 5 mg/L.
- C4: Subcategoría E2 = ≥ 5 mg/L.

Se realizó un muestreo es cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 20. Resultado y comparación con el ECA-Agua para el oxígeno disuelto.

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	8.05 mg/L	≥5	≥4 ≥5	≥5
Río durante el impacto	PM°2	7.14 mg/L	≥5	≥4 ≥5	≥5
Río después de impacto	PM°3	7.34 mg/L	≥5	≥4 ≥5	≥5

Fuente: elaboración propia.

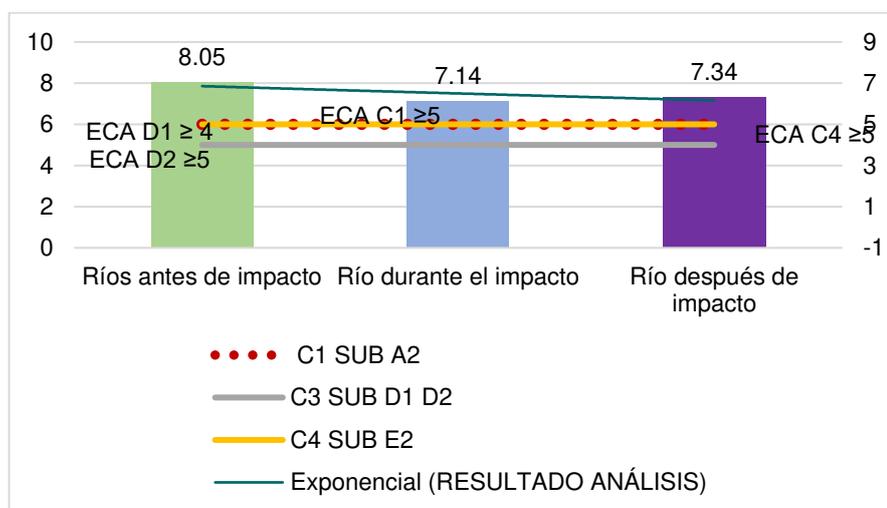


Figura 28. Comparación con el ECA-Agua para el oxígeno disuelto.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro oxígeno disuelto en el río Sicra, donde se aprecia un comportamiento decreciente y consecuencia de los resultados de monitoreo en los puntos PM°1 antes del vertimiento de las descargas de las aguas residuales puesto que se tiene una concentración de 8.05mg/L, aguas abajo tras el vertimiento de las aguas

residuales por medio de la ciudad la concentración de oxígeno total es de 7.14mg/L PM² y PM³ muestra un decrecimiento en la concentración 7.34mg/L, efecto significativo tras el vertimiento de las aguas residuales, que incluye en el ECA-Agua, al mismo el efecto de disminución de un punto a otro, puesto que se distingue el resultado de un antes del vertimiento a un después del vertimiento de aguas residuales.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales presenta variación significativa en el parámetro oxígeno disuelto influyendo en la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en los tres puntos determinan que estos se encuentran fuera del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (categorías C1 subcategoría A2, C3 subcategoría D1 y D2, y C4 subcategoría E2).

J. Sulfuros:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = ≥ 5 mg/L.
- C3: Subcategoría D1 = ≥ 4 mg/L.
- C3: Subcategoría D2 = ≥ 5 mg/L.
- C4: Subcategoría E2 = ≥ 0.002 mg/L.

Se realizó un muestreo en cada punto PM¹, PM² y PM³, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 21. Resultado y comparación con el ECA-Agua para los sulfuros.

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	<0.001 mg/L	-	-	0.002
Río durante el impacto	PM°2	<0.001 mg/L	-	-	0.002
Río después de impacto	PM°3	<0.001 mg/L	-	-	0.002

Fuente: elaboración propia.

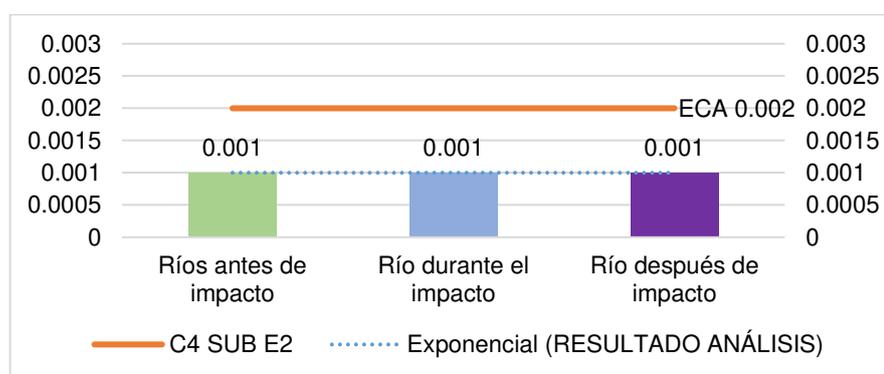


Figura 29. Comparación con el ECA-Agua para los sulfuros.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro sulfuros en el río Sicra, en la cual se aprecia un comportamiento lineal en consecuencia de los resultados de monitoreo en los puntos PM°1 antes del vertimiento de las descargas de las aguas residuales puesto que se tiene una concentración de 0.01mg/L, aguas abajo tras el vertimiento de las aguas residuales por medio de la ciudad la concentración de oxígeno disuelto se mantiene constante al igual que en el PM°3

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales no presenta variación significativa en el parámetro sulfuros en la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en los tres puntos determinan que estos se encuentran fuera del Estándar de Calidad Ambiental de Agua (C4 subcategoría E2), cabe recalcar que en categorías C1 y C3, este parámetro no es de significancia.

4.1.3. Presentación de los resultados del objetivo específico 3:

A. Coliformes termotolerantes:

ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua D.S N°04-2017-MINAM.

Categorías: C1: Categoría 1: Población y recreacional (Subcategoría A2), C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales (Subcategoría D1 y D2), C4: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra).

Concentración establecida:

- C1: Subcategoría A2 = 2000 NMP/100ml.
- C3: Subcategoría D1 = 1000 - 2000 NMP/100ml.
- C3: Subcategoría D2 = 1000 NMP/100ml.
- C4: Subcategoría E2 = 2000 NMP/100ml.

Se realizó un muestreo en cada punto PM°1, PM°2 y PM°3, puntos descritos en el área de estudio, y a través del cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 22. *Resultado y comparación con el ECA-Agua para los coliformes termotolerantes.*

REFERENCIA	CÓDIGO	RESULTADO ANÁLISIS	C1 SUB A2	C3 SUB D1 D2	C4 SUB E2
Río antes de impacto	PM°1	45 NMP/100ml	2000 NMP/100ml	1000 - 2000 1000	2000
Río durante el impacto	PM°2	9200000 NMP/100ml	2000 NMP/100ml	1000 - 2000 1000	2000
Río después de impacto	PM°3	49000 NMP/100ml	2000 NMP/100ml	1000 - 2000 1000	2000

Fuente: elaboración propia.

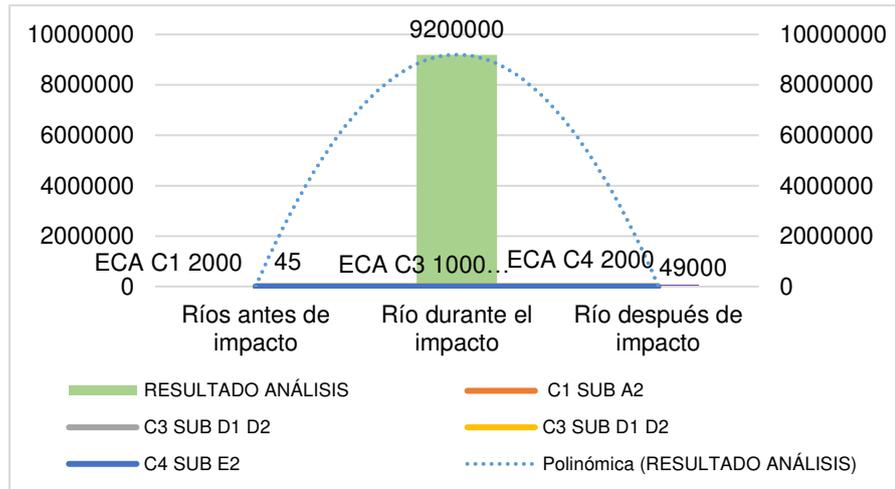


Figura 30. Comparación con el ECA-Agua para los coliformes termotolerantes.

