

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL -
HUANCAMELICA**



TESIS

**INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO
ICHU EN EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

**INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA, SANEAMIENTO Y
MEDIO AMBIENTE**

PRESENTADO POR :

Bach. ALANYA CASTILLO, Balerio

Bach. UCHASARA CAYLLAHUA, Milton Reynaldo

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

Huancavelica - Perú

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los veintiún días (21) del mes de diciembre del año 2021, siendo las diecisiete horas (17:00), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: M.Sc. Marco Antonio López Barrantes (Presidente), M.Sc. Hugo Rubén Lujan Jerí (Secretario), Mg. Jorge Luis Ortega Vargas (Vocal), designados con Resolución de Decano N° 244-2019-FCI-UNH, de fecha 02 de diciembre del 2019, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: **"INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO ICHU EN EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA"**, presentado por los Bachilleres **Balerio ALANYA CASTILLO** y **Milton Reynaldo UCHASARA CAYLLAHUA**, con presencia del M.Sc. Iván Arturo Ayala Bizarro, Asesor de la presente tesis a fin de optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**. Finalizada la sustentación virtual a horas...6:00 pm...; se comunicó a los sustentantes y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

Balerio ALANYA CASTILLO

APROBADO PORUNANIMIDAD.....

DESAPROBADO

Milton Reynaldo UCHASARA CAYLLAHUA

APROBADO PORUNANIMIDAD.....

DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:



Presidente



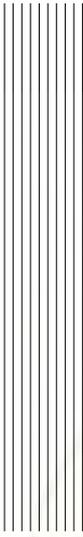
Secretario



Vocal

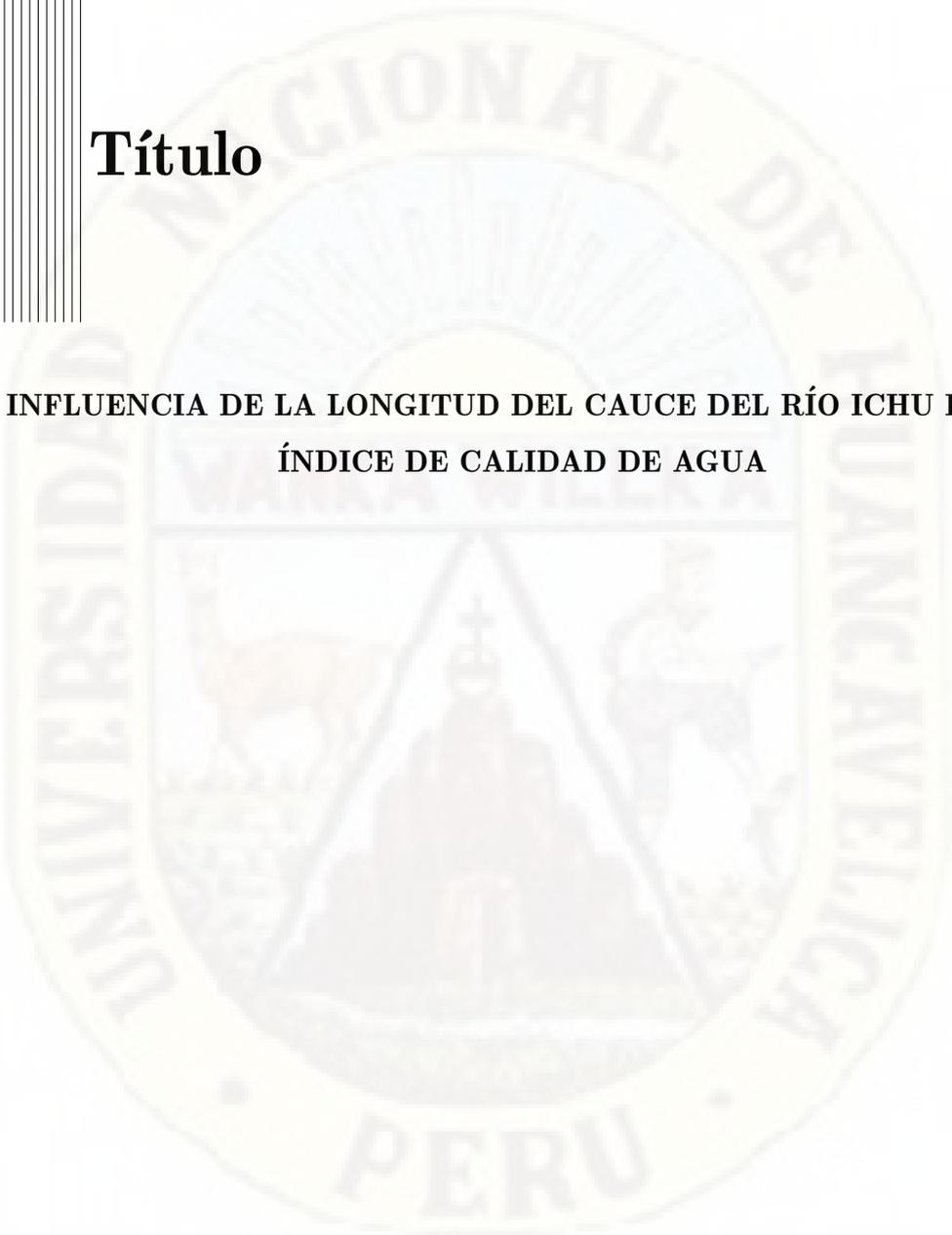


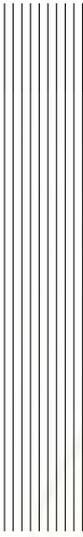
Vº Bº Decano



Título

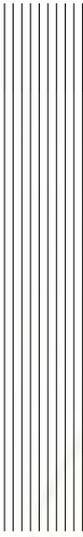
**INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO ICHU EN EL
ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA**





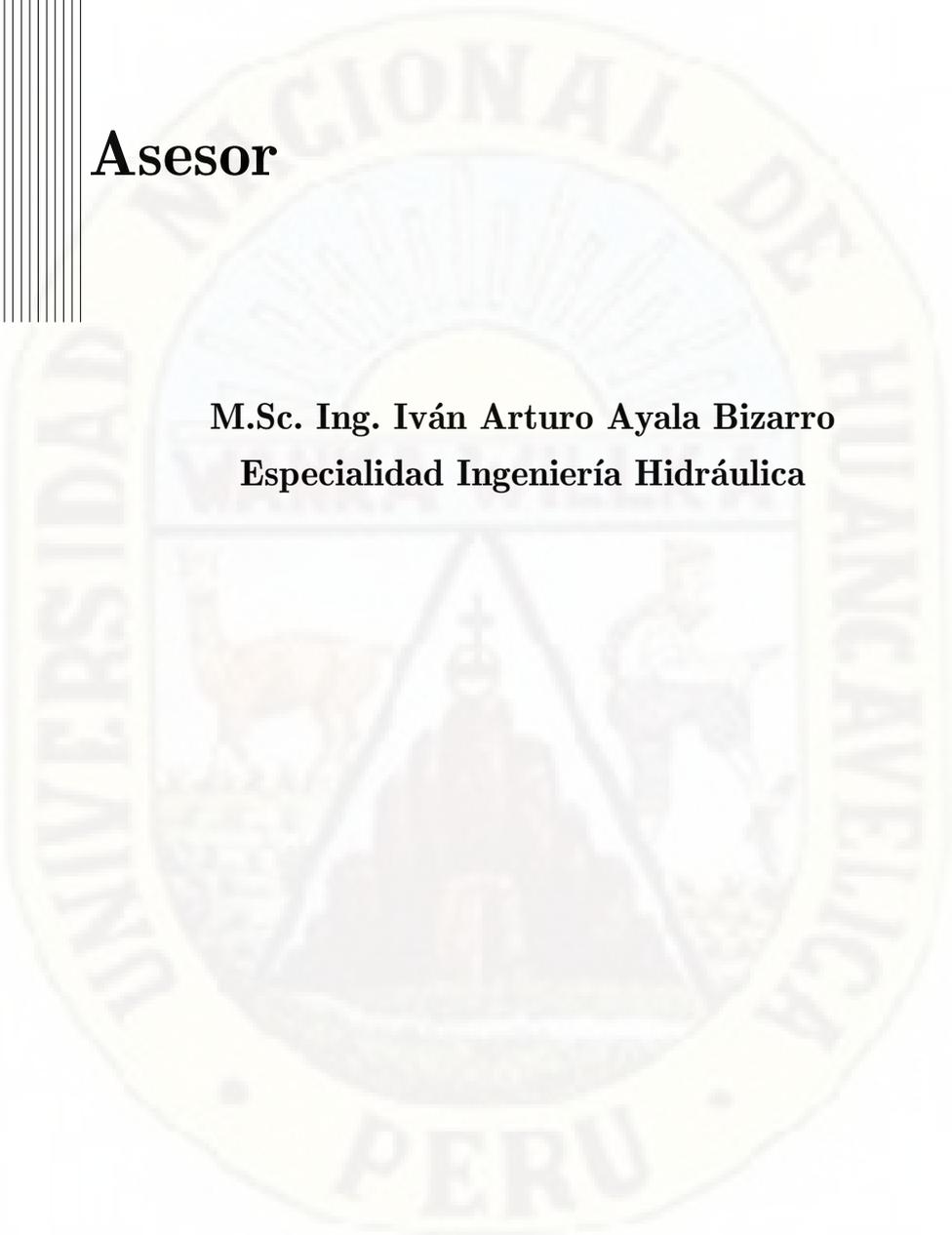
Autores

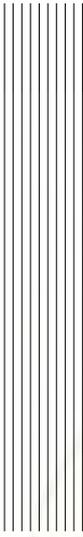
- **Bach. ALANYA CASTILLO, Balerio**
- **Bach. UCHASARA CAYLLAHUA, Milton Reynaldo**



Asesor

M.Sc. Ing. Iván Arturo Ayala Bizarro
Especialidad Ingeniería Hidráulica





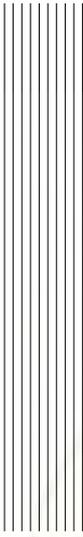
Dedicatoria

BALERIO

A mi padre Dionisio Alanya de la Cruz y mi madre, por su sacrificio permanente, a ellos les debo toda mi formación profesional.

MILTON

A mi madre Reina que, desde el cielo, sé que siempre está conmigo, guiándome y cuidándome.



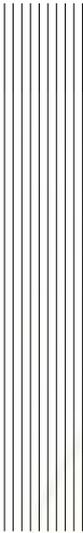
Agradecimientos

A Dios por proporcionarnos fortaleza y perseverancia para así alcanzar nuestras metas y hacer posible el presente proyecto de investigación.

A los docentes ingenieros de la Universidad Nacional de Huancavelica de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, quienes con su voluntad de enseñanza lograron transmitir sus conocimientos y contribuir durante nuestra etapa de formación profesional.

A nuestro asesor de tesis, Msc. Iván Arturo Ayala Bizarro, quien brindó su conocimiento y nos orientó para desarrollar esta investigación de tesis.

Agradecemos a nuestros padres por todo su apoyo incondicional con lo que hemos contado siempre a lo largo de nuestras vidas que con esfuerzo y sacrificio nos orientaron a salir adelante a pesar de las adversidades de la vida.



Índice general

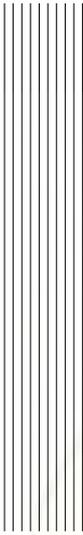
Título	III
Autores	IV
Asesor	V
Dedicatoria	VI
Agradecimientos	VII
Índice general	VIII
Índice de tablas	XII
Índice de figuras	XIII
Resumen	XIV
Abstract	XVI
Introducción	XVII
1. CAPÍTULO I : PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del problema.	1
1.2. Formulación del problema.	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivo específico	3
1.4. Justificación	3

2. CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Internacional	5
2.1.2. Nacional	8
2.1.3. Local	10
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1. Cauce	10
2.2.2. Longitud del cauce principal	11
2.2.3. Pendiente media del cauce principal	11
2.2.4. Velocidad de flujo superficial	12
2.2.5. Índice de calidad de agua (ICA)	12
2.2.6. Estándar de calidad ambiental para agua (ECA-Agua)	12
2.2.7. Estación de muestreo	12
2.2.8. Parámetros físicos	12
2.2.9. Parámetros químicos	14
2.2.10. Parámetros microbiológicos	15
2.3. Hipótesis.	15
2.3.1. Hipótesis general	15
2.3.2. Hipótesis específicos	15
2.4. Definición de términos	16
2.5. Definición operativa de variables	17
3. CAPÍTULO III : METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	18
3.1. Ámbito de estudio	18
3.2. Tipo de investigación	19
3.3. Nivel de investigación	19
3.4. Diseño de investigación.	20
3.5. Población, muestra, muestreo.	20
3.5.1. Población	20
3.5.2. Muestra	20
3.5.3. Muestreo	21
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22

3.6.1.	Técnicas	22
3.6.2.	Instrumentos	23
3.6.3.	Procedimiento de recolección de datos.	24
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	25
3.7.1.	Técnicas de procesamiento	25
3.7.2.	Análisis de datos	26
4.	CAPÍTULO IV : PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	27
4.1.	Análisis de información.	27
4.1.1.	Área de estudio.	27
4.1.2.	Parámetros morfométricos de la cuenca y propiedades de la longitud del tramo en estudio	29
4.1.3.	Perfil longitudinal del tramo en estudio del río Ichu	29
4.1.4.	Resultado de los parámetros analizados del cuerpo de agua en cada punto de monitoreo	30
4.1.5.	Análisis y comparación de los parámetros del cuerpo de agua con el perfil longitudinal del tramo en estudio	32
4.1.5.1.	Perfil longitudinal del río Ichu vs potencia de hidrógeno (PH)	32
4.1.5.2.	Perfil longitudinal del río Ichu vs conductividad	33
4.1.5.3.	Perfil longitudinal del río Ichu vs turbidez	33
4.1.5.4.	Perfil longitudinal del río Ichu vs demanda bioquímica de oxígeno	34
4.1.5.5.	Perfil longitudinal del río Ichu vs nitratos (NO ₃)	35
4.1.5.6.	Perfil longitudinal del río Ichu vs oxígeno disuelto (OD)	35
4.1.5.7.	Perfil longitudinal del río Ichu vs temperatura	36
4.1.5.8.	Perfil longitudinal del río Ichu vs coliformes termotolerantes (44.5°C)	37
4.1.6.	Índice de calidad del agua en la longitud del cauce del río Ichu	37

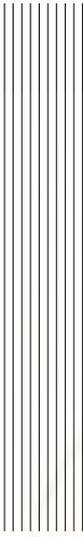
ÍNDICE GENERAL

4.1.6.1. Resultados del índice de calidad del agua en la cuenca del río Ichu	39
4.2. Prueba de hipótesis.	41
4.2.1. Prueba de hipótesis general	41
4.2.2. Prueba de hipótesis específica	43
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Referencias	48
Anexos	50
A1.- Panel fotográfico.	51
A2.- Matriz de consistencia.	58
A3.- Resultados de análisis de agua en laboratorio.	59



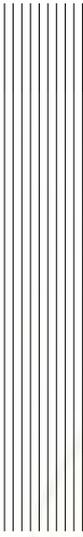
Índice de tablas

2.1. Rangos aproximados de la pendiente media del cauce principal	11
2.2. Operacionalización de variables.	17
3.1. Resumen de parámetros del agua a ser analizados	24
4.1. Resumen de parámetros del agua a ser analizados	28
4.2. Resumen parámetros morfométricos de cuenca y propiedades del tramo en estudio	29
4.3. Resumen de propiedades del cauce del río Ichu	30
4.4. Resumen de parámetros-físico, químicos y microbiológicos del agua	30
4.5. Interpretación de la calificación ICA-PE	38
4.6. Resumen de índice de calidad de agua (ICA-PE) diciembre 2019	39
4.7. Registro de los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo	41
4.8. Resumen de modelo	42
4.9. Análisis de varianza.	42
4.10. Coeficiente	45



Índice de figuras

3.1. Ambito de estudio	19
3.2. Zona de intervención y ubicación de puntos de monitoreo para la recolección de muestras	21
4.1. Ubicación y localización geográfica del ámbito de estudio	28
4.2. Perfil longitudinal del tramo de estudio	30
4.3. Perfil longitudinal del tramo en estudio vs potencia de hidrógeno	32
4.4. Perfil longitudinal del tramo en estudio vs conductividad	33
4.5. Perfil longitudinal del tramo en estudio vs turbidez	33
4.6. Perfil longitudinal del tramo en estudio vs demanda bioquímica de oxígeno	34
4.7. Perfil longitudinal del tramo en estudio vs Nitratos	35
4.8. Perfil longitudinal del tramo en estudio vs oxígeno disuelto	35
4.9. Perfil longitudinal del tramo en estudio vs temperatura	36
4.10. Perfil longitudinal del tramo en estudio vs coliformes termotolerantes	37
4.11. Mapa de puntos de monitoreo y resultados de ICA-PE en la cuenca del río Ichu	40
4.12. Gráfico del estadístico Fisher	42
4.13. Gráfico del estadístico T de student	44



Resumen

El objetivo de nuestra la investigación fue determinar la influencia de causa-efecto entre la longitud del cauce del río Ichu e índice de calidad de agua (ICA), cuyo tipo de investigación es aplicada y nivel de investigación explicativo.

De acuerdo con los análisis realizados de los cuerpos de agua, se tomaron 05 puntos de monitoreo ubicados en: puente Santa Rosa, Antacocha, puente Parccacancha, Matipacana y Yauli. Así mismo los resultados del ICA, presentan un valor único que va en un rango de 0 a 100, en el cual cada valor presenta una calificación del estado de la calidad del agua de la cuenca de río Ichu. El resultado en el punto de monitoreo 01 tiene un valor de ICA, igual a 61 con calificación REGULAR, nos quiere decir que la calidad del agua superficial es amenazada o dañada. A demás la calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables.

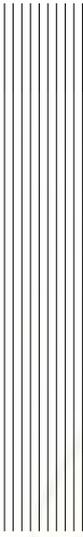
En punto de monitoreo 02 y 03, el valor de ICA igual a 89 con calificación BUENO, nos menciona que la calidad de agua se encuentra con algunas amenazas o daños de menor magnitud, el cual se aleja un poco de la calidad natural de este recurso. Para el punto de monitoreo 04 y 05 el ICA, igual a 100 con calificación EXCELENTE, nos menciona que la calidad de agua es muy cercana a niveles naturales con ausencia de amenazas o daños.

Finalmente se concluye que la longitud del cauce del río Ichu, no influye en el

índice de calidad de agua.

