



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

---

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, APLICANDO EL ICARHS EN EL  
RÍO VILCANOTA EN EL TRAMO PACLAMAYO – PUCRUTO,  
DISTRITO DE URUBAMBA – CUSCO - 2021

---

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: AMBIENTE SOSTENIBLE,  
BIODIVERSIDAD Y DESARROLLO

Presentado por:

Bach. YAIDA CARHUASUICA PUMACAHUA

Bach. STEPHANIE GONZALES MAMANI

Para optar el Título Profesional de: INGENIERO AMBIENTAL

Asesor: Dr. FELIO CALDERON LA TORRE

CUSCO – PERÚ

2022



## DEDICATORIA

*A mi familia, por haberme inculcado los valores de respeto, dedicación y humildad.*

*Fueron luz y guía en mi etapa de estudiante, y conté siempre con su invaluable apoyo en las buenas y en las malas.*

*Dedicado a mis amados padres, por su amor e incondicional apoyo brindado, a mi familia por acompañarme en los malos y buenos momentos compartiendo alegrías y tristezas, a mis amigos que hicieron esta experiencia una de las más especiales de mi vida.*

*S.G.M*



## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis es resultado del trabajo de investigación la cual ha sido realizada durante muchos meses, por lo tanto, es obligación de los investigadores el apoyo que se recibió durante la elaboración del estudio.

Primero, agradecemos el apoyo incondicional de nuestras familias quienes siempre estuvieron pendientes de nuestra formación universitaria, aportando consejos y reflexiones que nos motivaron a culminar con éxito nuestra educación universitaria.

Las tesis quedan con un enorme agradecimiento al Dr. Felio Calderón La Torre, quien nos ha brindado asesoría y consejo para la elaboración de la tesis, desde la concepción de la tentativa del título hasta la culminación de la misma.

Los investigadores agradecen al Ing. Annie Miluska Aguilar López e Ing. Dante Vargas Rodríguez, por el apoyo brindado en la fase del monitoreo del río Vilcanota.



## RESUMEN

El siguiente estudio que lleva por título Índice de Calidad de Agua, aplicando el ICARHS para el Río Vilcanota dentro del tramo Paclamayo – Pucruto del distrito de Urubamba se realizó en el periodo de octubre 2021 a diciembre 2021, con el objetivo de determinar el Índice de calidad de agua del río Vilcanota, aplicando el ICARHS en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021, monitorear el agua del río Vilcanota, de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales y determinar los resultados de la evaluación de los parámetros orgánicos y físico-químico metal del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, tomándose en cuenta 03 puntos de monitoreo en dos épocas del año; época de avenidas y época de estiaje. Para ello se tomó en cuenta como indicadores de contaminación parámetros de calidad orgánicos y físico-químico metal (DBO5, DQO, OD, Coliformes Termo tolerantes, pH, Arsénico, Aluminio, Manganeso, Hierro, Cadmio, Plomo, Boro, Cobre), siguiendo la metodología de acuerdo con el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, los resultados del monitoreo se obtuvo in situ y mediante el laboratorio Louis Pasteur el cual está acreditado por INACAL.

Finalmente, se obtuvo el valor del ICARHS para la época de estiaje con una valoración de regular (66.057) y en el caso de la época de avenidas una valoración de malo (60.631), tomándose en cuenta los 03 puntos de monitoreo en el río Vilcanota dentro del del tramo Paclamayo – Pucruto del Distrito De Urubamba.

**Palabras clave:** *Índice de calidad, ICARHS, monitoreo, parámetros orgánicos y físico/químico metal, Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.*



## ABSTRACT

The following thesis on the Water Quality Index, applying the ICARHS for the Vilcanota River within the Paclamayo - Pucruto section of the Urubamba District, was carried out in the period from October 2021 to December 2021, with the objective of monitoring the water of the Vilcanota River. , according to the National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources, determine the results of the evaluation of the organic and physical/chemical parameters of the water of the Vilcanota River in the Paclamayo – Pucruto section, taking into account 03 points of monitoring at two times of the year; flood season and dry season. For this, organic and physical/chemical quality parameters (BOD5, COD, OD, Thermo-tolerant Coliforms, pH, Arsenic, Aluminum, Manganese, Iron, Cadmium, Lead, Boron, Copper) were taken into account as contamination indicators, following the methodology in accordance with the National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources, the monitoring results were obtained in situ and through the Louis Pasteur laboratory, which is accredited by INACAL.

Finally, the ICARHS value was obtained for the dry season with a regular rating (66,057) and in the case of the flood season a bad rating (60,631), taking into account the 03 monitoring points in the Vilcanota river. within the Paclamayo – Pucruto section of the Urubamba District.

**Keywords:** *Quality index, ICARHS, monitoring, organic and physical/chemical parameters, Quality of Surface Water Resources.*



## INTRODUCCIÓN

La calidad del agua en el mundo cada vez está más amenazada por la sobrepoblación, la expansión de actividades industriales y las actividades agrícolas, también existe un peligro que el ciclo hidrológico puede llegar a alterarse debido al cambio climático. En estos tiempos existe una urgente necesidad de que la comunidad mundial (sector privado y sector público) se junte y se haga responsable de proteger y mejorar la calidad del agua ya sea en los lagos, acuíferos, ríos, etc.

En el Perú la contaminación de las aguas data de mucho tiempo atrás, ya que estos cuerpos son receptores de las aguas residuales sin tratamiento en diferentes ciudades del País. El agua es utilizada ampliamente en actividades diarias, así como la agricultura, la ganadería, la industria, el uso doméstico, etc. En la actualidad, la disponibilidad tan escasa de este recurso es motivo de preocupación para toda la humanidad, no solo para profesionales en la materia, científicos, médicos, presidentes, gobernantes, etc., ya que este recurso es muy importante para así poder garantizar la existencia de la vida en el planeta. (OEFA, 2004)

Esta problemática no es ajena a la realidad que estamos pasando, en el Valle Sagrado se tiene el río Vilcanota, que pasa por el distrito de Urubamba, las aguas de este río son contaminadas por las diferentes actividades que se desarrollan en dicha zona como son: La ganadería, la agricultura, la actividad doméstica y las industriales a lo largo de su recorrido.

En la presente investigación se evaluó los parámetros físico-químico metal y materia orgánica durante la época de estiaje en octubre y la época de avenidas en diciembre del 2021, para calcular el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) el cual indica el grado de contaminación del agua, si el ICARHS está más cerca al 0 significa que el agua esta elevadamente contaminada; pero si el valor del índice se encuentra cerca al 100 significa que esa agua está en excelente condiciones. Por consiguiente, este estudio pretende conocer el grado de contaminación que existe en el Río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto en el distrito de Urubamba, para así poder concientizar a la población de la importancia que tiene este cuerpo de agua y que deben ser más cuidadosos y responsables con este recurso ya que hoy en día sirve como receptor de aguas residuales de clase domestica e industrial y también como botadero de residuos sólidos, aumentando así el nivel de contaminación de este Río. Siendo los objetivos específicos los siguientes: 1) Monitorear el agua del río Vilcanota, de acuerdo al



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021. 2) Determinar los resultados de la evaluación de los parámetros orgánicos del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021. 3) Determinar los resultados de la evaluación de los parámetros físico-químico metal del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021.



## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	1
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	2
<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	4
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>GLOSARIO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	1
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	2
<b>1.2.1. Problema general</b> .....	2
<b>1.2.2. Problemas específicos</b> .....	3
<b>1.3. Justificación de la investigación</b> .....	3
<b>1.3.1. Conveniencia técnica</b> .....	3
<b>1.3.2. Relevancia social</b> .....	3
<b>1.3.3. Implicancia práctica</b> .....	4
<b>1.3.4. Valor teórico</b> .....	4
<b>1.4. Delimitación del estudio</b> .....	4
<b>1.4.1. Delimitación espacial</b> .....	4
<b>1.4.2. Delimitación temporal</b> .....	5
<b>1.5. Objetivo de la investigación</b> .....	6
<b>1.5.1. Objetivo General</b> .....	6
<b>1.5.2. Objetivos Específicos</b> .....	6
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	7
<b>2.1. Antecedentes</b> .....	7
<b>2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional</b> .....	7
<b>2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional</b> .....	9
<b>2.2. Bases Teóricas</b> .....	11
<b>2.2.1. Agua</b> .....	11
<b>2.2.2. Cuenca hidrográfica</b> .....	11
<b>2.2.3. Cuenca Hidrográfica Urubamba</b> .....	11
<b>2.2.4. Río</b> .....	12
<b>2.2.5. Rio Vilcanota</b> .....	13
<b>2.2.6. Contaminación del Agua</b> .....	15
<b>2.2.7. Contaminación de Ríos</b> .....	16
<b>2.2.8. Aguas Residuales</b> .....	17





2.2.9.	Aguas Pluviales.....	17
2.2.10.	Monitoreo de la Calidad del Agua .....	18
2.2.11.	Estándares de Calidad Ambiental para Agua .....	18
2.2.12.	Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales).....	19
2.2.13.	Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales .....	19
2.2.14.	Parámetros por medir según el ICARHS Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales).....	19
2.3.	Marco legal .....	22
2.4.	Hipótesis .....	22
2.4.1.	Hipótesis general .....	22
2.4.2.	Hipótesis nula.....	22
2.5.	Variables .....	23
2.5.1.	Identificación de variables .....	23
2.5.2.	Operacionalización de variables .....	23
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>		<b>26</b>
3.1.	Materiales.....	26
3.2.	Métodos .....	26
3.2.1.	Enfoque de la investigación .....	26
3.2.2.	Nivel o alcance de la investigación .....	27
3.2.3.	Diseño de la investigación .....	27
3.2.4.	Población .....	27
3.2.5.	Muestra .....	27
3.2.6.	Procedimiento de Monitoreo .....	28
3.2.7.	Revisión y comparación de resultados.....	32
3.2.8.	Cálculo de los valores del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS).....	34
3.2.9.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.2.10.	Validez y confiabilidad de instrumentos .....	41
3.2.11.	Procedimiento de análisis de datos .....	41
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>		<b>43</b>
4.1.	Resultados del Monitoreo en Época de Estiaje.....	43
4.1.1.	Calculo y Valorización del ICARHS .....	44
4.1.2.	Representación Gráfica del ICARHS.....	47
4.2.	Resultados del Monitoreo en Época de Avenidas .....	53
4.2.1.	Calculo y Valorización del ICARHS .....	53
4.2.2.	Representación Gráfica del ICARHS.....	56



<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	62
<b>CONCLUSIONES</b> .....	65
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	67
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	68
<b>ANEXOS</b> .....	71

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de caudales históricos en el año 2018.....	13
Tabla 2: Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental-Agua.....	18
Tabla 3: Operacionalización de variables.....	24
Tabla 4: Tabla de Coordenadas de los 3 puntos de muestreo.....	27
Tabla 5: Parámetros establecidos por el ECA - agua Categoría 3.....	33
Tabla 6: Parámetros a evaluar en el ICARHS.....	35
Tabla 7: Resultados del Monitoreo en Época de Estiaje.....	43
Tabla 8: Comparación de los valores del primer monitoreo con los valores establecidos en el ECA.....	44
Tabla 9: Cálculo y Valorización del ICARHS.....	46
Tabla 10: Cálculo del ICARHS y los Subíndices de cada punto de monitoreo en Época de Estiaje.....	47
Tabla 11: Resultados del monitoreo en Época de avenidas.....	53
Tabla 12: Comparación de los valores del segundo monitoreo con los valores establecidos en el ECA.....	54
Tabla 13: Cálculo y Valoración del ICARHS.....	55
Tabla 14: Cálculo del ICARHS y los Subíndices de cada punto de monitoreo en Epoca de avenidas.....	57

### ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: ICARHS.....	35
Ecuación 2: Alcance.....	36
Ecuación 3: Frecuencia.....	36
Ecuación 4: Amplitud.....	36
Ecuación 5: Suma Normalizada de Excedentes.....	36
Ecuación 6: Excedente.....	36
Ecuación 7: Excedente.....	37
Ecuación 8: Subíndices.....	38

### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Valoración del ICARHS.....	37
--------------------------------------	----

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Determinación de subíndices del ICARHS.....	38
Figura 2: Ejemplo de icono propuesto para la representación del ICARHS.....	39



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Puntos de monitoreo en el Distrito de Urubamba .....	5
Ilustración 2: Cuenca Vilcanota .....	12
Ilustración 3: Flujograma para el procedimiento de monitoreo .....	30
Ilustración 4: Flujograma del procedimiento del cálculo del ICARHS .....	40
Ilustración 5: Representación gráfica ICARHS - Época de Estiaje .....	50
Ilustración 6: Flujograma del cálculo del ICARHS con datos en Época de Estiaje.....	51
Ilustración 7: Representación gráfica del ICARHS - Época de Avenidas .....	59
Ilustración 8: Flujograma del cálculo del ICARHS con datos en Época de Avenidas.....	60
resultados	



## GLOSARIO

ANA:	Autoridad Nacional del Agua
ICARHS:	Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales
INACAL:	Instituto Nacional de Calidad
OEFA:	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
DIGESA:	Dirección General de Salud Ambiental
MINAM:	Ministerio del Ambiente
ICA-PE:	Índice de Calidad
PTAR:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
ECA:	Estándares de Calidad Ambiental
DBO5:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO:	Demanda Química de Oxígeno
OD:	Oxígeno Disuelto
pH:	Potencial de Hidrogeno



## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

El agua dulce es una sustancia vital e indispensable, ampliamente distribuido en lagos, lagunas y ríos, en la actualidad la demanda de este recurso ha aumentado debido a la industrialización, intensificación de la agricultura y la explosión demográfica; actividades que contaminan a través de descargas de aguas residuales las que no cuentan con ningún tratamiento y con ningún permiso; causando preocupación en la salud pública.

El 80% de las aguas residuales del mundo se vierten directamente a los ríos y arroyos que finalmente desembocan en el mar sin recibir un tratamiento adecuado, una situación que perjudica especialmente a los países menos desarrollados. En la región de América Latina y el Caribe solo se trata entre el 30 % y el 40 % del agua residual recolectada, lo que tiene un impacto negativo tanto en la salud humana como en el medioambiente (Banco Mundial, 2020).

