

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

TESIS

**EVALUACIÓN DEL AGUA DEL RIO CHONTA COMO RECEPTOR DE AGUAS
RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL CENTRO POBLADO OTUZCO,
CAJAMARCA - 2022.**

PRESENTADO POR:

Bach. Carmen Luzmila Cerquín Sánchez

Bach. Ruby Jhaneth Iلمان Coronado

ASESOR:

Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy

Cajamarca- Perú

Diciembre – 2022

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

TÍTULO DE LA TESIS

**EVALUACIÓN DEL AGUA DEL RIO CHONTA COMO RECEPTOR DE AGUAS
RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL CENTRO POBLADO OTUZCO,
CAJAMARCA - 2022.**

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título
Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos

PRESENTADO POR:

Bach. Carmen Luzmila Cerquín Sánchez

Bach. Ruby Jhaneth Ilman Coronado

ASESOR:

Mg. Miguel Ángel Arango Llantoy

Cajamarca- Perú

Diciembre – 2022

COPYRIGHT © 2022 BY:

Bach. Carmen Luzmila Cerquín Sánchez

Bach. Ruby Jhaneth Iman Coronado

Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERIA

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE
RIESGOS**

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL

TÍTULO DE LA TESIS

**EVALUACIÓN DEL AGUA DEL RIO CHONTA COMO RECEPTOR DE AGUAS
RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL CENTRO POBLADO OTUZCO,
CAJAMARCA - 2022.**

Presidente : _____

Secretario : _____

Asesor : _____

DEDICATORIAS

A Dios por la vida y salud, por siempre estar conmigo, por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo.

A mis padres Francisco Iman Heras y Nimia Coronado Llanos, por su amor, apoyo, perseverancia y confianza, por enseñarme a afrontar las dificultades y a ser la persona que soy hoy.

A mis hermanos Juan, Nancy, Daniel y Zamir, por sus palabras y compañía, por ser mi razón de seguir adelante.

Iman, Ruby

A mis padres Pablo Cerquín Ramírez y Felicita Sánchez calderón, a mi hermana María Luzmila Cerquín Sánchez por el apoyo incondicional durante el proceso de mi formación personal y profesional.

A todos los docentes de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo por brindarnos conocimiento, que con ello han permitido la adquisición que nos ha motivado a crecer profesionalmente.

Cerquín, Carmen

AGRADECIMIENTO:

Agradecemos a Dios por la vida, por la salud, por bendecirnos y ayudarnos en el transcurso de nuestras vidas, porque gracias a él hemos superado cada adversidad que se nos presentó.

Gracias a nuestros padres por su amor, esfuerzo, valentía, dedicación y el trabajo constante que tuvieron para que hoy nosotras seamos lo que somos.

Agradecemos de una forma muy especial al Mg. Miguel Ángel Arango Llantoy, por aceptar ser nuestro asesor de Tesis, por la orientación brindada y por compartir sus conocimientos con nosotros.

Las autoras

INDICE

DEDICATORIAS	v
AGRADECIMIENTO:	vi
INDICE	vii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÒN	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.1.1. Descripción de la realidad problemática	13
1.2 Formulación del problema de investigación	14
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivo específico	15
1.4. Justificación e importancia	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes	17
2.1.1. Internacionales	17
2.1.2. Nacionales	18
2.1.3. Regionales	19
2.2. Bases teóricas	21
2.2.1. Recursos hídricos	21
2.2.1.1. Tipos de recursos hídricos	22
2.2.1.2. Importancia de los recursos hídricos	23
2.2.1.3. Usos de los recursos hídricos	24
2.2.1.4. Contaminación del recurso hídrico	26
2.2.2. Calidad de agua	27
2.2.3. Aguas residuales	29
2.2.4. Normativa sobre la calidad de agua y efluentes de PTAR	35
2.2.4.1. Normativa sobre la calidad de agua	35

2.2.4.2. Normativa sobre los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.....	37
2.3. Ubicación geográfica de la zona.....	39
2.4. Hipótesis de la investigación	39
2.5. Operacionalización de variables.....	39
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	41
3.1. Tipo de investigación	41
3.2. Diseño de investigación.....	41
3.3. Dimensión temporal y espacial	42
3.4. Unidad de análisis, población y muestra.....	42
3.5. Técnicas e instrumento de investigación.....	42
3.6. Procesamiento de análisis de datos.....	42
3.7. Materiales	43
3.8. Aspectos éticos de la investigación.....	44
CAPÍTULO IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	45
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
LISTA DE REFERENCIAS	57
ANEXOS.....	58
ANEXO N° 01: Panel Fotográfico.....	58
ANEXO N° 01: Ensayos de Laboratorio.....	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	<i>Indicadores de la calidad de agua</i>	28
Tabla 2	<i>Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de PTAR</i>	38
Tabla 3	<i>Operacionalización de las variables</i>	40
Tabla 4	<i>Material a utilizar en la evaluación del agua del Rio Chonta como receptor de aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Cajamarca - 2022</i>	44
Tabla 5	<i>Primer análisis de los diferentes parámetros que caracterizan al agua del rio Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.</i>	46
Tabla 6	<i>Segundo análisis de los diferentes parámetros que caracterizan al agua del rio Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.</i>	47
Tabla 7	<i>Estadísticos descriptivos para los distintos parámetros del agua antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas.</i>	48
Tabla 8	<i>Prueba Rango de Wilcoxon para determinar diferencia entre valores de parámetros antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.</i>	50
Tabla 9	<i>Prueba de normalidad para los principales parámetros que caracterizan el agua abajo del rio Chonta después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.</i>	51
Tabla 10	<i>Comparación de los principales parámetros que caracterizan las aguas después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del inca, Cajamarca – 2022 con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.</i>	52
Tabla 11	<i>Comparación de los principales parámetros que caracterizan las aguas abajo después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del inca, Cajamarca – 2022 con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.</i>	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ubicación de la localidad de Otuzco.</i>	39
Figura 2	<i>Procedimiento de recojo de información de la zona de aguas del rio chonta del Centro Poblado Otuzco, Baños del Inca - Cajamarca.</i>	43
Figura 3	<i>Recojo de la primera muestra, aguas arriba.</i>	58
Figura 4	<i>Recojo de la primera muestra, aguas abajo.</i>	59
Figura 5	<i>Recipientes para el recojo de la primera muestra.</i>	60
Figura 6	<i>Recojo de la segunda muestra, aguas arriba.</i>	60
Figura 7	<i>Datos de muestra del ensayo N° 01.</i>	61
Figura 8	<i>Resultados del ensayo N° 01 de las muestras aguas arriba y aguas abajo.</i>	62
Figura 9	<i>Descripción de los métodos de ensayos utilizados para el ensayo N° 01.</i>	63
Figura 10	<i>Datos de muestra del ensayo N° 02.</i>	64
Figura 11	<i>Resultados del ensayo N° 02 de las muestras aguas arriba y aguas abajo.</i>	65
Figura 12	<i>Descripción de los métodos de ensayos utilizados para el ensayo N° 02.</i>	66

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general, determinar el estado del agua del río Chonta como receptor de aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, Cajamarca – 2022. El tipo de investigación es aplicada, porque se buscó resolver el problema fundamental en relación con las variables, es decir, se manipulan variables físico-químicas y biológicas que nos permitan determinar y evaluar la calidad de aguas del río Chonta del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, asimismo, es de nivel descriptivo, de diseño experimental de corte transversal. Se eligió mediante un muestreo de aguas del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco. La primera muestra fue recogida en el mes de julio y la segunda el mes de noviembre del presente año. De los resultados obtenidos se confirma la hipótesis donde el estado del agua del río Chonta como receptor de aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, muestra que, la tendencia de los valores de las medias antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas es a mantenerse, sin embargo, en algunos casos aumenta y en otros disminuyen dichos valores. Asimismo, las características del agua del río Chonta (químicas; bacteriológicas; físico químicas, microbiológicas) en cuanto a lo mostrado indica que NO existe diferencia significativa entre las características del agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco. El único parámetro del agua después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco que no cumple con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM es la cantidad de coliformes Termotolerantes. El resto de los parámetros si cumplen con la exigencia de esta norma. Se concluye finalmente, que el estado del agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, Cajamarca – 2022, es muy similar, no habiendo cambios significativos en las características del agua (químicas; bacteriológicas; físico químicas, microbiológicas) por la recepción de dichas aguas residuales domésticas.

Palabras claves: agua residual doméstica; características, significancia receptor valores de las medias.

ABSTRACT

The The present investigation has as general objective, to determine the state of the water of the Chonta river as receiver of domestic wastewater of the Otuzco Village Center, District Banos del Inca, Cajamarca - 2022. The type of research is applied, because it sought to solve the fundamental problem in relation to the variables, that is, it manipulates physicochemical and biological variables that allow us to determine and evaluate the water quality of the Chonta river of the Otuzco Village Center, District Banos del Inca, also, it is descriptive level, experimental design cross-sectional. It was chosen by sampling water from the Chonta River before and after the reception of domestic wastewater from the Otuzco Village Center. The first sample was collected in July and the second in November of this year. From the results obtained, the hypothesis is confirmed where the state of the Chonta river water as a receiver of domestic wastewater of the Otuzco Village Center, shows that, the trend of the values of the means before and after the reception of the domestic wastewater is to be maintained, however, in some cases it increases and in others it decreases these values. Likewise, the characteristics of the Chonta River water (chemical; bacteriological; physical chemical, microbiological) as shown indicate that there is NO significant difference between the characteristics of the Chonta River water before and after the reception of the domestic wastewater of the Otuzco Village Center. The only parameter of the water after the reception of the domestic wastewater of the Otuzco Village Center that does not comply with the requirements of the Supreme Decree No. 004-2017-MINAM is the quantity of thermo-tolerant coliforms. The rest of the parameters do comply with the requirement of this standard. Finally, it is concluded that the state of the water of the Chonta river before and after the reception of the domestic wastewater of the Otuzco Village Center, District Banos del Inca, Cajamarca - 2022, is very similar, there being no significant changes in the water characteristics (chemical; bacteriological; physical chemical, microbiological) by the reception of such domestic wastewater.