Fuente: elaboración propia.

Se describe el parámetro de coliformes termotolerantes en el río Sicra, en la cual se aprecia un comportamiento oscilante en función y consecuencia de los resultados de monitoreo en los puntos PM^o1 antes del vertimiento de las descargas de las aguas residuales puesto que se tiene una concentración de 45 NMP/100mL, aguas abajo tras el vertimiento de las aguas residuales por medio de la ciudad la concentración de coliformes termotolerantes es de 9200000 NMP/100mL PM^o2 y PM^o3 muestra un decrecimiento en la concentración 49000 NMP/100mL, reflejando un efecto significativo tras el vertimiento de las aguas residuales, que incluye en el ECA-Agua, pero al mismo se aprecie el efecto de incremento de un punto a otro, puesto que se distingue la creciente de un antes del vertimiento a un después del vertimiento de aguas residuales.

Se determina que el vertimiento de las aguas residuales presenta variación significativa en el parámetro coliformes termotolerantes en la calidad de agua del río Sicra. En tanto, se aprecia que los resultados del monitoreo en el punto PM^o1 se encuentran dentro Estándar de Calidad Ambiental de Agua (categorías C1 subcategoría A2, C3 subcategoría D1 y D2, y C4 subcategoría E2). Sin embargo, en el PM^o2 y PM^o3 se encuentran fuera de ECA C1, C3 y C4.

4.1.4. Presentación de los resultados del objetivo específico 4:

Para el alcance del objetivo 4, la determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA – NFS), se tomó en consideración los parámetros que se encuentran a continuación.

Tabla 23. *Parámetros para la determinación del ICA - NFS.*

Parámetros	Unidad	Datos del análisis + Datos de la ALA HVCA
		Agua Superficiales río Sicra
Turbiedad	NTU	25.3
DBO ₅	mg/L	<2.00
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	49000
Fósforo Total	mg/L	0.643
Nitratos	mg/L	0.209
Temperatura	°C	17.2
pH	pH	8.5
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.34
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	5

Fuente: elaboración propia.

Los parámetros descritos en la tabla son del resultado del análisis del PM³, tras el vertimiento de las aguas residuales, sin embargo, de los nueve parámetros, el parámetro sólidos totales disueltos y la turbidez son de la fuente del Autoridad Nacional del Agua de Huancavelica.

Cálculo para la determinación del ICA – NFS:

En función a este objetivo y a los datos de la tabla 23, se procede a determinar el ICA - NFS:

$$ICA_{NSF} = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$$

Donde:

- ICANFS = Índice de Calidad de Agua – NFS.
- Sub_i = Valor de Q de las curvas de función.
- w_i = factor de ponderación.

Tabla 24. *Cálculo de ICA - NFS.*

Ensayos	Unidad	Valor	Sub_i	w_i	TOTAL
Turbiedad	UNT	25.3	0.08	57	4.56
DBO ₅	mg/L	<2.00	0.10	82	8.2
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	49000	0.15	7	1.05
Fósforo Total	mg/L	0.643	0.10	58	5.8
Nitratos	mg/L	0.209	0.10	94	9.4
Temperatura	°C	17.2 21.7	0.10	51	5.1
pH	pH	8.5	0.12	63	7.56
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.34	0.17	3	0.51
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	5	0.08	75	6.0
VALOR ICA-NFS					42.18

Fuente: elaboración propia.

A los cálculos realizados, se obtuvo un valor de ICA-NFS de 42.18, que a la interpretación de asigna a la calidad de agua del río Sicra como agua muy contaminada.

Tabla 25. *Ubicación en relación al dato del ICA - NFS.*

Calidad de agua	Color	Valor	Referencia
		42.18	
Mala		26-50	Aguas muy contaminadas

Fuente: elaboración propia.

4.1.5. Impacto del vertimiento

De acuerdo al estudio realizado y a los resultados del análisis de laboratorio, se detalla lo siguiente: los parámetros que exceden las concentraciones establecidas en el Estándar de Calidad Ambiental ECA-Agua, según el D.S. N°004-2017-MINAM, es la Demanda Química de Oxígeno (DQO), Fósforo Total, Oxígeno Disuelto y Coliformes Termotolerantes, todos estos parámetros en el punto PM°2 (punto del vertimiento) y en el PM°3 punto después del vertimiento, comprobándose así que la descarga de las aguas residuales afecta en los cuatro parámetros descritos. La finalidad de este apartado es describir los impactos ambientales asociados a los parámetros excedidos de acuerdo al ECA-Agua, en el medio físico, biológicos, socioeconómico y cultural que vienen siendo alterados a consecuencia de estos parámetros hallados y verificados en el punto de muestreo.

Tabla 26. *Impacto ambiental.*

	MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL
Demanda Química de Oxígeno	Físico	Agua	Alteración en el componente acuático
			Incremento de sedimentos
			Eutrofización
			Bajo en oxígeno
			Potenciador toxico
			Alteración de la calidad del agua
	Biológico	Fauna	Consumo de oxígeno en el río para el proceso de degradación por oxidación
	Socioeconómico y cultural	Interés Estético y Humano	Aparición del proceso de Eutrofización
Afectación en el paisaje			
Fósforo Total	Físico	Agua	Aparición del proceso de Eutrofización
			Alteración de la calidad del agua
	Biológico	Flora	Crecimiento de algas
		Fauna	Disminución de vida acuática
Socioeconómico y cultural	Socioeconómico	Afectación en la salud humana	

Oxígeno Disuelto	Físico	Agua	Acumulación de sedimentos Alteración de la calidad del agua	
		Flora	Incremento de las algas y fitoplancton	
	Biológico	Fauna	Muerte masiva de trucha - Mortalidad de bagres	
			Mortalidad de ranas y sapos Disminución de lombrices	
Socioeconómico y cultural	Interés Estético y Humano	Turbiedad en el agua		
Coliformes Termotolerantes	Físico	Aire	Emisión de olor	
		Suelo	Presencia de materia orgánica	
		Agua	Presencia de materia orgánica Alteración de la calidad del agua	
	Biológico	Flora	Bioacumulación Toxicidad letal Cambio del hábitat de las especies Cambio de la composición de las especies	
			Fauna	Disminución de peces Bioacumulación Afectación en la salud de la ganadería
		Socioeconómico y cultural		Interés Estético y Humano
			Socioeconómico	

Fuente: elaboración propia.

4.1.6. Prueba de hipótesis

Hipótesis de investigación:

El vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta significativamente a la calidad ambiental del agua del Rio Sicra Lircay Huancavelica, 2018.

- H0: El vertimiento de aguas residuales domiciliarias no afecta a la calidad ambiental del agua del Rio Sicra Lircay Huancavelica, 2018.
- H1: El vertimiento de aguas residuales domiciliarias si afecta a la calidad ambiental del agua del Rio Sicra Lircay Huancavelica, 2018.

Como prueba de hipótesis se empleó el análisis de normalidad estadística, detallada a continuación:

Prueba de normalidad:

Para la prueba de normalidad se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la prueba de Shapiro-Wilk, siendo la diferencia en el tamaño de muestra, la primera un mínimo de 50 y la otra un máximo de 50 muestras. Para el análisis de datos se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, a ello se insertó los valores de los parámetros físico, químico y microbiológico.