Una cuestión prioritaria en el ámbito mundial es el tratamiento de las aguas residuales, porque las personas deben disponer de una buena calidad y una cantidad suficiente de agua, de manera que se tenga un equilibrio entre el ambiente, la salud y la calidad de vida.

A nivel nacional se registraron veintiún ríos contaminados debido a aguas residuales, residuos sólidos, relaves mineros, así como por pasivos industriales. Con el crecimiento poblacional y el advenimiento de la industrialización, los cursos de agua se han convertido en receptores de los desechos que estos producen (ANA, 2011).

Una de las principales causas de la contaminación de los diferentes cuerpos de agua es la cantidad de nutrientes y materia orgánica que son vertidos en ellos como resultado de las diferentes actividades antropogénicas. El exceso de nutrientes en el agua, principalmente nitrógeno y fósforo, genera un deterioro del recurso hídrico y en general de los ecosistemas acuáticos debido a la afectación de la calidad físico-química del agua (Sandoval & Peña, 2007).

La región del Cusco cuenta con el valle del río Vilcanota en el sector del valle sagrado, siendo este un importante recurso para la labor humana en donde se relaciona el ámbito rural y urbano, con una fluida concurrencia turística. El aumento de la contaminación



del río Vilcanota es una de las principales inquietudes, ya que es el principal punto de vertido de las aguas provenientes de los centros poblados aledaños a este valle, entre ellos la ciudad imperial del Cusco.

Actualmente el distrito de Urubamba no cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para así poder tratar estas aguas servidas y evitar contaminar el río Vilcanota ya que el crecimiento poblacional en los últimos años según el censo del 2017 se ha incrementado en el distrito de Urubamba, por ello se produjo el aumento demográfico y por el turismo se aumentaron viviendas, hoteles y restaurantes y esto trae consigo un aumento de aguas residuales que son vertidas al río Vilcanota.

El presente estudio tuvo como objetivo conocer el Índice de calidad del agua del río Vilcanota, aplicando el Índice de calidad ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021, determinar el estado actual en el que se encuentran los parámetros físico-químico metal y materia orgánica del río Vilcanota en el Tramo Paclamayo – Pucruto. Los datos que se obtuvieron para poder realizar el trabajo de investigación fueron tomados mediante un monitoreo realizado por parte de las tesis con la ayuda de una cadena de custodia, un registro de datos de campo y puntos de monitoreo, se utilizó un medidor multiparamétrico para la obtención de datos de los parámetros físico-químico metal y materia orgánica de la calidad del recurso hídrico que se miden en campo y se tomaron muestras de agua que por la naturaleza de los parámetros fueron llevadas a un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad como es el laboratorio Luis Pasteur. Luego de haber sido analizados se utilizó una hoja de cálculo Excel para el procesamiento de datos y poder verificar la hipótesis y los objetivos planteados; y así determinar el Índice de Calidad de Agua del río Vilcanota, aplicando el ICARHS en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el índice de calidad de agua del río Vilcanota, aplicando el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos (ICARHS) en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021?



### 1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo se realiza el monitoreo del agua del río Vilcanota, de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021?
- b) ¿Cuáles son los resultados de la evaluación de los parámetros orgánicos del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021?
- c) ¿Cuáles son los resultados de la evaluación de los parámetros físico-químico metal del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021?

### 1.3. Justificación de la investigación

#### 1.3.1. Conveniencia técnica

La determinación de la calidad del agua del río Vilcanota es una información actualizada de los parámetros físico-químico metal y Materia Orgánica presentes en el Río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, y es necesaria para la toma de decisiones. Este cuerpo de agua está considerado en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA's) en la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales lo cual influye mucho en las actividades que realiza la población como es la agricultura y ganadería sin embargo las aguas residuales que genera el distrito de Urubamba son vertidas a los tributarios y al mismo Río Vilcanota sin ningún tratamiento previo.

#### 1.3.2. Relevancia social

El monitoreo de la calidad del recurso hídrico, permitirá tomar decisiones mediante la elaboración de un plan de manejo, que conlleve a la descontaminación y el mejoramiento de la calidad de este cuerpo de agua, de manera que las autoridades locales y regionales puedan desarrollar proyectos, que ayuden a disminuir la contaminación en el cuerpo de agua y así evitar el deterioro del río Vilcanota, para así poder ayudar a las personas a que tengan una mejor calidad de vida y un óptimo desarrollo sostenible del ecosistema.



### **1.3.3. Implicancia práctica**

El presente trabajo vislumbra ser un instrumento de información para las autoridades distritales y locales, para así poder resolver los problemas que se está presentando en la actualidad por parte de los pobladores de la zona que hacen uso de estas aguas en el riego de sus cultivos y en el consumo del agua de sus animales. Debemos tener en cuenta que Urubamba es una de las principales fuentes de exportación de una amplia gama de alimentos a nivel nacional.

### **1.3.4. Valor teórico**

El presente trabajo permitió hacer evaluaciones pertinentes siguiendo un esquema establecido para así poder interpretar los datos que deben ser validados para la toma de decisiones, el cual brindará información a los futuros profesionales que deseen realizar trabajos de investigación relacionados al tema, también puede ser utilizado como referencia para nuevos proyectos que pretendan aplicar el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales.

La investigación contribuirá a la mejora de la calidad de agua, buscando obtener una vida saludable para los pobladores que hacen uso de estas aguas, además de que se genera una importante información en la búsqueda de una mejora en la calidad de vida y calidad en los productos que se obtendrán.

## **1.4. Delimitación del estudio**

### **1.4.1. Delimitación espacial**

El distrito de Urubamba es uno de los 7 distritos con los que cuenta la provincia de Urubamba, departamento de Cusco, en el Perú.

La ciudad de Urubamba se encuentra a 59 Km al Noroeste de la ciudad del Cusco, ubicándose en la margen derecha del río Vilcanota. Urubamba se constituye en la ciudad más importante dentro de la red de asentamientos del Valle Sagrado de los Incas.

Se ubica a una altitud que va entre 2 855 y 2 900 m.s.n.m. entre las siguientes coordenadas:

- 13° 18' 26" Latitud Sur
- 72° 08' 09" Longitud Oeste

La ciudad presenta como límites naturales:

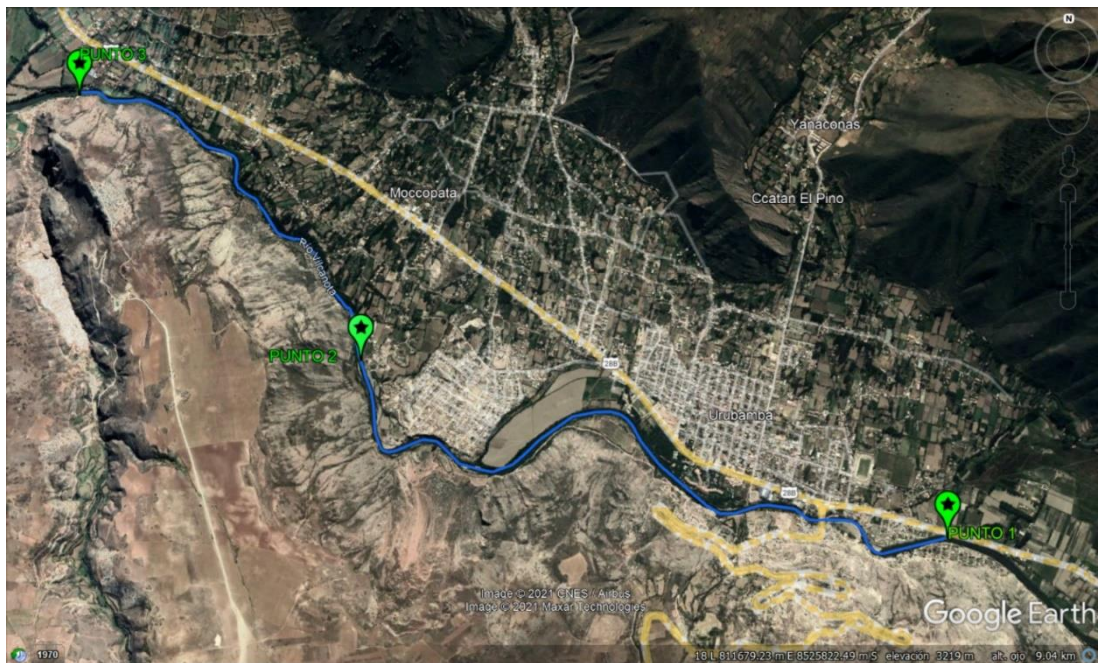




- Hacia el Norte: Los cerros Jahuaquillay y Sayhua, que forman parte de la quebrada del Chicón.
- Hacia el Sur: El cauce del río Vilcanota y los cerros Jaboncilluyoc y Yahuarmaqui.
- Hacia el Este: Las áreas de cultivo denominadas Pantiompampa y Larespampa.
- Hacia el Oeste: Las áreas agrícolas de Chichubamba.

Actualmente la ciudad de Urubamba ocupa una extensión de 218 hectáreas y se asienta sobre suelo coluvial con leve pendiente norte.

Ilustración 1: Puntos de monitoreo en el Distrito de Urubamba



FUENTE: GOOGLE EARTH, 2020

En la Ilustración 1, se observa los puntos de monitoreo en el río a lo largo del tramo en estudio.

El ámbito de influencia se encuentra en el distrito de Urubamba, en la provincia de Urubamba. El río Vilcanota se encuentra aproximadamente a 700 metros de la plaza del distrito de Urubamba.

#### 1.4.2. Delimitación temporal

Los datos que fueron considerados para la realización del trabajo de investigación propuesto fueron obtenidos personalmente mediante un monitoreo por parte de las tesisistas en el año 2021 en la época de estiaje y avenidas en el



mes de octubre y diciembre respectivamente, considerándose las pautas del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales y así mismo teniendo en cuenta los parámetros indicados dentro del ECA y la aplicación del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS).

## **1.5. Objetivo de la investigación**

### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar el índice de calidad de agua del río Vilcanota, aplicando el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Monitorear la calidad del agua del río Vilcanota, de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021.
- Determinar los resultados de la evaluación de los parámetros orgánicos del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021
- Determinar los resultados de la evaluación de los parámetros físico-químico metal del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional

**HERNANDEZ, N. (2013). MEXICO.** En la tesis titulada “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA SUBCUENCA DEL RIO AHUEHUEPAN, TAXCO, GUERRERO”. tuvo como **objetivo** evaluar el estado actual del recurso hídrico en la parte alta y media de la subcuenca del Río Ahuehuepan mediante el Índice de Calidad de Agua con la metodología de la Fundación Nacional de los Estados Unidos (NSF QWI). Para la realización del estudio se dividió la subcuenca en 16 puntos de muestreo evaluados por cada estación del año (4), en los cuales se midieron parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y algunos metales de acuerdo a las características de la zona de estudio, se determinó: in situ el pH, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto y turbidez; en el laboratorio fosfatos, nitratos, coliformes fecales, zinc, cobre, aluminio, plata, hierro y manganeso. El estudio concluye que según la metodología empleada NSF QWI cerca del 81.25% de los sitios muestreados presentan una calidad de agua entre buena y media. La zona con uso urbano presenta una calidad de agua entre mala y muy mala, debido a las actividades antropogénicas. Durante la época de lluvias los valores obtenidos en el muestreo resultaron ser los que se exceden al límite permisible de acuerdo a la norma. El estudio añade que es posible la determinación de la calidad de agua de la subcuenca mediante los valores ICA. El estudio concluye que los contaminantes encontrados en el Río Monzón presentan un riesgo significativo para la conservación del ambiente acuático, el uso agrícola-ganadero, salud poblacional y el desarrollo sostenible del Valle Monzón.

**REINA, A. (2013). ECUADOR.** En su trabajo de investigación titulado “Evaluación de la Calidad de Agua en la Microcuenca del Río Bejuco mediante la aplicación de Indicadores Físico-Químicos y Microbiológicos” tuvo como **objetivo** determinar la calidad del agua del río Bejuco mediante indicadores físico-químicos y microbiológicos, interrelacionándolos con el índice de Calidad de Agua ICA y TULSMA para establecer sus usos agrícola y doméstico en época seca y lluviosa. Se establecieron tres estaciones de muestreo incluyendo dos puntos en cada estación y realizando dos replicas en la época seca y lluviosa en cada punto de muestreo, en los que se realizaron análisis físicos, químicos y



microbiológicos, de los cuales la mayoría de los resultados están dentro de los límites máximos permisibles para aguas de uso agrícola y domestico de acuerdo al TULSMA. Para ello se siguieron los protocolos establecidos en Standard Methods, interrelacionada con la metodología del ÍCA. Según la clasificación de calidad de agua se encontró de acuerdo a valores entre 50 – 69 considerado como rango apto. En función de sus usos se **obtuvo** como criterio general que es poco contaminado; según su abastecimiento público es de mayor necesidad de tratamiento; según su recreación es aceptable pero no recomendable; según la pesca y vida acuática es dudosa para especies sensibles y según su uso industrial y agrícola es sin tratamiento para la industria normal. Las actividades humanas que se desarrollan en sus alrededores no tienen mayor incidencia de contaminación. Se concluye que aún existe un buen medio para la vida acuática y que el agua del río Bejuco puede ser utilizada para cualquier actividad que se requiera, pero con mayor tratamiento.

**SAMANIEGO, G. (2019). ECUADOR.** En la tesis titulada “Análisis de la calidad de agua de la microcuenca del rio Alcacay como herramienta de gestión de los recursos hídricos” tuvo como objetivo analizar la calidad de agua en diferentes niveles de altitud de la microcuenca, la cual puede estar influenciada por las actividades agropecuarias. Para esto, se determinaron cuatro puntos de muestreo en el río en base al uso de suelo. Posteriormente, se levantó información en la zona para conocer las variables que pueden influir en la calidad de agua por medio de encuestas. Para ello se realizaron tres monitoreos en los meses de septiembre (época seca 44,38 mm), octubre y noviembre (época lluviosa 56,60 - 121,12 mm). Se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF) para determinar la calidad de agua en los puntos identificados. Se verifico si existe una relación de las variables presión atmosférica, temperatura y altitud con el ICA. Finalmente, en base a los resultados se plantearon medidas de control y mitigación de los impactos causados al agua por esta actividad. Los resultados que se obtuvieron del ICA-NSF variaron entre 61,28 y 72,07. Los valores obtenidos indican que la calidad de agua oscila entre media y buena. Sin embargo, la calidad que predomina es media en la mayoría de los puntos de monitoreo. El parámetro que influyó en mayor proporción fue los coliformes fecales, llegando a un valor extremo de 920 NMP/100ml en la época



lluviosa. Sin embargo, los demás parámetros a excepción de la demanda bioquímica de oxígeno, nitratos y fósforo total aumentan a medida que disminuye la altitud de la microcuenca. De las variables analizadas con respecto al ICA, la temperatura ambiente es la variable que puede influir en el ICA con 45,60 %.