Palabras clave : Velocidad de flujo, pendiente, longitud del cauce del río Ichu, índice de calidad de agua.





Abstract

The objective of our research was to determine the cause-effect influence between the length of the Ichu riverbed and the water quality index (ICA), whose type of research is applied and explanatory research level.

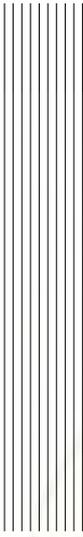
According to the analyzes carried out on the bodies of water, 05 monitoring points were taken located in: Santa Rosa bridge, Antacocha, Parccacancha bridge, Matipacana and Yauli. Likewise, the ICA results present a single value that ranges from 0 to 100, in which each value presents a qualification of the state of the water quality of the Ichu river basin. The result at monitoring point 01 has an ICA value, equal to 61 with a REGULAR rating, it means that the quality of the surface water is threatened or damaged. In addition, the quality of the water is often far from desirable values.

At monitoring point 02 and 03, the ICA value equal to 89 with a GOOD rating, mentions that the water quality is faced with some threats or lesser damage, which is a bit far from the natural quality of this resource.

For monitoring points 04 and 05, the ICA, equal to 100 with an EXCELLENT rating, mentions that the water quality is very close to natural levels with the absence of threats or damage.

Finally, it is concluded that the length of the Ichu river channel does not influence the water quality index.

keywords : Flow velocity, slope, length of the Ichu riverbed, water quality index.



Introducción

El desarrollo sostenible de una ciudad tiene que ver con el cuidado y preservación de los recursos hídricos que se encuentran en estado natural, los cuales cumplen una función fundamental al ser irremplazable por otras sustancias. En el Perú es frecuente que la calidad de agua se efectúa a partir de un conjunto de parámetros físico-químicos y microbiológicos, con los valores señalados en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) según a la categoría que pertenezca. Los ICA, son indicadores importantes que nos permite mencionar el grado de contaminación de las aguas superficiales.

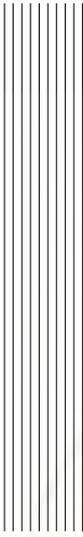
En tal sentido los ICA son instrumentos esenciales debido a que permiten transferir información de manera entendible sobre la calidad de los recursos hídricos a las autoridades competentes y público en general. Además, las estimaciones de la calidad del agua se encuentran una escala numérica de 0-100, donde 0 (cero) es mala y 100 es excelente.

Ante la constante contaminación de las aguas del río Ichu, ocasionadas por la zona urbana de Huancavelica, nuestra investigación tiene como área de estudio la longitud del cauce del río Ichu entre el puente Santa Rosa ? distrito de Yuli, en vista que el puente Santa Rosa es el punto más crítico donde se acumulan todas las aguas residuales ocasionados por la zona urbana de Huancavelica. afecta directamente a la población del distrito Yauli, ante esta situación los pobladores del distrito no hacen uso de este recurso tan importante y vital, ya que ellos creen que la calidad de agua no son las adecuadas para sus respectivos

usos. Por lo que se planteó el siguiente problema:

¿De qué manera la longitud del cauce del río Ichu influirá en el índice de calidad de agua? La hipótesis central es la longitud del cauce del río Ichu tendrá un efecto significativo en el índice de calidad de agua. Por ello, el objetivo principal es determinar la influencia del cauce del río Ichu en el Índice de calidad de agua (ICA).

Para dar cumplimiento con los objetivos de esta investigación, se ha organizado en 4 Capítulos. En el Capítulo I “problema”, contiene antecedentes bibliográficos, descripción de la problemática, formulación del problema, justificación de la investigación. Para el Capítulo II “marco teórico”, se efectúan algunas teorías conceptuales de las características del río Ichu como conceptos de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos que son necesarios para determinar el índice de calidad del agua; Capítulo III “metodología”, corresponde a la identificación de la población, muestra de estudio, técnicas e instrumentos para la adquisición y procesamiento de datos y metodología para llegar al objetivo de la investigación. Capítulo IV “análisis y resultado”, se presentan análisis de resultados de la caracterización de la longitud del tramo, comportamiento de parámetros físico-químicos y microbiológicos e ICA.



CAPÍTULO: **I**

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema.

El río Ichu a largo de su trayecto ofrece múltiples beneficios para las zonas urbanas asentadas en su ribera del río, esto sucede mientras que el agua no esté alterada o contaminada.

El índice de la calidad de agua nos permite cuantificar el nivel de calidad de este recurso para aguas superficiales, permitiendo indicar el acceder o limitar su uso (aguas potables, riego, ect.).

En la actualidad el crecimiento acelerado de la población huancavelicana y la falta de una planta de tratamiento de aguas residuales, son algunos de los factores que contribuyen al deterioro de la calidad del agua del río Ichu. Los cuales vienen afectando directamente a las poblaciones urbanas asentadas aguas abajo de la ciudad de Huancavelica.

En tal sentido, uno de los problemas que preocupa a la población huancavelicana es la contaminación de nuestro río Ichu, donde las autoridades competentes no toman ninguna acción y medidas de solución. Por tanto, a lo largo del cauce del río Ichu se encuentran 4 distritos (Huancavelica, Yauli, Acoria y Mejorada), de los cuales la zona urbana de Huancavelica que se encuentra en la parte alta de la cuenca, vierte sus aguas residuales sin ningún tratamiento directamente al

1.2. Formulación del problema.

río Ichu, esta acción genera una alteración en su totalidad a la calidad de agua a largo de su recorrido del cauce del río, esto viene dándose principalmente a la falta de: una planta de tratamiento, sensibilización de los pobladores y el mal manejo de residuos sólidos, hospitalarios y camal municipal, por parte de la población del distrito de Huancavelica. Este acontecimiento será permanente hasta que se mitigue este accionar; en consecuencia, la población más afectada ubicada aguas abajo es el distrito de Yauli, el cual no realiza ningún uso de este importante recurso debido a que la población cree que estas aguas están contaminadas en su totalidad. Ante esta descripción presentada planteamos el siguiente problema.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general

habiendo presentando la realidad problemática, la investigación se puede formular mediante la siguiente interrogante general.

- ¿De qué manera la longitud del cauce del río Ichu influirá en el índice de calidad de agua?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera la longitud del tramo influirá en el índice de calidad del agua?
- ¿De qué manera la pendiente media del terreno influirá en el índice de calidad del agua?
- ¿De qué manera la velocidad influirá en el índice de calidad del agua?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de la longitud del cauce del río Ichu en el índice de calidad de agua.

1.3.2. Objetivo específico

- Determinar la influencia de la longitud del tramo en el índice de calidad de agua.
- Determinar la influencia de la pendiente media del terreno en el índice de calidad de agua.
- Determinar la influencia de la velocidad de flujo en el índice de calidad de agua.

1.4. Justificación

Ante la constante contaminación de las aguas del río Ichu ocasionado por la zona urbana de Huancavelica, nuestra investigación tiene como área de estudio la longitud del cauce del río Ichu, comprendidos entre el tramo de (puente Santa Rosa - distrito Yauli) ya que el puente Santa Rosa es el punto más crítico donde se acumulan todas las aguas residuales ocasionados aguas arriba (distrito de Huancavelica). Afectando directamente a la población del distrito Yauli, ante esto los pobladores del distrito afectado no hacen uso de este recurso tan importante y vital, ya que ellos creen que la calidad de agua no son las adecuadas para sus respectivos usos.

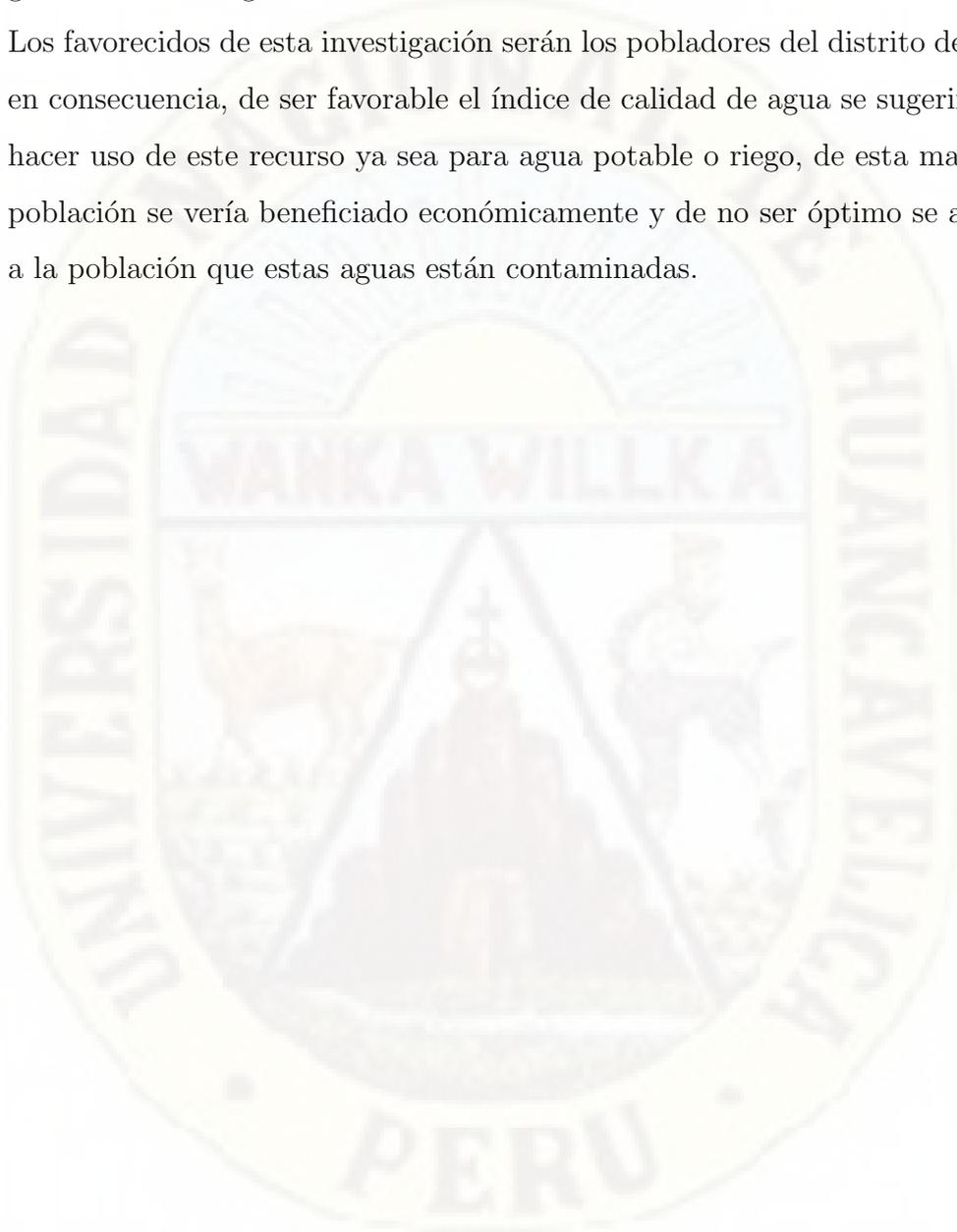
La presente investigación es importante, porque buscamos conocer el comportamiento de los parámetros que intervienen en el índice de calidad de agua a lo largo de su recorrido, tomando como referencia la época de estiaje (cabe mencionar que en épocas de avenidas máximas la contaminación del río Ichu

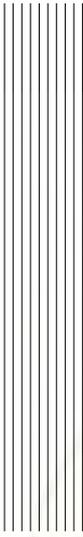
1.4. Justificación

se reduce considerablemente).

De esta manera, mediante la investigación se determinará si el índice de calidad de agua varía a lo largo de su trayecto en el cauce del río Ichu a fin de garantizar o denegar su uso de este recurso.

Los favorecidos de esta investigación serán los pobladores del distrito de Yauli, en consecuencia, de ser favorable el índice de calidad de agua se sugerirá para hacer uso de este recurso ya sea para agua potable o riego, de esta manera la población se vería beneficiado económicamente y de no ser óptimo se alertará a la población que estas aguas están contaminadas.





CAPÍTULO: **II**

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Internacional

Golas et al. (2016), en su revista científica titulada: **The Impact of urban areas on the Water Quality Gradient along a Lowland River**, Universidad de Warmia y Mazury en Olsztyn - Polonia. En esta investigación el propósito fue reflejar las variaciones espaciales y estacionales en la composición físico-químico y microbiológico del agua, con énfasis en los efectos de las áreas urbanas en la salud del río. Todas las muestras de agua se tomaron río arriba de cada pueblo y río abajo, en cinco ciudades a lo largo del río Lyna (cuenca meridional del mar báltico). El muestreo de agua se realizó bimestralmente y tuvo 14 estaciones de muestreo.

Los parámetros de calidad de agua variaron notablemente dentro y entre las estaciones de muestreo. Las áreas urbanas a lo largo del río Lyna tienen un efecto de deterioro en la calidad general del agua, las estaciones ubicadas aguas abajo de las ciudades tenían valores de ICA significativamente más bajo (44 -65) en comparación con las estaciones ubicadas aguas arriba de las ciudades (51 -80), también menciona que las ciudades que tienen una planta

de tratamiento no se registró una mala calificación del ICA.

Chávez (2015), realizó en su tesis titulada **Evaluación Espacial y Temporal del Índice de Calidad del Agua del río Cazones en Coatzintla, Ver**, Universidad Veracruzana - México. La investigación principalmente es evaluar y realizar un análisis espacial y temporal del ICA considerando los parámetros: físico-químicos y bacteriológicos del río. Seguidamente fue determinar el índice de calidad del agua del río Cazones durante un periodo anual, así también se definió la influencia de los parámetros con respecto a las variaciones de índice de calidad de agua. Para ello ubicó un punto de monitoreo extrayendo la muestra mensualmente, el instrumento que utilizó para la investigación fue equipo multiparámetro entre otro, al hacer los respectivos análisis llegaron como resultado a un índice de calidad promedio de 63.94, con lo cual se determinó que el río Cazones tiene una calidad media, así también, los indicadores de valores de ICA, promedio para cada mes monitoreado.

Finalmente concluyen que el valor de los parámetros medidos resultó teniendo un solo ICA, igual a valor de 63.94 por ciento, que indica calificación de calidad media, seguidamente, se mostraron diferencias significativas tanto en épocas climatológicas como entre las estaciones muestreadas, resultando el índice más alto en la época de nortes, seguido de la época de secas y en las épocas de lluvias.

Quiroz et al. (2017), realizaron una investigación denominada **Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo**, Universidad Técnica de Manabí - Ecuador. Seguidamente el objetivo principal de la presente revista científica es evaluar la calidad del agua del río a través de la aplicación de índice propuesto por la National Sanitation Foundation (NSF), de Estados Unidos, que se realizaron como referencia para nueve parámetros entre (físico-químico y microbiológico) a lo largo de su recorrido de cauce, en el cual se ha identificado mediante el uso de un modelo matemático que existen vertimientos que incurren en mayor grado a su contaminación.

2.1. Antecedentes.

Para esta investigación se tomaron 4 puntos de monitoreo a largo del río Portoviejo ubicados en (01 Santa Cruz), (02 ciudad de La Paz), (03 puente las Piedras) y (04 puente 5 de Junio - Picoazá) los valores del ICA van disminuyendo en la trayectoria del cauce del río, en valores de 59.18, 50.28, 42.88 y 34.76 desde el punto 1 al punto 04 en ese orden. Estos resultados son coherentes con deterioro constante, a lo largo del curso del río.

Finalmente se concluye que los resultados arrojados del ICA por la metodología NSF nos da una calificación mala, el cual se evidencia que la calidad del agua del río Portoviejo va disminuyendo a medida que el agua transcurre por el cauce, debido a los constantes vertimientos de aguas residuales, ello provoca que el agua está dañada con contaminantes.

Wu et al. (2017), realizaron un artículo denominada **Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu Basin, China**, China. Este estudio proporciona una comprensión clara de la calidad del agua en el sistema de ríos de la cuenca del lago Taihu.

Los muestreos se realizaron en cuatro temporadas con un total de 96 puntos en el año 2016. En este estudio, se aplicó el método ICA para evaluar la calidad del agua en los ríos de la cuenca del lago Taihu. Los resultados mostraron que la mayoría de los parámetros varió significativamente entre los 6 sistemas de ríos (con la excepción de temperatura del agua y nitrato), y la mayoría de los parámetros ambientales fueron los más bajos en el río Tiaoxi. La calidad del agua fue generalmente “moderada” en esta cuenca de acuerdo con la clasificación ICA durante el período de estudio. La calidad del agua varió considerablemente entre los 6 Ríos de la cuenca, y la calidad del agua en los ríos Tiaoxi y Nanhe fue mejor que la de los ríos saliendo del lago Taihu (es decir, Yanjiang, Huangpu e Yangtze) y ríos en Taoge. Además, la calidad del agua presentó una variación estacional distinta, con los valores de ICA más altos en otoño, seguidos de primavera y verano, y los valores más bajos en invierno. Patrones estacionales similares de valores ICA, se observaron en los 6 sistemas de ríos. Influencias antropogénicas y el

uso del suelo probablemente fue el responsable de las variaciones espaciales observadas en calidad del agua. Los resultados obtenidos en este estudio son aceptables y comparables a los de estudios previos realizados en partes de cuenca del lago Taihu. La consistencia demuestra la alta aplicabilidad del método ICA de evaluación de la calidad del agua en esta cuenca. Adicionalmente, el ICA mínimo propuesto en nuestro estudio consistió en cinco parámetros, es decir, amonio, nitrógeno, nitrato, oxígeno disuelto y turbidez, exhibió un excelente rendimiento para reflejar la calidad del agua de esta cuenca, especialmente cuando los pesos fueron completamente considerados. Estos parámetros seleccionados en el ICA mínimo, el cálculo se puede medir fácilmente, lo que beneficia a un costo rápido y bajo evaluación de la calidad del agua en la cuenca del lago Taihu. Por lo tanto, nuestros resultados son importante para la gestión de los recursos hídricos en esta cuenca.

2.1.2. Nacional

Pérez (2017), realizaron una investigación denominada **Determinación del índice de calidad del agua del río Moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales Omo, durante el periodo 2014-2015**, Universidad José Carlos Mariátegui - Perú. el Objetivo principal es determinar el cálculo matemático de ICA, y los parámetros microbiológicos de río Moquegua por origen de la influencia de vertido de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Posteriormente, la población para la presente investigación lo consideró el área de la cuenca de la zona de Moquegua con una superficie de 3604,75 km². Por consiguiente, para medir los valores de los parámetros se utilizaron el equipo multiparámetro portátiles.