Tabla 27. *Datos descriptivos.*

			Descriptivos ^{a, b}	
			Estadístico	Error estándar
Color	Media		14.86667	2.166667
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5.54425	
		Límite superior	24.18908	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		14.70000	
	Varianza		14,083	
	Desviación estándar		3.752777	
	Mínimo		11.200	
	Máximo		18.700	
	Rango		7.500	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,199	1,225
	Curtosis		.	.
	SST	Media		6.72667
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	4.16315	
		Límite superior	9.29019	
Media recortada al 5%			.	
Mediana			6.80000	
Varianza			1,065	
Desviación estándar			1.031956	
Mínimo			5.660	
Máximo			7.720	
Rango			2.060	

Temperatura	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,318	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		16.60000	.416333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14.80866	
		Límite superior	18.39134	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		16.80000	
	Varianza		,520	
	Desviación estándar		.721110	
	Mínimo		15.800	
	Máximo		17.200	
	Rango		1.400	
	DQO	Rango intercuartil		.
Asimetría			-1,152	1,225
Curtosis			.	.
Media			15.56667	3.456556
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	.69431	
		Límite superior	30.43903	
Media recortada al 5%			.	
Mediana			14.80000	
Varianza			35,843	
Desviación estándar			5.986930	
Mínimo			10.000	
Máximo			21.900	
Rango			11.900	
Fósforo		Rango intercuartil		.
	Asimetría		,567	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		.37133	.142308
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-.24097	
		Límite superior	.98363	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		.30900	
	Varianza		,061	
	Desviación estándar		.246484	
	Mínimo		.162	
	Máximo		.643	
	Rango		.481	
	Nitratos	Rango intercuartil		.
Asimetría			1,065	1,225
Curtosis			.	.
Media			.23333	.104346
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	-.21563	
		Límite superior	.68230	
Media recortada al 5%			.	
Mediana			.20900	
Varianza			,033	
Desviación estándar			.180733	
Mínimo			.066	
Máximo			.425	
Rango			.359	
		Rango intercuartil		.
	Asimetría		,595	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		.30833	.144271

Nitrógeno amoniaco	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	- .31241	
		Límite superior	.92908	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		.44300	
	Varianza		.062	
	Desviación estándar		.249885	
	Mínimo		.020	
	Máximo		.462	
	Rango		.442	
	Rango intercuartil		.	
Nitrógeno Total	Asimetría		-1,721	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		.61467	.201982
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-.25439	
		Límite superior	1.48373	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		.68500	
	Varianza		.122	
	Desviación estándar		.349843	
	Mínimo		.235	
Oxígeno Disuelto	Máximo		.924	
	Rango		.689	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-.868	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		7.51000	.276104
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6.32202	
		Límite superior	8.69798	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		7.34000	
pH	Varianza		.229	
	Desviación estándar		.478226	
	Mínimo		7.140	
	Máximo		8.050	
	Rango		.910	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,398	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		7.80000	.513160
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5.59205	
	Límite superior	10.00795		
Coliformes Termoto- lerantes	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		8.10000	
	Varianza		.790	
	Desviación estándar		.888819	
	Mínimo		6.800	
	Máximo		8.500	
	Rango		1.700	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,346	1,225
	Curtosis		.	.
Coliformes	Media		3,083,015.00000	3,058,525.149244
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-	
		Límite superior	10,076,756.58240	
		16,242,786.58240		
	Media recortada al 5%		.	

Mediana	49,000.00000	
Varianza	28063728265	
	675,000	
Desviación estándar	5,297,520.954718	
Mínimo	45.000	
Máximo	9,200E+6	
Rango	9,199,955.000	
Rango intercuartil	.	
Asimetría	1,732	1,225
Curtosis	.	.

a. DBO₅ es constante. Se ha omitido.

b. Sulfuros es constante. Se ha omitido.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Tabla 28. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk.

	Pruebas de normalidad ^{b,c}					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Color	,184	3	.	,999	3	,927
SST	,195	3	.	,996	3	,882
Temperatura	,276	3	.	,942	3	,537
DQO	,218	3	.	,988	3	,788
Fosforo	,266	3	.	,952	3	,578
Nitratos	,220	3	.	,986	3	,777
Amoniacal Nitrógeno	,372	3	.	,782	3	,073
Nitrógeno Total	,246	3	.	,970	3	,666
Oxígeno Disuelto	,306	3	.	,905	3	,402
pH	,299	3	.	,915	3	,433
Coliformes Termotolerantes	,383	3	.	,754	3	,009

a. Corrección de significación de Lilliefors

b. DBO₅ es constante. Se ha omitido.

c. Sulfuros es constante. Se ha omitido.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Se observa que tras el procesamiento de datos del análisis de monitoreo *in situ* y *ex situ*, en dicha prueba se observa que la normalidad de Shapiro-Wilk es mayor a 0,05 para los parámetros nitrógeno amoniacal, color, demanda química de oxígeno, fosforo total, nitratos, nitrógeno total, oxígeno, pH y sólidos totales suspendidos, por la que se deduce que los parámetros mencionados tienen una distribución normal. Sin embargo, el parámetro coliformes termotolerantes la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk es menor a 0,05; por tanto, no tiene distribución normal.

Muestras paramétricas:

- Prueba t de student:

Para la determinación de hipótesis en relación a los parámetros analizados, se realizó la prueba t de Student en correspondencia al ECA-Agua, Categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales.

- Prueba de t para el color:

Tabla 29. Prueba de t para una muestra (parámetro color).

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 100		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Color	-39,292	2	,001	-85.133333	-94.45575	-75.81092

Fuente: elaboración propia con SPSS.

- H1: El color no afecta en la calidad ambiental del agua ($\mu \leq 100$ Color verdadero Escala Pt/ Co).
- H0: El color afecta en la calidad ambiental del agua ($\mu > 100$ Color verdadero Escala Pt/ Co).

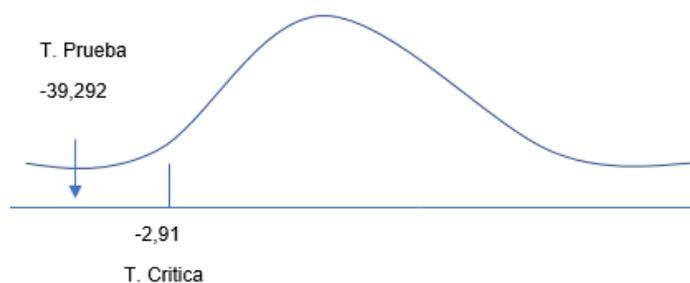


Figura 31. Representación gráfica de la prueba t para el color.

Fuente: elaboración propia.

Conclusión: El valor de t del estadístico muestral color es menor que el valor crítico, rechazando la hipótesis nula y aseverando que el parámetro color no afecta en la calidad ambiental del agua.

- Prueba de t para la DQO:

Tabla 30. Prueba de t para una muestra (parámetro DQO).

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 40		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
DQO	-7,069	2	,019	-24,433333	-39,30569	-9,56097

Fuente: elaboración propia con SPSS.

- H1: El valor de DQO no afecta en la calidad ambiental del agua ($\mu \leq 40$ mg/L)
- H0: El valor de DQO afecta en la calidad ambiental del agua ($\mu > 40$ mg/L).

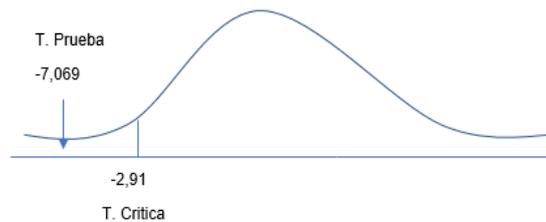


Figura 32. Representación gráfica de la prueba t para la DQO.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Conclusión: El valor de t del estadístico muestral de la DQO es menor el valor crítico, rechazando la hipótesis nula y aseverando que el parámetro DQO no afecta en la calidad ambiental del agua.

- Prueba de t para los nitratos:

Tabla 31. Prueba de t para una muestra (parámetro nitratos).

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 100		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Nitratos	-956,113	2	,000	-99,766667	-100,21563	-99,31770

Fuente: elaboración propia con SPSS.

- H1: Los nitratos no afectan en la calidad ambiental del agua ($\mu \leq 100$ mg/L).
- H0: Los nitratos afectan en la calidad ambiental del agua ($\mu > 100$ mg/L).

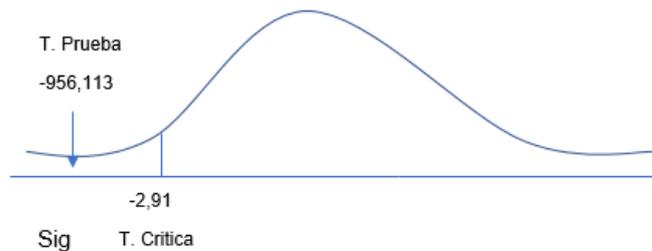


Figura 33. Representación gráfica de la prueba t para los nitratos.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Conclusión: El valor de t del estadístico muestral de los nitratos es menor que el valor crítico, rechazando la hipótesis nula y aseverando que el parámetro nitratos no afecta en la calidad ambiental del agua.

- o Prueba de t para el oxígeno disueltos:

Tabla 32. Prueba de t para una muestra (parámetro oxígeno disuelto).