### 2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional

**JIMENEZ, J & LLICO, M. (2020).** En la tesis titulada “Evaluación de la calidad del agua en el río Muyoc, aplicando el Índice de Calidad Ambiental para Agua, Cajamarca 2019” tiene por **objetivo** evaluar la calidad de agua del río Muyoc según ICA – PE. El cual incorpora parámetros físicos, químicos y microbiológicos. En cada uno de los **monitoreos**, se calculó eficazmente teniendo como resultado del primer monitoreo lo siguiente puntos: P1 cabecera de cuenca, P2 parte media y P3 parte baja de la cuenca. Con la finalidad de evaluar si la calidad de agua es buena o mala para el riego de vegetales y bebida de animales. Los **resultados** de la evaluación nos indican que en el primer monitoreo cloruros M1= 9217.78; M2= 7090.6 y M3= 7799.6 y pH: M1=4.5; M2=4.03; M3= 4.3 son los parámetros que sobrepasan los valores establecidos por del ECA – Agua. Del segundo análisis se obtuvo como resultados que, ningún parámetro sobrepasa los valores del ECA – Agua; sin embargo, al evaluar el ICA – PE, determina que la calidad en el primer monitoreo en época de estiaje es BUENA y en el segundo monitoreo en época de lluvia es EXCELENTE.

**LOAYZA, J & CANO, P. (2015)** en la tesis titulada “Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas – Huancayo – Junín” que tiene como objetivo evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas – Huancayo teniendo por resultados que la calidad de agua a partir del sector medio y bajo se ve afectada por la actividad doméstica por lo tanto las concentraciones de parámetros microbiológicos (coliformes fecales y Escherichia Coli) sobrepasan los estándares de calidad ambiental categoría: 3, mientras que en el sector alto de la subcuenca los parámetros evaluados testifican que el agua del Shullcas, pese a la actividad ganadera desarrollada, no tiene mayor incidencia de contaminación, y su recurso hídrico aún puede ser utilizado para cualquier actividad que sus habitantes requieran.



**ORELLANA, L. (2016).** En la tesis titulada “Calidad del agua superficial de la Microcuenca Ticlacayan, provincia Cerro de Pasco – Pasco” tiene por **objetivo** evaluar la calidad del agua superficial de la microcuenca, determinar la época de mayor contaminación respecto a la calidad del agua superficial y determinar las características físico-químicas y biológicas del agua. Para la **evaluación** de la calidad del agua de la microcuenca se aplicó el Protocolo de Monitoreo de Aguas Superficiales de la Calidad del Agua de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y para determinar el Índice de Calidad de Agua (ICA), se tomó en consideración el ICA establecida por la Fundación Nacional de Sanidad de los Estados Unidos (NSF - WQI) basado en parámetros físico-químicos como: conductividad eléctrica, temperatura, turbiedad, sólidos totales disueltos, pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), nitratos, fosfatos, demanda química de oxígeno (DQO) y oxígeno disuelto y el parámetro biológico coliformes fecales. Se realizaron muestreos en la época transición lluviosa-seca (abril) y seca (agosto), en 5 puntos de muestreo. Los **resultados** obtenidos fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua DS N° 002-2008-MINAM, entre los resultados más importantes se tiene que, los valores del parámetro coliformes fecales y oxígeno disuelto, en su gran mayoría, se encuentran por encima de los estándares, a diferencia del resto de los parámetros físicos y químicos que si se encuentran por debajo de los estándares. Según el ICA NSF, la calidad del agua superficial del Río Ticlacayán, en la época transición lluviosa-seca, es de buena calidad en los puntos superiores, a diferencia de la época seca, que solo la naciente del río muestra buena calidad del agua. Para el resto de los puntos la calidad del agua desciende a mediana calidad, debido a que presenta riberas desprotegidas y a la cercanía con la población de Ticlacayán.



## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Agua**

El agua viene a ser un recurso renovable, el cual se genera naturalmente a través del ciclo hidrológico, el tiempo de residencia para las aguas superficiales en ocasiones es más corto que las aguas subterráneas, este método de reciclaje logra la renovación de los recursos hídricos y suministra un potencial abastecimiento continuo. Los principales procesos de consumo de los recursos hídricos pueden ser el uso doméstico, uso industrial, riego en la agricultura, producción de energía, transporte y/o navegación, recreación, entre otros, que producen grandes cantidades de residuos para los cuales las vías fluviales naturales constituyen conductos de eliminación baratos y siempre disponibles, por ello el tratamiento de las aguas residuales resulta fundamental (Gerard, 1999).

### **2.2.2. Cuenca hidrográfica**

Viene a ser todo terreno que contribuye con el flujo de agua de un río o quebrada, también se puede decir que es el área de captación de donde nace la proveniencia de las aguas de una laguna, quebrada, humedal, embalse, estuario, lago, río, entre otros. Una cuenca Hidrográfica se forma tras las precipitaciones pluviales que se recogen en pequeños canales que forman vertientes, abriendo numerosos cauces.

El Perú cuenta con 159 cuencas hidrográficas, 62 en la vertiente del Pacífico, 84 en la vertiente del Amazonas y 13 en la vertiente del lago Titicaca (ANA, 2014).

### **2.2.3. Cuenca Hidrográfica Urubamba**

Se constituye en una de las cuencas altas en la gran cuenca del Amazonas y su base se conforma en la cuenca del río Urubamba, que es el principal río de la región Cusco, que nace en el nudo del Vilcanota, principal fuente de riego del valle sagrado (ANA, 2021).



Ilustración 2: Cuenca Vilcanota



Fuente: (ANA, 2021)

#### 2.2.4. Río

Es un ecosistema fluvial, en el que se produce una interacción permanente y continua de los elementos bióticos (acuáticos y terrestres) y abióticos (formado por la rívera, la llanura de inundación y el cauce). Así el cauce de un río se forma a partir de las características químicas, físicas e hidráulicas del agua. Los sedimentos juegan un papel muy importante ya que su zona superficial es la que ocupan un conjunto de macroinvertebrados que son la base de la cadena trófica del río (Fernandez Yuste, 2012).

Es un sistema dinámico de flujo de agua y sedimentos que controlan la función biológica de la tierra. Son los corredores activos más importantes que tiene la naturaleza y dependen de estos para el equilibrio de la vida (Bateman, 2007).





### 2.2.5. Rio Vilcanota

Es uno de los principales ríos del Perú, una de las fuentes del río Ucayali y parte de la cuenca del Amazonas. Los orígenes de esta cuenca se encuentran en el nevado de Cunurana a 5443 msnm, tiene una longitud de 724 Km. Durante su recorrido recibe los aportes de los ríos Salcca, Pitumarca, Huarocondo, Huatanay, Yanatile, Yavero y Camisea, entre los principales, los centros poblados más importantes ubicados a lo largo del río Vilcanota son Sicuani, Urcos, Calca, Urubamba, Ollantaytambo, Machupicchu, Quillabamba y Sepahua, las principales actividades desarrolladas a lo largo del río son: turismo, agricultura, acuicultura, ganadería, comercio; siendo la actividad minera casi nula (Ministerio de Salud, 2007).

#### 2.2.5.1. Caudal del río Vilcanota

En la siguiente tabla se muestra datos históricos de los caudales en el año 2018, datos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

Tabla 1: Datos de caudales históricos en el año 2018

Rio	Estación de control	Caudal actual (m3/s)	Caudal normal (m3/s)	Anomalía (%)	Caudal Critico (m3/s)
Vilcanota	Pisac	189.68	138.33	37	320
Vilcanota	Chilca	183.68	183.68	0	580
Vilcanota	Intihuatana	393*	300.76	30.7	580

Fuente: Ministerio de Salud

En un informe presentado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) menciona que el río Vilcanota en la región del Cusco, presenta un aumento en el caudal de agua como resultado de la intensificación de la precipitación ocurrida en la cuenca. El domingo, 23 de enero, la estación hidrológica Pisac registro un caudal de 416.5 m<sup>3</sup>/s, y recomendaron tomar las precauciones correspondientes y evitar realizar actividades cercanas al río (Ministerio del Ambiente, 2022).

### Clasificación de los ríos

Según Gracia Sánchez & Maza Álvarez en su libro titulado Manual de Ingeniería de Ríos en el capítulo 11 refiere que los ríos se clasifican de la siguiente manera:



▪ **Según su período de actividad:**

- Ríos perennes: Localizados en zonas de abundantes precipitaciones, con escasas fluctuaciones a lo largo del año. Debido a las lluvias, su caudal puede cambiar en grandes proporciones.
- Ríos estacionales: Propios de las zonas con estaciones muy diferenciadas, es decir, un invierno húmedo y un verano seco.
- Ríos transitorios: Son los de zonas desérticas, secas y áridas. Si bien en estas zonas las lluvias pueden ausentarse por años, el día que llueva se creará un río rápidamente.
- Ríos alóctonos: ríos de zonas áridas cuya agua proviene de zonas lluviosas.

▪ **Según su geomorfología:**

- Ríos rectilíneos: Son de sinuosidad baja y de un solo canal. Son muy inestables y suelen transformarse en otro tipo de río.
- Ríos anastomosados: Corrientes de agua que presentan varios canales. Como están muy ramificados, sus corrientes no suelen ser fuertes.
- Ríos meándricos: Son de sinuosidad alta y de un único canal. Presentan una curva sobre el canal, lo que genera dos velocidades para el agua que son muy distintas en ambas orillas.

▪ **Según su edad**

- Ríos jóvenes: Se encuentran en los cauces de montaña, tienen pendientes altas y sección transversal tipo V. Son muy irregulares y están, generalmente, en procesos de degradación.
- Ríos maduros: Se presentan en valles amplios, tienen pendientes relativamente escasas. La erosión de las márgenes ha reemplazado a la erosión del fondo.
- Ríos viejos: Se encuentran en valles amplios y planicies cuyo ancho es 15 a 20 veces mayor que el ancho de los meandros, y, las pendientes son muy reducidas.

▪ **Según su régimen hidrográfico**

Para la determinación del régimen de un río, intervienen factores como la temperatura, precipitaciones pluviales, permeabilidad e impermeabilidad del suelo, efecto moderador de la vegetación.



- Ríos de régimen constante o regular: Cuando el caudal del río no experimenta grandes oscilaciones en el curso del año.
- Ríos de régimen periódico o irregular: Cuando el caudal experimenta variaciones, es decir, cuando la diferencia de caudal entre las épocas de estiaje y lluvias son bien pronunciadas.

## Características hidráulicas de un río

### Velocidad del río

Es un factor físico en el funcionamiento de los sistemas acuáticos en movimiento, afectando el tipo de sustrato, la naturaleza erosiva del canal del cauce, los niveles de oxígeno y las cargas de sedimento. Las corrientes rápidas dan lugar a gravas gruesas y guijarros, mientras que las corrientes lentas dan lugar a sedimentos finos, arenas y lodos. Desde la cabecera hasta la zona baja del río, la velocidad de la corriente tiende a aminorarse cuando la pendiente del terreno decae, la profundidad del agua aumenta gradualmente a medida que el río crece debido a la adición de afluentes, la temperatura del agua aumenta a medida que se va bajando de zonas más altas y frías, por tanto, los niveles de oxígeno se reducen en dirección de la corriente. (Gerard, 1999)

### Caudal del río

Viene a ser la cantidad de agua que cruza a través de una sección del canal en un tiempo determinado. Se puede calcular multiplicando la velocidad del agua (m/s), con el área de la sección ( $m^2$ ) dando como resultado el volumen con el que se cuenta, por ello, este aspecto solo se puede aplicar en cuerpos de aguas corrientes como los ríos y arroyos. La profundidad del agua, la composición de los sedimentos y la carga de sedimentos en suspensión se ven afectadas por un cambio en el caudal, afectando en la estructura física del hábitat, como su variabilidad temporal, determinando en simultaneo la composición biológica del sistema. Cuanto mayor sea el caudal, el río tendrá mayor capacidad para recibir descargas residuales por su mayor capacidad de dilución y degradación de desechos (Goyenola, 2007).

#### 2.2.6. Contaminación del Agua

Según la Organización Mundial de la Salud: El agua está contaminada cuando se altera su composición de modo que no reúne las condiciones necesarias para el uso que se le



haya destinado en su estado natural. El agua que procede de ríos, lagos y quebradas es objeto de una severa contaminación, por causas antrópicas.

Según Bermúdez; los contaminantes del agua se pueden ser:

- a) Desechos orgánicos: Son los residuos orgánicos producidos por los seres vivos, incluyendo las heces y distintos materiales que logren ser descompuestos por bacterias aeróbicas, procesos que requieren del consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, evitando que vivan otros organismos que necesitan oxígeno. Los índices que pueden medir la contaminación por desechos orgánicos son: el Oxígeno Disuelto (OD) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).
- b) Sustancias químicas inorgánicas: Dentro de este grupo se cuenta con los ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas, pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.
- c) Compuestos orgánicos: Son moléculas como el petróleo, gasolina, plaguicidas, detergentes, etc., vertidos en el agua subsisten por largos periodos de tiempo debido a sus complejas estructuras moleculares las cuales son difíciles de degradar por los microorganismos.
- d) Partículas sólidas en suspensión: Gran parte de las partículas del suelo son transportadas al agua, junto con materiales en suspensión, que representan una mayor fuente de contaminación del agua.
- e) Microorganismos patógenos: Son los diversos tipos de virus, bacterias, organismos y protozoos que transmiten distintas enfermedades como la gastroenteritis, cólera, hepatitis, tifus, etc. Estos patógenos son la principal causa de muerte prematura en niños dentro de los países en vías de desarrollo.