En tal sentido, los valores de los 9 parámetros (físico-químico, microbiológicos) del río fueron proporcionados en la entidad Autoridad Local del Agua de Moquegua, para su posterior cálculo de ICA de Brown - NSF en los cuatro puntos de monitoreo ubicados estratégicamente, los cuales fueron realizados

trimestralmente en el periodo 2015.

Finalmente Se concluye que durante el periodo 2014 y 2015 el río Moquegua tiene un ICA de Brown - NSF igual a 51.4 con una calificación de MEDIA, este resultado se da antes del vertimiento de aguas residuales; mientras que después del vertimiento tiene un índice de calidad de Brown - NSF igual a 44.18 con una calificación MALA.

Los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del río Moquegua como: (potencia de hidrógeno, demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, fosfatos y coliformes fecales), superaron los estándares de calidad ambiental de agua, esto se da por la influencia de vertimiento de la PETAR en los años 2014 y 2015.

Loayza y Cano (2015), realizaron una investigación denominada **Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas - Huancayo - Junín**, Universidad Nacional del Centro del Perú - Perú. En nivel de investigación es de alcance descriptivo con un diseño no experimental.

Esta investigación tiene como propósito evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua. Para ello se tiene como población a la subcuenca de río Shullcas con una longitud de 35.8km. El instrumento que se aplicó es el estándar de calidad ambiental para determinar el índice de calidad de agua. Los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad del agua en el sector alto de la subcuenca se encuentran dentro de los parámetros máximos establecidos en estándar de calidad ambiental del agua para la categoría:1-A2 (aguas para consumo humano con tratamiento convencional), esta validación se debe al acceso que tiene los animales a las fuentes de agua.

Se concluye en el sector alto de la subcuenca que los parámetros como: la temperatura, la potencia de hidrógeno, el oxígeno disuelto, la conductividad, la turbidez, sólidos totales, la demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales, tienen valores que se encuentran por debajo de ECA de agua, por lo tanto, la calidad del agua del río Shullcas es óptima pa-

ra el consumo humano, puesto que no se ve afectada por la actividad ganadera.

Calvo y Polo (2017), realizaron tesis denominada **Evaluación de la contaminación del río Huatanay - provincias de Cusco y Quispicanchi**, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco-Perú. El objetivo de esta investigación es evaluar la contaminación y comportamiento en el espacio - tiempo, a lo largo del río Huatanay en las provincias de Cusco y Quispicanchi.

La recolección de muestras para su respectivo análisis fue realizada durante un año, los cuales fueron extraídos directamente del río que comprende al ámbito de estudio. Los resultados nos muestran que los valores de ICA tomadas aguas arriba y aguas abajo descienden de 58.88 a 41.95, mostrando una variación de MEDIO a MALO. Se concluye que mediante los resultados el río Huatanay, se tiene una calificación MALA; mientras que los afluentes van de MEDIO a MALO, el cual influye negativamente en la calidad del río Vilcanota.

2.1.3. Local

A la fecha no han realizado trabajos que aborden formalmente el tema de índice de calidad de agua a lo largo del río Ichu.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cauce

Según Hernandez (2018). afirma que: es la superficie del terreno natural o puede ser un área artificial por donde discurre el río o cualquier corriente de curso de agua desde su nacimiento hasta su desembocadura, teniendo en cuenta sus propiedades geomorfológicas y ecológicas, teniendo una visualización física forma ondulado.

2.2.2. Longitud del cauce principal

Es aquella longitud comprendida entre un punto de desembocadura (aguas abajo) y un punto de interés situado (aguas arriba) de un mismo curso del río (Chagua, 2008, p,6).

2.2.3. Pendiente media del cauce principal

(López Cardenas, 1998), existen diversos puntos de vista para precisar este parámetro. A continuación, se muestra un criterio: Se define como la relación de la diferencia de altitudes máximas y mínimas, con respecto a la longitud del cauce principal.

$$S = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} * 100$$

Donde:

S : Pendiente media del cauce en %.

$H_{max} - H_{min}$: Altitud máxima y mínima del cauce en msnm.

L : Longitud del cauce entre $H_{max} - H_{min}$ en metros.

Valores referentes, para identificar la clase de terrenos mediante la pendiente (%) (ver 2.1)

Tabla 2.1: Rangos aproximados de la pendiente media del cauce principal

Pendiente media de cauce principal (%)	Clases
1 a 5	Suave
6 a 11	Moderado
12 a 17	Fuerte

Fuente: IBAL, 2009

2.2.4. Velocidad de flujo superficial

Es la velocidad que presenta una corriente sobre una lámina de agua cuya unidad de medida esta representa en (m/s).

2.2.5. Índice de calidad de agua (ICA)

Según (ANA, 2018), es un instrumento de medición de carácter cuantificable que constituye herramientas matemáticas que integran información de varios parámetros físico-químico y microbiológico, el cual nos permite transformar grandes cantidades de datos en una escala única de medición para determinar la calidad del agua.

2.2.6. Estándar de calidad ambiental para agua (ECA-Agua)

Según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, se precisa como un instrumento que nos permite fijar los valores máximos y mínimos permitidos de sustancias o parámetros físicos-químicos y microbiológicos, presentes en los cuerpos de aguas a ser analizados. Los ECA para el agua, se dividen en 4 categorías: categoría 1: poblacional y recreacional, categoría 2: extracción, cultivos y otras actividades marino costeras y continentales, categoría 3: riego de vegetales y bebidas de animales y categoría 4: conservación del ámbito acuático (MINAM, 2017).

2.2.7. Estación de muestreo

Es la ubicación geográfica de un punto en específico a lo largo del cauce de un río, donde se efectúa la toma de muestras de cuerpo de agua, para analizar los parámetros y determinar la calidad del agua (ANA, 2018).

2.2.8. Parámetros físicos

- **Temperatura:** Es una magnitud física que nos permite medir el calor o energía térmica de las partículas en una determinada sustancia, (Ocasio,

2008).

- **Transparencia:** Es aquella profundidad a la que atraviesa la radiación solar en un respectivo cuerpo de agua, esta profundidad es importante porque nos permite determinar si en la columna de agua podría realizarse fotosíntesis, por ende, vivir plantas, (Goyenola, 2007).
- **La longitud de cauce principal:** Es aquella denominación que reciben todos los sólidos, cuando un cuerpo de agua es sometido a un proceso de filtración fina y quedan retenidos algunos sólidos. Por lo general, los sólidos disueltos son en un 40 % orgánicos y un 60 % inorgánicos (Vázquez Rossainz, 2003, p,16).
- **Sólidos en suspensión:** Se refiere a partículas sólidas como arcillas, limo, residuos fecales, entre otras que permanecen en suspensión, debido a que estas no llegan a ser disueltas. De tal manera que estas son arrastradas a lo largo de un curso de agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que solo dura mientras que el cuerpo de agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente solo se precipitarán después de haber sufrido coagulación (Ocasio, 2008).
- **Turbidez:** Se define como la falta de transparencia en un cuerpo de agua, esto se da debido a que existe presencia de sólidos disueltos en ella. La turbidez es un indicador de partículas suspendido que pueden ser originado por los sedimentos derivados de las cuencas hidrográficas o vertimientos de aguas residuales; cuando mayor sea la cantidad de sólidos suspendidos, mayor será el grado de turbidez, cuya medida es en Unidades Nefelométricas de Turbiedad, NTU, (Ocasio, 2008).
- **Conductividad:** Se define a la capacidad que tiene el agua en conducir una corriente eléctrica debido a las cantidades y características de los electrolitos presentes en el agua. El agua usualmente posee una conductividad eléctrica baja. Por esto se usan los valores de conductividad como indicadores aproximados de concentración de solutos. La conduc-

tividad eléctrica puede variar por la acción de temperatura o el material de composición del lecho, (Ocasio, 2008).

2.2.9. Parámetros químicos

- **Potencial de hidrógeno:** (Ocasio, 2008), afirma: químicamente el PH es la magnitud escalar numérica que se utilizará para especificar la lluvia, soluciones ácidas, soluciones básicas y soluciones salinas de masa de agua, donde indica del valor numérico de 0 a 7, es una sustancia ácida, el valor escalar igual a 7, indica neutralidad, y por otro lado el valor numérico escalar desde 7 a 14 es alcalina. Así mismo indica que las aguas naturales pueden tener PH ácido a causa de SO₂ y CO₂ disuelto, además las aguas residuales tienen un PH muy ácido.
- **Oxígeno disuelto:** (Ocasio, 2008) afirma: es la cantidad de oxígeno gaseoso que se encuentra disuelto en el agua. Así mismo las aguas superficiales limpias pueden estar cargado ampliamente por oxígeno, lo cual será muy importante para los seres vivos. Seguidamente si el nivel de oxígeno disuelto es bajo, entonces será un indicador de contaminación con materia orgánica cualificado como mala calidad de agua, por lo tanto, se recuerda que no se debe hacer uso de este recurso.
- **DBO₅:** (Ocasio, 2008), define: como un parámetro con aporte de la descomposición de las células animales y vegetales por la acción de las bacterias, los protozoos, las algas y los hongos, que mide la cuantía de oxígeno necesario por los microorganismos que hace que se deteriore un cuerpo o un compuesto por la acción del oxígeno. Es decir, se utiliza para cuantificar convenientemente el grado de contaminación. Así mismo se define como la demanda máxima de oxígeno gaseoso que será necesario para un curso de agua.
- **Nitratos:** El parámetro de los nitratos es compuestos que están formados por distintos elementos de compuestos químicos inorgánicos procedente

del nitrógeno (NO₃), esto se localiza naturalmente en menor cantidad de aglomeración en el suelo, en los alimentos, así también se encuentran en las aguas superficiales como también en aguas subterráneas, (FACSA, 2017).

2.2.10. Parámetros microbiológicos

- **Coliformes termotolerantes 45°C:** se denominaron así porque soportan temperaturas hasta de 45 °C. Estos microorganismos integran el grupo de los coliformes totales, pero la presencia de estas bacterias son indicadores importantes de higiene en alimentos y aguas, alertando una posible contaminación fecal de origen humano o animal, (Carrillo y Lozano, 2008).

2.3. Hipótesis.

2.3.1. Hipótesis general

- La Longitud del cauce del río Ichu influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua.

2.3.2. Hipótesis específicos

- La longitud del tramo influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua.
- La pendiente media del terreno influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua.
- La velocidad influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua.

2.4. Definición de términos

- **Río:** son corrientes naturales conformadas de agua dulce que fluyen permanentemente por efecto de la gravedad desde su nacimiento en las montañas hasta la desembocadura en mares lagos o ríos. Así mismo poseen características como el caudal, longitud, pendiente, entre otros, variando en todo su recorrido.
- **Perfil longitudinal de un río:** es una representación gráfica de un levantamiento de información de un curso del río que se traza desde su nacimiento (punto de interés aguas arriba) hasta un punto de aforo aguas abajo.
- **Vertimientos Urbanos:** son aquellas descargas de residuos domésticos, industriales, agropecuario, minero entre otros, a fuentes de agua o a la superficie del suelo, genera impactos negativos en el medio ambiente.
- **Aguas residuales:** se refiere cualquier tipo de agua, cuyas características originales han sido alteradas, en tal sentido la calidad del agua está afectada negativamente por las acciones antropogénicas.
- **Calidad de agua:** aunque la definición de calidad de agua no es absoluta, su importancia se debe dependiendo al uso al que se pueda destinar, de forma general pueden compararse tipos de agua de distinta procedencia y establecer, entre ellas diferentes grados de calidad. Para poder determinar y decidir si un cuerpo de agua es de una calidad deseable, se debe especificar el uso adecuado
- **Índice de calidad de agua (ICA):** es un instrumento de medición de carácter cuantificable que constituye herramientas matemáticas que integran información de varios parámetros físico-químico y microbiológico, para determinar la calidad del agua.
- **Estándar de calidad ambiental para agua (ECA-Agua):** los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, se precisa como un instrumento

2.5. Definición operativa de variables

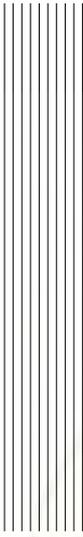
que nos permite fijar los valores máximos y mínimos permitidos de sustancias o parámetros físicos-químicos y microbiológicos, presentes en los cuerpos de aguas a ser analizados.

2.5. Definición operativa de variables

Tabla 2.2: Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: Longitud del cauce del río Ichu	Es aquella longitud comprendida entre un punto de desembocadura (aguas abajo) y un punto de interés situado (aguas arriba) de un mismo curso de río (Chagua, 2008, p,6)	Longitud del tramo Pendiente media del terreno Velocidad	Metros % m/s
Variable dependiente: Índice de calidad de agua (ICA)	Es un instrumento de medición de carácter cuantificable que constituye herramientas matemáticas que integran información de varios parámetros físico-químico y microbiológico, para determinar la calidad del agua (ANA, 2018).	Parámetros físicos Parámetros químicos Parámetros microbiológicos	Porcentaje (%)

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO: **III**

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. **Ámbito de estudio**

El área de estudio del presente trabajo de investigación se realizó en la cuenca del río Ichu y el punto de intervención es la longitud del cauce del río Ichu comprendida entre el distrito de Huancavelica y el distrito de Yauli. La región de Huancavelica, geográficamente se ubica 503252.22 m. Este 8586763.18 m norte, también se caracteriza por tener un clima semiseco entre los meses de abril - agosto, con presencia de lluvias entre los meses de diciembre - marzo. Este estudio se realizó en la época de estiaje en el mes de noviembre de 2019.

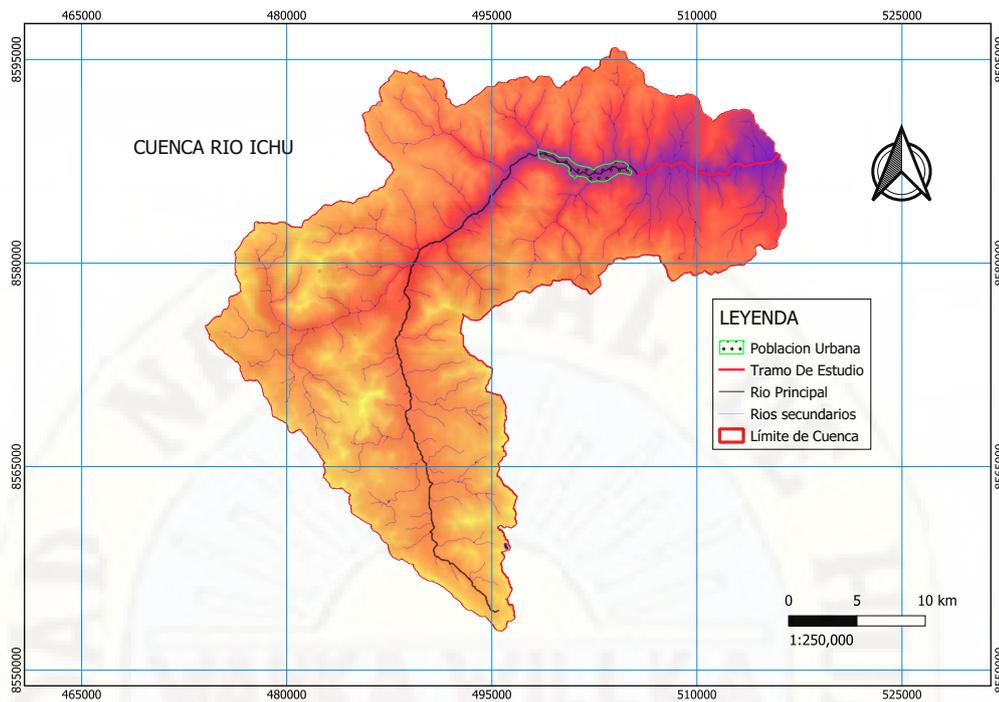


Figura 3.1: Ambito de estudio

3.2. Tipo de investigación

El tipo de nuestra investigación es aplicada: Sanchez et al. (2018, p,79), el tipo de investigación “práctico o utilitario que utiliza los conocimientos realizados por la investigación básica o teórica para la comprensión y solución de problemas inmediatos”.

En ese sentido, en la investigación denominada: Influencia de la longitud del cauce del río Ichu en el índice de calidad de agua, se determinó la influencia de las características del cauce del río Ichu en la calidad del agua dando solución práctica a la población de Yauli para negar o garantizar el uso de este recurso tan importante.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación para nuestra tesis es explicativo; “explica el comportamiento del porqué de los hechos de una variable en función de otra(s); al

ser un estudio que busca causa-efecto debe cumplir otros discernimientos de causalidad”. Según Supo (2012, p,2). En la investigación se analiza el comportamiento de nuestras variables de estudio: longitud del cauce del río Ichu e índice de calidad de agua.

3.4. Diseño de investigación.

Según Ramírez (1996, p,47), el diseño experimental: “permite identificar y cuantificar causación o relación de causa efecto de un fenómeno, a través de instrucciones controlados donde la manipulación y el control generan incidencia sobre el fenómeno del cual se estudia”. Por lo tanto, el diseño está relacionado con la hipótesis estadística. Así mismo, para nuestra tesis, el diseño de investigación es experimental .

3.5. Población, muestra, muestreo.

3.5.1. Población

Según Briones (1996, p,57), “La población es el conjunto de objetos que involucra al menos alguna característica en común con el colectivo, en el cual se estudiará tema expuesto en el proyecto de investigación. La demarcación exacta de la población es necesaria para el cumplimiento de los objetivos de la investigación”.

Para la presente investigación se tendrá una población correspondiente a la longitud del cauce del río Ichu comprendidas entre el distrito de Huancavelica y Yauli (12.27 Km).

3.5.2. Muestra

Según la proposición de Hernández et al. (2010) afirman que: “Es una subclase de la población establecida, sobre el cual se recolectarán los datos, estos datos deberán ser exactos y precisos, este deberá ser característico de dicha pobla-

ción”.

La muestra que se considerará para esta investigación será las estaciones de muestreo de cuerpos de agua, en la longitud del cauce del río Ichu. Por ende, para esta tesis la selección de muestras es de tipo no probabilístico, considerando como muestra 05 puntos de monitoreo a lo largo del tramo de estudio. En consecuencia, los puntos de muestreo se ubicaron de acuerdo a los criterios establecidos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales según: (ANA, 2018).