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
OD	12,713	2	,006	3.510000	2.32202	4.69798

Fuente: elaboración propia con SPSS.

- H1: El oxígeno disuelto no afecta en la calidad ambiental del agua ($\mu \geq 5$ mg/L).
- H0: El oxígeno disuelto afecta en la calidad ambiental del agua ($\mu < 5$ mg/L).

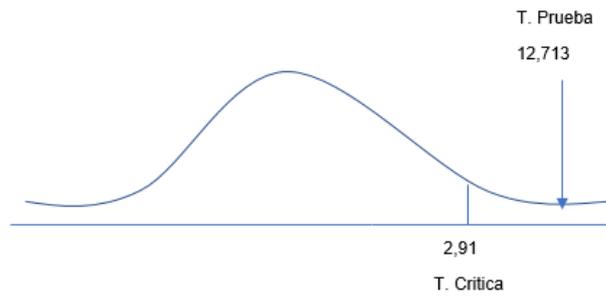


Figura 34. Representación gráfica de la prueba t para el oxígeno disuelto.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Conclusión: El valor de t del estadístico muestral del oxígeno disuelto es menor que el valor crítico, rechazando la hipótesis nula y aseverando que el parámetro oxígeno disuelto no afecta en la calidad ambiental del agua.

Muestra no paramétrica:

- Prueba de signos para los coliformes termotolerantes.

Tabla 33. Prueba para la muestra de coliformes termotolerantes.

Sign Test	
1000	hypothesized value
49000	median
1	below
0	equal
2	above
3	n
	<u>binomial</u>
.5000	p-value (one-tailed, lower)
	<u>normal approximation</u>
0.00	z
.5000	p-value (one-tailed, lower)

Fuente: elaboración propia con SPSS.

- H1: Los coliformes termotolerantes no afectan en la calidad ambiental del agua ($Me \leq 1000$ NMP/100 mL).
- H0: Los coliformes termotolerantes afectan en la calidad ambiental del agua ($Me \leq 1000$ NMP/100 mL).

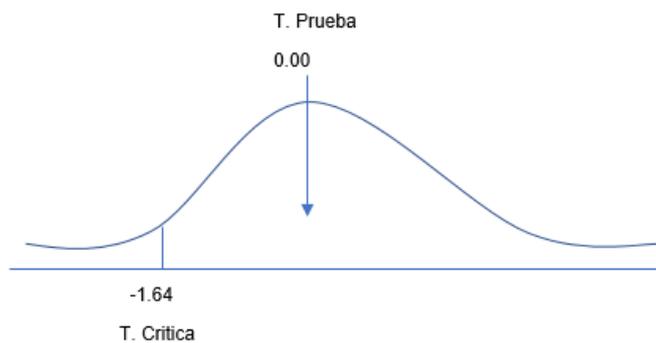


Figura 35. Representación gráfica de la prueba para los coliformes termotolerantes.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Conclusión: El valor del estadístico muestral de los coliformes termotolerantes es menor que el valor crítico, aceptando la hipótesis nula y aseverando que el parámetro coliformes termotolerantes afecta en la calidad ambiental del agua.

Decisión estadística:

De acuerdo a la prueba de normalidad y las prueba estadística de t y signos, se determina que el nivel de significancia de la prueba Shapiro-Wilk no es mayor a 0.05 para todos los parámetros determinando que dichos parámetros tienen una distribución normal, sin embargo, para el parámetro coliformes termotolerantes tiene una distribución no normal de 0.073, fijando que no todos los parámetros son normales, en apoyo al análisis obtenido por el ICA-NFS, se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, estableciendo que el vertimiento de aguas residuales domiciliarias si afecta a la calidad ambiental del agua del Rio Sicra Lircay Huancavelica, 2018, y en función a los resultados de los análisis obtenidos por el ICA - NFS, también se determina que el río Sicra representa ser un cuerpo de agua muy contaminada.

4.2. Discusión de resultados

Para la determinación del grado de contaminación del agua del río Sicra, actualmente no existe un estudio que nos permita dar con el grado de tal razón, por tal motivo esta fue la base para poder determinar la importancia y el por qué llevar a cabo esta investigación, dado el fin de poder tomar las medidas necesarias para lograr la recuperación total o parcial del río Sicra.

Para lo cual la información de las concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos fueron obtenidas a través del muestreo que se realizó en fecha del 22 de diciembre del año 2018 y de la Autoridad Nacional del Agua Huancavelica, por el propósito de dar la determinación del grado de contaminación del agua del río Sicra.

En el resultado del muestreo de los parámetros físicos color, temperatura y sólidos suspendidos, se obtuvo que la temperatura, es uno de los parámetros que no muestra un efecto significativo con el vertimiento de las aguas residuales, debido a que el comportamiento del PM¹ al PM³ no tiene una variación de más o menos 3 como hace en mención en el ECA-Agua. No en tanto en el parámetro color se tiene el resultado en el PM³ de 18.7 UC que fue mayor respecto al PM¹ de 11.2 UC, este resultado en función a la descarga directa de las aguas residuales, el arrojado de los residuos sólidos, desechos y de los materiales de construcción que se realiza en el río Sicra, en tanto se puede mencionar que este parámetro si tiene un efecto significativo por el vertimiento de las aguas residuales al igual que el parámetro sólidos suspendidos totales que tiene una variación de significativa del PM¹ de 5.66 mg/L a 7.72 g/L del PM³.

En el estudio de investigación se determinaron 9 parámetros químicos, de ellos tanto el cianuro libre, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), el oxígeno disuelto y los sulfuros son parámetros cuyas concentraciones no tienen una variación significativa y siendo los mismo que no muestran una superación al ECA-Agua, a ello denotando que no tiene una variación e influencia por el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias.

El parámetro químico DQO presento una variación de 10 mgO₂/L en el PM¹, puesto que en este punto no se aprecia alguna descarga de aguas residuales y el oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica e inorgánica es mucho

menor a diferencia del punto PM² de 14.7 mgO₂/L y PM³ 21.9 mgO₂/L que son los puntos en la que se aprecia un mayor oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica e inorgánica por actividad química, tal es el caso de las aguas residuales y siendo esta el efecto de las aguas residuales. El autor Estela con su tesis “Niveles de contaminación de las aguas residuales del centro poblado huaca blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay”, obtuvo como resultado que la DQO en sus puntos de monitoreos se encuentran por encima del ECA Agua, arrojando como dato de concentración en el punto agua debajo de la desembocadura de las aguas residuales punto N°3 75.4 mg/L. 89.3 mg/L y 84.1 mg/L en el mes de agosto, setiembre y octubre respectivamente. En este punto, en relación al ECA-Agua, se aprecia que dicho parámetro se encuentra dentro de la categoría C3 y dentro de las subcategorías, a diferencia que el PM³ después del vertimiento se encuentra fuera del ECA-Agua categoría C1 subcategoría A2.

El parámetro químico fósforo total, es uno de los parámetros que tiene la concentración muy variante, ya que muestra resultados de un antes del vertimiento PM¹ de 0.162mg/L a una variación muy significativa de 0.309 mg/L a 0.643 mg/L PM² y PM³ en relación a durante y después del vertimiento de las aguas residuales al río Sicra, como haz de mención el autor Sierra en su libro “Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico de Medellín”, la concentración en los cuerpos de agua aumenta por la presencia de excreciones de animales y humanas, el uso detergentes, productos de limpieza y fertilizantes, a tal razón que en mi investigación se ve el incremento en los puntos PM² y PM³, puntos donde el agua residual tiene contacto con las aguas del río Sicra. Siendo esta concentración superior a la establecido en el ECA-Agua en los tres puntos de muestreo.

De igual manera, otro parámetro químico con concentraciones variantes de un punto al otro es el nitratos, cuyos resultados del muestreo en el PM¹ antes de la descarga de las aguas residuales es de 0.066 mg/L, sin embargo, de acuerdo a Solano en su tesis de investigación “Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media-alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo”, destaca que si existe una concentración de nitrato variante entre 1 a 5 mg/L se tiene una contaminación por efluentes de las aguas residuales, a ello también es de mención de la existencia de la actividad antropogénica, contaminación orgánica o por fertilizantes en las aguas superficiales y que las concentraciones menores a 0.1mg/L son de aquellas aguas no

contaminadas, en la presente investigación se tiene como dato de concentración en el punto PM² de 0.462 mg/L y de 0.209 mg/L de nitrato en el punto PM³ después del vertimiento de las aguas residuales en el río Sicra.