### **2.2.7. Contaminación de Ríos**

La contaminación de los ríos consiste en la incorporación, de materiales considerados como extraños en los cuerpos de agua, tales como: Residuos industriales, microorganismos, productos químicos, aguas residuales, y otros, afectando la calidad del río, de forma que influye en la utilidad del agua.



### 2.2.8. Aguas Residuales

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento (Ministerio de Agricultura, 2010).

Los ríos en sus cauces naturales reciben diferentes aportes, ya sean naturales o aguas residuales urbanas, industriales, de actividades agrícolas, etc.

- Los tipos de aguas residuales pueden ser:

- **Aguas domésticas o urbanas**

Son las originadas por las viviendas o instalaciones comerciales privadas y/o públicas, estas principalmente contienen gérmenes patógenos, materia orgánica, sólidos, detergentes, nitrógeno y fósforo, además de otros en menor proporción como restos de jabones, detergentes, lejía, grasas, etc., (Metcalf & Eddy, 1995).

La concentración del agua residual de una población depende principalmente del consumo de agua y de la cantidad de residuos producidos a diario por habitante. La contaminación por las aguas residuales domésticas usualmente es caracterizada por su demanda bioquímica de oxígeno; esto determina si el agua residual en cuestión es de composición fuerte, media o débil y los sólidos en suspensión y nitrógeno amoniacal. (Metcalf & Eddy, 1995)

- **Aguas residuales Industriales**

Son producidas por el desarrollo de un proceso productivo, incluyendo a las provenientes de la actividad agrícola, agroindustrial, energética, minera entre otras (Metcalf & Eddy, 1995).

### 2.2.9. Aguas Pluviales

Son las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos; en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos.

Una llovizna llega a arrastrar diversas partículas y fluidos como: Esporas, polvo de ladrillo y cemento, hollín, hidrocarburos, polvo orgánico e inorgánico de los tejados, partículas sólidas como polvo, restos de vegetales, animales y partículas



sólidas de los parques y zonas verdes. Los arrastres se efectúan hasta la red de evacuación y el volumen de agua es tal que produce diluciones en los procesos de depuración (Seoanez, 1995).

### 2.2.10. Monitoreo de la Calidad del Agua

Es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad de agua, con el objetivo de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación. (OEFA, 2015)

### 2.2.11. Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Son el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físico, químico y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. (OEFA, 2015)

**Tabla 2: Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental-Agua**

<b>Categoría 1</b> Poblacional y recreacional	<b>Sub-Categoría A:</b> Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	A1	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
		A2	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
		A3	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
	<b>Subcategoría B:</b> Aguas superficiales destinadas para recreación	B1	Contacto Primario
		B2	Contacto Secundario
	<b>Categoría 2</b> Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales	<b>Subcategoría C</b>	C1
C2			Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras
C3			Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras
C4			Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
<b>Categoría 3</b> Riego de vegetales y bebida de animales	<b>Subcategoría D1:</b> Riego de vegetales	Agua para riego no restringido	
		Agua para riego restringido	
<b>Categoría 4</b> Conservación	<b>Subcategoría E1:</b> Lagunas y lagos		
	<b>Subcategoría E2:</b> Ríos		Ríos de la costa y sierra



del ambiente acuático		Ríos de la selva
	Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos	Estuarios Marinos

Fuente: (OEFA, 2015)

### 2.2.12. Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales)

Son aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos y aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos (OEFA, 2015).

### 2.2.13. Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales

Se define como una herramienta matemática que integra una cantidad de parámetros, cuyo análisis permite transformar estos datos en un valor que califica el estado de la calidad de los recursos hídricos en un (1) punto de muestreo (ANA, 2020).

### 2.2.14. Parámetros por medir según el ICARHS Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales)

- **Parámetros físico-químico metal**

Los parámetros físicos del agua son los que influyen directamente en el estado estético del agua como son el olor, color, turbidez, solidos disueltos, conductividad, etc., y los parámetros químicos constituyen uno de los principales requisitos para caracterizar el agua, sustancias químicas cuya presencia puede alterar el cuerpo de agua como son pH, DBO5, DQO, etc.

- **Potencial de Hidrogeno**

El pH representa la intensidad de la condición ácida o alcalina en una solución. El pH del agua natural se relaciona con la concentración de CO<sub>2</sub>. El pH es un valor variable entre 0 y 14 que indica la acidez o la alcalinidad de una solución (DIGESA, 2020).

- **Aluminio**

Es un elemento que se encuentra en abundancia en la corteza terrestre, pero su presencia en las aguas naturales es inferior. El aluminio existe en minerales, rocas y arcillas, también está en aguas superficiales, pero su concentración en las aguas con un pH cercano a natural raramente supera unas pocas décimas a 1mg/L (ANA, 2017).



- **Arsénico**

El arsénico está “ampliamente distribuido en la corteza terrestre, sus formas más comunes son el sulfuro de arsénico o los arsenatos de metales. Este elemento está presente en el agua debido principalmente a la actividad minera y muy rara vez por causas naturales, aunque en concentraciones muy bajas; también se encuentra en ciertos insecticidas y herbicidas, los que pueden contaminar artificialmente las aguas con dicho elemento. La presencia de arsénico se ha detectado, asimismo, como impurezas de otros metales, como el cobre” (DIGESA, 2020).

- **Boro**

El boro, es un elemento presente en las aguas naturales a causa de dos factores, al aporte de la geología natural y/o a los vertidos de efluentes de aguas residuales tratadas y no tratadas. Su presencia en el agua tiene una consecuencia nociva en ciertos productos agrícolas, incluidos los cítricos. Asimismo, para aguas destinada para el consumo poblacional que contiene boro, puede originar un problema en la salud de las personas (ANA, 2017).

- **Cadmio**

El Cadmio se puede ser que “se encuentra en la naturaleza en forma de sulfuro y como impureza de minerales de zinc y plomo. Su presencia en el agua es debido a las actividades mineras y de fundición” (DIGESA, 2020).

- **Cobre**

Es un elemento altamente distribuido en cuencas hidrográficas, aunque la mayoría de los minerales de cobre son relativamente insolubles y es absorbido en fases sólidas, también existe en bajas concentraciones en aguas naturales. Esto debido a la presencia de los sulfuros, pero el cobre debería ser menos soluble en presencia de ambientes anóxicos. La presencia de mayor concentración en aguas naturales superficiales puede atribuirse a desechos industriales y/o actividades de minería (ANA, 2017).

- **Hierro**

El hierro es un metal común el cual se encuentra en gran abundancia en suelos y rocas, normalmente en forma insoluble. Sin embargo, debido a una cierta reacción que suceden de manera natural en el suelo se obtiene formas de hierro solubles las cuales contaminarían un cuerpo de agua que se encuentre cerca (DIGESA, 2020).





- **Manganeso**

El manganeso se puede encontrar comúnmente en las rocas y suelos, se presenta como hidróxidos y óxidos. La evaluación de este elemento es de suma importancia para así poder buscar en los cuerpos de agua las concentraciones que puedan existir (ANA, 2017).

- **Plomo**

El Plomo tiene una importancia mínima cuando se habla de la corteza terrestre la cual se encuentra en suelos no contaminados y rocas sedimentarias en mínima concentración. Para los organismos acuáticos el plomo es altamente toxico por el grado de toxicidad, dependiendo de la característica del cuerpo de agua y las especies de estudio (ANA, 2017).

### **Parámetros materia orgánica**

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)**

La DBO5 es el parámetro que indica la cantidad de oxígeno en que las bacterias y algunos seres minúsculos consumen durante 5 días a una temperatura de 20°C para que se degraden, oxiden o estabilicen la materia orgánica en situaciones aeróbicas para poder determinarlo se debe basar a la oxidación natural por degradación (ANA, 2017).

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

La DQO se utiliza como medida del oxígeno que es equivalente al contenido de materia orgánica. Es un parámetro de gran importancia ya que se puede evaluar fácilmente para así poder verificar la existencia de contaminación en los cuerpos acuáticos por la presencia de aguas servidas, efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticos y desechos industriales de tipo orgánico con alto contenido de materia orgánica (ANA, 2017).

- **Oxígeno Disuelto**

Es el oxígeno que se encuentra disuelto en el agua, debido a la aireación y también por la fotosíntesis. La solubilidad del oxígeno en cuerpos de agua depende de su temperatura y su presión parcial. La cantidad de concentración de oxígeno disuelto en los cuerpos de aguas naturales es importante para los animales acuáticos, ya que lo utilizan para respirar (DIGESA, 2020).



- **Coliformes Termo tolerantes**

Este parámetro en los cuerpos de agua superficial se presenta debido a la contaminación fecal, lo cual es originado por los vertidos domésticos sin ningún tratamiento a los cuerpos receptores de agua (quebradas, ríos y lagunas) también puede ser por la ineficiente disposición de los residuos que se arrojan alas riveras de los ríos (ANA, 2017).

### **2.3. Marco legal**

- ✓ Ley N.º 28611 – Ley General del Ambiente
- ✓ Ley N.º 29338 – Ley de Recursos Hídricos
- ✓ Ley N.º 26842 – Ley General de Salud
- ✓ Decreto Supremo N.º 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, modificado por el Decreto Supremo N.º 006-2017-AG.
- ✓ Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM: Aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias.
- ✓ Resolución Jefatural N.º 270-2017-ANA, Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales.
- ✓ Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- ✓ Resolución Jefatural N.º 068-2018-ANA, Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales.
- ✓ Resolución Jefatural N.º. 084-2020-ANA, Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)

### **2.4. Hipótesis**

#### **2.4.1. Hipótesis general**

El valor del Índice de Calidad de Agua del rio Vilcanota aplicando el ICARHS en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba - Cusco 2021 es bueno.

#### **2.4.2. Hipótesis nula**

El valor del Índice de Calidad de Agua del rio Vilcanota aplicando el ICARHS en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba - Cusco 2021 es malo.



## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Identificación de variables**

#### **2.5.1.1. Variable dependiente**

##### **Índice De Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales**

Viene a ser una herramienta matemática que incluye una cantidad de parámetros, cuyo análisis permite que estos datos se transformen en un valor que estime el estado de la calidad del recurso hídrico (ANA, 2020).

#### **2.5.1.2. Variable independiente**

##### **Calidad Del Agua**

Es la característica que posee el agua dependiendo del uso a la que está destinada, desde el punto de vista ambiental podemos decir que son las condiciones que debe poseer el cuerpo de agua para que así este en un ecosistema equilibrado y cumpla los objetivos determinados de la calidad como lo son los parámetros químicos, físicos y microbiológicos (OEFA, 2015).

### **2.5.2. Operacionalización de variables**



Tabla 3: Operacionalización de variables

DEFINICIÓN							
VARIABLES	CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES	INSTRUMENTO		
<b>Variable Dependiente</b>							
Calidad de Agua	Es la característica que posee el agua para poder reconocer los usos que se obtendrán del mismo, desde el punto de vista ambiental podemos decir que son las condiciones que deben poseer el cuerpo de agua para que así este en un ecosistema equilibrado y cumpla los objetivos determinados de la calidad como lo son los parámetros químicos, físicos y	Materia Orgánica	DBO5	mg/L	Registros de Punto de Monitoreo Registros de Datos de Campo Etiquetas de Muestra Cadena de Custodia Ficha de Laboratorio		
			DQO	mg/L			
			OD	mg/L			
			Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml			
				Físico-Químico metal		pH	
			Arsénico			ml/L	
			Aluminio			ml/L	
			Manganeso			ml/L	
			Hierro			ml/L	
			Cadmio			ml/L	
			Plomo			ml/L	
			Boro			ml/L	
			Cobre			ml/L	



---

microbiológicos (OEFA, 2015).

---

**Variable  
Independiente**

---

ICARHS	Viene a ser una herramienta	Pésimo	0-44
	matemática que incluye una	Malo	45-64
	cantidad de parámetros, el	Regular	65-79
	cual su análisis permite que	Bueno	80-94
	estos datos se transformen en un valor que estime el estado de la calidad del recurso hídrico (ANA, 2020).	Excelente	95-100

---



## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Materiales

#### 3.1.1. Materiales

- ✓ Agua destilada
- ✓ Preservantes
- ✓ Frascos de plástico o vidrio previamente esterilizados.
- ✓ Wincha

#### 3.1.2. Equipos

- ✓ Multiparámetro
- ✓ GPS
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Cronometro
- ✓ Caja térmica

#### 3.1.3. Equipo de protección personal

- ✓ Casco
- ✓ Botas de jebe
- ✓ Chaleco
- ✓ Guantes
- ✓ Barbijo

#### 3.1.4. Instrumentos

- ✓ Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales
- ✓ Registro de punto de monitoreo
- ✓ Registro de datos de campo
- ✓ Etiqueta de muestras
- ✓ Cadena de custodia

### 3.2. Métodos

#### 3.2.1. Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación abarca una orientación cuantitativa, ya que involucra el análisis de datos numéricos para medir las variables determinadas, se analizaron los datos obtenidos mediante el programa de Excel para así poder extraer una serie de conclusiones para verificar las hipótesis planteadas.

Los fenómenos que se midieron no fueron afectados por parte de las testistas, así mismo los monitoreos que se realizaron siguieron las pautas del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales para el muestreo.



### 3.2.2. Nivel o alcance de la investigación

El nivel de la presente investigación corresponde a un nivel descriptivo correlacional, ya que el trabajo de investigación pretende medir o recoger información de manera conjunta sobre las variables en estudio, por ello se buscó especificar las propiedades de los parámetros físico-químico metal y orgánicos. Correlacional, por que mide dos variables, entiende y evalúa la relación estadística entre ellas sin influencia de ninguna variable extraña

### 3.2.3. Diseño de la investigación

El diseño para esta investigación viene a ser No Experimental, ya que la investigación se realizó sin manipular deliberadamente las variables y se basó fundamentalmente en la observación de los fenómenos tal y como se dieron en su contexto natural para así poder analizarlos.

El análisis estadístico e hipotético se realizó a través de la prueba Tau-C.

### 3.2.4. Población

La población estará constituida por el rio Vilcanota del distrito de Urubamba, Provincia de Urubamba.