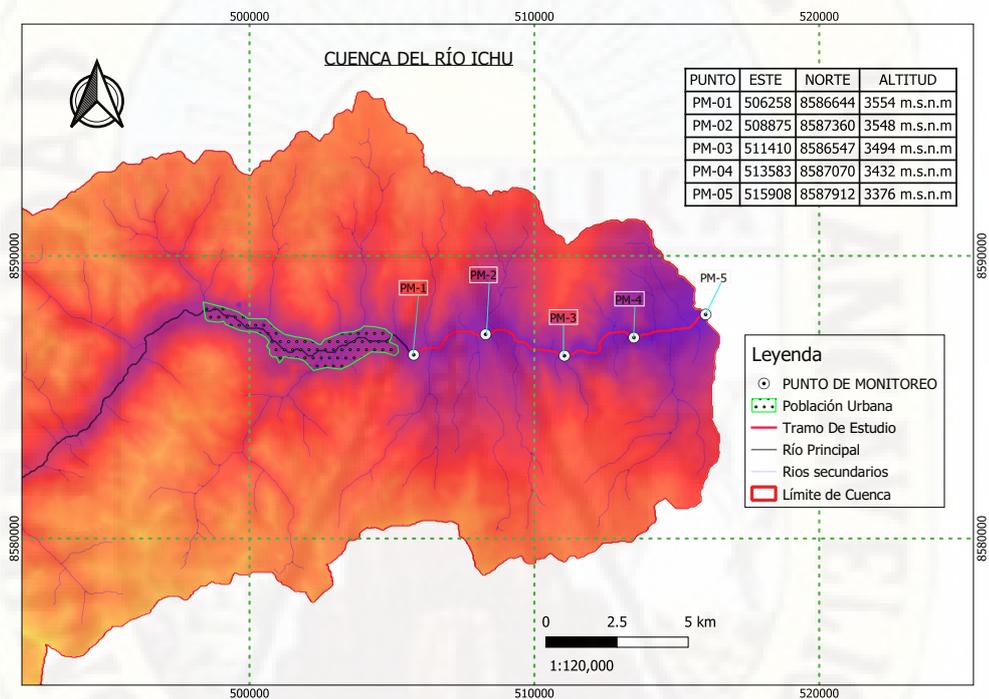


Figura 3.2: Zona de intervención y ubicación de puntos de monitoreo para la recolección de muestras

3.5.3. Muestreo

Para nuestra investigación, la técnica de muestreo es no probabilístico. Debido a que el procedimiento no es mecánico ni con aplicación de fórmulas probabilísticas, para nuestro caso depende de la toma de decisiones de los investigadores y desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Los procedimientos técnicos que se realizaron para la recolección de datos de la muestra y manejo de información que se emplearon en la presente investigación en a continuación:

La observación de campo y laboratorio: según Gonzales et al. (2011, p,147), afirman que: es una técnica que consiste en examinar atentamente el fenómeno, de los hechos ocurridos, así también se debe coger la información y luego registrarla para su posterior análisis. La percepción visual de campo es el recurso primordial de la observación descriptiva, se realiza en el lugar donde acontece los hechos o fenómenos investigados y la percepción visual de laboratorio, se realiza con grupos humanos previamente determinados, para observar su actuación físicos y mecánicos.

La observación

Mediante esta técnica logramos captar hechos y sucesos que se dieron durante la etapa de recolección de datos de la red hídrica y muestras de cuerpos de agua (parámetros físico-químicos y microbiológicos) ocurridos en la longitud del cauce del río Ichu.

- Comportamiento de los cuerpos de agua en la longitud del tramo.
- Propiedades morfométricas del cauce del río en estudio.

La medición

Con esta técnica se logró registrar los puntos de monitoreo de las muestras de agua en el tramo de estudio (parámetros físico-químicos y microbiológicos), así también se registró la velocidad del flujo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Datos de los cuerpos de agua (parámetros físico-químicos y microbiológicos).
- Características morfométricas del río Ichu.

Recolección de información en entidades estatales y no estatales.

Este método implica la gestión administrativa para acceder a la información disponible en entidades estatales y no estatales.

- Información sobre el índice de calidad del agua (ICA) según categoría del cuerpo de agua superficial.
- Registro de puntos de monitoreo del agua.

La descripción

Este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos obtenidos en la medición y observación.

- Tablas (índice de calidad de agua), gráficos, mapas y planos de la cuenca.

3.6.2. Instrumentos

Gonzales et al. (2011, p,184) mencionó: “se hace referencia a los recursos que el investigador pueda utilizar para recolectar información para poder abordar los problemas, estas técnicas se emplearán en el trabajo, también es oportuno hacer referencia su validez y confiabilidad entre otras cosas”.

Los principales instrumentos que se aplicaron son:

La observación

- Cámara fotográfica.

La medición

- Correntometro digital Global Wather.

Recolección de información en entidades estatales y no estatales.

- Guías y análisis de valores de cuerpos de agua (Potencia de Hidrógeno (PH), conductividad, turbidez, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), nitratos, oxígeno disuelto, temperatura y coliforme termotolerantes (44.5 °C)) en cada punto de control.

La descripción

- Hoja de cálculo de procesamiento de datos de parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua. (índice de calidad de agua).
- Software de sistema de información geográfica (Qgis).

3.6.3. Procedimiento de recolección de datos.

- Durante la observación: métodos de recolección de información de campo, reconocimiento físico de la cuenca, donde se evalúa sus características y ubicación de puntos de monitoreo de cuerpo de agua.
- Durante la medición: en cada punto de monitoreo se realiza la medición de velocidad de flujo (correntómetro), toma de muestras de agua y captura de coordenadas
- Durante la adquisición de datos e información: se refiere al análisis de parámetros del agua (Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga) ver tabla 3.1.

Tabla 3.1: Resumen de parámetros del agua a ser analizados

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Parámetros a Evaluar - CCME WQI	UND	ECA AGUA (D.S. N° 004-2017-MINAM)
Potencia de Hidrógeno (PH)	-	$5.5 \leq PH \leq 9$
Conductividad	uS/cm	1600
Turbidez	UNT	5
(DBO5)	mg/L	3
Nitratos (NO3)	mg/L	50
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5
Temperatura	c°	$\Delta 3$
Coliformes Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100mL	20

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

3.7.1. Técnicas de procesamiento

Las técnicas para el procesamiento de los datos fueron:

- **Estadística descriptiva o exploratoria:** según Acosta et al. (2014, p,6), es una parte de estadística que se ocupa de la recopilación, categorización y simplificación de una determinada información. Esta información recopilada se deberá resumir en cuadros, tablas y gráficos los cuales se deberán realizar una descripción en forma adecuada el comportamiento de la información recolectada. Para el respectivo procesamiento de datos de las muestras de agua y datos del cauce del río Ichu, se emplearon cuadros y gráficos que nos permiten resumir, explorar y explicar la información obtenida.
- **Estadística inferencial:** según Ñaupas et al. (2018, p,430) plantea: en síntesis, podemos afirmar que la estadística inferencial, es parte fundamental de la estadística general, que busca deducir, sistematizar las cualidades observadas en una determinada muestra respecto a una población. Mediante modelos matemáticos estadísticos podemos estimar parámetros y probar hipótesis con base en la distribución muestral. Para nuestra investigación la prueba de hipótesis se efectúa mediante el análisis paramétricos y no paramétricos.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para nuestra investigación se plantea el método de regresión lineal múltiple, con Software estadístico Minitab Statistical.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3 + \dots + \beta_k \cdot X_k \quad (3.7.1)$$

Donde:

variables: variable dependiente (Y) y la otra como variable independiente (X).

Y :: índice de calidad de agua (%).

X: longitud del cauce del río Ichu

X₁: longitud (m)

X₂: pendiente (%)

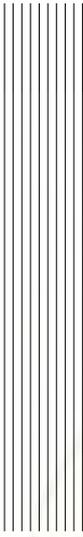
X₃: velocidad (m/s)

El estadístico de prueba que se utilizará para la presente investigación será el análisis de varianza (ANOVA) y Tstudent, para una confiabilidad de 95% y una significancia de 5%.

3.7.2. Análisis de datos

Para el análisis de los datos recopilados en la investigación, se emplearon los siguientes softwares y lenguajes de programación siguientes:

- Software QGis v3.18: para análisis, evaluación de cuenca y caracterización del cauce del río Ichu.
- Software Minitab Statistical: para el procesamiento y análisis estadístico de la información.
- Hoja de cálculo: para determinar el índice de calidad del agua (ICA-PE)



CAPÍTULO: **IV**

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información.

A continuación, presentamos los procedimientos y resultados derivados del análisis de información para lograr el objetivo de la presente investigación. Los resultados se presentan en formatos tabulares y gráficos, construidos mediante softwares informáticos como Minitab Statistical, hojas de cálculo, QGis, entre otros.

4.1.1. Área de estudio.

La zona de estudio está ubicada en la cuenca del río Ichu, que comprende a la longitud del río entre el punto aguas abajo de la ciudad de Huancavelica y el punto aguas arriba de la ciudad de Yauli con una longitud de 12.27 km, ubicado en la provincia y departamento de Huancavelica. Se localiza geográficamente entre las coordenadas Este: 502934, Norte: 8586393.08 ver figura 4.1. La cuenca tiene un área de 776.35 km² y una pendiente media de la cuenca de 14.88 %.

4.1. Análisis de información.

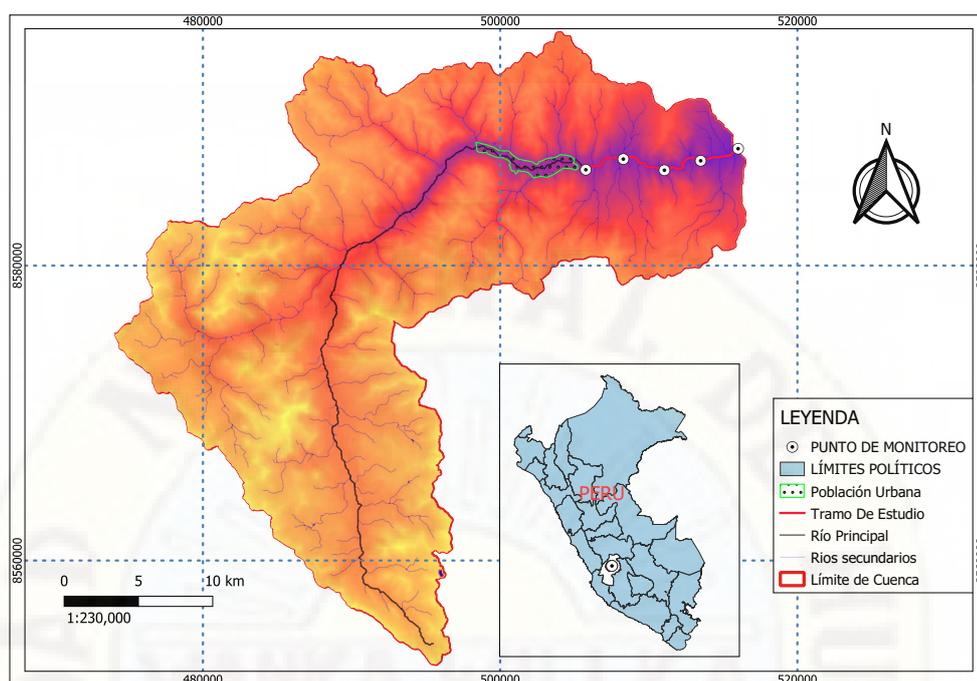


Figura 4.1: Ubicación y localización geográfica del ámbito de estudio

Para lo cual tenemos 05 puntos de monitoreo a lo largo del tramo de estudio (12.27 km) y un punto adicional de monitoreo, el cual nos servirá como referencia. Este punto está ubicado estratégicamente aguas arriba de zona urbana de Huancavelica, para los respectivos análisis de parámetros, con coordenadas mostradas en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1: Resumen de parámetros del agua a ser analizados

PUNTO DE MONITOREO	DESCRIPCION DEL PUNTO DE MONITOREO	CATEGORÍA	COORDENADAS UTM WGS 84		ALTITUD
			ESTE	NORTE	
PM-00	Chuñuranra (Pto. referencia)	Cat. 1: Poblacional y	495425	8585590	3780m.s.n.m
PM-01	Pte. Santa Rosa	Recreacional. Subcategoría	506258	8586644	3598 m.s.n.m
PM-02	Altura Antacocha	A2: Aguas que pueden ser	508875	8587360	3541 m.s.n.m
PM-03	Pte. Parccacancha	potabilizadas con	511410	8586547	3501 m.s.n.m
PM-04	Altura Matipacana	tratamiento convencional	513583	8587070	3428 m.s.n.m
PM-05	Yauli		515908	8587912	3386 m.s.n.m

4.1.2. Parámetros morfométricos de la cuenca y propiedades de la longitud del tramo en estudio

En la siguiente Tabla 4.2. se muestra el resumen de las principales características de la cuenca y de la longitud del tramo en estudio del cauce del río Ichu.

Tabla 4.2: Resumen parámetros morfométricos de cuenca y propiedades del tramo en estudio

Parámetro	Símbolo	Medición	Resultado
Área de la cuenca	A	Digital	776.35 km ²
Périmetro	P	Digital	188.17 km
Índice de Gravelius	K	$0.25P/\sqrt{A}$	1.68
Factor de forma	f	Ancho/L	0.23
Cota máxima	C máx	Digital	5020 m.s.n.m
Cota mínima	C mín	Digital	3386 m.s.n.m
Longitud del cauce principal	Long.	Digital	68.06 km
Pendiente media de la cuenca	S	$\Delta/Long$	14.88%
Orden de red hídrica	Ac	Digital	6
Centro de gravedad	X	Digital	503022 m E
Centro de gravedad	Y	Digital	8586746 m S
Resumen de las propiedades de la longitud del tramo en estudio			
Longitud del cauce	Long.	Digital	12.27 km
Pendiente media	S	Digital	1.72%
Cota máxima	C máx	Digital	3598 m.s.n.m
Cota mínima	C mín	Digital	3386 m.s.n.m

4.1.3. Perfil longitudinal del tramo en estudio del río Ichu

En la Figura 4.2 del perfil longitudinal nos permitirá relacionar las características de la longitud del tramo del río Ichu y nos brindará una información más detallada, que son muy importante para ver el comportamiento de cada parámetro del cuerpo de agua analizado en una longitud de 12.27 km.

4.1. Análisis de información.

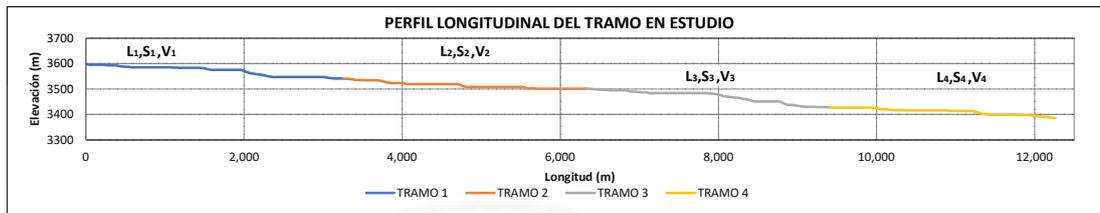


Figura 4.2: Perfil longitudinal del tramo de estudio

A continuación, se muestra la Tabla 4.3 con las propiedades del cauce principal en estudio divididos en 4 tramos para un análisis descriptivo que se encuentra dentro de la cuenca del río Ichu, con una longitud total de 12267 m.

Tabla 4.3: Resumen de propiedades del cauce del río Ichu

Tramo de estudio	Longitud	Pendiente Promedio	Velocidad de Flujo Promedio
Tramo I	3239 m	1.76%	1.65 m/s
Tramo II	3064 m	1.31%	1.60 m/s
Tramo III	3077 m	2.37%	1.22 m/s
Tramo IV	2887 m	1.45%	1.35 m/s

4.1.4. Resultado de los parámetros analizados del cuerpo de agua en cada punto de monitoreo

Los parámetros analizados son un total de (08) para cada punto de monitoreo, como el cual se realizó en noviembre de 2019 por el laboratorio de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en la zona de estudio que está a lo largo de río Ichu comprendidas entre la ciudad de Huancavelica y Yauli con una longitud de 12.27 km. Estos datos que se muestran en la Tabla 4.4, nos permitirán determinar el índice de calidad del agua (ICA) para cada punto de monitoreo.

Tabla 4.4: Resumen de parámetros-físico, químicos y microbiológicos del agua

4.1. Análisis de información.

Parámetros a Evaluar - CCME WQI	Unidad de Medida	ECA AGUA (D.S. N° 004-2017-MINAM)	Muestra 00 Chuñuranra (Referencial)	Muestra01 Pte. Santa Rosa	Muestra 02 Antacocha	Muestra 03 Pte. Parccacancha	Muestra 04 Matipaccana	Muestra 05 Yauli
Potencia de Hidrógeno (PH)	-	5.5≤PH≤9	8.2	7.42	8.3	8	8.04	8.42
Conductividad	uS/cm	1600	394	683	657	649	719	692
Turbidez	UNT	100	10.02	58	74	148	31.99	31.32
Parámetros Físico-Químico								
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5	1	36	7	5	4	3
Nitratos (NO3)	mg/L	50	1.53	2.83	2.76	2.7	2.61	2.09
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	>=5	73.2	59.8	69.6	70.4	93.7	86
Temperatura	c°	Δ 3	11.8	15.23	17.67	17.83	19.68	19.76
Microbiológicos Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	0	11200	1300	900	700	600

En la Tabla 4.4, muestra valores de los parámetros analizados en 06 puntos de monitoreo. Cabe mencionar que el punto de monitoreo 00, es punto de referencia que está ubicado aguas arriba de la ciudad de Huancavelica, consideramos que estas aguas ubicado en (Chuñuranra), están libres de contaminantes. Los puntos de monitoreo N° 01, 02, 03, 04, 05 corresponden básicamente al tramo de estudio.

Se observa que los parámetros que no cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua para la categoría 1: poblacional y recreacional y subcategoría A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional son: para la muestra N°01 ubicado en el (puente Santa Rosa): la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) que tiene un valor de 36mg/L, y los coliformes termotolerantes (44.5°) quien tiene un valor de 11200 NMP/100mL. Para la muestra N°02 ubicada en (Antacocha), el parámetro la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) que tiene un valor de 7mg/L y para la muestra N°03 ubicada en (Puente Parccacancha) no cumple la turbidez con un valor de 148UNT.

También se puede afirmar que todos los parámetros para la muestra (0) de referencia cumplen con los ECA del agua.

4.1.5. Análisis y comparación de los parámetros del cuerpo de agua con el perfil longitudinal del tramo en estudio

A continuación, se presentan los resultados de cada parámetro a lo largo del perfil longitudinal del río Ichu correspondiente a los 5 puntos de monitoreo considerados en tramo de estudio, el cual nos mostraran un análisis y comportamiento detallado de cada parámetro.