La concentración de nitrógeno amoniacal presenta una creciente a 0.443mg/L en el punto PM³, dato muy diferido a un antes del vertimiento de las aguas residuales de 0.02mg/L en el punto PM¹, la precisión de la variación de concentraciones se debe a la descomposición de los residuos sanitarios, a la reacción del nitrógeno orgánico e inorgánico, tal cual lo menciona Solano en su tesis de investigación “Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media-alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo”, a razón que la calidad del cuerpo de agua se encuentra a relación de una concentración menor de 0.1 mg/L de nitrógeno amoniacal.

En cuanto al parámetro nitrógeno total, las concentraciones de las muestras de agua arrojan un resultado de 0.235 mg/L en el punto PM¹ muy diferido a los puntos PM² y PM³ que presenta una variación de 0.924 mg/L y 0.685 mg/L de nitrógeno total respectivamente. El nitrógeno total viene a ser la sumatoria del nitrógeno orgánico, nitrito, nitrato y amonio que se encuentran en concentraciones de 20 a 50mg/L en las aguas residuales domésticas ⁶³, el río por ser una fuente receptora, la concentración se diluye, esto se representa en nuestro punto PM² que es la concentración del nitrógeno total del vertimiento de las aguas residuales y en nuestro punto PM³ la concentración disminuye a 0.685 mg/L en la relación a la cantidad soluto a solución.

El resultado que presento una mayor concentración a diferencia de todas las mencionadas líneas arriba y ubicándolo como el parámetro que se encuentra muy por encima del ECA-Agua, es el parámetro microbiológico coliformes termotolerantes. Antes del vertimiento de las aguas residuales la concentración de los termotolerantes es de 45 NMP/100mL ratificando que antes de este punto la presencia de aguas residuales es mínima o escasa, sin embargo, el escenario es muy diferente a los PM² y PM³, durante el vertimiento de las aguas residuales la concentración de coliformes termotolerantes es de 9200000 NPM/100mL y el después es de 49000 NPM/100mL punto PM³. En la investigación realizada por Ordoñez titulada “Evaluación de la calidad del agua del río san Pedro, sector valle de los Chillos”, mediante el índice de calidad de agua ICA - NSF tuvo como resultados desde 91 a 14 000 NPM/100ml en el río San Pedro lo cual se yace un

problema debido a las concentraciones altas de los coliformes fecales o termotolerantes y que este es el resultado de altas descargas de aguas residuales domésticas y que este conlleve a un posible incremento de contaminación fecal.

El Índice de Calidad del Agua (ICA - NSF) se obtuvo con el propósito de catalogar la calidad del agua del río Sicra, el índice arrojó un resultado de 42.18, lo cual según National Sanitation Foundation – INS se encuentra identificada como aguas muy contaminada, debido a las altas concentraciones de coliformes fecales o termotolerantes, sólidos disueltos totales y las altas concentraciones de los nitratos. Hinojoza en su trabajo de investigación “Evaluación de la calidad del agua del río San Pedro, Sector Valle de los Chillo”, mediante el índice de calidad de agua ICA-NS, menciona que las altas concentraciones de coliformes fecales, DBO₅ y sólidos disueltos totales le atribuyen a un ICA de 32 y 35 que representan a una calidad de agua del río San Pedro de “mala” y muy cercano a “muy mala”, esto posiblemente al aumento de vertimientos de aguas residuales sin tratamiento y del algunas descargas clandestinos. En la investigación también se aprecia una alta concentración de coliformes termotolerantes debido del vertimiento directo de las aguas residuales al río Sicra y este parámetro por ser de gran significancia en la determinación del ICA - NSF le atribuye al agua del río Sicra como cuerpo de agua muy contaminada.

Estela en su trabajo de investigación “Niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay” encontró resultados muy similares con los de mi investigación, concluyendo que la principal fuente de contaminación en la calidad del río Chancay del Centro Poblado Huaca Blanca es el vertimiento de las aguas residuales sin previo tratamiento a razón de las altas concentraciones de los coliformes fecales y la existencia de la acumulación de los residuos sólidos a lo largo del cauce del río Chancay y en la presente de investigación, se concluye que la calidad del agua del río Sicra se encuentra contaminada por la descarga directa de las aguas residuales domiciliarias y de la presencia de botaderos con material desmonte y la de residuos sólidos a lo largo de su cauce.

CONCLUSIONES

Respecto a los datos obtenidos del muestreo de agua del río Sicra, estos fueron de importancia para la determinación del efecto del vertimiento de las aguas residuales domiciliarias en la calidad ambiental del agua del río Sicra Lircay Huancavelica 2018:

- En cuanto a los parámetros físicos analizados, éstos fueron: el color, sólidos suspendidos totales y temperatura, el parámetro color y sólidos suspendidos totales, dichos parámetros son afectados tras el vertimiento de las aguas residuales ya que en el punto PM¹ las concentraciones de dichos parámetros son mucho menores que las del punto PM³, concluyendo que el parámetro físico color y sólidos suspendidos totales del vertimiento de las aguas domiciliarias afectan al parámetro físico color y sólidos suspendidos totales de la calidad del agua del río Sicra, dado que el punto PM¹ es considerado como un punto blanco o de control, sin embargo, de acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk todos los parámetros físicos tienen una distribución normal y de acuerdo con la prueba t de Student se fija que el vertimiento de aguas residuales domiciliarias no afecta a la calidad ambiental del agua del Río Sicra Lircay Huancavelica, 2018.
- Los parámetros químicos analizados fueron: cianuro libre, DBO₅, DQO, oxígeno disuelto, fósforo total, nitratos, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, sulfuros y oxígeno disuelto y que de acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk todos estos parámetros químicos tienen una distribución normal, y en la determinación de la prueba t de Student, el oxígeno disuelto afecta a la calidad ambiental de agua, fijando así que el vertimiento de aguas residuales domiciliarias no afecta a la calidad ambiental del agua del Río Sicra Lircay Huancavelica, 2018 a excepción del parámetro oxígeno. Sin embargo, si los parámetros analizados en el PM¹ son considerados como un punto blanco o de control se determina que los parámetros reflejan concentraciones variantes como DQO que tiene una concentración de 10 a 21.9 mgO₂/L del punto PM¹ al PM³, fósforo total de 0.162mg/L PM¹ a 0.643mg/L PM³, nitratos concentración del punto PM¹ de 0.066mg/L a 0.209mg/L al PM³, nitrógeno amoniacal de 0.02mg/L PM¹ a 0.443mg/L PM³ y nitrógeno total una concentración de 0.235 a 0.685mg/L del punto PM¹ al PM³, se concluyen que los parámetros químicos DQO, fósforo total, nitratos, nitrógeno amoniacal y nitrógeno total del vertimiento de las aguas domiciliarias afectan al parámetro químicos DQO, fósforo total, nitratos, nitrógeno amoniacal y nitrógeno total de la calidad del agua del río Sicra.