Key words: domestic wastewater; characteristics, receptor significance mean values

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción de la realidad problemática

De acuerdo con la base de datos AQUASTAT, se estima que a nivel mundial se extraen unos 3928 km³ de agua dulce anuales. Se calcula que el 44 % de aquella agua (aproximadamente 1716 km³ al año), se consume mayormente en agricultura por medio de la evaporación en las tierras de cultivo irrigadas. El 56 % restante se vierten al medio ambiente como aguas residuales tanto como efluentes municipales e industriales y agua de drenaje agrícola (Lizana, 2018).

Debido al crecimiento poblacional acelerado a nivel mundial, se pronóstica también el incremento considerable de demanda de agua en las décadas siguientes. El crecimiento económico también requiere de aumentos en la demanda de agua para sectores como el agrícola; el cual es responsable del 70 % de la captación de agua mundial; y especialmente para la industria y producción de energía (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2017).

Las naciones super desarrolladas disponen de los recursos necesarios y le dan tratamiento al 70 % de sus aguas residuales, mientras que este porcentaje disminuye a 38% cuando se trata de países con rentas medio-altas y al 28 % en países con rentas medio-bajas. En países en vías de desarrollo este porcentaje llega a ser muy bajo, ya que sólo se logra dar algún tipo de tratamiento al 8 % de las aguas residuales municipales e industriales. Esto es motivo para que la situación de personas de bajos económicos se agrave, los cuales se encuentran, expuestos directamente a las aguas residuales sin tratamiento como resultado de la inexistencia de servicios básicos de saneamiento (Lizana, 2018).

El centro poblado de Otuzco, Distrito de Baños del Inca, Provincia y Región Cajamarca, tiene una planta de tratamiento de aguas residuales, la misma que no cuenta con todos los procesos de tratamiento, siendo así que la descarga de aguas residuales domesticas sin tratamiento previo, están vertidas hacia el rio Chonta.

Por tal motivo se planteó la evaluación del agua del rio Chonta como receptor de aguas residuales domesticas del centro poblado de Otuzco, Distrito de Baños del Inca, Provincia y Región Cajamarca, para lo cual se determinó la evaluación de algunos parámetros físicos-químicos y microbiológicos tales como: Fluoruro, Cloruro, pH, DQO, DBO5, Coliformes Termotolerantes y otros, y así brindar una información sobre cómo se encuentra el rio Chonta en la actualidad, para ello nos basaremos en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, el cual aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, además algunos parámetros que no se presentan en el decreto anterior mencionado, se comparará con el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, el cual Aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

1.2 Formulación del problema de investigación

¿Cuál es el estado del agua del rio Chonta como receptor de aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, Cajamarca – 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el estado del agua del rio Chonta como receptor de aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, Cajamarca – 2022.

1.3.2. Objetivo específico

- Determinar y describir los parámetros de las aguas del río Chonta antes de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, Cajamarca – 2022.
- Determinar y describir los parámetros de las aguas del río Chonta después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, Cajamarca – 2022.
- Comparar las características del agua del río Chonta después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, Cajamarca – 2022 con lo prescrito en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

1.4. Justificación e importancia

Justificación teórica

Esta indagación tiene importancia teórica, puesto que en nuestro país existe una carencia de información acerca del análisis de parámetros físicos-químicos y microbiológicos de los ríos, los cuales son receptores de aguas residuales vertidas sin tratamiento y/o con tratamiento, siendo este el no adecuado por falta de componentes de purificación en sus plantas de tratamiento, teniendo repercusiones negativas en la salud humana, la productividad económica, la calidad de los recursos de agua dulce y los ecosistemas; la evaluación de los parámetros son muy necesarios para saber el estado del agua.

La investigación se centra más en los aspectos teóricos, ya que se explicará los estudios y teorías basándose en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM y en el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM , para que la población tenga información y pueda comprenderlos, así mismo la presente investigación tiene como propósito evaluar el estado de las aguas del río chonta mediante parámetros físicos-químicos y

microbiológicos ensayados en laboratorio y saber si han aumentado o disminuido por ser receptor de aguas residuales domésticas.

Existe justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente (Bernal, 2010).

Justificación practica

Esta investigación tiene como finalidad evaluar mediante ensayos de laboratorio, el estado de las aguas del rio Chonta luego de ser receptor de aguas residuales domésticas del centro poblado de Otuzco, el mismo que cuenta con una planta de tratamiento, pero que no presenta un tratamiento y una disposición adecuada de aguas residuales, por lo que sus efectos inmediatos son el deterioro de ecosistemas acuáticos, transmisión de enfermedades por suministros de agua dulce contaminada, aumento de contaminantes lo cual es un riesgo para la salud pública y ambiental, ya que estas aguas discurren hacia localidades donde lo usan para riego y también como bebida para animales.

Justificación metodológica

La forma metodológica que se usó es el análisis muestral de aguas residuales del Rio Chonta antes y después de ser receptor de las aguas residuales en el Centro Poblado Otuzco, distrito Baños del Inca, llevadas a laboratorio para evaluar de manera fisicoquímica y microbiológica, así determinar el aumento o disminución de los parámetros, los cuales pueden ser dañinos para la agricultura y población de las comunidades aguas abajo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Banco Interamericano de Desarrollo (2015) expresa que: De acuerdo con estimaciones, la población urbana continuará desarrollándose y multiplicando su medida con respecto a la población total, hasta alcanzar el 82 % (503 millones de habitantes) en el año 2020, y el 84 % (559 millones de habitantes) en el año 2030, por lo que este crecimiento debe seguir siendo parte fundamental en el diseño de proyectos de saneamiento y de la política pública. Además, no se debe olvidar a la población rural, la cual se conservará en torno a unos 110 millones de habitantes, por lo que se hace importante determinar cuál será el rumbo de las inversiones y las acciones que se tomarán en los centros urbanos latinoamericanos.

Según UNICEF y la Organización Mundial de la Salud (OMS), pese a que el suministro de agua y los servicios de saneamiento han crecido aceleradamente y para el año 2015 el 88 % de la población urbana tenía acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas, en gran parte de la región no existió el crecimiento simultáneo del tratamiento de las aguas residuales, además se estima que un porcentaje entre el 20% y 30% de las aguas residuales recogidas por los sistemas de alcantarillado, reciben tratamiento. Por lo que no es de extrañar, que el alcantarillado urbano es una preocupación fuerte para los gobiernos, ya que es la causa fundamental de la contaminación del recurso hídrico. Unos pocos países latinoamericanos han realizado avances sustanciales en el tratamiento de las aguas residuales. Entre los países que tratan más de la mitad de sus aguas residuales destacan Brasil, México y Uruguay. Chile trata casi todas sus aguas residuales urbanas. Debido a las fuerte inversiones que demanda tratar aguas residuales, la mayoría de los países no puede hacerle frente a este desafío.

2.1.2. Nacionales

Lizana (2018) en su tesis: *Tratamiento de aguas residuales para el caserío Villapalambra* argumenta que para fines del año 2007, se esperaba que el Perú tuviese una población de 28,3 millones de habitantes, de estos, había 21,1 millones que vivía en zonas urbanas, por tanto, el margen restante, es decir 7,2 millones vivía en zonas rurales; La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento reporto en el 2009 que tenía 50 EPS bajo su supervisión, estas EPS daban servicios de agua potable y alcantarillado a un total de 314 distritos a nivel nacional, teniendo bajo su administración a un total de 18,1 millones de habitantes, en otras palabras, se daba servicio a un 85 % de la población urbana y un 62 % de la población a nivel nacional; Actualmente de las 253 localidades a las cuales las EPS dan servicio, en 89 de ellas no se da tratamiento a los efluentes, de modo que el agua residual que generan esas localidades es vertida directamente a cuerpos de agua como ríos, mares, pampas o drenes, contaminando el medio ambiente y afectando a la salud de esas localidades. En el resto de las localidades, la mayor parte o toda el agua residual generada es llevada a plantas de tratamiento de aguas residuales; Al momento de la evaluación en campo hecha por la SUNASS, se identificó a 204 PTAR construidas y en construcción en el ámbito de las EPS, de las cuales 172 están en el ámbito de las EPS y son operadas por la EPS o se encuentran en proceso de transferencia. De las 32 PTAR en construcción se tienen a 11 que sustituirán a las existentes y el resto ayudarán a aumentar la cobertura del tratamiento de aguas residuales.

Rojas, N. & Peláez, F. (2012). En el propósito de su investigación es determinar la calidad del agua del río Sendamal (Celendín, Cajamarca, Perú), se evaluaron parámetros físico-químicos y biológicos (diatomeas) en cinco estaciones de muestreo, en dos temporadas, seca (mayo) y húmeda (noviembre). Los resultados de los parámetros físico químicos se vieron incrementadas aguas abajo, sin embargo, no excedieron los ECA - CAT. III: “Riego de Vegetales y Bebida de Animales” (D.S.002 – 2008 MINAM), a excepción de fosfatos, nitratos, nitritos y pH. Estos últimos parámetros, también se vieron incrementados en la temporada húmeda, demostrando ligera contaminación

orgánica, debido posiblemente a la cercanía de los cultivos y a las escorrentías formadas por las lluvias propias de la época; situación que se vio reflejada en los resultados del análisis del índice de diversidad de Shannon & Wiener H para especies de diatomeas, el cual evidenció que el agua presentaba una Contaminación “Imperceptible” y “Leve”, con valores que varían de 2.423 y 3.300 bits.

2.1.3. Regionales

Garay & Quiliche (2021) en su tesis: *Efecto de la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de los Baños del Inca sobre el agua del Río Chonta, 2021* La presente investigación evaluará el efecto de la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca sobre el agua del río Chonta, 2021. El impacto de los vertidos domésticos depende no sólo de sus características comunes, sino que además pueden ser evaluados por parámetros establecidos por la normativa vigente. Es una investigación analítico - descriptiva. El tipo de estudio es: Longitudinal. Los resultados muestran un aparente efecto negativo por la comparación de las medianas donde en las estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba) es menor las concentraciones que en la estación M – 2(A.B), excepto en el caso de DQO donde la estación M – 2(A.B) es mayor; sin embargo, con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas se determinó un $p > 0.05$ (Sig. = 0.144), valor que muestra la aceptación de la hipótesis nula. Por lo tanto, la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca no influye negativamente en la calidad del agua del río Chonta, 2021. Sin embargo, dichos resultados se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el DS 004 -2017 MINAM.