4.1.5.1. Perfil longitudinal del río Ichu vs potencia de hidrógeno (PH)

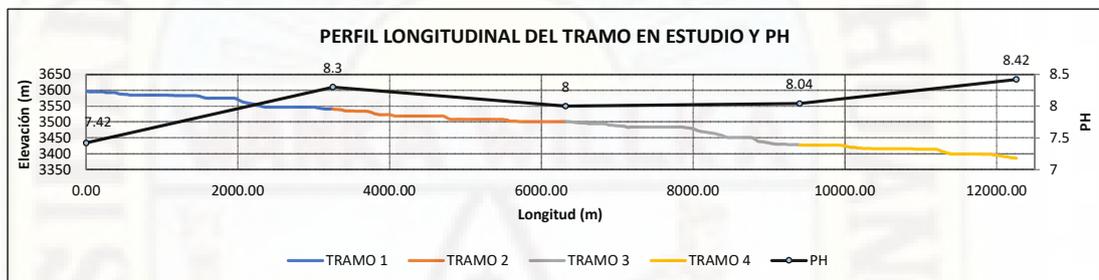


Figura 4.3: Perfil longitudinal del tramo en estudio vs potencia de hidrógeno

En la Figura 4.3, se muestra el comportamiento de la potencia de hidrogeno (PH) a lo largo del recorrido del río Ichu en una longitud de 12.27 km, observamos que este parámetro en punto de monitoreo N°01, es considerado el más crítico (puente Santa Rosa) mide 7.42 que ligeramente asciende a un valor de 8.43 que corresponde al punto de monitoreo número N°5 considerado el más óptimo (Yauli), y el valor de PH en el punto de referencia (Chuñuranra) es un valor promedio de 8.20, estos valores nos dicen que no guardan relación con la pendiente ni con la longitud del río Ichu, también vemos que estos valores obtenidos están dentro de los estándares de calidad ambiental del agua (ECA) para la categoría 1 y subcategoría A2 que están en los rangos de $5.5 \leq PH \leq 9.0$.

4.1.5.2. Perfil longitudinal del río Ichu vs conductividad

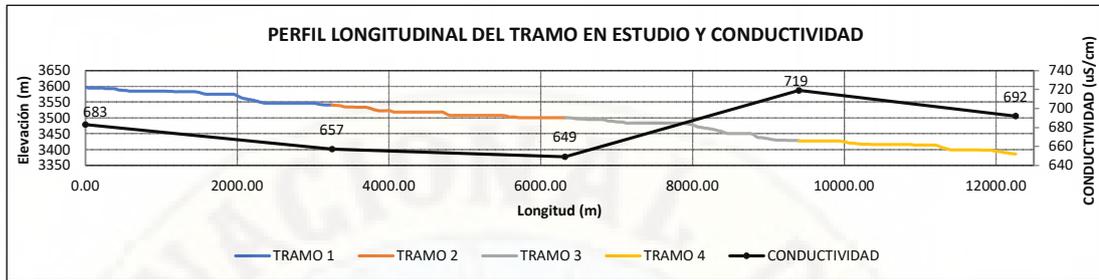


Figura 4.4: Perfil longitudinal del tramo en estudio vs conductividad

En la Figura 4.4, se muestra el comportamiento del parámetro conductividad a lo largo del perfil longitudinal del río Ichu (12km), obtenidos durante el estudio de los 5 puntos de monitoreo, haciendo una comparación con la muestra N°00 de referencia (Chuñuranra) de valor de 394 uS/cm. Se observa que la conductividad varía considerablemente respecto a los datos del tramo de estudio, de esto podemos mencionar que los datos de conductividad obtenidos en el tramo de estudio no guardan relación con la pendiente ni con la longitud del río Ichu. Debido a que no mantiene una tendencia constante. También se determinan que los valores de la conductividad no sobrepasan los estándares de calidad ambiental del agua (ECA) ya que son menores de 1600 uS/cm.

4.1.5.3. Perfil longitudinal del río Ichu vs turbidez

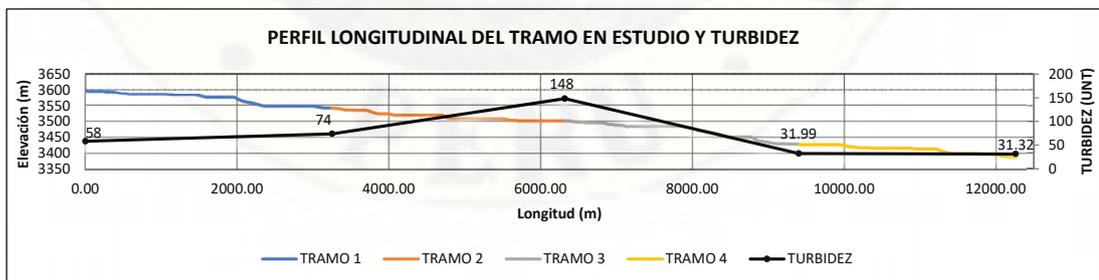


Figura 4.5: Perfil longitudinal del tramo en estudio vs turbidez

En la Figura 4.5, se muestra el comportamiento del parámetro turbidez a lo largo del perfil longitudinal del río Ichu (12km) con respecto al dato obtenido

4.1. Análisis de información.

en la muestra referencial N°00 (Chuñuranra) que tiene un valor de 10.02UNT, y los datos de los 5 puntos de monitoreo en el tramo de estudio, con valores de 58UNT, 74UNT, 148UNT, 31.99UNT, 31.32UNT. Nos dice que los niveles de turbidez en el tramo de estudio son mayores, eso debido a que las aguas fueron alteradas en zona urbana de Huancavelica. Podemos afirmar que el parámetro de turbidez no tiene relación con la pendiente ni con la longitud del tramo en estudio. El valor de la turbidez obtenido en la muestra N°03, supera los estándares de calidad ambiental del agua (ECA) por ser mayor a 100UNT.

4.1.5.4. Perfil longitudinal del río Ichu vs demanda bioquímica de oxígeno

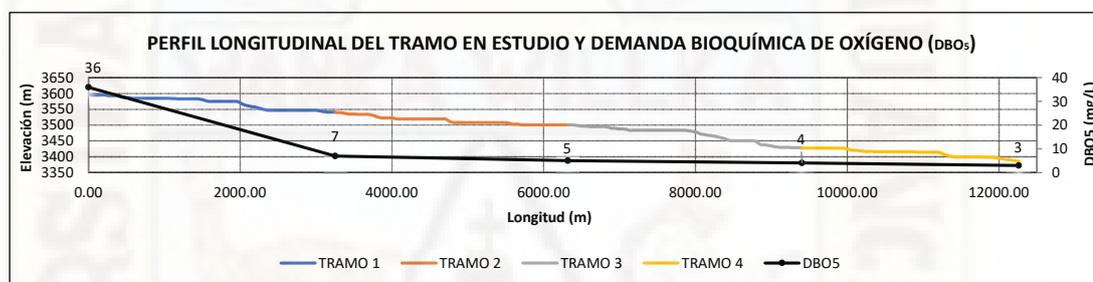


Figura 4.6: Perfil longitudinal del tramo en estudio vs demanda bioquímica de oxígeno

En la Figura 4.6, se muestra el comportamiento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) a lo largo del recorrido del río Ichu en una longitud de 12.27km, en el punto de monitoreo N°01 considerado el más crítico (puente Santa Rosa) mide 36mg/L que desciende considerablemente hacia el punto de monitoreo número N°5 considerado el más óptimo (Yauli) con un valor de 3mg/L. Estos valores no permiten afirmar que guardan relación con la pendiente y la longitud del río Ichu. También vemos que el valor en la muestra N°01 y la muestra N°02 sobrepasa los estándares de calidad ambiental del agua (ECA) para la categoría 1 y subcategoría A2 que son ≤ 5 mg/L.

4.1.5.5. Perfil longitudinal del río Ichu vs nitratos (NO₃)

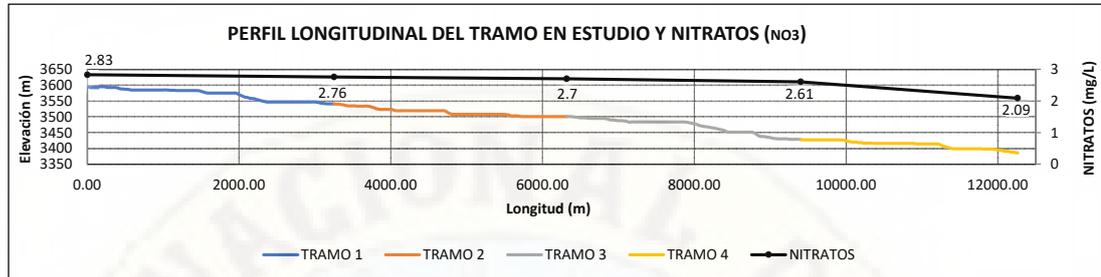


Figura 4.7: Perfil longitudinal del tramo en estudio vs Nitratos

En la Figura 4.7, se muestra el comportamiento del parámetro nitratos (NO₃) a lo largo del recorrido del río Ichu en una longitud de 12.27km, se observa que todos los datos están muy por debajo de los estándares de calidad ambiental del agua (ECA) para la categoría 1 y subcategoría A2, ya que estos valores son menores que 50mg/L. A lo largo del recorrido, el parámetro mantiene un descenso constante que podríamos afirmar que guarda relación con la pendiente y la longitud del tramo en estudio, existiendo una variación de 0.74mg/L entre el punto crítico (puente Santa Rosa) y el punto óptimo (Yauli).

4.1.5.6. Perfil longitudinal del río Ichu vs oxígeno disuelto (OD)

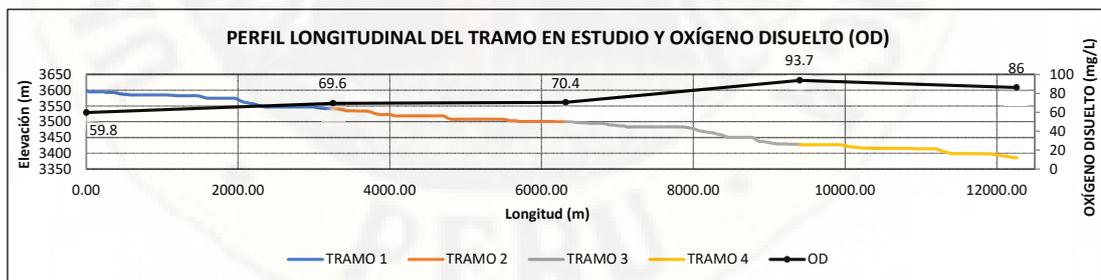


Figura 4.8: Perfil longitudinal del tramo en estudio vs oxígeno disuelto

En la Figura 4.8, se muestra el comportamiento del parámetro oxígeno disuelto (OD) a lo largo del recorrido del río Ichu en una longitud de 12.27 km, se observa que los datos del parámetro tienen una tendencia creciente que nos permite decir que los datos varían de a lo largo del recorrido, a la vez, estos

4.1. Análisis de información.

valores cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua (ECA) para la categoría 1 y subcategoría A2, ya que estos valores son mayores que $\geq 5\text{mg/L}$.

Con respecto a la muestra (00) de referencia (Chuñuranra) el oxígeno disuelto con valor de 73.2mg/L , se encuentra en los rangos de 59.8mg/L y 86mg/L de la muestra 01 y 02 respectivamente.

4.1.5.7. Perfil longitudinal del río Ichu vs temperatura

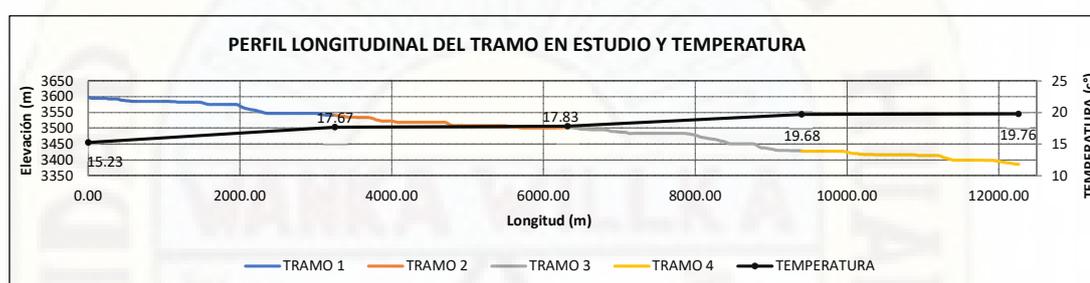


Figura 4.9: Perfil longitudinal del tramo en estudio vs temperatura

En la Figura 4.9, se muestra el comportamiento del parámetro temperatura a lo largo del recorrido del río Ichu en una longitud de 12.27 km, se observa que los datos del parámetro tienen una tendencia creciente, que nos permite decir que los datos varían de a lo largo del recorrido a la vez, estos valores cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua (ECA) para la categoría 1 y subcategoría A2.

Con respecto a la muestra (00) de referencia (Chuñuranra) la temperatura con valor de 11.80 C° , se encuentra por debajo de los valores obtenidos en el tramo de estudio, esto sucede por diversos factores, uno de ellos es porque las altitudes en cada punto de monitoreo descienden considerablemente.

4.1.5.8. Perfil longitudinal del río Ichu vs coliformes termotolerantes (44.5°C)

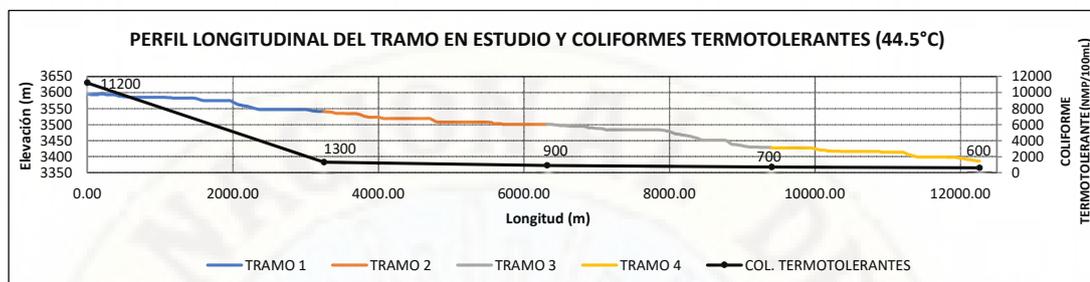


Figura 4.10: Perfil longitudinal del tramo en estudio vs coliformes termotolerantes

En la Figura 4.10, se muestra el comportamiento del parámetro microbiológico coliformes termotolerantes a lo largo del recorrido del río Ichu en una longitud de 12.27 km, se observa que los valores del parámetro tienen una tendencia descendiente, que nos permite decir que los datos varían de a lo largo del recorrido, lo que indicaría que la pendiente y longitud ejerce influencia sobre los coliformes termotolerantes. También se observa que el valor en punto de monitoreo (01) no cumple con los estándares de calidad ambiental del agua (ECA) para la categoría 1 y subcategoría A2.

Con respecto a la muestra (00) de referencia (Chuñuranra) el valor del coliforme termotolerantes es 0 NMP/100 mL, debido a que estas aguas están libres de contaminación, en comparación de los demás puntos de monitoreo que están alteradas por aguas residuales ocasionadas por la zona urbana de la ciudad de Huancavelica.

4.1.6. Índice de calidad del agua en la longitud del cauce del río Ichu

En el Perú, la estimación de la calidad de agua se efectúa a través de la comparación de resultados de un conjunto de parámetros con características físicos-químicos y microbiológicos con los valores determinados en el ECA-agua según la categoría del cuerpo de agua superficial, para nuestro estudio

4.1. Análisis de información.

corresponde la categoría 1: poblacional y recreacional, y subcategoría A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Para nuestro caso, la determinación del ICA-PE para un punto de monitoreo de forma referencial y puntual se emplearán las siguientes formulas establecidas en el manual que mediante resolución jefatural N°068-2018-ANA, se dispuso la publicación del documento denominado “Metodología para la determinación del índice de calidad del agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales y superficiales”.

Siendo la aplicación para (01) monitoreo, y data correspondiente a ese monitoreo, se tiene:

F1-alcance: representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, estándares de calidad ambiental para agua (ECA-Agua) vigente, respecto al total de parámetros a evaluar.

F3-amplitud: es la medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

$$F_1 = \frac{N^{\circ} \text{ de parámetros que cumplen los ECAS - Agua}}{N^{\circ} \text{ total de parámetros a evaluar}} \quad (4.1.1)$$

$$F_3 = \frac{\text{Suma normalizada de excedentes}}{\text{Suma normalizada de excedentes} + 1} * 100 \quad (4.1.2)$$

$$ICA - PE = 100 - \sqrt[2]{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} \quad (4.1.3)$$

Tabla 4.5: Interpretación de la calificación ICA-PE

4.1. Análisis de información.

ICA-PE	Calificación	Interpretación
90-100	Excelente	La calidad de agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
75-89	Bueno	La calidad de agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45-74	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
30-44	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0-29	Pésimo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

El valor del índice de calidad de agua es un indicador que se manifiesta en valores comprendidos entre 0 a 100, el cual nos permite ubicar en las escalas descritas en la Tabla 4.5, que son niveles de sensibilidad que expresan y califican el estado de la calidad de agua, con calificaciones de pésimo, malo, regular, bueno y excelente como se muestra a continuación:

4.1.6.1. Resultados del índice de calidad del agua en la cuenca del río Ichu

Tabla 4.6: Resumen de índice de calidad de agua (ICA-PE) diciembre 2019

Punto de Monitoreo	Cuerpo de Agua	Resultado ICA-PE	Calificación
Chuñuranra	Río Ichu	100	EXCELNTE
Pte. Santa Rosa	Río Ichu	61	REGULAR
Antacocha	Río Ichu	89	BUENO
Pte. Parccacancha	Río Ichu	89	BUENO
Matipaccana	Río Ichu	100	EXCELNTE
Yauli	Río Ichu	100	EXCELNTE

En la Tabla 4.6, los resultados ICA muestran un valor único en el rango de valores de 0 a 100, el cual presenta una calificación del estado de la calidad del agua de la cuenca de río Ichu. El resultado en el punto de monitoreo (01) tiene un valor de ICA = 61 con calificación REGULAR que nos quiere decir

4.1. Análisis de información.

que la calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.

En punto de monitoreo 02 y 03 el valor de ICA=89 con calificación BUENO, se dice que la calidad de agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.