### 3.2.5. Muestra

La muestra estuvo conformada por el tramo de Paclamayo – Pucruto en el distrito de Urubamba, los cuales constituyen los 3 puntos de monitoreo en época de avenidas y estiaje, una muestra por cada punto. Las muestras fueron tomadas por tramos de acuerdo a los efluentes en el área de estudio del rio Vilcanota, en forma no aleatoria en el tercio del margen derecho del rio, garantizando la seguridad de los investigadores.

**Tabla 4: Tabla de Coordenadas de los 3 puntos de muestreo**

Puntos	COORDENADAS	
Punto 01	13° 18' 47'' S	72° 6' 25'' W
Punto 02	13° 18' 8'' S	72° 7' 47'' W
Punto 03	13° 17' 16'' S	72° 9' 15'' W

Fuente: Elaboración propia.



### **3.2.6. Procedimiento de Monitoreo**

#### **3.2.6.1. Trabajo de campo**

El trabajo de campo se realizó con la intención de realizar dos monitoreos en dos épocas del año; época de avenidas y época de estiaje, en tres (03) puntos a lo largo del tramo y así poder hallar el Índice de Calidad de Agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto en el Distrito de Urubamba. Se considero 3 puntos ya que el primer punto se encuentra en el límite del distrito de Urubamba y el distrito de Yucay, por lo cual se tomó en cuenta este punto para poder determinar el valor de los parámetros aguas arriba, por lo cual se puede conocer el estado en el termina después del vertimiento de aguas de las provincias de Paucartambo, San Salvador, Pisac, Coya, Lamay, Calca, Huaran, Urquillos, Urco, Huayllabamba, Yucay. El segundo punto fue monitoreado por que entre el primer punto y este se encontró mayor influencia de actividades hoteleras, negocios gastronómicos, viviendas e industrias, el camal municipal, hospitales e incluso encontramos cerca a este punto un criadero de cerdos. El tercer punto se encuentra ubicado en el límite del distrito de Urubamba con el centro poblado de Yanahuara (que pertenece a la provincia de Urubamba, mas no al distrito) este punto es la concentración de los puntos 1 y 2 de monitoreo, cerca de este punto se cuenta con hoteles y restaurantes turísticos y una concentración de actividades ganaderas. En el tercer punto de monitoreo se encontró la presencia de un punto de vertimiento que proviene de un restaurante turístico; que se encuentra a las afueras de la ciudad de Urubamba, el cual eliminaba sus aguas residuales sin un previo tratamiento en el río Vilcanota.

#### **3.2.6.2. Tipo de muestra de agua**

En el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales existen 3 tipos de muestras de agua las cuales son: Muestra simple o puntual, muestra compuesta y muestra integrada, en nuestro trabajo de investigación se utilizó la muestra simple o puntual ya que esta consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual, se representan las condiciones y características de la





composición original del cuerpo de agua ya sea para el lugar, tiempo y las circunstancias particulares en el momento en que se realizó su recolección.

### 3.2.6.3. Planificación del Monitoreo

La programación del monitoreo se realizó de acuerdo a lo estipulado por la R.J. N.º 010-2016-ANA (Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales), comprendido en tres fases.

#### a. Pre - monitoreo

- ✓ Planificación del monitoreo
- ✓ Fijar la red de puntos de monitoreo
- ✓ Codificación del punto de muestreo
- ✓ Frecuencia de monitoreo
- ✓ Parámetros recomendados a evaluar
- ✓ Preparación de equipos, materiales e indumentaria de protección
- ✓ Seguridad en el trabajo de campo

#### b. Monitoreo

- ✓ Inspeccionar el entorno
- ✓ Rotulado y etiquetado
- ✓ Georreferenciación del punto de monitoreo
- ✓ Medición de los parámetros de campo
- ✓ Toma de muestra
- ✓ Preservación
- ✓ Completar la cadena de custodia
- ✓ Transporte de las muestras
- ✓ Aseguramiento de la calidad de los resultados

#### c. Pos - Monitoreo

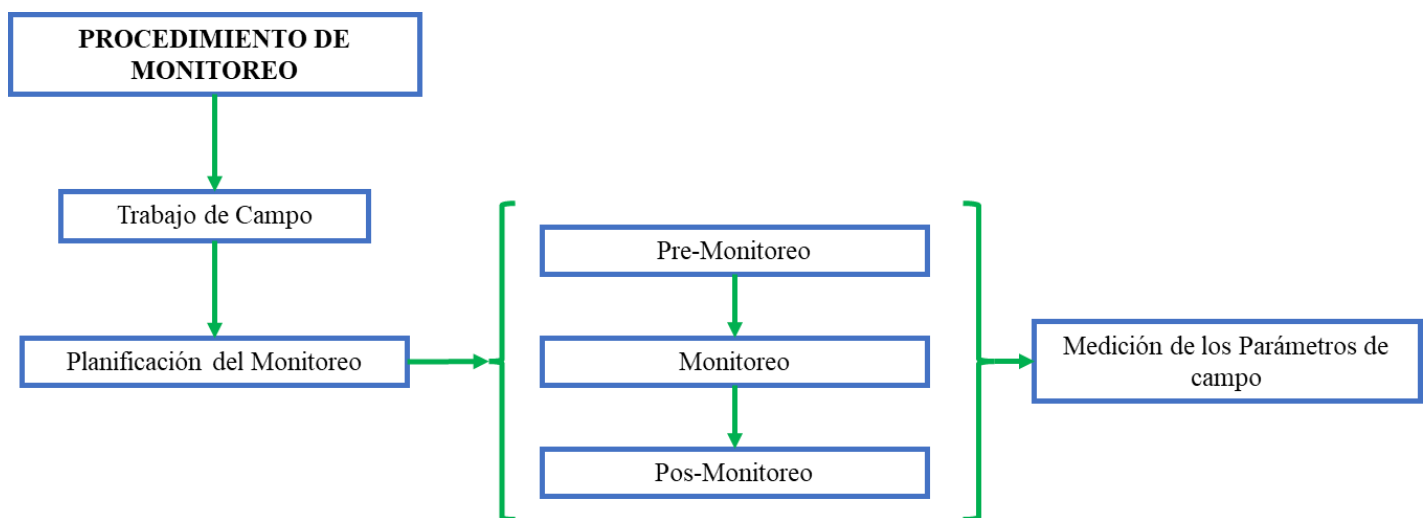
- ✓ Análisis de las muestras por el laboratorio acreditado por el INACAL
- ✓ Procesamiento, revisión y análisis de datos de monitoreo
- ✓ Elaboración del informe técnico del monitoreo



### Medición de los parámetros de campo

Los parámetros medidos en campo fueron oxígeno disuelto y pH, se tomaron los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua en algunos puntos donde se tenía una amplia accesibilidad y en puntos donde no tenía accesibilidad se utilizó un balde limpio y transparente. Se realizó el trabajo de campo y se realizaron las mediciones con el equipo multiparamétrico de manera inmediata después de tomar la muestra de agua en los puntos de acuerdo a la accesibilidad; si se producen variaciones significativas de medidas entre dos muestras, es necesario calibrar el equipo; las mediciones se registraron mediante una plantilla que se tiene (véase el anexo IV). Al término de la toma de datos se procedió a la limpieza del equipo para evitar posibles focos de contaminación en la membrana la cual pudiera alterar las muestras. Se utilizó agua destilada para poder realizar la limpieza del área superficial de los equipos para evitar daños del equipo y su deterioro

Ilustración 3: Flujograma para el procedimiento de monitoreo



### Procedimiento para la toma de muestras

Para el trabajo de muestreo se tomaron medidas de seguridad respectiva haciendo el uso de EPPS, guantes descartables, mascarilla, mandil y lentes de seguridad para poder manipular los equipos de toma de muestra, los recipientes, frascos y los reactivos de preservación.

1. El personal involucrado en la toma de muestras conto de igual manera con el equipo de protección personal y se tomaron las medidas de seguridad respectivas para darle rigor al monitoreo.



2. Se ubicaron los puntos de fácil acceso al río el mismo que debía contar en ese punto con corrientes suaves y mínima turbulencia, para medir los parámetros de campo se elaboró un registro de toma de datos de las mediciones en la plantilla que se tiene (Anexo IV).
3. En la toma de muestras siguiendo el protocolo de monitoreo se colocó un frasco en el brazo muestreador, asegurándolo y retirando la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
4. Se sumergió el recipiente con una profundidad de veinte a treinta centímetros, empezando en la superficie con dirección opuesta al flujo del río.
5. Se tomo en cuenta un área de alrededor de uno por ciento aproximadamente de la capacidad del envase para los parámetros que requieran preservación.
6. Para las muestras microbiológicas se dejó un espacio del 10% del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
7. Se llenó el envase del DBO5 con calma hasta lograr llenar su totalidad y así evitar la formación de espacios de aire.
8. Se evito coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.

### **Preservación, llenado de la cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de las muestras**

#### **a. Preservación**

Una vez realizada la toma de muestras se procedió incluir el preservante adecuado que requiere la muestra de algunos parámetros según lo indicado en el anexo VII (conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado). Una vez preservada la muestra, se homogenizo y cerro herméticamente el recipiente.

La manipulación de reactivos fue siguiendo los protocolos de seguridad para la manipulación de cada uno de ellos, usando los EPPS respectivos. Asimismo, se tomó la precaución debida para así poder prevenir la aspiración de gases tóxicos y la ingesta de sustancias toxicas mediante la piel, la nariz y la boca. Para lo cual, fue esencial el uso de: Lentes de seguridad, guantes y mascarillas descartables resistentes a los reactivos; como los guantes delgados de nitrilo o vinilo de color verde o celeste.

En el transcurso del monitoreo toda sustancia reactiva fue almacenada de manera separada de los envases usados para las muestras y otros equipos en una caja



térmica el cual estuvo esterilizado y seguro para prevenir una contaminación por agentes exteriores e interiores.

**b. Llenado de la cadena de custodia**

Para completar la cadena de custodia, se tomó en cuenta los siguientes datos:

- Nombres de las personas que realizan el monitoreo
- Nombre de las personas responsables de la toma de muestras
- Nombre del proyecto de investigación
- Clasificación de la matriz de agua
- Fecha y hora del muestreo
- Número y tipo de envases por punto de muestreo
- Preservación de la muestra
- Lista de parámetros a analizar por cada muestra
- Firma de la persona responsable del monitoreo

El ingreso de las muestras a laboratorio fue siguiendo el protocolo y fueron acompañadas de la cadena de custodia debidamente llenada y protegida en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore, y enviarla dentro de la caja térmica que contiene las muestras.

**c. Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras.**

Los frascos se almacenaron dentro de cajas térmicas de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol. Los recipientes de vidrios se embalaron con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante el transporte.

Para su conservación, las muestras que fueron recolectadas se acondicionaron en cajas térmicas bajo un adecuado sistema de enfriamiento.

Las muestras se transportaron inmediatamente al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro de acuerdo con el cuadro del anexo VII (conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado); para el transporte de las muestras se selló la caja térmica de forma que asegure la integridad de las muestras.

**3.2.7. Revisión y comparación de resultados**

La normativa peruana referida a la aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA-agua) (DECRETO SUPREMO DS-004-2017-MINAM) establece el nivel de concentración o



el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componentes básicos de los ecosistemas acuáticos, que no presentan riesgo significativo para la salud de las personas y el medio ambiente, estos a su vez se clasifican en cuatro categorías, la categoría de interés es la Categoría III (riesgo de vegetales y bebida de animales).

Seguidamente los resultados obtenidos tanto en el laboratorio, así como los resultados producto de la medición In situ se compararon con los parámetros establecidos por el Estándar de Calidad Ambiental para agua (ECA – agua).

**Tabla 5: Parámetros establecidos por el ECA - agua Categoría 3.**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FISICO-QUIMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero	100 (a)		100 (a)
Conductividad	uS/cm	2500		5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2		0.5
Fenoles	mg/L	0.002		0.01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos + Nitritos	mg/L	100		100
Nitritos	mg/L	10		10
Oxígeno disuelto	mg/L	≥4		≥5
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5		6.5 – 8.4
Sulfatos	mg/L	1000		1000
Temperatura	°C	Δ3		Δ3
<b>INORGANICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5
Arsénico	mg/L	0.1		0.2
Bario	mg/L	0.7		**
Berilio	mg/L	0.1		0.1



Boro	mg/L	1	5	
Cadmio	mg/L	0.01	0.05	
Cobre	mg/L	0.2	0.5	
Cromo total	mg/L	0.1	1	
Hierro	mg/L	5	**	
Litio	mg/L	2.5	2.5	
Magnesio	mg/L	**	250	
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	
Mercurio	mg/L	0.001	0.001	
Níquel	mg/L	0.2	1	
Plomo	mg/L	0.05	0.05	
Selenio	mg/L	0.02	0.05	
Zinc	mg/L	2	24	
<b>ORGANICO</b>				
<b><u>Bifenilos Policlorados</u></b>				
Bifenilos Policlorados	ug/L	0.04	0.045	
<b><u>PLAGUICIDAS</u></b>				
Paratión	ug/L	35	35	
<b><u>Organoclorados</u></b>				
Aldrín	ug/L	0.004	0.7	
Clordano	ug/L	0.006	7	
Dicloro Tricloroetano	ug/L	0.001	30	
Dieldrín	ug/L	0.5	0.5	
Endosulfán	ug/L	0.01	0.01	
Endrín	ug/L	0.004	0.2	
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	ug/L	0.01	0.03	
Lindano	ug/L	4	4	
<b><u>Carbamato</u></b>				
Aldicarb	ug/L	1	11	
<b>MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml	1000	2000	1000
Escheríchia Coli	NMP/100ml	1000	**	**
Huevos de Helminthos	Huevo/L	1	1	**

Fuente: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – Agua)

### 3.2.8. Cálculo de los valores del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)

En nuestro país, al evaluar la calidad de agua se debe realizar una comparación de los resultados de un grupo de parámetros, ya sea microbiológicos, químicos o físicos con los valores que están establecidos en el ECA – Agua según la categoría del cuerpo de agua superficial



correspondiente. El Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS), se utiliza para poder transmitir información de manera sencilla sobre el estado de la calidad del recurso hídrico dando una escala de valorización de 0-100, donde 0 es pésimo y 100 es excelente (ANA, 2020).