Lloclla (2022) en su tesis, “*Evaluación de la calidad del agua del río Uquihua, en uso como aguas recreativas Rioja – San Martín*” En la presente investigación, se realizó la evaluación de la calidad del agua del río Uquihua, en uso como aguas recreativas – Rioja – San Martín, para lo cual se siguió un modelo transversal y mediante la observación se identificó el estado natural y mediante análisis físicos, químicos y

bacteriológicos, se determinó la calidad del agua en su uso recreacional como balneario en la ciudad de Rioja. Para el monitoreo se utilizó dos fechas; en temporada de lluvias y en temporada de estiaje y se encontró que existe ausencia de coliformes termotolerantes y Escherichia Coli, pero se encontró gran cantidad de coliformes totales llegando hasta $5.4 \cdot 10^3$ NMP/100 ml, y los parámetros físicos y químicos analizados demostraron que no se encuentran conforme a los estándares de calidad ambiental para el agua Sub categoría B1 de contacto primario; el oxígeno disuelto, el DBO, y el color que indica un elevado valor. Por lo que se recomienda implementar diversas actividades informativas, pues también se deberían desarrollar actividades prácticas a través de una serie de talleres o incentivos formativos, así mismo realizar el control y fiscalización de vertimientos de aguas residuales por parte de la población aledaña.

Villanueva (2018) En su tesis *“Materia orgánica en el agua superficial del Río Chonta, los Baños del Inca 2018”* En la presente investigación se propone, como objetivo general, determinar el nivel de contaminación orgánica, por parte de la Piscigranja Peña y el Balneario de Los Baños del Inca, en el agua superficial del río Chonta en relación al D.S. 004 – 2017 – MINAM. Este estudio es de tipo descriptivo cuantitativo y diseño analítico, ya que se llevó a cabo la recolección de información, así como los respectivos datos, los resultados se analizaron en base a métodos estadísticos. Se monitoreó en 7 puntos diferentes del río Chonta, Baños del Inca: Aguas arriba y aguas abajo de la Piscigranja Peña; Aguas arriba y aguas abajo del Balneario. Se analizó en 2 meses diferentes: setiembre y octubre. Los resultados obtenidos concluyen que, el nivel de contaminación orgánica del Balneario de Los Baños del Inca, es mucho mayor que la Piscigranja Peña en relación al D.S. 004 – 2017 – MINAM; Además los valores de la DBO5 y DQO en los meses de setiembre y octubre no superan los ECA para agua Categoría 3 en la mayoría de los puntos de muestreo, excepto el punto RChon07, que en el mes de octubre obtuvo 115mg/L de DBO5; 52,5mg/L de DQO obtenido en el mes de setiembre y; 133mg/L de DQO en el mes de octubre.

Castillo & Quispe (2019) en su tesis *“Calidad fisicoquímica y microbiológica del río Chonta impactadas por vertimiento de aguas residuales urbanas e industriales en el*

Distrito Baños del Inca - Cajamarca, 2018” La subcuenca del río Chonta se ve influenciada principalmente por la falta de tratamiento de aguas residuales, esto genera un riesgo potencial, ya que no existe prácticas de eliminación y depuración de materia orgánica ocasionando así que la composición física, química y biológica del agua se altere. El presente proyecto tuvo como objetivo principal evaluar la calidad del río Chonta mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el Distrito de Baños del Inca, Cajamarca. Se tomaron 2 puntos de monitoreo, uno ubicado en el Jr. Túpac Yupanqui que presenta la zona de descargas urbanas (Zona 1) y otro a las fueras, donde hay descargas de agua residual producto de las actividades industriales lácteas (Zona 2). Con la finalidad de determinar si dichas aguas son aptas para riego de vegetales y bebida de animales según los límites que establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), aprobado por el D.S N° 004-2017-MINAM. Se determinó que el agua en los dos puntos de muestreo no es apta para riego de vegetales y bebida de animales, porque se encuentran superando los niveles que la norma estipula, entre ellos se encuentra la DBO5 con 115 mg O₂/L, la DQO con 151 mg O₂/L y la coliformes termo tolerantes con un nivel de 54 x 10⁵ NMP/100 ml, además los parámetros fisicoquímicos se encontraron dentro de los límites a excepción del pH, valor que excedió en la Zona1 en los meses de febrero y abril. Por lo tanto, es riesgoso que sigan llevándose actividades agrícolas y ganaderas con este tipo de aguas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Recursos hídricos

Los recursos hídricos, son los depósitos e insumos de agua dulce que, en distintos estados físicos pueden ser usados por el ser humano, así en el sentido más amplio, incluyen el agua en todas las etapas del ciclo hidrológico, conjuntamente con toda la biodiversidad que esta soporta, tal como los peces, los anfibios, la flora. La interdependencia de estos elementos, así como el ciclo hidrológico que estos generan, tal como la evaporación, la transpiración, la humedad del suelo, el agua superficial y freática, el agua costera y marítima, dentro de una perspectiva integral, sustentada por

las unidades hidrológicas básicas, las cuencas y los acuíferos, definen el potencial hídrico de una región (ANDRADE, 2004).

En nuestro planeta el agua se encuentra en todas partes, en los mares, en las selvas y praderas, en los ríos, lagos y pantanos, incluso en los desiertos más áridos y en las calotas glaciares. Hay agua en las entrañas volcánicas y en las altas capas de la atmósfera. No hay proceso terrestre ni biológico que no la involucre de alguna manera, directa o indirectamente. También en la vida de las sociedades el agua juega un papel principal e inevitable. No sólo es un elemento indispensable de la fisiología humana, sino que permite la producción agrícola e industrial, el funcionamiento de las grandes ciudades, y por supuesto, la preservación y salud de los ecosistemas naturales (DÍAZ, ESTELLER, & LÓPEZ, 2005)

2.2.1.1. Tipos de recursos hídricos

Los recursos hídricos se encuentran en la naturaleza acumulados en diferentes lugares tales:

- **Ríos:** son corrientes de agua que se deslizan sobre la superficie terrestre, desaguando luego en un mar, lago u otro río, o bien, perdiéndose en el terreno, por filtración. El origen de un río puede estar en una fuente o manantial, en un lago o en el deshielo de un glaciar (LÓPEZ & VACA, 2016).

- **Lagos:** son porciones de agua más o menos extensas, contenidas en las depresiones de los continentes. Las aguas provenientes de las lluvias, el deshielo de los glaciares o de las fuentes o manantiales, luego de recorrer la superficie continental, se depositan en las depresiones formando lagos o lagunas. Según su origen pueden ser de origen tectónico, de origen glaciar, de origen volcánico, lagos de barrera, lagos residuales y lagos en herradura (LÓPEZ & VACA, 2016).

- **Aguas Subterráneas:** Es el agua existente bajo la superficie del terreno. En concreto, es aquella situada bajo el nivel freático y que está saturando completamente los poros y fisuras del terreno. Esta agua fluye a la superficie de forma natural a través de manantiales, áreas de rezume, cauces fluviales, o bien directamente al mar. Puede también dirigirse artificialmente a pozos, galerías y otros tipos de captaciones. Se renueva de modo constante por la Naturaleza, merced a la recarga. Esta recarga procede principalmente de las precipitaciones, pero también puede producirse a partir de escorrentía superficial y cursos superficiales de agua (sobre todo en climas áridos), de acuíferos próximos o de retornos de ciertos usos (destacan los retornos de los regadíos) (LÓPEZ, FORNÉS, RAMOS, & VILLAROYA, 2009).

- **Glaciar:** es un enorme trozo de hielo en la tierra, hecho de la nieve que se ha acumulado durante cientos o miles de años. Un glaciar pequeño puede ser del tamaño de dos campos de fútbol y un glaciar grande puede cubrir un área de más de 30,000 millas cuadradas (48,280km). El glaciar más grande del mundo, el casquete polar Antártico, cubre aproximadamente el 98 por ciento de la Antártida, el quinto continente más grande de la tierra (SEPEHRI, 2014).

- **Nieves perpetuas:** Denominamos nieves perpetuas, persistentes o eternas, a las que existen en los polos, montañas u otras regiones, y que no desaparecen nunca. El límite inferior de las nieves perpetuas se sitúa, desde el punto de vista climatológico, donde se alcanza una temperatura media para el mes más cálido de -3°C y, desde el punto de vista biológico, donde una vegetación rala sucede a la pradera característica del piso alpino (CANO, 1997).

2.2.1.2. Importancia de los recursos hídricos

El agua es indispensable para la salud y el bienestar humanos, así como para la preservación del medio ambiente, pues además de cubrir las necesidades básicas del ser humano, son factores determinantes para un desarrollo sostenible su

abastecimiento y los servicios de saneamiento, así como el uso que se hace de los recursos hídricos. El agua es indispensable para la agricultura, forma parte de numerosos procesos industriales, es una fuente de energía y también es un medio de transporte. Por ello, es de vital importancia la protección del recurso hídrico, aprovechándolo responsablemente, a través del vertimiento de efluentes que no contaminen el medio ambiente y del reúso del recurso. En ambos casos los efluentes deben seguir un tratamiento adecuado a fin de alcanzar los límites máximos permisibles (LMP) para las actividades que realizan, de modo que al verterlos a los cuerpos de agua no superen los estándares de calidad ambiental para el agua (ECA-Agua), de modo que se preserve su calidad, lo cual redundará en una mejor calidad de vida para la persona (MIYASHIRO, MÉNDEZ, & ORIHUELA, 2014).

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela. Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima. Los océanos dan cuenta de casi el 97,5 % del agua del planeta. Únicamente un 2,5% es agua dulce. Los glaciares, la nieve y el hielo de los cascos polares representan casi el 80% del agua dulce, el agua subterránea 19% y el agua de superficie accesible rápidamente sólo el 1%. Esta baja cantidad de agua de superficie fácilmente accesible, se encuentra principalmente en lagos (52%) y humedales (38%) (FERNÁNDEZ, 2012).

2.2.1.3. Usos de los recursos hídricos

Los usos de los recursos hidráulicos se han intensificado con el desarrollo económico, tanto en lo referente al aumento de la cantidad demandada para una determinada utilización, como en lo que se refiere a la variedad de estos usos.