Para el punto de monitoreo 04, 05 y 00 (muestra de referencia) el ICA=100 con calificación EXCELENTE, nos menciona que la calidad de agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.

El ICA-PE en tramo de estudio con una longitud de 12.27 km, van en la calificación de regular a excelente, dándonos a entender de uno de los posibles factores como la longitud del tramo, pendiente y velocidad, generaría un impacto significativo en los resultados. Se precisa que la (Figura 13) considera los resultados del ICA.

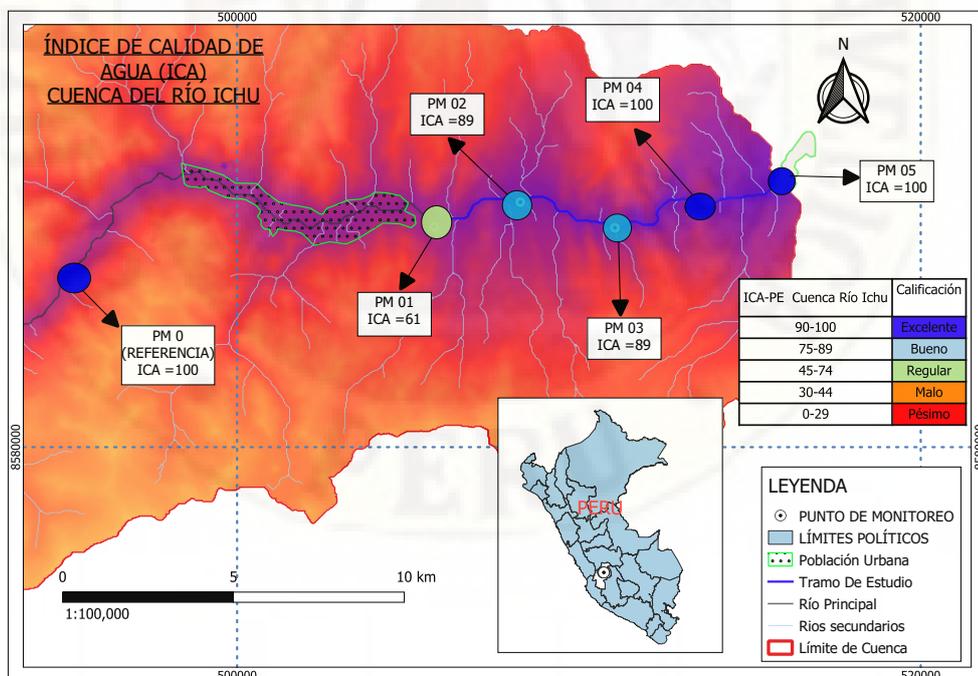


Figura 4.11: Mapa de puntos de monitoreo y resultados de ICA-PE en la cuenca del río Ichu

4.2. Prueba de hipótesis.

4.2.1. Prueba de hipótesis general

Para poder desarrollar la prueba de hipótesis, haremos uso de la recta de regresión lineal múltiple poblacional.

La ecuación de la regresión lineal múltiple estimada es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1.X_1 + \beta_2.X_2 + \beta_3.X_3 \quad (4.2.1)$$

A partir de los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo se muestra la siguiente Tabla 4.7:

Tabla 4.7: Registro de los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo

N° de Muestras	Y	X1	X2	X3
1	61	0	0	0
2	89	3239 m	1.76	1.65 m/s
3	89	6303 m	1.53	1.63 m/s
4	100	9380 m	1.81	1.49 m/s
5	100	12267 m	1.72	1.46 m/s

donde:

Y: ICA-PE, X1: longitud del tramo acumulado, X2: pendiente media del tramo acumulado (%), X3: velocidad promedio del tramo acumulado.

- **Paso 1: planteamiento de hipótesis**

- Hipótesis nula (H_0): la longitud del cauce del río Ichu no influirá significativamente en el índice de calidad de agua.
- Hipótesis alterna (H_a): la longitud del cauce del río Ichu influirá significativamente en el índice de calidad de agua.

Por lo tanto, definiremos de la siguiente manera:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$$

$$H_a: \beta_i \neq 0$$

4.2. Prueba de hipótesis.

- Paso 2: Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

- Estadístico de prueba (ANOVA)

$$F = \text{CMR} / \text{CME} \quad F(k, n-k-1)$$

- Paso 4: Regla de decisión

$$F_{\text{crítico}} = F(1-\alpha, k, n-k-1) = F(0.95, 3, 1) = 215.71$$

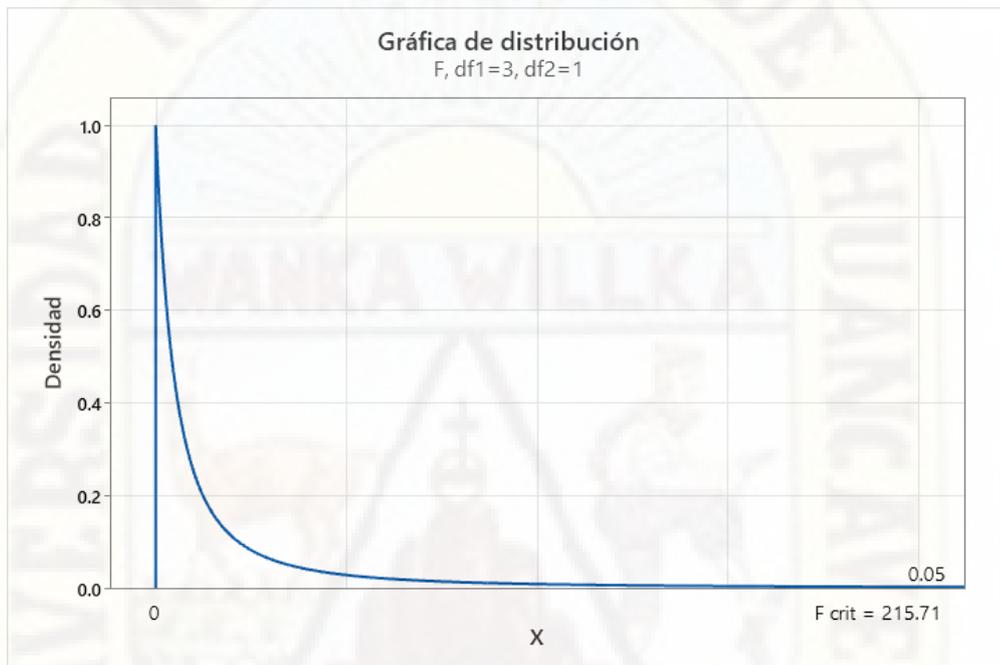


Figura 4.12: Gráfico del estadístico Fisher

Tabla 4.8: Resumen de modelo

SR	Cuadrado R	Cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0144446	99.80%	99.18%	0.00%

Tabla 4.9: Análisis de varianza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Regresion	3	1016.71	338.905	162.43	0.058
X1	1	46.20	46.198	22.14	0.133
X2	1	28.06	28.056	13.45	0.169
X3	1	3.46	3.462	1.66	0.420
Error	1	2.09	2.086		
Total	4	1018			

■ **Paso 5: determinación de la región de rechazo**

Se rechaza H_0 : si $F_{cal} > F_{crit}$

Se acepta H_0 : si $F_{cal} < F_{crit}$

Por lo tanto:

$F_{cal}=162.43 < F_{crit} = 215.71$, se acepta la hipótesis nula (H_0).

- **Paso 6:** con un error de tipo I y una confianza de 95 %, se puede afirmar que longitud del cauce del río Ichu, no ejerce un efecto significativo en el índice de calidad de agua (ICA), aceptando la hipótesis nula (H_0).

4.2.2. Prueba de hipótesis específica

■ **Paso 1: Planteamiento hipótesis específico**

Hipótesis nula (H_0)

La longitud del tramo no influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua, la pendiente media del terreno no influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua, la velocidad no influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua.

Hipótesis alterna (H_1)

La longitud del tramo influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua, la pendiente media del terreno influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua, la velocidad influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua.

Para poder desarrollar la prueba de hipótesis haremos uso de la recta de regresión lineal múltiple estimada.

4.2. Prueba de hipótesis.

La ecuación de la regresión lineal múltiple estimada es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3 = 61.01 + 0.001187 \cdot X_1 + 20.67 \cdot X_2 - 7.07 \cdot X_3 \quad (4.2.2)$$

Por tanto, definiremos de la siguiente manera:

$$H_0: \beta_1 = 0; H_1: \beta_1 \neq 0$$

$$H_0: \beta_2 = 0; H_1: \beta_2 \neq 0$$

$$H_0: \beta_3 = 0; H_1: \beta_3 \neq 0$$

- **Paso 2: Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$
- **Paso 3: estadístico de prueba (T de estudent)**

$$t = \frac{\beta_i}{ES_{\beta_i}} \quad (4.2.3)$$

- **Paso 4: Regla de decisión**

$$T_2 = t(1 - \alpha/2, n - k - 1) = t(0.975, 1) = 12.71$$

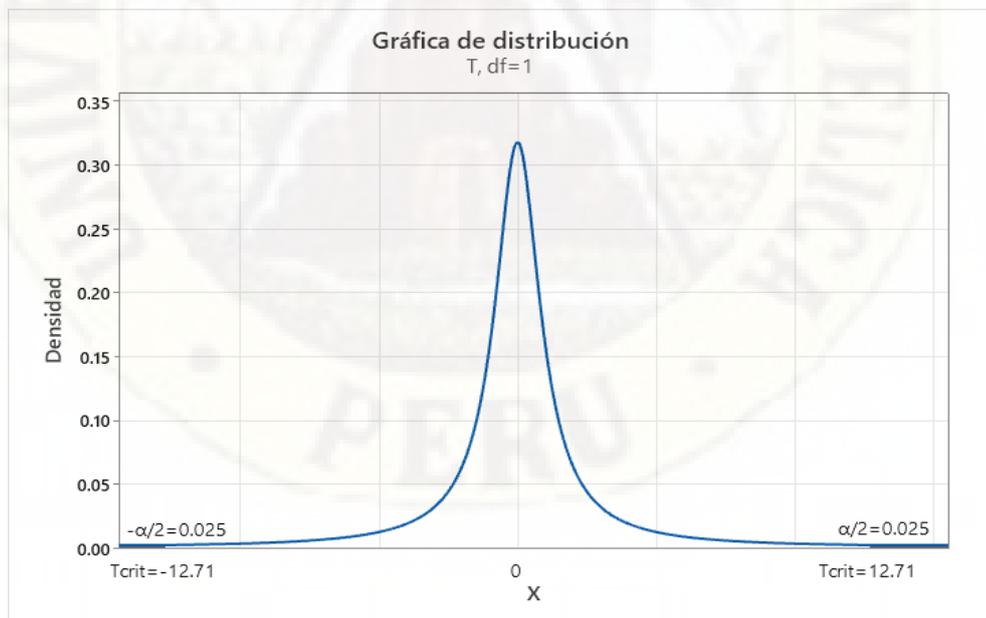


Figura 4.13: Gráfico del estadístico T de student

Tabla 4.10: Coeficiente

Término	Coef	Eedel Coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	61.01	1.44	42.24	0.015	
X1	0.0012	0.000252	4.71	0.133	2.87
X2	20.67	5.64	3.67	0.169	36.10
X3	-7.07	5.49	-1.29	0.420	28.40

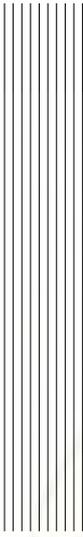
■ **Paso 5: determinación de región de rechazo**

$T_{cal_1}=4.70549$ como $-12.71 \leq T_{cal_1} \leq 12.71$ se acepta $H_0 : \beta_1 = 0$

$T_{cal_2}=3.66699$ como $-12.71 \leq T_{cal_2} \leq 12.71$ se acepta $H_0 : \beta_2 = 0$

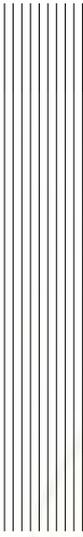
$T_{cal_3}=-1.2881$ como $-12.71 \leq T_{cal_3} \leq 12.71$ se acepta $H_0 : \beta_3 = 0$

- **Paso 6:** Con un riesgo de tipo I y una confianza de 95 %, se puede afirmar que la longitud del tramo, la pendiente media y la velocidad, no muestran un efecto significativo en índice de calidad del agua (ICA) aceptando la hipótesis nula (H_0).



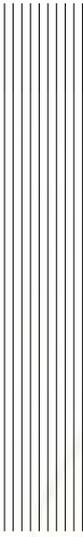
Conclusiones

- En esta tesis mediante la prueba de hipótesis, se determinó que la longitud del cauce del río Ichu no influye significativamente en el índice de calidad de agua, para una significancia de 5% y confianza de 95%.
- Las características del cauce del río Ichu como: la longitud, pendiente media y la velocidad de flujo, no influyen significativamente en el índice de calidad de agua. Debido a que no guardan relación alguna.
- El índice de calidad de agua tuvo una calificación excelente a una longitud de 9.38km respecto al punto de monitoreo (01), también esta calificación se refleja en el punto de referencia ubicada aguas arriba de la zona urbana de Huancavelica.
- Según los datos obtenidos, a lo largo del perfil longitudinal del río Ichu, solo los parámetros como: demanda bioquímica de oxígenos (DBO5), nitratos (NO3) y coliformes termotolerantes (44.5°C) variaron con una tendencia descendente y la temperatura con una tendencia ascendente, el cual nos permite afirmar que la longitud la pendiente y la velocidad del flujo influirían de manera significativa hacia estos parámetros. (con la excepción del PH, oxígeno disuelto, turbidez y conductividad que tuvieron una tendencia irregular).



Recomendaciones

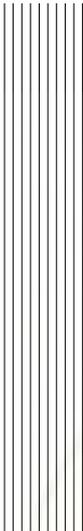
- Fortalecer esta investigación sobre el índice de calidad de agua en río Ichu, con puntos de monitoreo en tramos de 1.00 km a lo largo del recorrido, tomando en cuenta las épocas de estiaje y avenidas máximas, para poder tener un mejor análisis de los parámetros que intervienen en la investigación.
- Es importante informar a la población de la zona urbana de Yauli, que haga uso del recurso importante sabiendo que el índice de calidad de agua (ICA) es excelente para la categoría 1 y subcategoría A2 (aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional).
- Fomentar proyectos experimentales en la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huancavelica, con el objetivo de disminuir la contaminación del río Ichu.



Referencias

- Acosta, Linares, y Piña. (2014). *Estadística inferencial (ce29)*.
- ANA. (2018). *Metodología para la determinación del Índice de calidad de los recursos hídricos superficiales en el Perú Ica-Pe, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales* (Inf. Téc.). AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA.
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., y Romero, H. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. En E. de la U (Ed.), (5ª ed., p. 430).
- Briones, G. (1996). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales*.
- Calvo, J., y Polo, Z. (2017). *Evaluación de la contaminación del río Huatanay ? provincias de Cusco y Quispicanchi* (Tesis de Master no publicada). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco-Perú.
- Carrillo, E., y Lozano, A. (2008). *Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar Chromocult*.
- Chagua, J. (2008). Estudio de inundación de la zona correspondiente al distrito de Calango, provincia de Cañete, departamento de Lima, mediante el uso de los modelos matemáticos HEC-HMS y HEC-RAS. En (p. 6).
- Chávez, L. (2015). *Evaluación espacial y temporal del índice de calidad del agua del río Cazonas en Coatzacoatlán, Ver.* (Tesis de Master no publicada). Universidad Veracruzana ? México.
- FACSA. (2017, enero). *Nitratos*. Descargado de <https://www.facsa.com/los-nitratos/>
- García, T. (2012). *Propuesta de Índices de calidad de agua para ecosistemas hídricos de Chile* (Tesis de Master no publicada). Universidad de Chile.

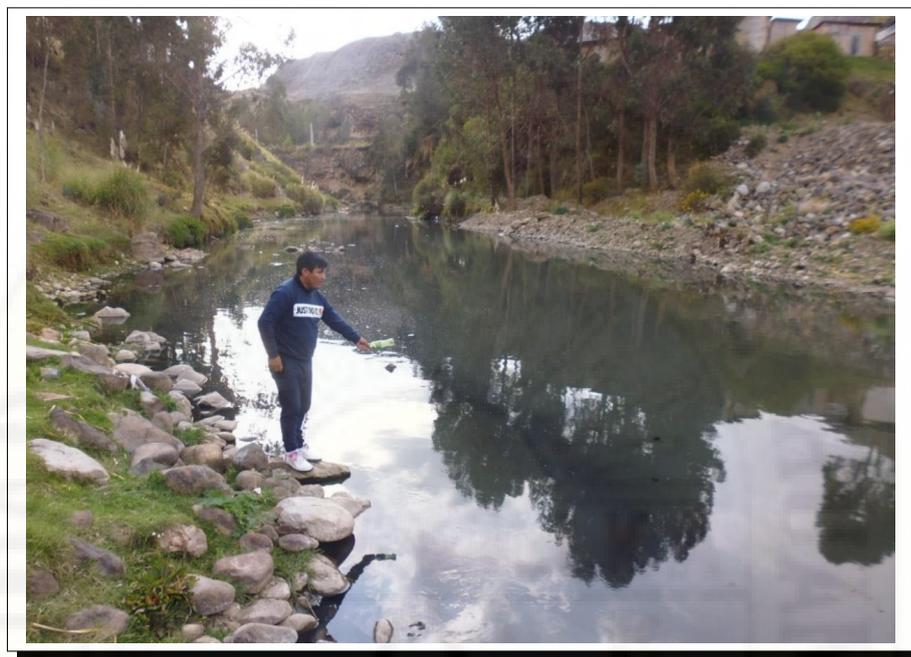
- Golas, I., Koc, J., y Gotkowska, A. (2016). The impact of urban areas on the water quality gradient along a lowland river. *Springer*.
- Gonzales, A., Oseda, D., y Gave, J. (2011). *Como aprender y enseñar investigación científica* (U. N. Huancavelica, Ed.). UNH.
- Goyenola, G. (2007). *Transparencia, color y turbidez. red de monitoreo ambiental participativo de sistemas acuáticos*.
- Hernandez, N. (2018). El río y su territorio. espacio de libertad un concepto de gestión. *Terra Nueva Etapa*.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.).
- Loayza, J., y Cano, P. (2015). *Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río shullcas ? huancayo ? junín* (Tesis de Master no publicada). Universidad Nacional del Centro del Perú.
- López Cardenas, d. L. (1998). *Restauración hidrológica forestal de cuencas y control de la erosión. ingeniería medioambiental. españa* (M. Prensa, Ed.). Ministerio de Medio Ambiente.
- MINAM. (2017). *Propuesta de estándares nacionales de calidad ambiental para agua superficial y subterránea* (Inf. Téc.). Ministerio del Ambiente.
- Ocasio, F. (2008). *Evaluación de calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río piedras*.
- Pérez, J. (2017). *Determinación del Índice de calidad del agua del río moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales- omo, durante el periodo 2014 2015* (Tesis de Master no publicada). Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua-Perú.
- Quiroz, L. S., Izquierdo, E., y Menéndez, C. (2017). *Aplicación del índice de calidad de agua en el río portoviejo* (Tesis de Master no publicada). Universidad Técnica de Manabí - Ecuador.
- Ramírez, A. (1996). Metodología de la investigación científica. En (p. 47).
- Sanchez, H., Carlos, R., Mejía, y Katia. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. lima Perú*.
- Supo, J. (2012). *Seminarios de investigación científica*.
- Vázquez Rossainz, D. (2003). *Estudio de factibilidad para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la udl-p* (Tesis de Master no publicada). Universidad de las Américas Puebla, México.
- Wu, Wang, Chen, Cai, y Deng. (2017). Assessing river water quality using water quality index in lake taihu basin, china. *Elsevier*.