**Tabla 6: Parámetros a evaluar en el ICARHS**

<b>Categoría 3</b>		
<b>D1: Riego de vegetales y bebida de animales</b>		
<b>N.º</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>
01	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L
02	Demanda Química de Oxígeno	mg/L
03	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L
04	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH
05	Aluminio	mg/L
06	Arsénico	mg/L
07	Boro	mg/L
08	Cadmio	mg/L
09	Cobre	mg/L
10	Hierro	mg/L
11	Manganeso	mg/L
12	Plomo	mg/L
13	Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml

Fuente: Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)

Para calcular el índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales se debe aplicar la fórmula canadiense, que establece tres factores (frecuencia, amplitud y alcance), la cual da como resultado un valor entre cero y cien el cual viene a representar y cuantificar el estado de la calidad del agua en cada punto de monitoreo del curso del agua ya sea un río o una cuenca (ANA, 2020).

### Formula base del ICARHS

Se emplea la formula elaborada por el Consejo Canadiense de ministros del Medio Ambiente (CCME WQI) (ANA, 2020).

#### Ecuación 1: ICARHS

$$CCMEWQI = 100 - \left( \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{1,732}} \right)$$



**F1-Alcance:** esta representa por la cantidad de los parámetros que no cumplen con la con los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA – Agua) vigente, respecto al total de parámetros a evaluar.

**Ecuación 2: Alcance**

$$F1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}}$$

**F2- Frecuencia:** representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA – Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos).

**Ecuación 3: Frecuencia**

$$F2 = \frac{\text{Número de los datos que no cumplen los ECA}}{\text{Número Total de Datos Evaluados}}$$

**F3- Amplitud:** Es una 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.

**Ecuación 4: Amplitud**

$$F3 = \left( \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) * 100$$

Donde la suma Normalizada de Excedentes (nse) es:

**Ecuación 5: Suma Normalizada de Excedentes**

$$nse = \frac{\Sigma \text{Excedentes}}{\text{Total de Datos}}$$

**Caso 1:** Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA – Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

**Ecuación 6: Excedente**

$$\text{Excedente} = \left( \frac{\text{Valor del parámetro que no cumple los ECA Agua}}{\text{Valor establecido del parámetro en los ECA Agua}} \right) - 1$$

**Caso 2:** Cuando el valor de concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA – Agua, incumpliendo la condición señalada en el mismo,





como ejemplo: el Oxígeno Disuelto (>4), pH (>6.5, <8.5), el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

**Ecuación 7: Excedente**

$$Excedente = \left( \frac{\text{Valor establecido del parametro en los ECA Agua}}{\text{Valor del parametro que no cumple los ECA Agua}} \right) - 1$$

Una vez obtenido los valores de los factores (F1, F2 y F3) se procede a realizar el Cálculo de cada subíndice.

**Escalas de valoración**

El resultado del ICARHS es representado como un número adimensional que va entre 0 y 100, permitiendo fijar cinco escalas de rango, este valor califica en qué estado se encuentra el cuerpo de agua, como Excelente, Bueno, Regular, Malo y Pésimo. (Ver Cuadro 1).

**Cuadro 1: Valoración del ICARHS**

Valor ICARHS	Calificación ICARHS	Color (RGB)	Interpretación
95 – 100	Excelente	0 112 255	La calidad del agua está protegida, ausencia de amenaza o daño, su condición está muy cercana a los niveles naturales o deseables
80 – 94	Bueno	0 197 255	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud
65 – 79	Regular	85 255 0	La calidad de 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.
45 – 64	Malo	255 170 0	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0 – 44	Pésimo	255 0 0	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan tratamiento.

Fuente: Metodología Canadiense (CCME\_WQI)



### Determinación de subíndices

Para hallar el ICARHS, se debe tener en consideración dos subíndices, los cuales serán representados como S1 y S2 para lograr su cálculo se tendrá en cuenta algunos parámetros que tengan una relación entre sí, lo cual tendrá una calificación que se determinará mediante el valor mínimo y una calificación crítica.

Ecuación 8: Subíndices

$$ICARHS = \text{mín.}(S1, S2)$$



Figura 1: Determinación de subíndices del ICARHS

### Representación gráfica

En cuanto a la representación gráfica de los resultados del ICARHS se necesita tomar en cuenta tres distintas condiciones principales: ubicación espacial, calificación de los subíndices 1 y 2, y el resultado del ICARHS.

De tal manera, en la Figura 2 se plantea la representación gráfica (símbolo / ícono) por punto de muestreo, que integra los resultados de cada subíndice, y cuyo resultado final del ICARHS será visualizado en un mapa temático utilizando la escala de colores establecida en el Cuadro 1.



Figura 2: Ejemplo de icono propuesto para la representación del ICARHS

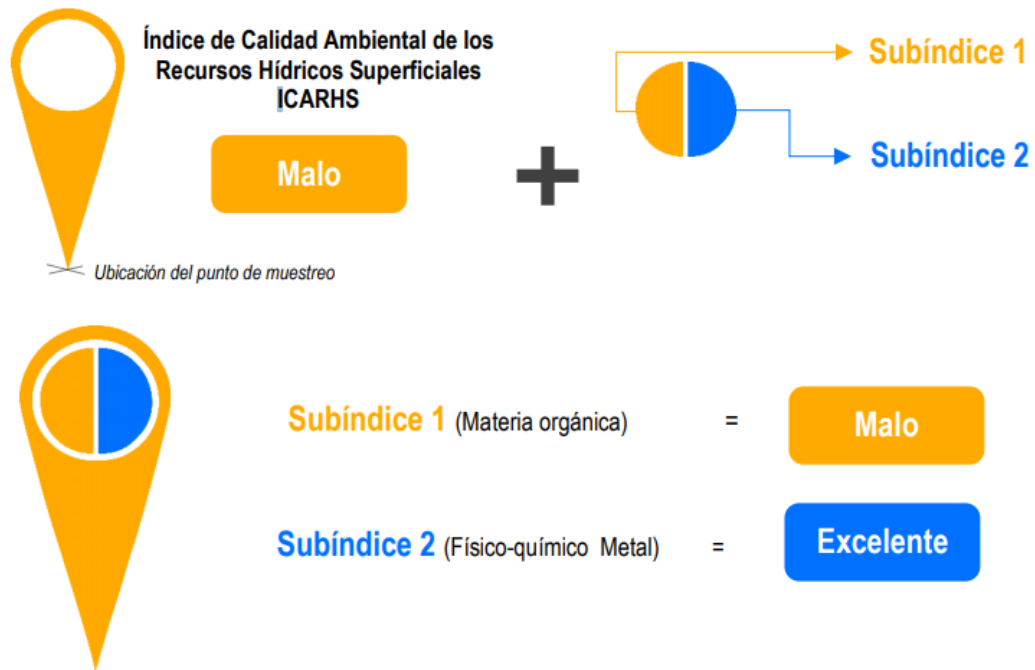
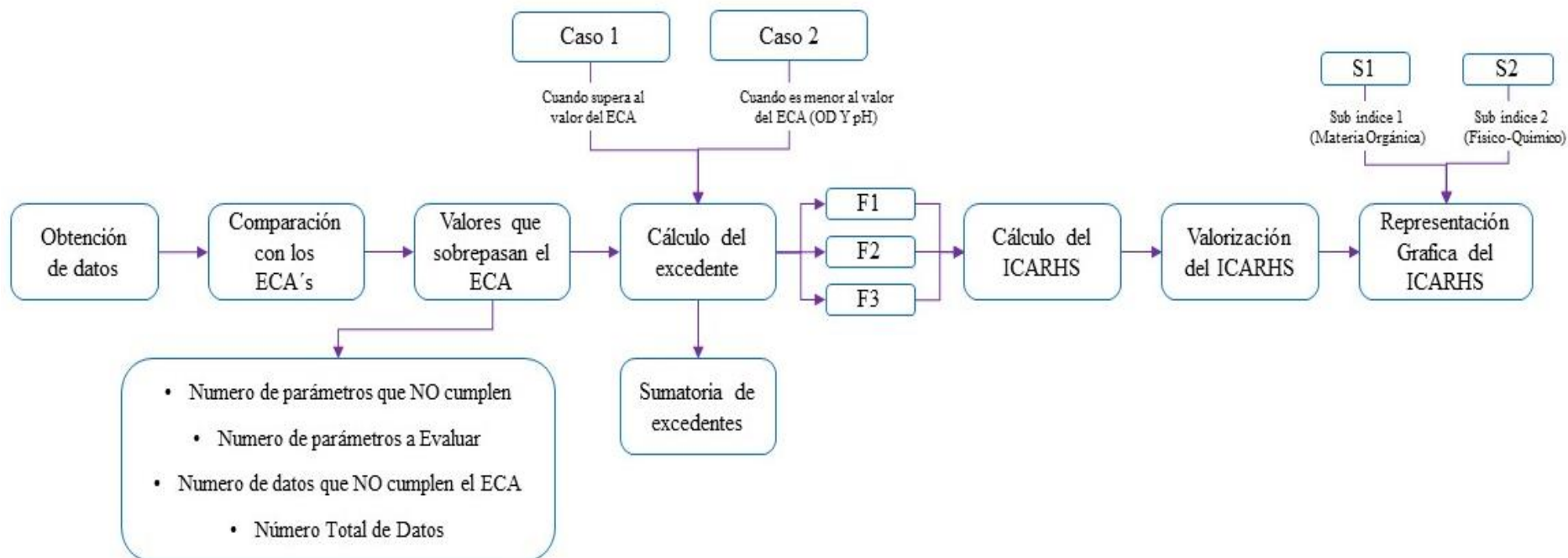




Ilustración 4: Flujograma del procedimiento del cálculo del ICARHS





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

Para la presente investigación la técnica que se empleó fue la de Monitoreo, siguiendo lo indicado en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, ya que esta técnica permitió obtener datos de los parámetros físico-químico metal y materia orgánica presentes en el río Vilcanota para luego aplicar el Índice Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales y tener el conocimiento del estado actual del río Vilcanota.

Los instrumentos que fueron de ayuda para la recolección de datos fueron las cadenas de custodia, embaces con sus respectivas etiquetas, registro de datos de puntos de monitoreo y el registro de datos de campo.

### **3.2.10. Validez y confiabilidad de instrumentos**

Los instrumentos de recolección de datos los cuales fueron usados para el monitoreo de las aguas del río Vilcanota, están establecidos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales de la ANA, por consiguientes son instrumentos validados por esta organización, además que brinda confiabilidad para el investigador y la unidad de estudio.

Con los datos obtenidos se calculó el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la misma, además de que su validez y confiabilidad está garantizado, ya que es brindado por el Ministerio de Agricultura y Riego mediante la Autoridad Nacional del Agua.

### **3.2.11. Procedimiento de análisis de datos**

Para poder lograr el correcto análisis de datos recolectados se usó la hoja de cálculo Excel. La información obtenida a través de la hoja de cálculo antes mencionado fue ordenado y representado en tablas. La información a ser analizada fue obtenida mediante el monitoreo realizado por parte de las tesisistas siguiendo lo recomendado en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales y analizada de forma minuciosa de acuerdo a los ECAs - Agua y se calculó el ICARHS para así alcanzar los objetivos del presente trabajo de



investigación, también se usó el software IBM SPSS Statistics con el fin de verificar la hipótesis planteada.



## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En este capítulo se presenta los datos que se obtuvieron a partir de los dos monitoreos realizados en 3 puntos a lo largo del tramo en la época de estiaje y avenidas el 19 de octubre y 22 diciembre respectivamente. En el cual se utilizó un equipo medidor multiparamétrico para poder medir los parámetros (Oxígeno Disuelto y pH) en campo y se contó con el laboratorio Luis Pasteur para la evaluación de los parámetros (DBO5, DQO, Coliformes Termo tolerantes, Aluminio, Arsénico, Manganeso, Hierro, Cadmio, Plomo, Boro y Cobre) que no se pueden medir en campo. Se realizó el monitoreo siguiendo las pautas del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

### 4.1.Resultados del Monitoreo en Época de Estiaje

En la tabla 5 se muestran los resultados del primer monitoreo que se realizó en Época de Estiaje en los 03 puntos de monitoreo, los parámetros que se midieron Insitu y los parámetros que fueron analizados por el laboratorio acreditado por la INACAL.

Tabla 7: Resultados del Monitoreo en Época de Estiaje

Puntos de Monitoreo	Materia Orgánica				pH	Físico - químico Metal							
	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	OD (mg/L)	Coliformes Termo tolerantes (NMP/100ml)		Arsénico (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Hierro (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Plomo (mg/L)	Boro (mg/L)	Cobre (mg/L)
<b>Punto 01</b>	3.64	12.8	1.98	92000	7.54	0.02842	0.061	0.0836	0.19	<0,00001	<0,00006	1.09	0.0021
<b>Punto 02</b>	4.46	6.4	1.96	17000	7.65	0.0281	0.08	0.08384	0.24	<0,00001	<0,00006	1.14	0.0023
<b>Punto 03</b>	2.61	9.6	1.93	240	7.34	0.02882	0.077	0.08016	0.23	<0,00001	<0,00006	1.17	0.0031

Fuente: Elaboración Propia



#### 4.1.1. Cálculo y Valorización del ICARHS

En la tabla 6 se muestra la comparación de los valores del primer monitoreo con los valores establecidos por el ECA en el cual se muestra que el parámetro de Oxígeno Disuelto sobrepasa el valor del ECA en los 3 puntos de monitoreo y el parámetro de Coliformes Termo tolerantes sobrepasa el valor del ECA en el punto 1 y 2, después de realizar la comparación se procede a calcular el número de parámetros que no cumplen, número de parámetros a evaluar, número de datos que no cumplen con el ECA y el número total de datos para así poder realizar el Cálculo y Valorización del ICARHS y saber en qué estado se encuentra el Río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucrufo en Época de Estiaje como se muestra en la tabla 7.