Originalmente, el agua era usada principalmente para saciar la sed, para usos domésticos, cría de animales y para usos agrícolas a partir del agua de lluvia y, menos frecuentemente, mediante irrigación. En la medida en que la civilización se desarrolló, otros tipos de usos fueron surgiendo. El agua es objeto de estudio en las ciencias físicas y químicas, en las ciencias de la tierra, en la biología y la ecología, en la economía y las ciencias sociales y humanas, en la cultura y la religión. Es también un elemento o herramienta imprescindible en las áreas constructivas y productivas, en la ingeniería, en la agronomía, en la medicina, en la política (DÍAZ, ESTELLER, & LÓPEZ, 2005).

Los usos se encuentran divididos en tres clases:

- **Uso en infraestructura social:** Se refieren a aquellos que son atendidos por sistemas de distribución de agua. Estos sistemas son dimensionados para atender las demandas que dependen directamente de la población que es atendida. La proyección de la población determina la estimación de la demanda. El abastecimiento puede ser realizado a partir de manantiales, ríos o lagos, o a partir de acuíferos (DÍAZ, ESTELLER, & LÓPEZ, 2005).
- **Uso agrícola y pecuario:** Los usos de agua en la agricultura y la actividad pecuaria se da en zonas rurales, en donde pueden existir pequeños sistemas de abastecimiento sin ninguno o con un simplificado sistema de tratamiento. La cuantificación de la demanda puede ser realizada en función de la intensidad de la actividad agrícola, y del número de personas involucradas y de cabezas de animales (DÍAZ, ESTELLER, & LÓPEZ, 2005).
- **Uso industrial:** El uso del agua en la industria puede tener varios objetivos: el enfriamiento de procesos con generación del calor; como fuente de energía hidráulica o para generar vapor con altas presiones con el objetivo de generar energía eléctrica; como elemento de separación o de dilución de partículas en

mineralización; como insumo en un proceso industrial y; finalmente, como medio fluido para el transporte (DÍAZ, ESTELLER, & LÓPEZ, 2005).

- **Consumo urbano:** El agua constituye un bien público, representa un elemento fundamental en la carta de los derechos humanos y es el área de actuación de las agendas gubernamentales a fin de cumplir con los Objetivos del Milenio; por ello, el agua es uno de los recursos vitales para el desarrollo sostenible y social de las comunidades, que en sus actividades diarias utilizan este recurso para la preparación de alimentos y aseo personal, entrando en contacto directo con el mismo. A su vez, la calidad del agua es un factor determinante de las condiciones de vida y trabajo de una región (Grupo UNI Barranquilla, 2015).

El uso de agua en las zonas urbanas genera aguas residuales que pueden ser conducidas a sus destinos finales por medio de un sistema de drenaje sanitario o alcantarillado. Estos sistemas pueden ser tan simples como lo son las fosas sépticas, que representan un alto riesgo de contaminación para los acuíferos, o tan complejos que exigen la recolección y transporte de los fluidos en redes de drenaje hasta una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para, finalmente, ser vertidas de regreso al río o a otros cuerpos del agua (DÍAZ, ESTELLER, & LÓPEZ, 2005).

2.2.1.4. Contaminación del recurso hídrico

Los recursos hídricos se enfrentan a una multitud de amenazas graves, todas ellas originadas principalmente por las actividades humanas, como la contaminación, el cambio climático, el crecimiento urbano y cambios en el paisaje como la deforestación. Cada una de ellas tiene un impacto específico, por lo general directamente sobre los ecosistemas y, a su vez, sobre los recursos hídricos. Con una gestión inadecuada, actividades como la agricultura, el desmonte, la construcción de carreteras o la minería pueden provocar una acumulación excesiva de tierra y

partículas en suspensión en los ríos (sedimentación), lo que causa daños en los ecosistemas acuáticos, deteriora la calidad del agua y dificulta la navegación interior. La contaminación puede dañar los recursos hídricos y los ecosistemas acuáticos. Los principales contaminantes son, por ejemplo, la materia orgánica y los organismos patógenos contenidos en las aguas residuales, los fertilizantes y pesticidas procedentes de las tierras agrícolas, la lluvia ácida provocada por la contaminación del aire, y los metales pesados liberados por las actividades mineras e industriales (GreenFacts, 2021).

La creciente presión sobre los cuerpos naturales de agua originada por las actividades antropogénicas (poblacionales y productivas) puede afectar la calidad de los recursos hídricos, impactando en los ecosistemas acuáticos y comprometiendo la disponibilidad del recurso hídrico, dado que el uso de las aguas contaminadas constituye un riesgo para la salud de las personas y para la calidad de los productos agropecuarios, agroindustriales e hidrobiológicos (ANA, 2016)

La contaminación de un ambiente acuático significa la introducción por el hombre directa o indirectamente de sustancias o energía lo cual resulta en problemas como: daños en los organismos vivos, efecto sobre la salud de los humanos, impedimento de actividades acuáticas como natación, buceo, canonaje, pesca, etc., e interferencia sobre actividades económicas como el riego, el abastecimiento de agua para la industria, etc. (SIERRA, 2011).

2.2.2. Calidad de agua

La calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas. La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos. Cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo

hidrológico, se habla de contaminación (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2000).

Según la Organización Mundial de la Salud (2004), el agua posee unas características variables que la hacen diferente de acuerdo al sitio y al proceso de donde provenga, estas características se pueden medir y clasificar de acuerdo a características físicas, químicas y biológicas del agua.

Éstas últimas son las que determinan la calidad de la misma y hacen que ésta sea apropiada para un uso determinado.

Tabla 1 *Indicadores de la calidad de agua*

Parámetros	Descripción
Parámetros físicos	Sólidos o residuos, turbiedad, color, olor y sabor, y temperatura
Parámetros químicos	Aceites y grasas, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, pH, sodio, sulfatos
Parámetros biológicos	Algas bacterias (coliformes termotolerantes y coliformes totales), recuento heterotrófico, protozoos, virus y helmintos patógenos.

Fuente: Organización Mundial de Salud, 2008

- **Calidad de las fuentes de agua natural:** Las fuentes de agua se definen como los puntos o fases del ciclo natural, del cual se desvía o aparta el agua, temporalmente, para ser usada y regresada finalmente a la naturaleza después de su uso. La calidad de las aguas de abastecimiento público está directamente relacionada con la fuente que se dispone para su aprovechamiento. Dichas fuentes se clasifican en superficiales y subterráneas (Canedo, 2012).

- **Calidad de las fuentes de agua superficial:** Comprenden los lagos, ríos, embalses, aguas meteorológicas, estas fuentes están expuestas a una contaminación procedente de los vertidos del cotidiano de la vida moderna y la elección debe efectuarse no solo considerando los factores conocidos en el momento de la decisión, sino lo que puede apartar un futuro próximo. El agua de los lagos es en general de mejor calidad que la de los ríos, debido a la sedimentación de las partículas sólidas pequeñas y por la auto depuración que se presenta debido a su largo periodo de almacenamiento. El agua de ríos, es generalmente suficiente en cantidad, pero inadecuada en calidad, por la variabilidad de su composición química y la gran cantidad de material en suspensión. Es generalmente turbia y rica en bacterias, ya que el curso de agua se utiliza para diversos fines como ser evacuación de efluentes, aprovechamiento hidráulico, recreación, transporte fluvial, etc. Las plantas potabilizadoras convencionales de agua superficial, generalmente están conformadas por unidades de pre cloración, coagulación – floculación, sedimentación, filtración y desinfección final (Canedo, 2012)

2.2.3. Aguas residuales

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales (Canedo, 2012)

Para el Organismo de evaluación y fiscalización ambiental. (2008), son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.

Las aguas residuales son el resultado de la utilización del agua para distintos fines. Como consecuencia de este uso, el agua recoge materias en suspensión y disueltas que

alteran sus propiedades. Dependiendo del tipo de utilización, las aguas residuales presentan características muy diferentes. En especial, existe una gran diferencia entre las aguas residuales urbanas o domésticas, originadas en el uso del agua en las casas, y las aguas residuales industriales, provenientes de instalaciones fabriles. Entre estas últimas la diversidad es muy acusada, ya que la alteración de propiedades del agua resultante del uso industrial puede variar entre contaminación puramente física (como ocurre en la contaminación térmica que presentan las aguas de refrigeración) hasta contaminación bioquímica de gran complejidad (aguas que reciben efluentes de industrias farmacéuticas o químicas) (DÍAZ, ESTELLER, & LÓPEZ, 2005).

El tratamiento de las aguas residuales da como resultado la eliminación de microorganismos patógenos, evitando así que estos microorganismos lleguen a ríos o a otras fuentes de abastecimiento. Específicamente el tratamiento biológico de las aguas residuales es considerado un tratamiento secundario ya que este está ligado íntimamente a dos procesos microbiológicos, los cuales pueden ser aerobios y anaerobios (Canedo, 2012).

El tratamiento secundario de las aguas residuales comprende una serie de reacciones complejas de digestión y fermentación efectuadas por un huésped de diferentes especies bacterianas, el resultado neto es la conversión de materiales orgánicos en CO₂ y gas metano, este último se puede separar y quemar como una fuente de energía (Canedo, 2012).

Aguas residuales domésticas o aguas negras. Aguas recogidas en las aglomeraciones urbanas procedentes de los vertidos de las actividades humanas domésticas, o la combinación de éstas con las procedentes de actividades comerciales, industriales y agrarias integradas en dicha aglomeración, y con las de drenaje y escorrentía de dicho núcleo. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas (DÍAZ, ESTELLER, & LÓPEZ, 2005).

Características físicas, químicas y biológica de las aguas residuales

Son las características que se pueden ver, medir, sentir u oler. A continuación, se detalla:

➤ **Características físicas:**

- **Sólidos Totales:** Es la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación a entre 103 y 105°C. Los sólidos totales, o residuo de la evaporación, pueden clasificarse en filtrables y no filtrables (Metcalf & Eddy, 1995).
- **Olores:** Son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar, algo desagradable, que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica es el debido a la presencia de sulfuro de hidrogeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos, por acción de microorganismos anaerobios (Metcalf & Eddy, 1995).
- **Turbiedad:** Es la propiedad que tiene el agua de impedir el paso de la luz. Se debe a la presencia de partículas sólidas orgánicas e inorgánicas, tan pequeñas que no tienen el peso suficiente para sedimentar por acción de la gravedad, tales como arcillas, limos y colonias de bacterias. Estas partículas se denominan coloides y deben ser removidas del agua mediante la sedimentación, filtración y la desinfección, dado que pueden cubrir a las bacterias y otros microorganismos, impidiendo su destrucción. La turbiedad se determina en un turbidímetro y se expresa en UNT o Unidades Nefelométricas de Turbiedad (Canedo, 2012).
- **Temperatura:** La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la

incorporación de agua caliente procedentes de las casas y los diferentes usos industriales. La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos útiles (Metcalf & Eddy, 1995).