- El parámetro microbiológico analizado fue coliformes termotolerantes, dicho parámetro es afectado tras el vertimiento de las aguas residuales ya que en el punto PM°1 las concentraciones de dichos parámetros son mucho menores que las del punto PM°3, concluyendo que el parámetro microbiológico coliformes termotolerantes del vertimiento de las aguas domiciliarias afecta a la calidad del agua del río Sicra, dado que el punto PM°1 es considerada como un punto blanco o de control, sin embargo, de acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y el estadístico de prueba del parámetro coliformes termotolerantes tiene una distribución no normal y se llegó a determinar que el vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta a la calidad ambiental del agua del Río Sicra Lircay -Huancavelica 2018, en cuanto a los parámetros microbiológico.
- En el resultado obtenido mediante la metodología del Índice de Calidad del Agua (ICA - NSF) se obtuvo que la calidad del agua del río Sicra, arrojó un resultado de 42.18, lo cual según National Sanitation Foundation – INSF se encuentra enmarcado como agua muy contaminada, debido a las altas concentraciones de coliformes termotolerantes (llamados también fecales), sólidos disueltos totales y nitratos.
- De acuerdo a los análisis físicos, químicos y microbiológicos a la calidad del agua del río Sicra, en el punto PM°1, aguas arriba antes del vertimiento de las aguas residuales domiciliarias de la ciudad de Lircay, se encuentra catalogada agua en Categoría 1, subcategoría A2, que engloban a las aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. De igual manera, por el efecto del vertimiento de las aguas residuales los parámetros analizados sobrepasan el ECA-Agua D.S. N° 004-2017-MINAM, así como la Autoridad Nacional del Agua (ANA) Huancavelica cataloga en la categoría 3 aguas a dichas aguas que son destinadas al riego de vegetales y bebidas de animales.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda primordialmente que es urgente el control de calidad de agua del río Sicra.
- Se recomienda realizar un tratamiento de las aguas residuales de fuente domiciliaria antes del vertimiento al cuerpo del agua del río Sicra.
- Dar en conocimiento del estudio actual del río Sicra a toda la población lirqueña, de la calidad y los efectos que generan.
- Realizar contextos de educación ambiental, puesto que la población que habita en la ribera del río Sicra viene arrojando sus residuos sólidos; tras este punto educar de manera constante y fomentar buenas prácticas del cuidado del agua.
- Ejecutar una investigación de la determinación del Índice de Calidad de Agua del río Sicra, en concordancia con el ICA - PERÚ.
- A lo descrito anteriormente, se recomienda realizar análisis complementarios para el logro del dato de Índice de Calidad del Agua en función al ICA - PERÚ, y en relación a una categoría de agua se acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM, ya que el ICA - PERÚ determina los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que han de ser analizados para el establecimiento real de la calidad de agua en función a un uso, con ello arrojando resultados desde un cuerpo de agua sin contaminación hasta con una mala contaminación.
- Al Área de Gestión Ambiental, Fiscalización y Salud Pública de la Municipalidad Provincial de Angaraes, deberá establecer y realizar un plan de monitoreo en calidad de control de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua del río Sicra y de las fuentes de agua superficial en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Science for a changing world. USGS. *A primer on Water Quality*. [Online] Printed on recycled paper, March 2001. <https://pubs.usgs.gov/fs/fs-027-01/>. 1/2.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hidricos - Aguas Residuales El Recurso Desaprovechado*. ONU. Paris: Phoenix Design Aid, 2017. 978-92-3-300058-2.
3. Organismo de Evaluacion y Fiscalización Ambiental - OEFA. *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. OEFA. Lima: Billy Víctor Odiaga Franco, 2014. p. 42. 2014-05991.
4. Aquino, P. Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR). *Calidad de Agua en el Perú Retos y aportes para una gestion responsable en aguas residuales*. Lima: Sonimágenes del Perú SCRL, 2017. I. 140.
5. Aquino, P. *Calidad del agua en el Perú - Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales*. Lima: Sonimágenes del Peru SCRL, 2017. p. 140. 978-612-4210-50-1.
6. Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Estadística Ambiental*. INEI. Lima: s.n., 2018. Informe Técnico.
7. Campos, I. *Saneamiento Ambiental*. San José: La editorial Universal, 2000. 9968-31-069-7.
8. Vaca, F. *Evaluación ambiental de la calidad de agua del río santa rosa y lineamientos para un plan ambiental*. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales y Escuela de Ciencias Geológicas y Ambiental. Guayaquil: s.n., 2014. Tesis. 144.
9. Sotil, L. y Flores, H. *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán-Loreto*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana - Facultad de Ingeniería Química. Iquitos: s.n., 2016. 77.
10. Estela, M. *Niveles de contaminación de las aguas residuales del centro poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay*. Universidad César Vallejo. Chiclayo: s.n., 2017. 89.
11. Gobierno Regional de Huancavelica - Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. *Estudio de diagnóstico y zonificación para el*

tratamiento de la demarcación territorial de la Provincia de Angaraes. Gobierno Regional de Huancavelica. Huancavelica, Perú: s.n., 2014. 12/215.

12. Solano, M. *Impacto Ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad de agua de la parte media-alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo*. Universidad Nacional Escuela de Ciencias Ambientales. Costa Rica: s.n., 2011. 153.

13. Díaz, M. *Análisis de la calidad de agua en la cuenca media del Río Motagua, 2002-2013*. Universidad Rafael Landívar. Asunción: s.n., 2015. p. 92.

14. Hinojoza, N. *Evaluación de la calidad de agua del río San Pedro, sector Valle de los Chillos, mediante el Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF)*. Universidad Central de Educador. Quito: s.n., 2018. p. 90, Tesis.

15. Tantana del Águila, F. *Determinación de la concentración de coliformes fecales y totales en el Río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales en la ciudad de Moyobamba*. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto: s.n., 2009. p. 98, Tesis.

16. Villarreal, M. *Calidad de Agua del Río San Juan, en el departamento de Pasco*. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima: s.n., 2016. 158.

17. Estela, M. *Niveles de contaminación de las aguas residuales del centro poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay*. Universidad César Vallejo. Chiclayo: s.n. p. 89.

18. Sotil, L. y Flores, H. *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del Río Mazán - Loreto 2016*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Loreto: s.n., 2016. p. 77, Tesis.

19. García, R. *Aguas residuales y residuos sólidos urbanos y su incidencia en la contaminación del Río Ichu de la localidad de Huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica: s.n., 2018. p. 215, Tesis .

20. Autoridad Nacional del Agua. *Evaluación de recursos hídricos en la Cuenca de Mantaro*. 1504, s.l.: CONSORCIO TYPESA PERU, 2015, **IV**.

21. Blancas, C. y Hervás, E. *Contaminación de las aguas por nitratos y efectos sobre la salud*. Sevilla: Egondi Artes Gráficas S.A, 2001. 84-8486-005-1.

22. Encinas, M. *Medio ambiente y contaminación. Principios básicos*. Perú: s.n., 2011. 978-84-615-1167-9.

23. Congreso de la República. Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29388. *El Peruano*. 2009, 330691-1.
24. Organización Mundial de la Salud. Temas de agua. *Agua*. [Online] [Cited: Abril 15, 2019.] <https://www.who.int/topics/water/es/>.
25. Arellano, D. *Introducción a la ingeniería ambiental*. México: Alfaomega, 2002. 970-18-7961-9.
26. Ministerio del Ambiente. *Calidad ambiental de vida, Capítulo 8*. [Online] [Cited: Setiembre 12, 2019.] <http://www.minam.gob.pe/esda/8-1-1-calidad-de-las-aguas-continentales-superficiales/>.
27. GEOHIDRO. *Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos ANA SNIRH*. [Online] Noviembre 10, 2019. <http://geo.ana.gob.pe/geohidro/>.
28. Universidad San Martín de Porres. Importancia del agua: Universidad San Martín de Porres. *Artículo: Universidad San Martín de Porres*. [Online] Junio 16, 2015. <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>.
29. Congreso de la República. *Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos*. Lima: El Peruano, 2009. 330691-1.
30. Autoridad Nacional del Agua. *Usos del agua*. Autoridad Nacional del Agua. Lima: s.n., 2014.
31. Grupo Milenio. El uso del agua en la industria turística. Grupo Milenio. [Online] 01 12, 2016. [Cited: 06 17, 2019.] <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-tecnologica-del-valle-del-mezquital/el-uso-del-agua-en-la-industria-turistica>.
32. Fernández, A. *Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura*. Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, Autoridad Nacional del Agua - Ministerio de la Agricultura. Perú: s.n., 2015.
33. Mamani, W., Suárez, N. y García, C. *Contaminación del agua e impactos por actividad hidrocarburífera en aguarague*. La Paz: Editorial Offset Boliviana Ltda, 2003. 99905-68-32-4.
34. Interconsulting Bureau S.L. *Calidad de Agua: Usos y aprovechamiento*. Málaga: ICB, 2017. 978-84-9021-484-8.