Anexos.

Anexo	Descripción
A1	Panel fotográfico
A2	Matriz de consistencia
A3	Resultados de análisis de agua en laboratorio

A1.-Panel fotográfico.



Recorrido en el curso medio de la riera del cauce río Ichu.

Nota: Se observa el punto de monitoreo 01 ubicada en el puente Santa Rosa, donde se concentra mayor contaminación del río Ichu.



Ubicación de río Ichu en la parte más baja de curso baja-Yauli.

Nota. Se observa del río Ichu en la parte más baja exactamente en Yauli, donde aparentemente no hay contaminación alguna en las aguas.



(a) Extracción



(b) Multiparámetro

Análisis de muestra en el punto de referencia ubicada aguas arriba de Huan-cavelica.

Nota: análisis de muestras y extracción de cuerpos de agua en la zona de Churñuranra con el equipo multiparámetro digital.



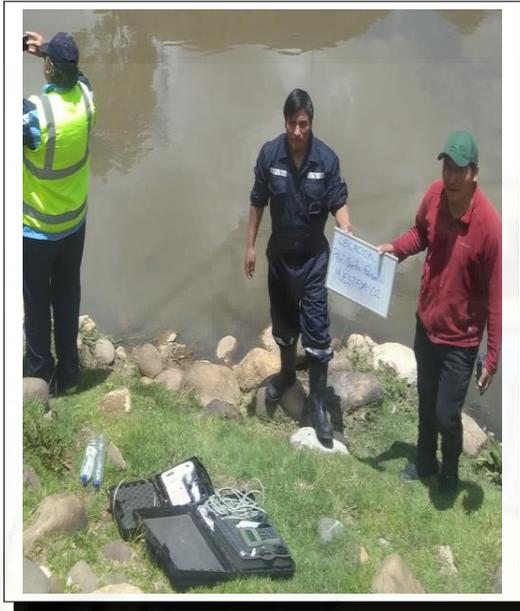
(c) Recolección



(d) Medidor

Recolección de muestra y medidor de turbidez digital (MI-415 Milwaukee).

Nota. Se visualiza recolección de la muestra, seguidamente se realiza la medición de parámetro de turbidez con equipo turbidez digital.



(e) Recolección

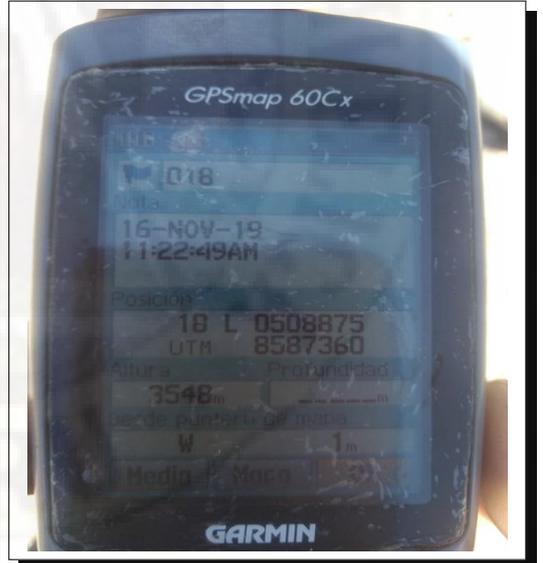


(f) Muestra

Recolección de muestra en punto de monitoreo N° 01 puente Santa Rosa.
Nota: Continuamente se realiza recolección de la muestra, así mismo la medición de los parámetros in situ.



(g) Recolección



(h) Georreferenciación

Recolección de muestras en el punto de monitoreo N°02 en la zona de Antacocha del río Ichu.

Nota: se realizan recolección de muestra, haciendo con el mismo procedimiento de análisis los parámetros de agua, Así mismo se realiza la georreferenciación de cada punto de monitoreo.



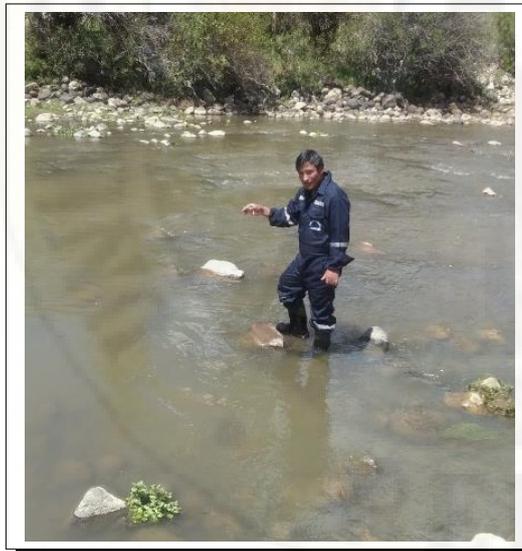
(i) Recolección



(j) Muestra

Recolección de muestras en el punto de monitoreo N° 03 correspondiente a la zona de puente Parccacancha.

Nota: Se realizan el mismo procedimiento de anterior, exactamente en el puente Parccacancha.



(k) Recolección



(l) Muestra

Recolección de muestras en el punto de monitoreo N° 04 correspondiente a la zona de Matipacana.

Nota. Se realizan recolección de las muestras en el punto 05 contados a partir del punto de referencia.



(m) Recolección



(n) Equipo

Recolección muestras en punto de monitoreo N° 05, ubicada aguas arriba de la zona urbana del distrito de Yauli.

Nota: Recolección de las muestras en el punto final de la zona de estudio.

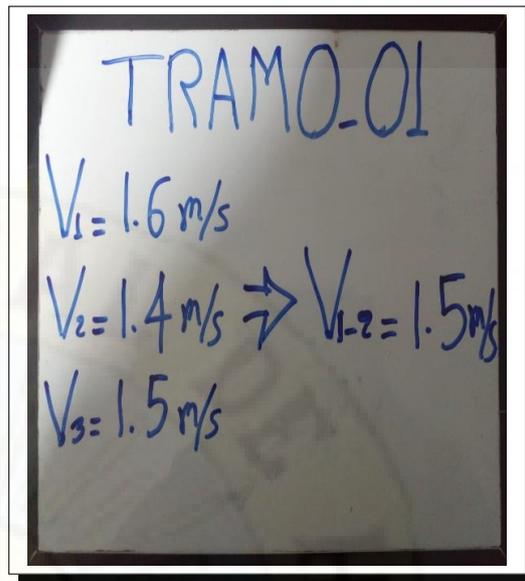


Presentación de equipo técnico de correntómetro y los testistas.

Nota: Se observa equipo técnico de correntómetro y los testistas que realizaron la medición de la velocidad de flujo en cada tramo del río Ichu.



(ñ) Medición



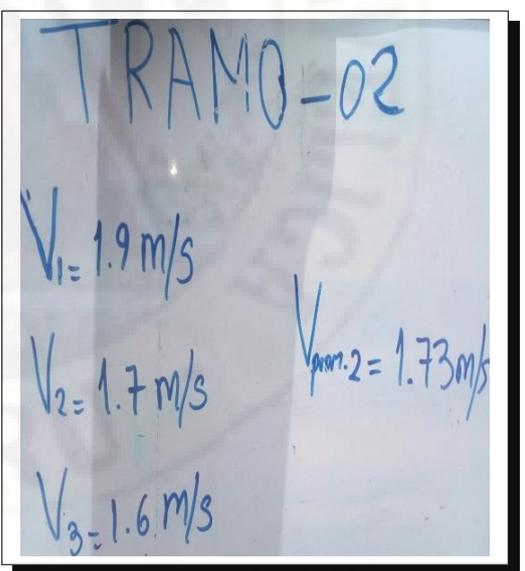
(o) Resultados

Medición de velocidad de flujo en el tramo I, entre el punto de monitoreo 01 y 02.

Nota. Se realizaron toma de muestras en el tramo I del río Ichu, lecturando tres velocidades (1.6 m/s, 1.4 m/s, 1.5 m/s), siendo la velocidad promedio (1.5m/s) del primer tramo.



(p) Medición



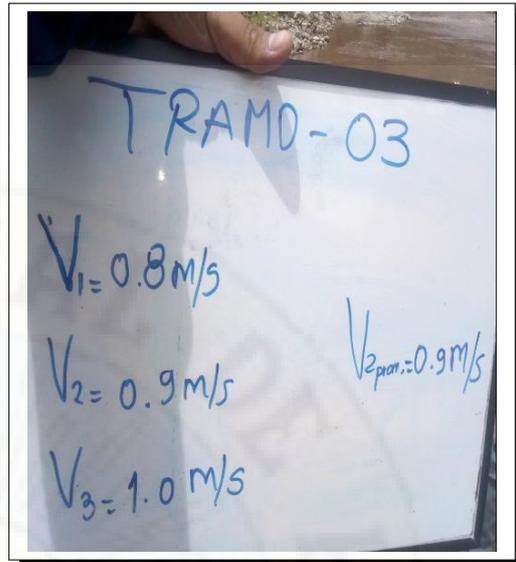
(q) Resultados

Medición de velocidad de flujo en el tramo II, entre el punto de monitoreo 02 y 03.

Nota. Se tomaron nota de las lecturas del correntómetro digital en el tramo II del río Ichu, cuyas velocidades son (1.9 m/s, 1.7m/s, 1.6m/s), siendo la velocidad promedio (1.73 m/s).



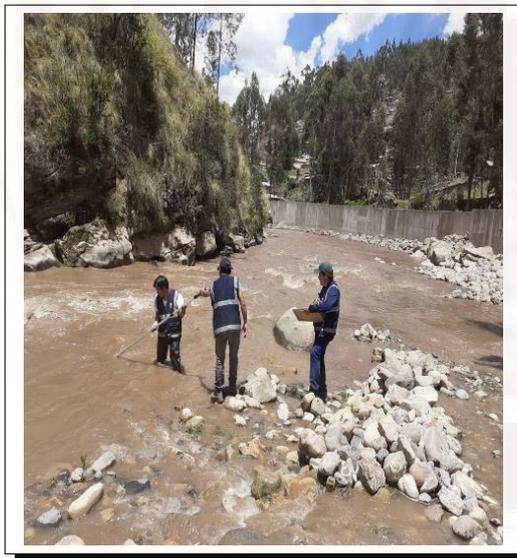
(r) Medición



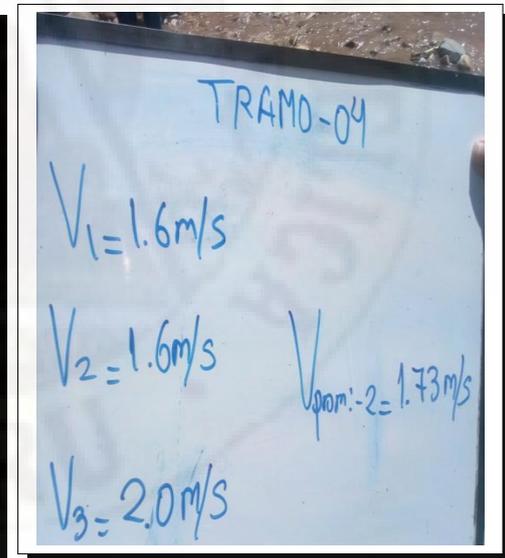
(s) Resultados

Medición de velocidad de flujo en tramo III, entre el punto de monitoreo 03 y 04.

Nota: Se efectuaron las mediciones con el equipo de correntómetro en tres puntos de la sección transversal del río Ichu obteniendo como velocidades (0.8 m/s, 0.9 m/s, 1 m/s), teniendo la velocidad promedio (0.9 m/s).



(t) Medición



(u) Resultados

Medición de velocidad de flujo en el tramo IV, entre los puntos de monitoreo 04 y 05.

Nota. Se tomaron las lecturas de velocidades en el último tramo IV, cuyos resultados son de (1.6 m/s, 1.6 m/s, 2 m/s), teniendo la velocidad promedio (1.73 m/s).

A2.- Matriz de consistencia

“INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO ICHU EN EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ”

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general ¿De qué manera la longitud del cauce del río Ichu influirá en el índice de calidad de agua?</p> <p>Problemas específicos a. ¿De qué manera la longitud del tramo influirá en el índice de calidad del agua? b. ¿De qué manera la pendiente media del terreno influirá en el índice de calidad del agua? c. ¿De qué manera la velocidad de flujo en el índice de calidad del agua?</p>	<p>Objetivo general Determinar la influencia de la longitud del cauce del río Ichu en el índice de calidad de agua.</p> <p>Objetivos Específicos a. Determinar la influencia de la longitud del tramo en el índice de calidad de agua. b. Determinar la influencia de la pendiente media del terreno en el índice de calidad de agua. c. Determinar la influencia de la velocidad de flujo en el índice de calidad de agua.</p>	<p>1. Antecedentes</p> <p>A. NIVEL INTERNACIONAL: • Universidad de Warmia y Mazury en Olsztyn - Polonia (2016): Golas, Koc, & Górkowska “The Impact of urban areas on the Water Quality Gradient along a Lowland River” • Universidad Técnica de Manabí – Ecuador (2017): Quiroz, Izquierdo, Menéndez “Aplicación del índice de calidad de agua en el río Porroviéjo” • Universidad Veracruzana - México (2015): Chávez, “Evaluación espacial y temporal del índice de calidad del agua del río Cazones en Coarizmitla, Ver”.</p> <p>B. NIVEL NACIONAL: • Universidad José Carlos Mariátegui - Perú (2017): Pérez, “Determinación del índice de calidad del agua del río Moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales Omo, durante el periodo 2014-2015”. • Universidad Nacional del Centro del Perú (2015): Loayza & Cano, “Impacto de las actividades antropógenas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas - Huancayo - Junín”. • Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco- Perú (2017): Calvo & Polo, “Evaluación de la contaminación del río Huatanay – Provincias de Cusco Y Quispicanchi”.</p> <p>2. Marco teórico referencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Longitud del cauce principal • velocidad de flujo • pendiente media • índice de calidad de agua • parámetro físico • parámetros químicos • parámetros microbiológicos 	<p>Hipótesis general La longitud del cauce del Río Ichu influirá significativamente en el índice de calidad de agua.</p> <p>Hipótesis específicas a. La longitud del tramo influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua. b. La pendiente media del terreno influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua. c. La velocidad influirá favorable y significativamente en el índice de calidad de agua.</p>	<p>Identificación de Variables: a. Variable independiente: Longitud del cauce del Río Ichu. b. Pendiente media del terreno. c. Velocidad de flujo.</p> <p>Dimensiones: - Longitud del tramo. - Pendiente media del terreno. - Velocidad de flujo.</p> <p>Variable dependiente: Índice de Calidad de Agua (ICA)</p> <p>Dimensiones: - parámetros físicos. - parámetros químicos. - parámetros microbiológicos.</p>	<p>Tipo: aplicada Nivel: explicativo. Diseño de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño General: pre experimental. • Diseño Específico: experimental con pre test y post test. <p>GE: 0 X 0 1 2 donde: G.E. Grupo Experimental. 0 : Pre Test 1 : Post Test 2 : Post Test</p> <p>X: Manipulación de la Variable Independiente. Población y muestra Población: longitud del Cauce del río Ichu (L=12.27 km). Muestra: Tramo Huancavelica – Yauli (05 puntos de monitoreo). Técnicas e Instrumentos de recolección de datos. Técnicas: - Observación: notas en campo - Medición: velocidad con correntómetro digital y recojo de muestras de cuerpos de agua Instrumentos: - Multiparámetro digital - Correntómetro digital - Gps - Medidor de turbidez digital - Estándares de calidad ambiental Técnicas estadísticas de análisis y procesamiento de datos - Prueba de hipótesis: Método de regresión lineal múltiple con análisis de varianza.</p>

A3.- Resultados de análisis de agua en laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

ENSAYO: FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PROYECTO:
“INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO ICHU EN EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA”

Responsable del Estudio:

Ing. Anibal Pablo García Bendezú (UNSH)

Equipo Técnico de Campo:

Ing. José M. Salvatierra Cerda

Lugar de Muestreo:

Río Ichu - Huancavelica

Ayacucho - Perú



1. Introducción

El presente informe de los resultados del Monitoreo de Calidad de Agua en el río Ichu para el Proyecto “Influencia de la longitud del cauce del río Ichu en el índice de calidad de agua, Departamento de Huancavelica”.

El objetivo que se pretende alcanzar con el Monitoreo es la obtención de datos de calidad de agua en diferentes puntos de muestreo del río Ichu- Huancavelica”.

2. Metodología

2.1.- Diseño de red de monitoreo y marco legal vigente

El objetivo del presente informe es presentar los resultados de la caracterización de la calidad del agua en el área del Proyecto “Influencia de la longitud del cauce del río Ichu en el índice de calidad de agua, Departamento de Huancavelica”, para determinar las condiciones ambientales del agua superficial para producción de agua potable teniendo en cuenta el análisis y la evaluación de determinados indicadores ambientales o parámetros determinados en la normativa ambiental vigente:

La evaluación de la calidad del agua superficial se ha tomado en cuenta los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA) aprobados mediante Modificación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

En el Cuadro N° 2.1 se presenta en resumen el listado de estaciones y parámetros a monitorear que ha sido elaborado tomando en consideración la normativa vigente antes mencionada. En las secciones posteriores se presenta en detalle las fichas técnicas con información del punto de monitoreo, los resultados emitidos por el laboratorio Ecolab SRL acreditado ante INACAL y el análisis respectivo.