Tabla 8: Comparación de los valores del primer monitoreo con los valores establecidos en el ECA

PARAMETROS A EVALUAR ICA-PE	UNIDADES	ECA Cat. 3		Primer Monitoreo			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	Punto 01	Punto 02	Punto 03	
PARAMETROS MATERIA ORGANICA	DBO5	mg/L	15	15	3.64	4.46	2.61
	DQO	mg/L	40	40	12.8	6.4	9.6
	OD	mg/L	≥ 4	≥ 5	<b>1.98</b>	<b>1.96</b>	<b>1.93</b>
	Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml	1000	2000	<b>92000</b>	<b>17000</b>	240
PARAMETROS FISICO -	pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4	7.54	7.65	7.34
	Arsénico	mg/L	0.1	0.2	0.02842	0.0281	0.02882





<b>QUIMICO METAL</b>	<b>Aluminio</b>	mg/L	5	5	0.061	0.08	0.077
	<b>Manganeso</b>	mg/L	0.2	0.2	0.0836	0.08384	0.08016
	<b>Hierro</b>	mg/L	5	...	0.19	0.24	0.23
	<b>Cadmio</b>	mg/L	0.01	0.05	<0,00001	<0,00001	<0,00001
	<b>Plomo</b>	mg/L	0.05	0.05	<0,00006	<0,00006	<0,00006
	<b>Boro</b>	mg/L	1	5	1.09	1.14	1.17
	<b>Cobre</b>	mg/L	0.2	0.5	0.0021	0.0023	0.0031
<b>DATOS</b>	Numero de parámetros que NO cumplen					2	
	Numero de parámetros a Evaluar					13	
	Numero de datos que NO cumplen el ECA					5	
	Número Total de Datos					39	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se muestra el cálculo de Alcance (F1), Frecuencia (F2), Amplitud (F3), Excedente y la sumatoria de excedentes, primero se realizó el cálculo de excedentes si el valor del parámetro supera al valor establecido en el ECA se utiliza la ecuación (excedente es igual al valor del parámetro que no cumple los ECA Agua respecto al valor establecido del parámetro en los ECA Agua todo esto menos 1) si en caso el valor del parámetro es menor al valor establecido en el ECA en el caso de los parámetros de Oxígeno Disuelto y pH se utiliza la ecuación (excedente es igual al valor establecido del parámetro en los ECA Agua respecto al valor del parámetro que no cumple los ECA Agua todo esto menos 1), después de realizar el cálculo del excedente se procedió a calcular F1, F2 y F3 con los datos obtenidos en la tabla 5 y 6, después de calcular todos los valores se utilizó



la ecuación para el cálculo del ICARHS (ICARHS es igual a cien menos raíz cuadrada de F1 al cuadrado más F2 al cuadrado más F3 al cuadrado respecto a 1.732) y se halló que el valor del ICARHS es 66.057 y su escala de valoración es REGULAR.

Tabla 9: Cálculo y Valorización del ICARHS

CALCULO DE LOS FACTORES DEL ICARHS EXCEDENTES DE CADA PARAMETRO EN CADA PUNTO DE MONITOREO	F1	0.154			
	F2	0.128			
	PARAMETROS	UNIDADES	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
	DBO5	mg/L			
	DQO	mg/L			
	OD	mg/L	1.020	1.041	1.073
	Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml	45	7.5	
	pH	Unidad de pH			
	Arsénico	mg/L			
	Aluminio	mg/L			
Manganeso	mg/L				
Hierro	mg/L				
Cadmio	mg/L				
Plomo	mg/L				
Boro	mg/L				
Cobre	mg/L				
<b>Sumatoria de los excedentes</b>			1.427		
	F3	58.788			
	ICARHS	66.057			



Regular

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. Representación Gráfica del ICARHS

En la tabla 8 se muestra el Cálculo del ICARHS en cada punto de monitoreo en la Época de Estiaje, se realizó primero la comparación de los datos del monitoreo con los valores establecidos en el ECA y se halló que los parámetros de Oxígeno Disuelto y Coliformes Termo tolerantes sobrepasan al valor del ECA, después se procedió a calcular el número de parámetros que no cumplen, el número total de parámetros por punto, Alcance (F1), Amplitud (F2), Frecuencia (F3), excedentes y sumatoria de excedentes, al realizar este procedimiento se calculó y valorizo el ICARHS en cada punto para así poder hallar los subíndices y poder hacer la representación correspondiente.

Tabla 10: Cálculo del ICARHS y los Subíndices de cada punto de monitoreo en Época de Estiaje

PUNTOS DE MONITOREO	PRIMER MONITOREO PARTICIPATIVO EPOCA DE ESTIAJE	19/10/2021	Punto 01	Punto 02	Punto 03	Categoría 3	
						Riego de vegetales	Bebida de animales
PARAMETROS MATERIA ORGANICA	DBO5	mg/L	3,64	4,46	2,61	15	15
	DQO	mg/L	12,8	6,4	9,6	40	40
	OD	mg/L	<b>1,98</b>	<b>1,96</b>	<b>1,93</b>	≥ 4	≥ 5



	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100mL	<b>92000</b>	<b>17000</b>	240	1000	2000
	pH		7,54	7,65	7,34	6,5-8,5	6,5-8,4
PARAMETROS FISICO- QUIMICO METAL	ARSENICO	mg/L	0,02842	0,0281	0,02882	0,1	0,2
	ALUMINIO	mg/L	0,061	0,08	0,077	5	5
	MANGANESO	mg/L	0,0836	0,08384	0,08016	0,2	0,2
	HIERRO	mg/L	0,19	0,24	0,23	5	**
	CADMIO	mg/L	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,01	0,05
	PLOMO	mg/L	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,05	0,05
	BORO	mg/L	1,09	1,14	1,17	1	5
	COBRE	mg/L	0,0021	0,0023	0,0031	0,2	0,5
	DATOS	Numero de parámetros que no cumplen		2	2	1	
Nº total de parámetros por punto		13	13	13			
	F1		0,154	0,154	0,077		
	F2		0,154	0,154	0,077		
% (Excedente respecto al valor ECA-Agua/Valor ECA-Agua)	DBO5						
	DQO						
	OD			1,02	1,04	1,07	
	COLIFORMES TERMOTOLERANTES			45	7,5		



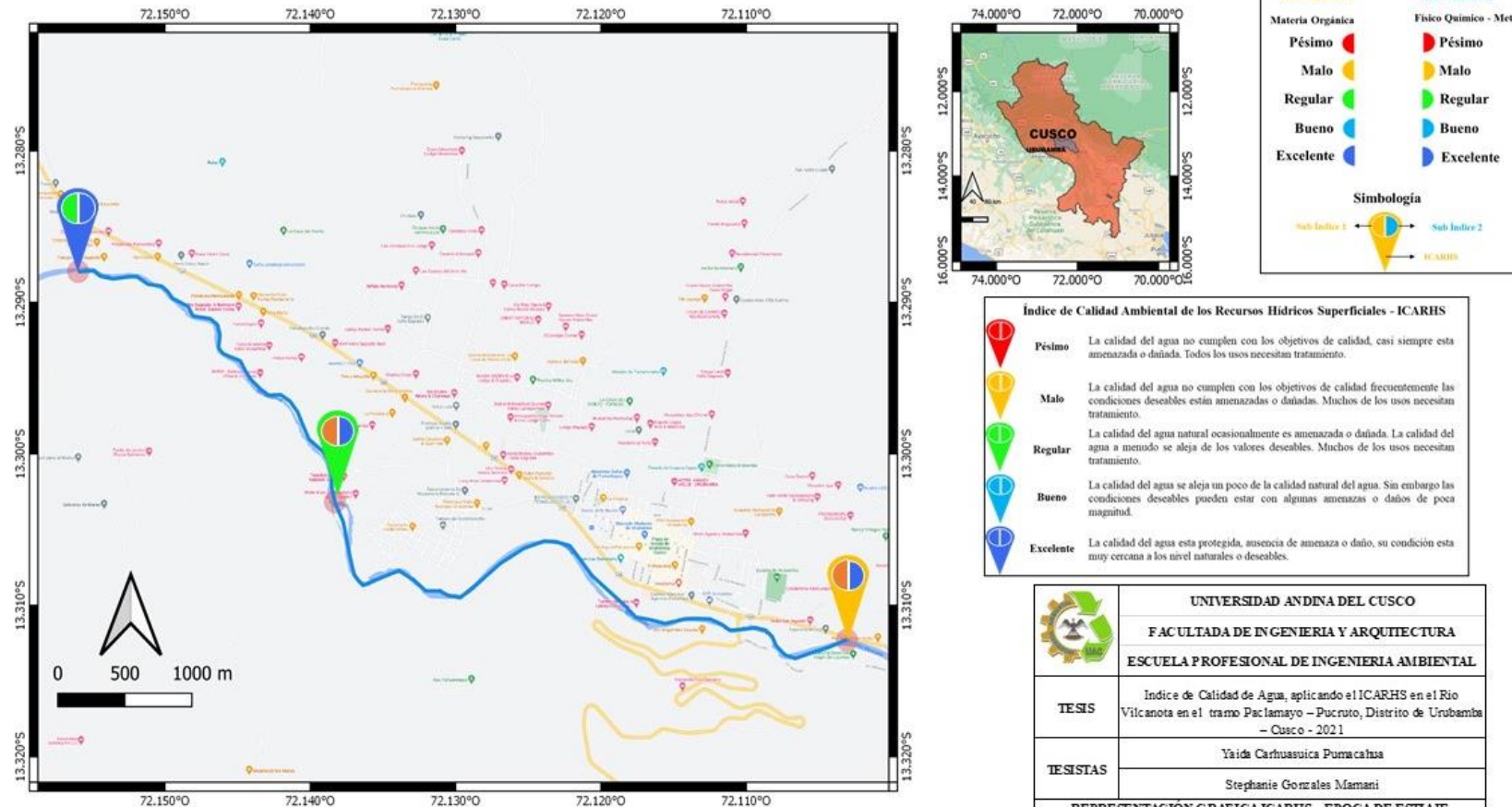
	pH				
	ARSENICO				
	ALUMINIO				
	MANGANESO				
	HIERRO				
	CADMIO				
	PLOMO				
	BORO				
	COBRE				
	nse= Sumatoria de Excedentes/Nº total de datos)	3,54	0,657	0,083	
	F3	77,974	39,649	7,622	
ICARHS	CALCULO	54,980	77,107	95,599	
	VALORACION	MALO	REGULAR	EXCELENTE	
	Subíndice 1	S1	malo	malo	regular
	Subíndice 2	S2	excelente	excelente	excelente

Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 5: Representación gráfica ICARHS - Época de Estiaje

### REPRESENTACIÓN GRAFICA ICARHS – EPOCA DE ESTIAJE

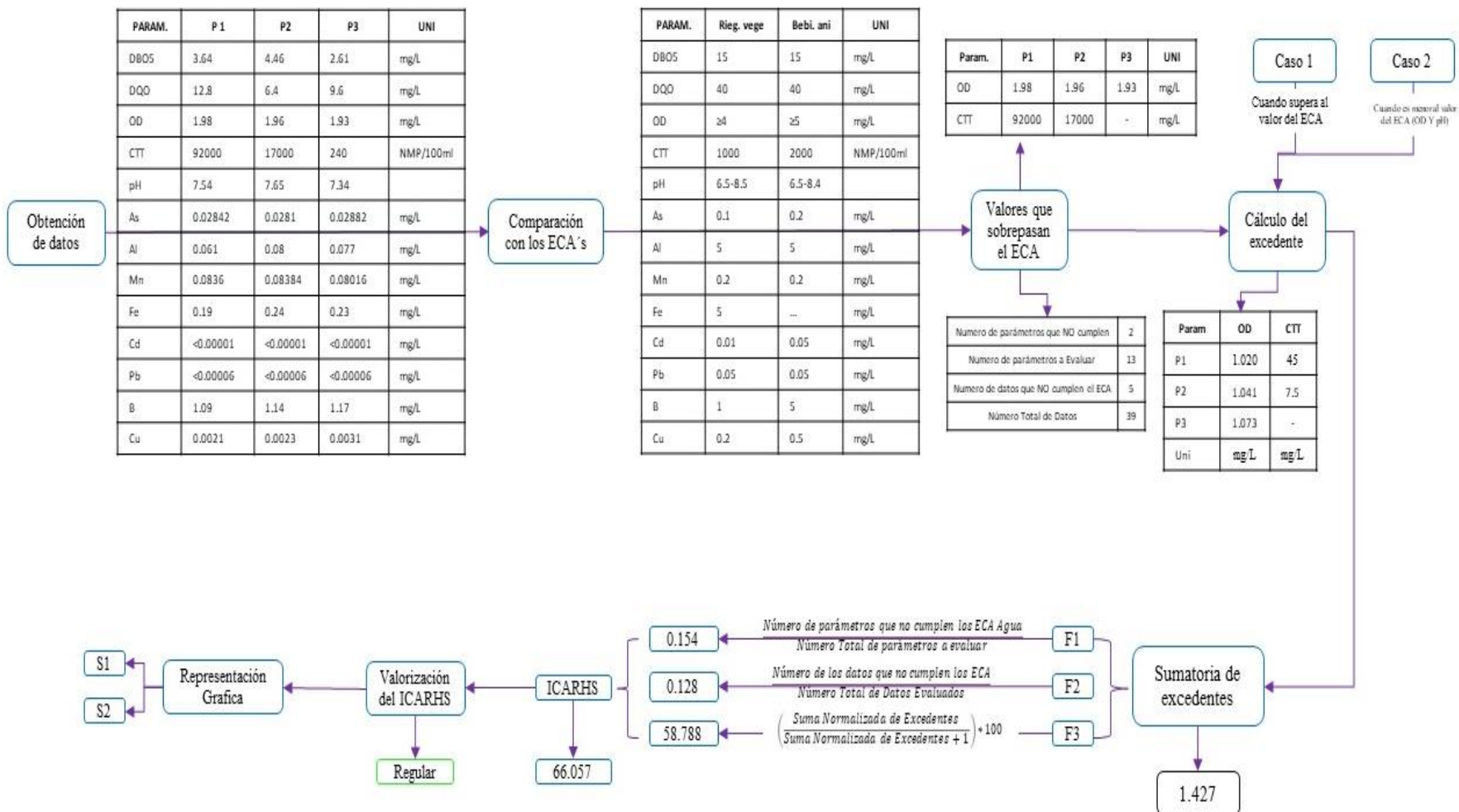


<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>			
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL</b>			
<b>TESIS</b>	Índice de Calidad de Agua, aplicando el ICARHS en el Río Vilcanota en el tramo Pacllamayo – Pucuroto, Distrito de Urubamba – Cusco - 2021		
<b>TESISTAS</b>	Yaida Carhuasuica Pumacalusa Stephanie Gonzales Mamani		
<b>REPRESENTACIÓN GRAFICA ICARHS – EPOCA DE ESTIAJE</b>			
<b>FECHA</b>	13/02/2022	<b>MAPA</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 6: Flujoograma del cálculo del ICARHS con datos en Época de Estiaje