35. Solís, L. y López, J. *Principios básicos de la contaminación ambiental*. México: D.R. Universidad Autónoma del Estado de México, 2003. 9688358134.
36. El Comercio. Huancavelica: familias en riesgo de envenenamiento por mercurio. Dominical, 2015.
37. Kramer, F. *Educación ambiental para el desarrollo sostenible*. Madrid : s.n., 2003. 84-83319-165-2.
38. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. *EPA Términos*. [Online] U.S. Environmental Protection Agency. <https://espanol.epa.gov/espanol/terminos>.
39. Food and Agriculture Organization of the United Nations. AQUASTAT -FAO's Global Information System on Water and Agriculture. *AQUASTAT* . [Online] [Cited: 06 12, 2019.] <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/glossary/search.html?submitBtn=1&termId=7412&lang=en>.
40. López, S. y Martín, S. *UF1666 - Depuración de aguas residuales*. España: Elearning, S.L, 2015. 978-84-16360-14-7.
41. EduRed Cuba. EduRed. *EduRed: Enciclopedia cubana*. [Online] https://www.ecured.cu/Calidad_del_Agua.
42. Rigola, M. *Tratamiento de aguas industriales: Aguas de proceso y residuales*. Colombia: Marcombo Boixareu Editores, 1989. 84-267-0740-8.
43. Sierra, C. *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Medellín: Editores de la U, 2011. 1. 978-958-8692-06-7.
44. Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud - DIGESA. *Abastecimiento de Poblaciones y Uso Recreacional - Parámetro a Evaluar: Organoléptico*. Grupo Estudio Técnico Ambiental para Agua (GESTA AGUA), Ministerio de Salud. Lima: s.n., 2010. p. 145, Informe técnico.
45. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Scielo Cuba - Scientific Electronic Library Online. *Scielo artículos*. [Online] Julio 8, 2004. [Cited: 05 19, 2019.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032004000200002.
46. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. OEFA Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental. [Online] [Cited: Setiembre 03, 2019.] <https://www.oefa.gob.pe/actividades-principales/monitoreo-ambiental-2>.

47. Ministerio del Ambiente. *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM - Estandár de Calidad Ambiental ECA-Agua*. Lima: s.n., 2017.
48. *Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI*. Producción + Limpia. 15, Bogotá: s.n., Julio 2017, Producción + Limpia, **12**, p. 3.
49. Torres, P., Hernán, C, y Patiño, P. *Índice de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica*. 16, Medellín - Colombia: s.n., Octubre 05, 2009, Revista Ingenierías Universidad de Medellín, **8**, pp. 79-94. 1692-3324.
50. Índice de Calidad de Agua. *Investigación en H₂O Calidad del Agua*. [Online] 2019, 20 Noviembre.
http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf.
51. Ministerio del Ambiente. [Online] Noviembre 2016.
http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-1.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-1-1.pdf?fbclid=IwAR39VipB3HFeotFHLb1-HehtkGJJbDp2Zst_QYXeGNVj6cDA8MP1yEQ99o.
52. Ministerio del Ambiente - MINAM. *Glosario de términos - Sitios contaminados*. [Online] [Cited: Agosto 29, 2019.]
<http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/definiciones/?fbclid=IwAR1MtC0wl6d3JoUIWdiWojWJmMmr9yOUXuBSaHEfzISm4ACRLUU5oVs0Vps>.
53. Contrumática Meyaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción. *Construpedia*. [Online] Grupo INTERCON. [Cited: Agosto 29, 2019.]
https://www.construmatica.com/construpedia/Aguas_Negras.
54. Boss Tech. *Diferencia y tratamiento de aguas grises y negras*. [Online] [Cited: Agosto 29, 2019.] <https://bosstech.pe/blog/diferencia-y-tratamiento-de-aguas-grises-y-negras/>.
55. Significados. [Online] [Cited: setiembre 03, 2019.]
https://www.significados.com/metodo-cientifico/?fbclid=IwAR1zCezcaKlrJR_Rzih6OtpBb7x_iv_imUBvgNS_Cj04WyOhVae10Sv6M.

56. Aguamarket. [Online] [Cited: Setiembre 04, 2019.] <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?id=864&termino=Efluente>.
57. Enciclopedia Británica. Enciclopedia Británica. *Nitrobacter bacterias*. [Online] 2019 Encyclopaedia Britannica, Inc. [Cited: Agosto 29, 2019.] <https://www.britannica.com/science/nitrifying-bacterium#ref237321>.
58. Ruiz, R. El método científico y sus etapas. [Online] 2007. [Cited: Setiembre 06, 2019.] <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.pdf>.
59. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. *Metodología de la investigación*. México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2010. 978-607-15-0291-9.
60. Arroyo, J. *¿Cómo ejecutar un plan de investigación?* Investigación, Universidad Continental. Huancayo: s.n., 2012.
61. Autoridad Nacional del Agua - Huancavelica. *Monitoreo de calidad de agua superficial - Cuenca Mantaro*. Informe de ensayo 28042/2018, ALA-Huancavelica. Lima: s.n., 2018. Laboratorio.
62. Ministerio de la Agricultura y Riego. *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)*. Lima: s.n., 2016. p. 92. I.
63. Aula virtual USAL. *Caracterización aguas residuales características químicas*. [Online] Universidad de Salamanca . [Cited: Setiembre 15, 2019.] http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/simulacion/modulos/curso/uni_03/u3c3s6.htm.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de operacionalización de las variables.

Variable	Conceptualización	Dimensiones	Subdimensiones	Indicador	Medida
Independiente: vertimiento de aguas residuales domiciliarias	Son aquellas aguas procedentes de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos (heces y orinas), restos de cocina, del aseo personal, de la limpieza de la casa, entre otros, dentro de sus características suelen contenedor una mayor de concentración de materia orgánica y microorganismos.	Concentración	<p>Concentración de elementos físicos</p> <p>Concentración de elementos químicos</p> <p>Concentración de elementos microbiológicos</p>	<p>pH</p> <p>Color</p> <p>Fosforo Total</p> <p>Nitratos</p> <p>Nitrógeno amoniacal</p> <p>Nitrógeno total</p> <p>Oxígeno disuelto</p> <p>DBQ</p> <p>DQO</p> <p>Coliformes Termotolerantes</p>	<p>pH</p> <p>UC</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg O2/L</p> <p>NMP/100 mL</p>
Dependiente: Calidad de agua	Atributos que posee el cuerpo de agua, de tal modo que dentro de las parámetros fisicoquímicos y microbiológicos reúna aquellas características para su aceptabilidad para el uso determinado. Para la determinación de la calidad un índice de calidad ambiental, se puede emplear el método NFS	Estándares de Calidad de Agua – ECA AGUA	Concentración de elementos físicos	<p>pH</p> <p>Color</p> <p>Fosforo Total</p> <p>Nitratos</p> <p>Nitrógeno amoniacal</p> <p>Nitrógeno total</p>	<p>pH</p> <p>UC</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p>

				Oxígeno disuelto	mg/L
			Concentración de elementos químicos	DBQ	mg/L
				DQO	mg O2/L
			Concentración de elementos microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL
				Temperatura	
				Nitratos	
		ICA - NFS	Parámetros de índice de calidad del agua	Oxígeno Disuelto, Fosfatos, Coliformes termotolerantes, Nitratos, DBO ₅ , Solidos totales disueltos, turbiedad, pH.	

Fuente: elaboración propia.

Anexo 02. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>General:</p> <p>¿En qué medida el vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta a la calidad ambiental del agua del río Sicra Lircay - Huancavelica 2018?</p> <p>Específicos:</p> <p>¿La calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro físico establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua se encontrará afectada tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay – Huancavelica 2018?</p> <p>¿La calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro químico establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua se encontrará afectada tras el vertimiento de las</p>	<p>General:</p> <p>Determinar en qué medida el vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta a la calidad ambiental del agua del río Sicra Lircay - Huancavelica 2018.</p> <p>Específicos:</p> <p>Evaluar la calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro físico establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay – Huancavelica 2018.</p> <p>Evaluar la calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro químico establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua tras el vertimiento de las</p>	<p>Hipótesis de la investigación:</p> <p>H1: El vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta a la calidad ambiental del agua del Río Sicra Lircay - Huancavelica 2018.</p> <p>Hipótesis nula</p> <p>Ho: El vertimiento de aguas residuales domiciliarias no afecta a la calidad ambiental del agua del Río Sicra Lircay - Huancavelica 2018.</p> <p>Hipótesis alterna:</p> <p>El vertimiento de aguas residuales domiciliarias si afecta a la calidad ambiental del agua del Río Sicra Lircay - Huancavelica 2018 en función a los resultados de los análisis obtenidos.</p>	<p>Bases teóricas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua superficial. Importancia del agua. • Usos del agua. Contaminación de agua. • Fuentes y efectos de contaminación. • Aguas residuales y su clasificación. • Efectos de la contaminación por agua residuales. • Calidad de agua Determinación de parámetros de calidad de agua Índice de Calidad de Agua. • Índice de Calidad de agua – NSF. 	<p>Variable 1:</p> <p>Vertimiento de aguas residuales domiciliarias.</p> <p>Tipo: Independiente.</p> <p>Variable 2:</p> <p>Calidad de agua residuales domiciliarias.</p> <p>Tipo: Dependiente.</p>	<p>Tipo y nivel de investigación:</p> <p>Tipo: Básica</p> <p>Nivel: Descriptiva</p> <p>Método general y específico:</p> <p>General: Analítico, hipotético-deductivo.</p> <p>Específico: Observacional, obtención de información y generación de conocimientos</p> <p>Diseño de investigación: No experimental - transversal.</p>