- **Densidad:** Se define la densidad de un agua residual como su masa por unidad de volumen, expresada en kg/m³. Es una característica física importante del agua residual dado que de ella depende la potencial formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento (Metcalf & Eddy, 1995).

- **Color:** El agua residual reciente suele tener un color grisáceo. Sin embargo, al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir color negro (Metcalf & Eddy, 1995).

➤ **Características químicas**

- **Materia orgánica:** Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los compuestos orgánicos están formados normalmente por combinaciones de carbono, hidrogeno y oxígeno, con la presencia, en determinados casos de nitrógeno. Otro compuesto orgánico con importante presencia en el agua residual es la urea, principal constituyente de la orina (Metcalf & Eddy, 1995).

- **Oxígeno disuelto:** Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de OD es una prueba clave de la contaminación en la muestra y control del proceso de tratamiento en aguas residuales. En

aguas de consumo, la mínima cantidad de oxígeno ($> 4\text{mg/L}$) es esencial para prevenir la corrosión de las tuberías. En esta práctica realizaremos la determinación de oxígeno disuelto a través de un método volumétrico del método de Winkler) (Canedo, 2012).

- **Demanda química de oxígeno (DQO):** La demanda química de oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua y oxidables en condiciones operatorias definidas. De hecho, la medida corresponde a una estimación de la materia oxidable presente en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros) (Canedo, 2012).
- **Nitrógeno en aguas residuales:** El nitrógeno es un elemento importante en las aguas residuales ya que es necesario para el crecimiento de los microorganismos. Si el agua residual no contiene suficiente nitrógeno pueden ocurrir problemas por deficiencia de nutrientes durante el tratamiento secundario. Pero también el nitrógeno es un contribuyente especial para el agotamiento del oxígeno y la eutrofización de las aguas cuando se encuentra en elevadas concentraciones. En las aguas residuales el nitrógeno se encuentra en 4 formas básicas: nitrógeno orgánico, amonio, nitrito y nitrato. Si las aguas residuales son frescas, el nitrógeno se encuentra en forma de urea y compuestos proteínicos, pasando posteriormente a forma amoniacal por descomposición bacteriana. A medida que el agua se estabiliza, por oxidación bacteriana en medio aerobio se generan nitritos y posteriormente nitratos. El predominio de la forma de nitrato en un agua residual es un fiel indicador de que el residuo se ha estabilizado con respecto a la demanda de oxígeno. El nitrógeno total es la suma del nitrógeno orgánico, amonio, nitrito y nitrato. El agua residual doméstica suele contener 20-50 mg/L de nitrógeno total y 12-40 mg/L de amonio (Canedo, 2012).

- **Sulfuros en aguas residuales:** Su presencia común en las aguas residuales se debe en parte a la descomposición de la materia orgánica, presente a veces en los residuos industriales, pero procedente casi siempre de la reducción bacteriana de los sulfatos. La concentración umbral para H_2S en agua limpia está comprendida entre 0.025 y 0.25 mg/l. El H_2S ataca directa e indirectamente a los metales y ha producido corrosiones graves en las conducciones de cemento por oxidarse biológicamente a H_2SO_4 en las paredes de las tuberías (Canedo, 2012).
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):** El parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado, aplicable tanto en aguas residuales como a aguas superficiales, es la DBO a 5 días (DBO5). Está relacionado con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica (Metcalf & Eddy, 1995).
- **(pH):** El pH es un indicativo del grado de acidez, basicidad y alcalinidad del agua. Además, este parámetro origina variación en la composición de la fauna y flora de los cuerpos de agua e influye en el grado de toxicidad de ciertos compuestos, como el amoníaco, metales pesados, hidrógeno sulfurado, entre otros (Gualdrón, 2016).
- **Fosfato:** El fosfato es un indicador de la cantidad de detergentes sintéticos vertidos a una corriente, debido a que estos poseen entre 12 y 13% de fósforo en sus formulaciones. Además, este parámetro es fundamental al contribuir en procesos de eutroficación en los cuerpos de agua (Gualdrón, 2016).
- **Conductividad:** La conductividad indica la presencia de sales ionizadas, como cloruros o iones de sodio, carbonatos, etc. Además, este parámetro permite relacionar e interpretar resultados con los sólidos disueltos en las descargas o cuerpos de agua (Gualdrón, 2016).

➤ **Características de calidad biológica del agua**

- **Coliformes termotolerantes (fecales):** Se denomina coliformes termotolerantes a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están más estrechamente relacionados con la contaminación fecal. Los coliformes termotolerantes generalmente no se multiplican en los ambientes acuáticos. También se los conoce como bacterias coliformes fecales. (aspectos biológicos de la calidad de agua). Los coliformes termotolerantes crecen a una temperatura de incubación de 44,5 °C. Esta temperatura inhibe el crecimiento de los coliformes no tolerantes. Se miden por pruebas sencillas y de bajo costo y ampliamente usadas en los programas de vigilancia de la calidad del agua. Los métodos de análisis son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana (OMS, 2006).
- **Coliformes totales:** Los coliformes totales se utilizan para identificar posibles cambios en la localización biológica del agua, indicando que el cuerpo de agua ha sido contaminado con materia orgánica de origen fecal, tanto animal como humana, viéndose acelerada la productividad primaria de los cuerpos loticos (Gualdrón, 2016).

2.2.4. Normativa sobre la calidad de agua y efluentes de PTAR

2.2.4.1. Normativa sobre la calidad de agua

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N°015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos; por lo

cual este decreto tiene como finalidad “Aprobar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecer Disposiciones Complementarias”.

Según el Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, nos menciona que para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a.- Subcategoría D1: Riego de vegetales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- **Agua para riego no restringido:** Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.
- **Agua para riego restringido:** Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y

quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b.- Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

a.- Subcategoría E1: lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b.- Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua loticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- **Ríos de la costa y sierra:** Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

2.2.4.2. Normativa sobre los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM. La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante Resolución Ministerial N° 121-2009- MINAM, que aprueba el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permissible para los efluentes de Plantas

de Tratamiento de fuentes domésticas; Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 019- 2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo, por lo que este decreto tiene como finalidad “Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional”.

Tabla 2 Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de PTAR

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

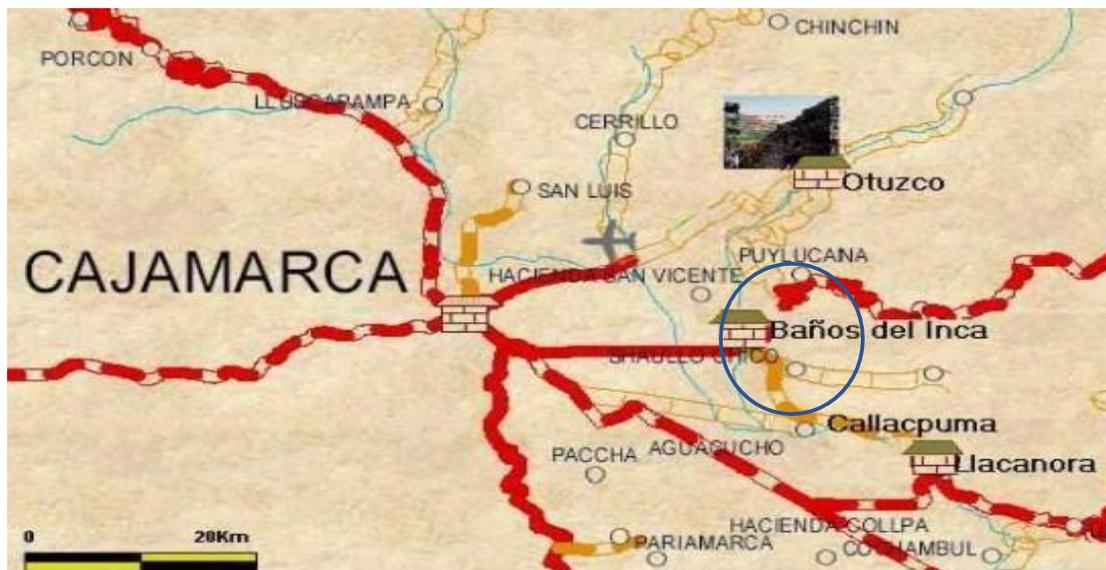
Fuente: Decreto Supremo N° 003 -2010 - MINAM.

2.3. Ubicación geográfica de la zona

La localidad del centro poblado de Otuzco, Distrito Baños del Inca se ubica a 8 kilómetros de la ciudad de Cajamarca, en el distrito Baños del Inca.

Normalmente el clima en el distrito de Baños del Inca varía entre semiseco, templado y semi-frío, con temperatura máxima promedio de 22 °C y una mínima de 5 °C.

Figura 1 Ubicación de la localidad de Otuzco.



Nota: extraído de Exploradores.org, 2012.

2.4. Hipótesis de la investigación

H0: Al evaluar las aguas del río Chonta como receptor de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, No existirá diferencia entre sus características fisicoquímicas y biológicas.

H1: Al evaluar las aguas del río Chonta como receptor de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, existirá diferencia entre sus características fisicoquímicas y biológicas.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 3 Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas instrumentos
Variable 1: Aguas residuales domésticas	Son aguas con impurezas procedentes de vertidos de diferentes orígenes, domésticos e industriales, principalmente. De esta forma, tenemos que las aguas residuales pueden contener elementos contaminantes originados en desechos urbanos o industriales.	Determinación de los indicadores que permitan medir la variable	<ul style="list-style-type: none"> Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM 	<ul style="list-style-type: none"> Antes de ser receptor de aguas residuales domésticas. Después de ser receptor de aguas residuales domésticas. 	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Documentación Observación. <p>Instrumento: Muestras de laboratorio</p>
Variable 2: Evaluación de las Aguas del rio Chonta	El proceso de evaluación de las aguas del rio Chonta comprende medidas de los parámetros físicos, químicos y biológicos, que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, aprobado de acuerdo a D.S N.º 004- 2017-MINAM.	Determinación de los indicadores que permitan medir la variable	Evaluación del procesamiento de aguas del centro poblado de Otuzco	<ul style="list-style-type: none"> Parámetros físicos Parámetros químicos Parámetros biológicos 	

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo al propósito o finalidad que persigue el estudio existen dos tipos de investigación, denominadas básica conocida también como pura o fundamental y, aplicada conocida también como práctica. (Smith, 2021, p.63). Por lo que se ha optado por realizar una investigación de tipo Aplicada.