Cuadro N° 2.1: Listado de estaciones y parámetros a monitorear

Componente	Sub-componente	Descripción de estaciones
Agua	Agua superficial	Muestra N° 01: Chuñuranra Muestra N° 02: Puente Santa Rosa Muestra N° 03: Antacocha Muestra N° 04: Puente Parccacancha Muestra N° 05: Matipaccana Muestra N° 06: Yauli

2 Monitoreo de calidad de agua

A solicitud de **Milton Reynaldo Uchasara Cayllahua y Balerio Alanya Castillo** en coordinación con el área de Monitoreo Ambiental de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, se efectuó el Monitoreo de Calidad de Agua, en los 6 puntos de muestreo arriba mencionado.

El servicio de campo se desarrolló los días 16 de noviembre del año 2019, contando para tal efecto con la participación de un monitorista, así como todos los equipos y materiales necesarios para cumplir los objetivos del mismo.

3.1 Marco legal

- Con respecto al agua potable se hace uso del Decreto Supremo N° 031-2010-SA: “Aprueban Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: “Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación”.

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: “Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación”. Categoría 1: “Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable”.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50

Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	$\Delta 3$	$\Delta 3$	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₈ - C ₄₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)		1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodoclorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copepodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

Es importante destacar que los ECA de Agua del Perú se han establecido considerando referentes internacionales. Por ello, la regulación peruana ha empleado, para las aguas destinadas a la producción de agua potable (Categoría 1), preferentemente las actualizaciones de la Organización Mundial para la Salud (OMS); en el caso de aguas para riego de vegetales y bebidas de animales (Categoría 3) se han adoptado las correspondientes a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); así como a la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA). Es necesario precisar además que, estas guías internacionales se actualizan continuamente en función a estudios periódicos de toxicidad. El D.S. N° 004-2017-MINAM que actualiza los ECAs para Agua ha considerado las guías más recientes.

4.- RESULTADOS DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO N° 18-2019

1. CLIENTE.

ENSAYO : FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO ICHU EN EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

LUGAR : RÍO ICHU - HUANCVELICA

SOLICITANTE : Milton Reynaldo Uchasara Cayllahua

Balerio Alanya Castillo

2. DATOS DE LA MUESTRA.

CANTIDAD : 800 mL

CÓDIGO : M-1

FECHA DE MUESTREO : 16 de Noviembre del 2019

FECHA DE ANÁLISIS : 17 al 21 de Noviembre del 2019

PRESENTACIÓN : Botella transparente y sellado y litografiado con etiqueta

MUESTREO : El Interesado

ORIGEN DE MUESTRA : Río Ichu - Chuñuranra

HORA DE MUESTRA : 10:15 a.m. del día 16 de Noviembre del 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

N°	PARAMÉTROS	RESULTADOS	UNIDAD	VALORES GUIA	MÉTODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
01	TURBÍDEZ	10,02	NTU	.....	ELECTROMÉTRICO
02	pH	8,20	-----	6,5 – 8,5	ELECTROMÉTRICO
03	CONDUCTIVIDAD	394	µS/cm	.....	ELECTROMÉTRICO
04	SALINIDAD	0,19	.....	.....	ELECTROMÉTRICO
05	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	198	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
06	OXIGENO DISUELTUO	73,2	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
07	TEMPERATURA	11,80	°C	< 35	ELECTROMÉTRICO
08	PRESION	483,2	mm Hg	.....	ELECTROMÉTRICO
09	NITRATOS	1,53	mg/L	.....	ESPECTROFOTOCOLORI- MÉTRICO
10	DBO ₅	1.00	mg/L	100	PRUEBA NORMALIZADA



4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

N°	PARAMÉTROS	RESULTADO	UNIDAD	VALORES GUÍA	METODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
11	Coliformes Termotolerantes	0	NMP/100 ml (44,5°C)	10 000	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA
12	Coliformes Totales	450	NMP/100 ml (35-37°C)	.....	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA

5. CONCLUSIONES

1. El Informe emitidos es en base a resultados obtenidos en laboratorio.
2. El presente INFORME se refiere únicamente a la muestra prototipo y las cantidades indicadas siempre en cuando se mantenga las mismas condiciones de realizado el muestreo. Valido exclusivamente para los requisitos señalados. No se puede vincularse implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del Informe a ninguna otra unidad

6. ESPECIFICACIONES

- a) Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua
- b) Documento válido solo para la muestra descrita en los puntos 1 al 6
- c) D.S. N° 003-2010-MINAM

Ayacucho, 22 de noviembre del 2019



INFORME DE ENSAYO N° 19-2019

1. CLIENTE.

ENSAYO : FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO ICHU EN EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

LUGAR : RÍO ICHU - HUANCVELICA

SOLICITANTE : Milton Reynaldo Uchasara Cayllahua

Balerio Alanya Castillo

2. DATOS DE LA MUESTRA.

CANTIDAD : 800 mL

CÓDIGO : M-2

FECHA DE MUESTREO : 16 de Noviembre del 2019

FECHA DE ANÁLISIS : 17 al 21 de Noviembre del 2019

PRESENTACIÓN : Botella trasparente y sellado y litografiado con etiqueta

MUESTREO : El Interesado

ORIGEN DE MUESTRA : Río Ichu – Puente Santa Rosa

HORA DE MUESTRA : 10:45 a.m. del día 16 de Noviembre del 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

N°	PARAMÉTROS	RESULTADOS	UNIDAD	VALORES GUIA	METODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
01	TURBÍDEZ	58,00	NTU	.....	ELECTROMÉTRICO
02	pH	7,42	-----	6,5 – 8,5	ELECTROMÉTRICO
03	CONDUCTIVIDAD	683	μS/cm	.....	ELECTROMÉTRICO
04	SALINIDAD	0,34	.....	.....	ELECTROMÉTRICO
05	SÓLIDOS DISUELTO TOTALES	342	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
06	OXIGENO DISUELTO	59,8	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
07	TEMPERATURA	15,23	°C	< 35	ELECTROMÉTRICO
08	PRESION	495	mm Hg	.....	ELECTROMÉTRICO
09	NITRATOS	2,83	mg/L	.....	ESPECTROFOTOCOLORI- MÉTRICO
10	DBO ₅	36,0	mg/L	100	PRUEBA NORMALIZADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

N°	PARAMÉTROS	RESULTADO	UNIDAD	VALORES GUÍA	METODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
11	Coliformes Termotolerantes	11 200	NMP/100 ml (44,5°C)	10 000	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA
12	Coliformes Totales	15 080	NMP/100 ml (35-37°C)	.....	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA

5. CONCLUSIONES

1. El Informe emitidos es en base a resultados obtenidos en laboratorio.
2. El presente INFORME se refiere únicamente a la muestra prototipo y las cantidades indicadas siempre en cuando se mantenga las mismas condiciones de realizado el muestreo. Valido exclusivamente para los requisitos señalados. No se puede vincularse implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del Informe a ninguna otra unidad

6. ESPECIFICACIONES

- a) Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua
- b) Documento válido solo para la muestra descrita en los puntos 1 al 6
- c) D.S. N° 003-2010-MINAM

Ayacucho, 22 de noviembre del 2019



INFORME DE ENSAYO N° 20-2019

1. CLIENTE.

ENSAYO : FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO ICHU EN EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

LUGAR : RÍO ICHU - HUANCVELICA

SOLICITANTE : **Milton Reynaldo Uchasara Cayllahua**
Balerio Alanya Castillo

2. DATOS DE LA MUESTRA.

CANTIDAD : 800 mL

CÓDIGO : M-3

FECHA DE MUESTREO : 16 de Noviembre del 2019

FECHA DE ANÁLISIS : 17 al 21 de Noviembre del 2019

PRESENTACIÓN : Botella trasparente y sellado y litografiado con etiqueta

MUESTREO : El Interesado

ORIGEN DE MUESTRA : Río Ichu – Antacocha

HORA DE MUESTRA : 11:15 a.m. del día 16 de Noviembre del 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

3. ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS

N°	PARAMÉTROS	RESULTADOS	UNIDAD	VALORES GUIA	MÉTODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
01	TURBÍDEZ	74,00	NTU	.....	ELECTROMÉTRICO
02	pH	8,30	-----	6,5 – 8,5	ELECTROMÉTRICO
03	CONDUCTIVIDAD	657	µS/cm	.....	ELECTROMÉTRICO
04	SALINIDAD	0,32	.....	.....	ELECTROMÉTRICO
05	SÓLIDOS DISUELTO TOTALES	329	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
06	OXIGENO DISUELTO	69,6	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
07	TEMPERATURA	17,67	°C	< 35	ELECTROMÉTRICO
08	PRESION	501,9	mm Hg	.....	ELECTROMÉTRICO
09	NITRATOS	2,76	mg/L	.....	ESPECTROFOTOCOLORIMÉTRICO
10	DBO ₅	7,0	mg/L	100	PRUEBA NORMALIZADA



4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

N°	PARAMÉTROS	RESULTADO	UNIDAD	VALORES GUÍA	METODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
11	Coliformes Termotolerantes	1 300	NMP/100 ml (44,5°C)	10 000	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA
12	Coliformes Totales	8 760	NMP/100 ml (35-37°C)	.....	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA

5. CONCLUSIONES

1. El Informe emitidos es en base a resultados obtenidos en laboratorio.
2. El presente INFORME se refiere únicamente a la muestra prototipo y las cantidades indicadas siempre en cuando se mantenga las mismas condiciones de realizado el muestreo. Valido exclusivamente para los requisitos señalados. No se puede vincularse implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del Informe a ninguna otra unidad

6. ESPECIFICACIONES

- a) Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua
- b) Documento válido solo para la muestra descrita en los puntos 1 al 6
- c) D.S. N° 003-2010-MINAM

Ayacucho, 22 de noviembre del 2019



INFORME DE ENSAYO N° 21-2019

1. CLIENTE.

ENSAYO : FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO ICHU EN EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

LUGAR : RÍO ICHU - HUANCVELICA

SOLICITANTE : **Milton Reynaldo Uchasara Cayllahua**
Balerio Alanya Castillo

2. DATOS DE LA MUESTRA.

CANTIDAD : 800 mL

CÓDIGO : M-4

FECHA DE MUESTREO : 16 de Noviembre del 2019

FECHA DE ANÁLISIS : 17 al 21 de Noviembre del 2019

PRESENTACIÓN : Botella transparente y sellado y litografiado con etiqueta

MUESTREO : El Interesado

ORIGEN DE MUESTRA : Río Ichu – Puente Parccacancha

HORA DE MUESTRA : 12:15 p.m. del día 16 de Noviembre del 2019.



3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

N°	PARAMÉTROS	RESULTADOS	UNIDAD	VALORES GUIA	METODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
01	TURBÍDEZ	148	NTU	.....	ELECTROMÉTRICO
02	pH	8,00	-----	6,5 – 8,5	ELECTROMÉTRICO
03	CONDUCTIVIDAD	649	μS/cm	.....	ELECTROMÉTRICO
04	SALINIDAD	0,32	.....	.....	ELECTROMÉTRICO
05	SÓLIDOS DISUELTO TOTALES	325	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
06	OXIGENO DISUELTO	70,4	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
07	TEMPERATURA	17,83	°C	< 35	ELECTROMÉTRICO
08	PRESION	503,4	mm Hg	.....	ELECTROMÉTRICO
09	NITRATOS	2,70	mg/L	.....	ESPECTROFOTOCOLORIMÉTRICO
10	DBO ₅	5,0	mg/L	100	PRUEBA NORMALIZADA



4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

N°	PARAMÉTROS	RESULTADO	UNIDAD	VALORES GUÍA	METODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
11	Coliformes Termotolerantes	900	NMP/100 ml (44,5°C)	10 000	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA
12	Coliformes Totales	9 580	NMP/100 ml (35-37°C)	.....	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA

5. CONCLUSIONES

1. El Informe emitidos es en base a resultados obtenidos en laboratorio.
2. El presente INFORME se refiere únicamente a la muestra prototipo y las cantidades indicadas siempre en cuando se mantenga las mismas condiciones de realizado el muestreo. Valido exclusivamente para los requisitos señalados. No se puede vincularse implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del Informe a ninguna otra unidad

6. ESPECIFICACIONES

- a) Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua
- b) Documento válido solo para la muestra descrita en los puntos 1 al 6
- c) D.S. N° 003-2010-MINAM

Ayacucho, 22 de noviembre del 2019



INFORME DE ENSAYO N° 21-2019

1. CLIENTE.

ENSAYO : FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO ICHU EN EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

LUGAR : RÍO ICHU - HUANCVELICA

SOLICITANTE : Milton Reynaldo Uchasara Cayllahua

Balerio Alanya Castillo

2. DATOS DE LA MUESTRA.

CANTIDAD : 800 mL

CÓDIGO : M-5

FECHA DE MUESTREO : 16 de Noviembre del 2019

FECHA DE ANÁLISIS : 17 al 21 de Noviembre del 2019

PRESENTACIÓN : Botella transparente y sellado y litografiado con etiqueta

MUESTREO : El Interesado

ORIGEN DE MUESTRA : Río Ichu – Matipaccana

HORA DE MUESTRA : 1:25 p.m. del día 16 de Noviembre del 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

N°	PARAMÉTROS	RESULTADOS	UNIDAD	VALORES GUIA	METODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
01	TURBÍDEZ	31,99	NTU	.....	ELECTROMÉTRICO
02	Ph	8,04	-----	6,5 – 8,5	ELECTROMÉTRICO
03	CONDUCTIVIDAD	719	µS/cm	.....	ELECTROMÉTRICO
04	SALINIDAD	0,35	.....	.....	ELECTROMÉTRICO
05	SÓLIDOS DISUELTO TOTALES	359	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
06	OXIGENO DISUELTO	93,7	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
07	TEMPERATURA	19,68	°C	< 35	ELECTROMÉTRICO
08	PRESION	507,4	mm Hg	.....	ELECTROMÉTRICO
09	NITRATOS	2,61	mg/L	.....	ESPECTROFOTOCOLORI- MÉTRICO
10	DBO ₅	4,0	mg/L	100	PRUEBA NORMALIZADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

N°	PARAMÉTROS	RESULTADO	UNIDAD	VALORES GUÍA	METODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
11	Coliformes Termotolerantes	700	NMP/100 ml (44,5°C)	10 000	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA
12	Coliformes Totales	16 800	NMP/100 ml (35-37°C)	.....	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA

5. CONCLUSIONES

1. El Informe emitidos es en base a resultados obtenidos en laboratorio.
2. El presente INFORME se refiere únicamente a la muestra prototipo y las cantidades indicadas siempre en cuando se mantenga las mismas condiciones de realizado el muestreo. Valido exclusivamente para los requisitos señalados. No se puede vincularse implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del Informe a ninguna otra unidad

6. ESPECIFICACIONES

- a) Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua
- b) Documento válido solo para la muestra descrita en los puntos 1 al 6
- c) D.S. N° 003-2010-MINAM

Ayacucho, 22 de noviembre del 2019



INFORME DE ENSAYO N° 21-2019

1. CLIENTE.

ENSAYO : FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL CAUCE DEL RÍO ICHU EN EL
ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

LUGAR : RÍO ICHU - HUANCVELICA

SOLICITANTE : Milton Reynaldo Uchasara Cayllahua

Balerio Alanya Castillo

2. DATOS DE LA MUESTRA.

CANTIDAD : 800 mL

CÓDIGO : M-6

FECHA DE MUESTREO : 16 de Noviembre del 2019

FECHA DE ANÁLISIS : 17 al 21 de Noviembre del 2019

PRESENTACIÓN : Botella transparente y sellado y litografiado con etiqueta

MUESTREO : El Interesado

ORIGEN DE MUESTRA : Río Ichu – Yauli

HORA DE MUESTRA : 2:10 p.m. del día 16 de Noviembre del 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
AYACUCHO – PERU

3. ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS

N°	PARAMÉTROS	RESULTADOS	UNIDAD	VALORES GUIA	MÉTODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
01	TURBÍDEZ	31,32	NTU	.....	ELECTROMÉTRICO
02	Ph	8,42	-----	6,5 – 8,5	ELECTROMÉTRICO
03	CONDUCTIVIDAD	692	µS/cm	.....	ELECTROMÉTRICO
04	SALINIDAD	0,34	.....	.....	ELECTROMÉTRICO
05	SÓLIDOS DISUELTO TOTALES	346	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
06	OXIGENO DISUELTO	86	mg/L	.....	ELECTROMÉTRICO
07	TEMPERATURA	19,76	°C	< 35	ELECTROMÉTRICO
08	PRESION	510,1	mm Hg	.....	ELECTROMÉTRICO
09	NITRATOS	2,09	mg/L	.....	ESPECTROFOTOCOLORIMÉTRICO
10	DBO ₅	3,0	mg/L	100	PRUEBA NORMALIZADA



4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

N°	PARAMÉTROS	RESULTADO	UNIDAD	VALORES GUÍA	METODOS APHA-AWWA-WEF SMEWW
11	Coliformes Termotolerantes	600	NMP/100 ml (44,5°C)	10 000	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA
12	Coliformes Totales	13 520	NMP/100 ml (35-37°C)	.....	TÉCNICA FILTRACIÓN POR MEMBRANA

5. CONCLUSIONES

1. El Informe emitidos es en base a resultados obtenidos en laboratorio.
2. El presente INFORME se refiere únicamente a la muestra prototipo y las cantidades indicadas siempre en cuando se mantenga las mismas condiciones de realizado el muestreo. Valido exclusivamente para los requisitos señalados. No se puede vincularse implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del Informe a ninguna otra unidad

6. ESPECIFICACIONES

- a) Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua
- b) Documento válido solo para la muestra descrita en los puntos 1 al 6
- c) D.S. N° 003-2010-MINAM

Ayacucho, 22 de noviembre del 2019



PANEL FOTOGRAFICO

Imagen 01.-Primer punto de muestreo M-1 (Chuñuranra) río Ichu - Huancavelica



Imagen 02.-Segundo punto de muestreo M-2 (Puente San Rosa) río Ichu - Huancavelica





Imagen 03.-Tercer punto de muestreo M-3 (Antaccocha) río Ichu - Huancavelica



Imagen 04.-Tercer punto de muestreo M-3 (Antaccocha) río Ichu - Huancavelica





Imagen 05.-cuarto punto de muestreo M-4 (Puente Parccacancha) río Ichu - Huancavelica



Imagen 06.-quinto punto de muestreo M-5 (Matipaccana) río Ichu - Huancavelica





Imagen 07.-sexto punto de muestreo M-6 (Yauli) río Ichu - Huancavelica