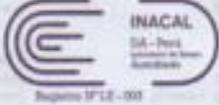
<p>aguas residuales domiciliarias Lircay – Huancavelica 2018?</p> <p>¿La calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro microbiológico establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua se encontrará afectada tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay – Huancavelica 2018?</p> <p>¿Cuál es el índice de calidad de agua mediante la metodológica ICA NSF del río Sicra, tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018?</p>	<p>aguas residuales domiciliarias Lircay – Huancavelica 2018.</p> <p>Evaluar la calidad del agua del río Sicra mediante la determinación del parámetro microbiológico establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental del Agua tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay – Huancavelica 2018.</p> <p>Obtener el índice de calidad de agua mediante la metodológica ICA NSF del río Sicra, tras el vertimiento de las aguas residuales domiciliarias Lircay - Huancavelica 2018.</p>				
--	---	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia.

Anexo 04. Informe de laboratorio CERPER (1).



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003



INACAL
DA - Perú
Instituto de Normalización y Certificación
Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-00221/19

Pag. 1/2

Solicitante	LIMA HUACHO, LILIANA MONICA
Domicilio legal	Jr. Jose Santos Chocano N° 371 Chica - Huancayo
Producto declarado	AGUA SUPERFICIAL
Cantidad de Muestras para el Ensayo	3 muestras x 18,375 L Muestra proporcionada por el solicitante
Identificación de la muestra	AGUA DE RIO
Forma de Presentación	En frascos de plástico, cerrados y refrigerados
Fecha de recepción	2018 - 12 - 23
Fecha de inicio del ensayo	2018 - 12 - 23
Fecha de término del ensayo	2019 - 01 - 04
Ensayo realizado en	Laboratorio Ambiental / Microbiología (Callao)
Identificado con	HS 18014138 (EXMA-20012-2018)
Validez del documento	Este documento es válido solo para las muestras descritas

Análisis Físico Químico:

Ensayo	LO	Unidad	Muestras / Resultados		
			PUNTO 1: RIO ANTES DE IMPACTO	PUNTO 1: RIO DURANTE DE IMPACTO	PUNTO 1: RIO DESPUES DE IMPACTO
Cloruro Libre	0,001	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Olor	1	UC	11,2	14,7	14,7
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	<2,00	<2,00	<2,00
Demanda Química de Oxígeno	10	mg O ₂ /L	<10	14,6	21,4
Fósforo Total	0,002	mg/L	0,162	0,309	0,843
Nitrato	0,044	mg/L	0,096	0,429	0,209
Nitrógeno Amomiacal	0,02	mg/L	<0,02	0,462	0,443
Nitrógeno Total	0,55	mg/L	0,220	0,924	0,688
Oxígeno Disuelto	0,05	mg/L	6,00	7,14	7,34
Sulfatos	3,001	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Sólidos Suspendidos Totales	5	mg/L	6,88	8,80	7,73
Temperatura	-	°C	24,5	24,7	24,6

LO: Límite de detección

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Muestras / Resultados		
		PUNTO 1: RIO ANTES DE IMPACTO	PUNTO 1: RIO DURANTE DE IMPACTO	PUNTO 1: RIO DESPUES DE IMPACTO
Coliformas Termotolerantes	NMP/100 mL	42	3 200 000	49 000



CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (049) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 62161

EL USO IMPROPIO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Anexo 05. Informe de laboratorio CERPER (2).



La Perla/Callao, Enero 15, 2019

Señores:
LIMA HUACHO, LILIANA MONICA
JR. JOSE SANTOS CHOCANO N° 371 CHILCA
HUANCAYO.-

Atención : SRTA. LILIANA LIMA

Estimados señores :

Es grato dirigirles la presente, para hacerles llegar el siguiente documento:

HOJA DE SERVICIO	TITULO	Nº
18014125 EXMA-20012-2018	INFORME DE ENSAYO	1-00221/19

Si hubiera alguna consulta relacionada al servicio en mención, no dude en comunicarse con nuestra área de Atención al Cliente al correo mrlos@cerper.com o a nuestras líneas telefónicas 3199000 anexos 2246-2242 que gustosos los atenderemos.

Una vez más, quedamos a su disposición y servicio.

Atentamente,


Isabel Moreno Lopez
Dpto. de Facturación
Telef: 319-9000 Anexo 2211

DSQ/iml

Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T.(51) 319 9000 / info@cerper.com
www.cerper.com

Anexo 06. Informe de laboratorio CERPER (3).

CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003

INACAL
DA - Perú
Instituto de Normas
Acreditadas
Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-00221/19 Pag. 2/2

MÉTODOS

Cianuro Libre: EPA Method 9016.2010. Free Cyanide in Water, Soils and Solid Wastes by Microdiffusion
Color: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017. Color: Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed)
Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.
Demanda Química de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017. Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Fósforo Total: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed.2017, Phosphorus, Ascorbic Acid Method
Nitratos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3⁻ E, 23 rd Ed. 2017, Nitrogen (Nitrate), Cadmium Reduction Method
Nitrógeno Amoniacal: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed. 2017, Nitrogen (Ammonia), Ammonia-Selective Electrode Method
Nitrógeno Total: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N C, 23rd Ed.2017, Nitrogen, Persulfate Method
Oxígeno Disuelto: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23 rd Ed.2017, Oxygen (Dissolved), Azide Modification
Sulfuros: SMEWW-APHA AWWA-WEF PART 4500-S-2 D, 23 rd Ed. 2017, METHYLENE BLUE METHOD.
Sólidos Suspensivos Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 2540 D, 23 rd Ed. 2017, SOLIDS, TOTAL SUSPENDED SOLIDS DRIED AT 103 ± 105 °C
Temperatura: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed.2017. Temperature, Laboratory and Field Methods
Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed.2017, Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform group. Fecal Coliform procedure. Thermotolerant coliform test (EC medium)

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 08 de enero de 2019
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
[Firma]
ING. HAYLEY BOBILA CASARIE
C.T.P. N° 198706
EVALUADOR DE COORDINACIÓN

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (049) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Anexo 07. Envases de polietileno para el muestreo.



Anexo 08. Envases de polietileno para el muestreo.



Anexo 09. Envases de polietileno para el muestreo.



Anexo 10. Toma de muestra.



Anexo 11. Reconocimiento del punto PM°1 Zona Primer Puente.



Anexo 12. Punto PM°1, antes del vertimiento.



Anexo 13. Actividad de pesca en el punto PM°1.



Anexo 14. Punto PM°2, durante el vertimiento.



Anexo 15. Reconocimiento del punto PM² Zona Tablachaca.



Anexo 16. Punto PM³, después del vertimiento.



Anexo 17. Reconocimiento del punto PM°3 Zona Muyocc.



Anexo 18. Recolección de muestra en el Punto PM°1, antes del vertimiento.



Anexo 19. Análisis de parámetros *in situ* Punto PM°1, antes del vertimiento.



Anexo 20. Recolección de muestra en el Punto PM°2, durante el vertimiento.



Anexo 21. Análisis de parámetros *in situ* Punto PM², durante el vertimiento.



Anexo 22. Recolección de muestra en el Punto PM³, después del vertimiento.



Anexo 23. Botadero de residuos sólidos en el cauce del río Sicra.



Anexo 24. Botadero de desmontes y materiales de construcción en el cauce del río Sicra.



Anexo 25. Descarga de las aguas residuales.



Anexo 26. Descarga de las aguas residuales.