Dicha investigación aplicada utiliza como punto de partida y sustento el conocimiento suministrado por la investigación básica (aquella dirigida a incrementar los enunciados teóricos de una determinada ciencia mediante la formulación de hipótesis, teorías y leyes científicas, por lo que implica una labor de descubrimiento y teorización), pero sus resultados son empleados de forma inmediata, a corto o mediano plazo, para solventar problemas sociales, administrativos, educativos, de salud, entre otros (Arias, 2006).

En esa idea, Arias (2006) plantea que, “La formulación de un proyecto recurre a la investigación aplicada (de campo o documental) la cual proporciona los conocimientos de utilización inmediata que sustentan la propuesta” (p. 33).

La relación entre la formulación de proyectos como actividad fundamental de la planificación y la investigación aplicada, radica en que ésta última constituye una etapa esencial del proceso de planificación, además de la programación, ejecución y evaluación (Ander-Egg, 2007; Arias, 2006; Cerda, 2001).

3.2. Diseño de investigación

Diseño no Experimental



Donde:

M: Muestra

3.3. Dimensión temporal y espacial

La investigación se realizará durante el año 2022 en la zona de aguas del río Chonta del Centro Poblado Otuzco, Baños del Inca - Cajamarca. Donde se hará la evaluación de aguas residuales domésticas.

3.4. Unidad de análisis, población y muestra

- *Unidad y Población.* El sujeto a investigar es zona de aguas del río Chonta del Centro Poblado Otuzco, Baños del Inca - Cajamarca. Donde se hará la evaluación de aguas residuales domésticas, sus unidades de análisis son cada uno de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- *Muestra.* El volumen de agua residual que se obtiene siguiendo el Protocolo de muestreo establecidos por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, para ser analizadas en un Laboratorio certificado.

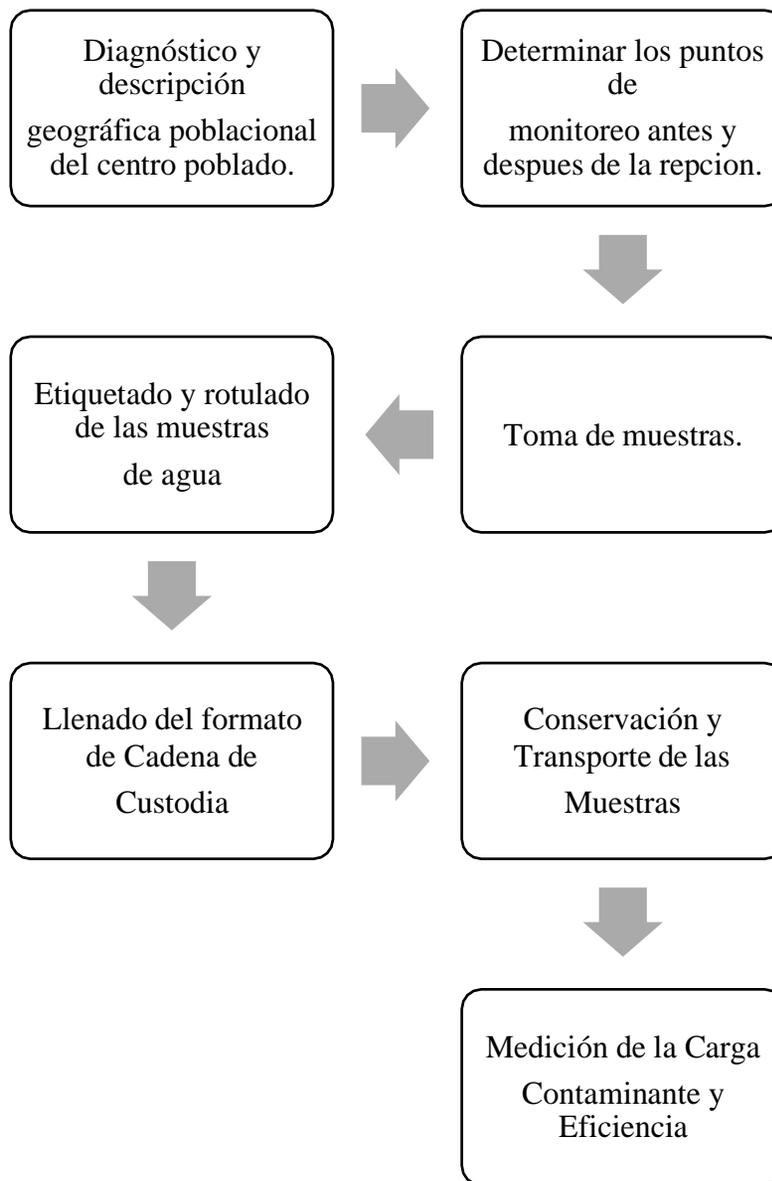
3.5. Técnicas e instrumento de investigación

Como técnica se empleará la observación y el análisis las hojas de ensayo o reportes del laboratorio.

De la observación y el análisis de las hojas de ensayo obtenidos, se realizará una comparación de valores presentes en las tablas de los decretos supremos mencionados anteriormente.

3.6. Procesamiento de análisis de datos

Figura 2 Procedimiento de recojo de información de la zona de aguas del rio chonta del Centro Poblado Otuzco, Baños del Inca - Cajamarca



3.7. Materiales

Para la toma de muestras, se siguió los procedimientos establecidos por el Laboratorio Regional del Agua, el cual se nos proporcionó los siguientes materiales:

Tabla 4 *Material a utilizar en la evaluación del agua del Rio Chonta como receptor de aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Cajamarca - 2022*

Instrumentos	Materiales	Equipos
Hoja de ensayo de laboratorio, cadena de custodia	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas de registro de campo • Cadena de custodia • Cinta adhesiva • Plumón indeleble • Frascos debidamente etiquetados • Caja térmica • Hielo u otro refrigerante • Preservantes químicos para emplearse en el campo para la preservación de las muestras para la determinación de DQO, aceites y grasas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • GPS para la identificación de los puntos de monitoreo • Cámara fotográfica • Indumentaria de protección • Guantes de látex descartables

3.8. Aspectos éticos de la investigación

En la presente investigación los datos mostrados no deberán ser manipulados ni alterados, asimismo éstos demuestran la efectividad del tema de investigación, dónde se demuestra el compromiso y la veracidad del mismo, respetando los principios éticos y morales. Asimismo, la presente investigación ha sido elaborada según los estándares establecidos en el protocolo de la Universidad Antonio Guillermo Urrelo, y en base al método APA, versión 7.

CAPÍTULO IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Para realizar la investigación, y cumplir con los objetivos propuestos se llevaron a cabo los siguientes pasos.

- Se tomaron muestras en dos oportunidades, antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas.
- Se efectuaron 2 muestreos en época de seca, los muestreos se efectuaron en un periodo aproximado de tres meses para cada muestra, en envases plásticos y de vidrio con un tamaño de 1.89 litros, los cuales son suficientemente resistentes para no afectar la concentración de los contaminantes.
- Las muestras tomadas de los dos puntos se llevaron y analizaron en el Laboratorio Regional del Agua del Gobierno Regional de Cajamarca.

4.1. Descripción de las características del agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, Cajamarca – 2022

Para la descripción de las características del agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco se hicieron las siguientes mediciones, los que se analizan estadísticamente líneas abajo.

Tabla 5 *Primer análisis de los diferentes parámetros que caracterizan al agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.*

Parámetro	Unidad	LCM	Aguas Arriba	Aguas Abajo
Fluoruro	mg/L	0.0380	0.062	0.050
Cloruro	mg/L	0.0650	2.724	2.395
Nitrito	mg/L	0.0500	<LCM	<LCM
Bromuro	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM
Nitrato	mg/L	0.0640	1.809	1.516
Sulfato	mg/L	0.0700	18.55	16.72
Fosfato	mg/L	0.0320	0.105	0.093
Turbidez	NTU	0.0900	1.26	1.12
Ph a 25°C	Ph	NA	8.48	8.43
Conductividad a 25°C	Us/cm	NA	436	425
DBO5	mg O2/L	2.6000	12.36	8.52
DQO	mg O2/L	8.3000	27.12	18.60
Coliformes Term.	NMP/100ml	1.8	920	540

Tabla 6 *Segundo análisis de los diferentes parámetros que caracterizan al agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.*

Parámetro	Unidad	LCM	Aguas Arriba	Aguas Abajo
Fluoruro	mg/L	0.0380	0.115	0.135
Cloruro	mg/L	0.0650	2.34	3.048
Nitrito	mg/L	0.0500	<LCM	<LCM
Bromuro	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM
Nitrato	mg/L	0.0640	1.32	2.206
Sulfato	mg/L	0.0700	44.17	42.83
Fosfato	mg/L	0.0320	<LCM	<LCM
Turbidez	NTU	0.0900	2.57	2.39
Ph a 25°C	Ph	NA	8.37	8.41
Conductividad a 25°C	Us/cm	NA	396	448.5
DBO5	mg O2/L	2.6000	<LCM	<LCM
DQO	mg O2/L	8.3000	<LCM	8.50
Coliformes Term. 1	NMP/100m	1.8	920	1400

En las tablas 5 y 6 se observan las medidas de los parámetros que caracterizan a las aguas del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.

Tabla 7 Estadísticos descriptivos para los distintos parámetros del agua antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas.

Parámetros	Antes				Después			
	N	Media	Desviación estándar	Desviación estándar	N	Media	Desviación estándar	Desviación estándar
	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
Fluoruro	2.00	0.09	0.03	0.04	2.00	0.09	0.04	0.06
Cloruro	2.00	2.53	0.19	0.27	2.00	2.72	0.33	0.46
Nitrito	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
Bromuro	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
Nitrato	2.00	1.56	0.24	0.35	2.00	1.86	0.35	0.49
Sulfato	2.00	31.36	12.81	18.12	2.00	29.78	13.06	18.46
Fosfato	2.00	0.05	0.05	0.07	2.00	0.05	0.05	0.07
Turbidez	2.00	1.92	0.66	0.93	2.00	1.76	0.64	0.90
pH	2.00	8.43	0.06	0.08	2.00	8.42	0.01	0.01
Conductividad	2.00	416.00	20.00	28.28	2.00	436.75	11.75	16.62
DBO5	2.00	6.18	6.18	8.74	2.00	4.26	4.26	6.02
DQO	2.00	13.56	13.56	19.18	2.00	13.55	5.05	7.14
Colif_Termot	2.00	920.00	0.00	0.00	2.00	970.00	430.00	608.11

Según la tabla 7 se observa que la tendencia de los valores de las medias antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco es a mantenerse, sin embargo, en algunos casos aumenta y en otros disminuyen dichos valores. Dicha incertidumbre se despeja en el análisis estadístico de comparación.

4.2. Comparación de las características del agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, Cajamarca – 2022

Dada la cantidad de repeticiones que se han hecho para el análisis de los datos por ser mínimos se considera para su análisis una prueba no paramétrica, para medir la diferencia que existe antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, específicamente la prueba Rangos de Wilcoxon. Por lo mismo se plantean las siguientes hipótesis:

H0: No existe diferencia entre las características del agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.

H1: Existe diferencia entre las características del agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.

Tabla 8 Prueba Rango de Wilcoxon para determinar diferencia entre valores de parámetros antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.

	Fluoruro	Cloruro	Nitrato	Sulfato	Fosfato	Turbidez	pH	Conductividad	DBO5	DQO	Colif._Termot.
Z	-,447	-,447	-,447	-1,342	-1,00	-1,342	-,447	-,447	-1,00	-,447	-,447
Sig. asin. (bilateral)	0.655	0.655	0.655	0.180	0.317	0.180	0.655	0.655	0.317	0.655	0.65

De acuerdo a la tabla 8 se observa que la significancia asintótica bilateral para todos los parámetros que caracterizan el agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco son mayores a 0.05, lo que indica que se acepta la hipótesis nula, el que dice: NO existe diferencia entre las características del agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.

4.3. Comparación de las características del agua del río Chonta antes de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del inca, Cajamarca – 2022 con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Antes de realizar la comparación de las características del agua del río Chonta después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del inca, Cajamarca – 2022 con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM se verifica el cumplimiento de la distribución normal de los datos a analizar mediante la prueba de Shapiro-Wilk por tratarse de menos de 30 datos analizados.

La prueba de Shapiro-Wilk es una forma de saber si una muestra aleatoria proviene de una distribución normal. Para la prueba significancias < 0.05 indican que su muestra no tiene una distribución normal (puede rechazar la hipótesis nula de que su población tiene una distribución normal si sus valores están por debajo de cierto umbral).

Tabla 9 Prueba de normalidad para los principales parámetros que caracterizan el agua abajo del río Chonta después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.

	Kolmogorov-Smirnov ^a		Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig. Estadístico	gl	Sig.
Fluoruro	0.257	4	0.898	4	0.422
Cloruro	0.260	4	0.908	4	0.470
Nitrato	0.195	4	0.971	4	0.846
Sulfato	0.294	4	0.781	4	0.072
Turbidez	0.278	4	0.830	4	0.168
Ph	0.185	4	0.993	4	0.971
Conductividad	0.226	4	0.954	4	0.741
Colif. Term.	0.278	4	0.938	4	0.644

De acuerdo a los resultados que se observa en la tabla 9 se puede verificar que todos los datos tienen distribución normal por tener la significancia asintótica mayor a 0.05, por lo tanto, se utilizó una prueba paramétrica, en este caso la t de Student para realizar la comparación.

Para verificar si los valores de cada parámetro de las aguas después de la recepción de residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco cumplen con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales se plantea la siguiente hipótesis:

H₀: Los valores de cada parámetro son mayores a los límites máximos permisibles.

H₁: Los valores de cada parámetro son menores o iguales a los límites máximos permisibles.

Tabla 10 Comparación de los principales parámetros que caracterizan las aguas después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del inca, Cajamarca – 2022 con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Valor de prueba = 1				
Fluoruro	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-21.353	1	0.015	-0.907500
Valor de prueba = 500				
Cloruro	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-1523.058	1	0.000	-497.27850
Valor de prueba = 100				
Nitrato	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-284.461	1	0.001	-98.13900

Valor de prueba = 1000				
Sulfato	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-74.318	1	0.004	-970.22500
Valor de prueba = 8.5				
pH	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-8.000	1	0.040	-0.08000
Valor de prueba = 2500				
Conductividad	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-175.596	1	0.002	-2063.25000
Valor de prueba = 40				
DQO	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-5.238	1	0.060	-26.45000
Valor de prueba = 2000				
Coliformes_termotolerantes	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-2.395	1	0.126	-1030.00000

Según la tabla 10 el único parámetro después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco que no cumple con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales es la cantidad de Coliformes termo tolerantes, sobrepasando este último los límites permisibles, puesto que su valor de probabilidad de error es mayor a 0.05. El resto de los parámetros tienen un error menor a 0.05.

Para verificar si los valores de cada parámetro de las aguas abajo después de la recepción de residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco cumplen con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático se plantea la siguiente hipótesis:

H₀: Los valores de cada parámetro son mayores a los límites máximos permisibles.

H₁: Los valores de cada parámetro son menores o iguales a los límites máximos permisibles.

Tabla 11 Comparación de los principales parámetros que caracterizan las aguas abajo después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del inca, Cajamarca – 2022 con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

Valor de prueba = 13				
Nitrato	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-32.287	1	0.010	-11.13900
Valor de prueba = 9				
pH	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-58.000	1	0.005	-0.58000
Valor de prueba = 1000				
Conductividad	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-47.936	1	0.007	-563.25000
Valor de prueba = 2000				
Coliformes_termotolerantes	T	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias
	-2.395	1	0.126	-1030.00000

Al igual que para la categoría 3 el único que no cumple con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático es la cantidad de coliformes termo tolerantes que supera dicho parámetro.

CONCLUSIONES

- Se hizo la evaluación del estado del agua del río Chonta como receptor de aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, y se muestra que, la tendencia de los valores de las medias antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas es a mantenerse, sin embargo, en algunos casos aumenta y en otros disminuyen dichos valores.
- Se determinó y describió las características del agua del río Chonta (químicas; bacteriológicas; físico químicas, microbiológicas) en cuanto a lo mostrado, e indica que NO existe diferencia significativa entre las características del agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.
- Todos los parámetros cumplen con lo exigido según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, tanto para las Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales y para la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, a excepción de la cantidad de termotolerantes que sobrepasan los límites máximos permisibles, para ambas categorías.
- Se concluye finalmente que el estado del agua del río Chonta antes y después de la recepción de las aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, Distrito Baños del Inca, Cajamarca – 2022, es muy similar, no habiendo cambios significativos en las características del agua (químicas; bacteriológicas; físico químicas, microbiológicas) por la recepción de dichas aguas residuales domésticas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los estudiantes que quieran investigar sobre los valores de las medias antes y después de la recepción de las aguas del río Chonta como receptor de aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco, tomar la presente investigación a fin de utilizarla para hacer su análisis comparativo.
- Se recomienda a las autoridades y población del Centro Poblado de Otuzco, que, a raíz de esta investigación, realicen constantes evaluaciones de los diferentes parámetros de agua, para así saber cómo se encuentra el estado del agua del río Chonta como receptor de aguas residuales domésticas del Centro Poblado Otuzco.

LISTA DE REFERENCIAS

- ANA. (2016). PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES. LIMA.
- ANDRADE, Á. (2004). LINEAMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO A LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO. MEXICO. Obtenido de <https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-11/semana1/andrade01.pdf>
- Arias, F. (2006). El Proyecto de Investigación . Caracas,Venezuela: Episteme.
- Canedo, G. (2012). Verificación de parámetros físicos y químicos en el análisis de aguas residuales que vierte el hospital de clínicas.
- CANO, J. (1997). NIEVES PERPETUAS. En Calendario Meteorológico 1997 (pág. 8).
- DÍAZ, C., ESTELLER, M., & LÓPEZ, F. (2005). RECURSOS HÍDRICOS, CONCEPTOS BÁSICOS Y ESTUDIOS DE CASO EN IBEROAMÉRICA. MONTEVIDEO.
- FERNÁNDEZ, A. (2012). EL AGUA: UN RECURSO ESENCIAL. ARGENTINA.
- GreenFacts. (2021). RECURSOS HIDRICOS.RESUMEN DEL 2° INFORME DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL MUNDO. Obtenido de <https://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-foldout.pdf>
- Grupo UNI Barranquilla. (2015). FUENTES DE ABASTECIMIENTO PARA CONSUMO HUMANO. ANÁLISIS DE TENDENCIA DE VARIABLES PARA CONSOLIDAR MAPAS DE RIESGO.EL CASO DE LOS MUNICIPIOS RIBEREÑOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO. COLOMBIA: UNIVERSIDAD DEL NORTE.
- Gualdrón, L. (2016). Evaluación de la calidad de agua de los rios de Colombia usando parámetros físicoquímicos y biológicos. Colombia .
- LÓPEZ, J., FORNÉS, J., RAMOS, G., & VILLAROYA, F. (2009). LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS:UN RECURSO NATURAL DEL SUBSUELO. ESPAÑA.
- LÓPEZ, M., & VACA, M. (26 de ENERO de 2016). LOS RÍOS. LA GEOGRFÍA. Obtenido de <https://lageografia.com/geografia-fisica/los-rios>
- Metcalf & Eddy, I. (1995). Ingenieria de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización (Vol. I). España.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (2000). LIBRO BLANCO DEL AGUA EN ESPAÑA. ESPAÑA.
- MINSA. (2014). MINISTERIO DE SALUD. LIMA- PERÚ.
- MIYASHIRO, V., MÉNDEZ, L., & ORIHUELA, L. (2014). GESTIÓN DEL AGUA EN EL PERÚ:USO,PROTECCIÓN Y TRATAMIENTO. LIMA.
- OMS. (2006). GUIAS PARA LA CALIDAD DE AGUA POTABLE.
- SEPEHRI, S. (2014). LOS GLACIARES.
- SIERRA, C. (2011). CALIDAD DEL AGUA. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO. COLOMBIA: EDICIONES DE LA U.
- Smith. (2021, p.63). Manual de Elaboración de Tesis. Smith Zamora E.I.R.L.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Panel Fotográfico

Figura 3 Recojo de la primera muestra, aguas arriba.



Figura 4 Recojo de la primera muestra, aguas abajo.



Figura 5 Recipientes para el recojo de la primera muestra.

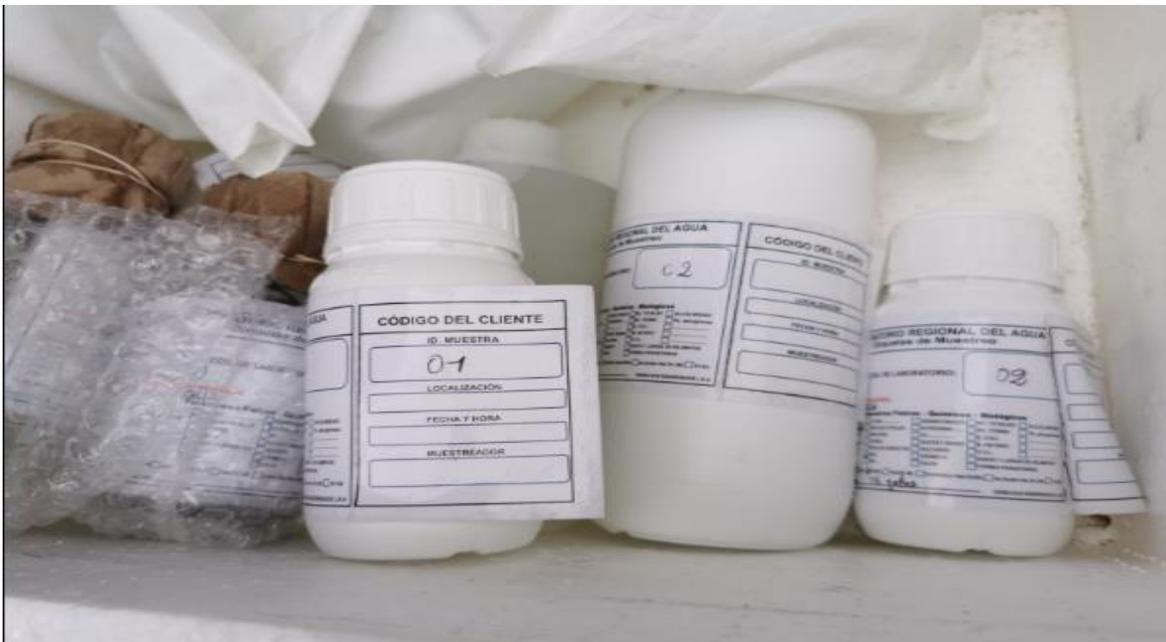
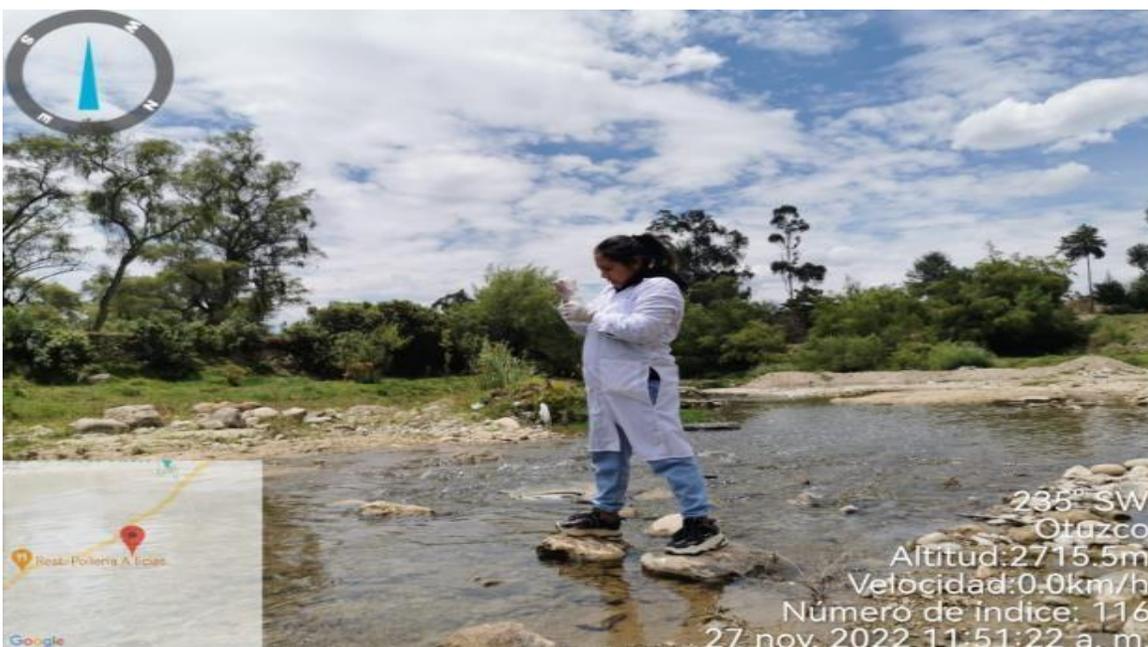


Figura 6 Recojo de la segunda muestra después de la recepción de aguas residuales.



ANEXO N° 02: Ensayos de Laboratorio.

Figura 7 Datos de muestra del ensayo N° 01.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0722485

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	RUBY JHANETH ILMAN CORONADO		
Dirección	-		
Persona de contacto	-	Correo electrónico	ruby.ilman.coronado@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	24.07.22	Hora de Muestreo	16:30
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	02		
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	OTUZCO, CAJAMARCA, CAJAMARCA		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-672	Cadena de Custodia	CC - 485- 22
Fecha y Hora de Recepción	25.07.22 07:45	Inicio de Ensayo	25.07.22 08:00
Reporte Resultado	05.08.22 14:30		



Edder Neyra Saico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147026

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 05 de agosto de 2022

Página: 1 de 3

Figura 8 Resultados del ensayo N° 01 de las muestras aguas arriba y aguas abajo.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



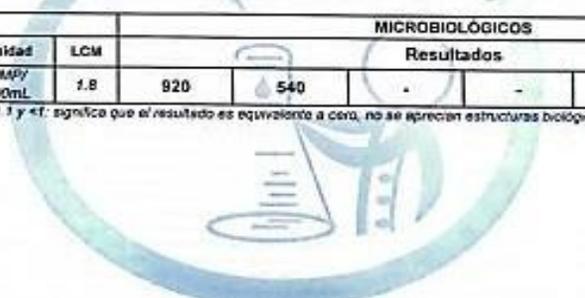
INFORME DE ENSAYO N° IE 0722485

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra			Aguas arriba	Aguas Abajo	-	-	-	-
Código Laboratorio			0722485-01	0722485-02	-	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	-	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra			791315 38 m. E. 9211649 89 m. S. altitud 2718 m.	76066 00 m. E. 9211911 32 m. S. altitud 2703 m.	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.0380	0.062	0.050	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.0650	2.724	2.395	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.0500	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.0640	1.809	1.516	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.0700	18.55	16.72	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.0320	0.105	0.093	-	-	-	-
Turbidez	NTU	0.0900	1.26	1.12	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	8.48	8.43	-	-	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	436	425	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /l	2.6000	12.36	8.52	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /l	8.3000	27.12	18.60	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método; valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	920	540	-	-	-	-

Nota: Los resultados <1.0, <1.8, <1.3 y <1.1 significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 05 de agosto de 2022

Página: 2 de 3

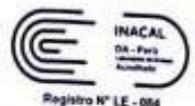
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASSEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
 JR. LUIS ALBERD SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU
 e-mail: laboratorio@regcajamarca.gob.pe | 0532000000 | 0532000000

Figura 9 Descripción de los métodos de ensayos utilizados para el ensayo N° 01.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0722485

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrato, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 303.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B. 23rd Ed. 2017. Turbidity Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4505-H-8. 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	µS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B. 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD) 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D. 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD) Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 8221 A,B,C. 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulada por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservan en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

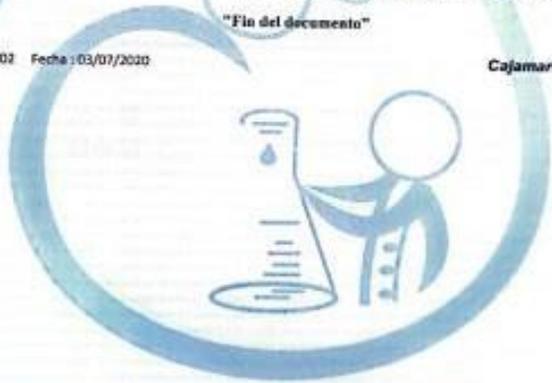
✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-73-F01 Rev: N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 05 de agosto de 2022



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA



Página: 3 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
DR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S.N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU

Figura 10 Datos de muestra del ensayo N° 02.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1122730

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	RUBY JHANETH ILMAN CORONADO		
Dirección	-		
Persona de contacto	RUBY JHANETH ILMAN CORONADO	Correo electrónico:	ruby.ilman.coronado@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	27.11.22	Hora de Muestreo	11:20 a 11:40
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	02		
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	Otuzco		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-997	Cadena de Custodia	CC - 730 - 22
Fecha y Hora de Recepción	28.11.22	09:56	Inicio de Ensayo 28.11.22 10:05
Reporte Resultado	07.12.22	16:25	



Edder Neyra Jairo
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 07 de diciembre de 2022

Página: 1 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO*
 DR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N, URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
 www.laboratoriodelagua.gob.pe | 099000 ext 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DE - Perú
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1122730

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrato, Bicromato, Sulfato, Nitrito, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/l.	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130, B, 23rd Ed. 2017. Turbidity, Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value, Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2510, B, 23rd Ed. 2017. Conductivity, Laboratory Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD) Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,II,C,E, 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditación emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha : 03/07/2020 Cajamarca, 07 de diciembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Página: 3 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
R. LEON ALBERTO SANCHEZ S/N, URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU
tel: laboratorio@regionalcajamarca.gob.pe @ 02000 6666 1140