Fuente: Elaboración propia



De acuerdo a la ilustración 6 se observa el procedimiento del cálculo del ICARHS en época de estiaje. Primero se obtiene los datos de los 13 parámetros del monitoreo realizado, luego se procede a realizar la comparación con los datos establecidos en el ECA-Agua, después de realizar dicha comparación se obtienen los datos de los parámetros que sobrepasan a los valores establecidos en el ECA-Agua y se procede a calcular el número de parámetros que no cumplen, número de parámetros a evaluar, número de datos que no cumplen el ECA-Agua, número total de datos, excedente (existen 2 casos el primero es cuando el valor supera al valor establecido en el ECA-Agua se utiliza la siguiente ecuación (excedente es igual al valor del parámetro que no cumple los ECA Agua respecto al valor establecido del parámetro en los ECA Agua todo esto menos uno) y el segundo es cuando el valor es menor al valor establecido en el ECA-Agua se utiliza la siguiente ecuación (excedente es igual al valor establecido del parámetro en los ECA Agua respecto al valor del parámetro que no cumple los ECA Agua todo esto menos uno) este caso solo se utiliza para los parámetros de Oxígeno Disuelto y pH) y suma normalizada de excedentes (suma normalizada de excedentes es igual a la sumatoria de excedentes respecto al total de datos) después de obtener todos los datos anteriores se procede a calcular F1-Alcance, F2-Frecuencia y F3 Amplitud, al obtener los datos de F1, F2 y F3 se procede a calcular el valor del ICARHS (ICARHS es igual a cien menos raíz cuadrada de F1 al cuadrado más F2 al cuadrado más F3 al cuadrado respecto a 1.732) y la valorización del ICARHS para así poder calcular los subíndices y realizar la representación gráfica.





## 4.2. Resultados del Monitoreo en Época de Avenidas

En la tabla 9 se muestran los resultados del segundo monitoreo que se realizó en Época de avenidas en los 03 puntos de monitoreo, los parámetros que se midieron In situ y los parámetros que fueron analizados por el laboratorio acreditado por la INACAL.

Tabla 11: Resultados del monitoreo en Época de avenidas

Puntos de Monitoreo	Materia Orgánica				Físico - químico Metal								
	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	OD (mg/L)	Coliformes Termo tolerantes (NMP/100ml)	pH	Arsénico (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Hierro (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Plomo (mg/L)	Boro (mg/L)	Cobre (mg/L)
<b>Punto 01</b>	19.87	38.1	2.08	70000	8.61	0.01837	3.42	0.66442	11	<0,00001	0.01735	0.219	0.15
<b>Punto 02</b>	7.95	12.7	2.09	35000	7.95	0.02164	5.15	0.76721	15	<0,00001	0.02171	0.256	0.0206
<b>Punto 03</b>	23.18	46.67	2.08	35000	8.17	0.0184	4.92	0.75596	13	<0,00001	0.02217	0.244	0.0189

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.1. Cálculo y Valorización del ICARHS

En la tabla 10 se muestra la comparación de los valores del segundo monitoreo con los valores establecidos por el ECA en el cual se muestra que los parámetros de DBO5, DQO, Oxígeno Disuelto, Coliformes Termo tolerantes, pH, Aluminio, Manganeso y Hierro sobrepasan los valores del ECA en algunos puntos, después de realizar la comparación se procede a calcular el número de parámetros que no cumplen, número de parámetros a evaluar, número de datos que no cumplen con el ECA y el número total de datos para así



poder realizar el Cálculo y Valorización del ICARHS y saber en qué estado se encuentra el Rio Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto en Época de Avenidas como se muestra en la tabla 11.

Tabla 12: Comparación de los valores del segundo monitoreo con los valores establecidos en el ECA

PARAMETROS A EVALUAR ICARHS	UNIDADES	ECA Cat. 3		Segundo Monitoreo			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	Punto 01	Punto 02	Punto 03	
PARAMETROS MATERIA ORGANICA	<b>DBO5</b>	mg/L	15	15	<b>19.87</b>	7.95	<b>23.18</b>
	<b>DQO</b>	mg/L	40	40	38.1	12.7	<b>46.67</b>
	<b>OD</b>	mg/L	≥ 4	≥ 5	<b>2.08</b>	<b>2.09</b>	<b>2.08</b>
	<b>Coliformes Termo tolerantes</b>	NMP/100ml	1000	2000	<b>70000</b>	<b>35000</b>	<b>35000</b>
PARAMETROS FISICO -QUIMICO METAL	<b>pH</b>	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4	<b>8.61</b>	7.95	8.17
	<b>Arsénico</b>	mg/L	0.1	0.2	0.01837	0.02164	0.0184
	<b>Aluminio</b>	mg/L	5	5	3.42	<b>5.15</b>	4.92
	<b>Manganeso</b>	mg/L	0.2	0.2	<b>0.66442</b>	<b>0.76721</b>	<b>0.75596</b>
	<b>Hierro</b>	mg/L	5	...	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>13</b>
	<b>Cadmio</b>	mg/L	0.01	0.05	<0,00001	<0,00001	<0,00001
	<b>Plomo</b>	mg/L	0.05	0.05	0.01735	0.02171	0.02217
	<b>Boro</b>	mg/L	1	5	0.219	0.256	0.244
	<b>Cobre</b>	mg/L	0.2	0.5	0.15	0.0206	0.0189
DATOS	<b>Numero de parámetros que NO cumplen</b>					8	
	<b>Numero de parámetros a Evaluar</b>					13	
	<b>Numero de datos que NO cumplen el ECA</b>					17	
	<b>Número Total de Datos</b>					39	

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 11 se muestra el cálculo de Alcance (F1), Frecuencia (F2), Amplitud (F3), Excedente y la sumatoria de excedentes, primero se realizó el cálculo de excedentes si el valor del parámetro supera al valor establecido en el ECA se utiliza la ecuación (excedente es igual al valor del parámetro que no cumple los ECA Agua respecto al valor establecido del parámetro en los ECA Agua todo esto menos uno) si en caso el valor del parámetro es menor al valor establecido en el ECA en el caso de los parámetros de Oxígeno Disuelto y pH se utiliza la ecuación (excedente es igual al valor establecido del parámetro en los ECA Agua respecto al valor del parámetro que no cumple los ECA Agua todo esto menos uno), después de realizar el cálculo del excedente se procedió a calcular F1, F2 y F3 con los datos obtenidos en la tabla 9 y 10, después de calcular todos los valores se utilizó la ecuación del cálculo del ICARHS (ICARHS es igual a cien menos raíz cuadrada de F1 al cuadrado más F2 al cuadrado más F3 al cuadrado respecto a 1.732) y se halló que el valor del ICARHS es 60.183 y su escala de valoración es MALO.

Tabla 13: Cálculo y Valoración del ICARHS

CALCULO DE LOS FACTORES DEL ICARHS EXCEDENTES DE CADA PARAMETRO EN CADA PUNTO DE MONITOREO	F1		0.615		
	F2		0.436		
	PARAMETROS	UNIDADES	Punto 01	Punto 02	Punto 03
	DBO5	mg/L	0.325		0.545
	DQO	mg/L			0.167
	OD	mg/L	0.923	0.914	0.923
	Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml	34	16.5	16.5
	pH	Unidad de pH	0.013		
	Arsénico	mg/L			
	Aluminio	mg/L		0.03	
Manganeso	mg/L	2.322	2.836	2.780	



Hierro	mg/L	1.2	2	1.6
Cadmio	mg/L			
Plomo	mg/L			
Boro	mg/L			
Cobre	mg/L			
Sumatoria de los excedentes			2.143	
F3			68.183	
			60.631	
ICARHS			Malo	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2. Representación Gráfica del ICARHS

En la tabla 12 se muestra el Cálculo del ICARHS en cada punto de monitoreo en la Época de Avenidas, se realizó primero la comparación de los datos del monitoreo con los valores establecidos en el ECA y se halló que los parámetros de DBO5, DQO, Oxígeno Disuelto, Coliformes Termo tolerantes, pH, Aluminio, Manganeso y Hierro sobrepasan al valor del ECA, después se procedió a calcular el número de parámetros que no cumplen, el número total de parámetros por punto, Alcance (F1), Amplitud (F2), Frecuencia (F3), excedentes y sumatoria de excedentes, al realizar este procedimiento se calculó y valorizo el ICARHS en cada punto para así poder hallar los subíndices y poder hacer la representación correspondiente.



Tabla 14: Cálculo del ICARHS y los Subíndices de cada punto de monitoreo en Epoca de avenidas

PUNTOS DE MONITOREO	SEGUNDO MONITOREO PARTICIPATIVO EPOCA DE AVENIDAS				Categoría 3		
	22/12/2021	Punto 01	Punto 02	Punto 03	Riego de vegetales	Bebida de animales	
PARAMETROS MATERIA ORGANICA	DBO5	mg/L	<b>19,87</b>	7,95	<b>23,18</b>	15	15
	DQO	mg/L	38,1	12,7	<b>46,67</b>	40	40
	OD	mg/L	<b>2,08</b>	<b>2,09</b>	<b>2,08</b>	≥ 4	≥ 5
	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100mL	<b>70000</b>	<b>35000</b>	<b>35000</b>	1000	2000
PARAMETROS FISICO-QUIMICO METAL	pH		<b>8,61</b>	7,95	8,17	6,5-8,5	6,5-8,4
	ARSENICO	mg/L	0,01837	0,02164	0,0184	0,1	0,2
	ALUMINIO	mg/L	3,42	<b>5,15</b>	4,92	5	5
	MANGANESO	mg/L	0,66442	0,76721	0,75596	0,2	0,2
	HIERRO	mg/L	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	5	**
	CADMIO	mg/L	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,01	0,05
	PLOMO	mg/L	0,01735	0,02171	0,02217	0,05	0,05
	BORO	mg/L	0,219	0,256	0,244	1	5
	COBRE	mg/L	0,15	0,0206	0,0189	0,2	0,5
DATOS	Numero de parámetros que no cumplen		5	4	5		
	Nº total de parámetros por punto		13	13	13		
	F1		0,385	0,308	0,385		



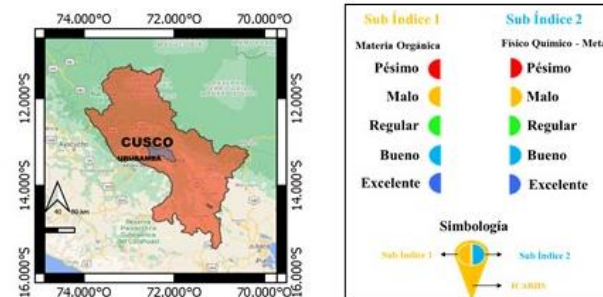
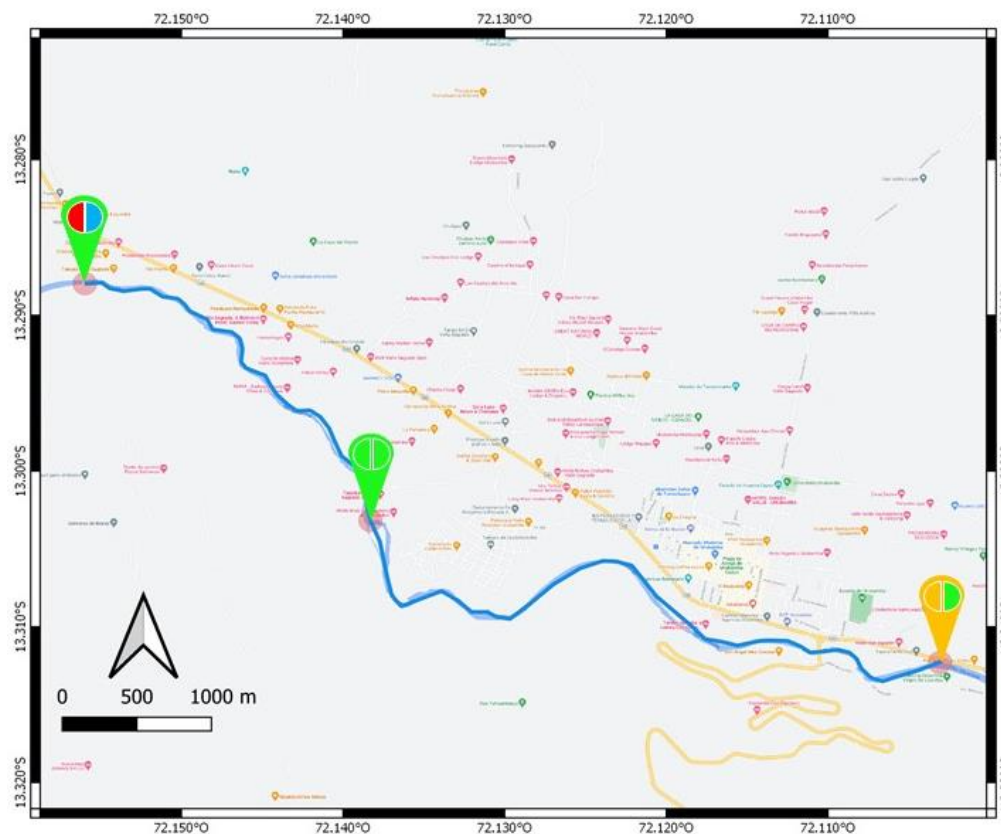
	F2		0,385	0,308	0,385	
		DBO5	0,325		0,545	
		DQO			0,167	
		OD	0,923	0,914	0,923	
		COLIFORMES TERMOTOLERANTES	34	16,5	16,5	
		pH	0,013			
% (Excedente respecto al valor ECA-Agua/Valor ECA-Agua)		ARSENICO				
		ALUMINIO				
		MANGANESO				
		HIERRO	1,2	2	1,6	
		CADMIO				
		PLOMO				
		BORO				
		COBRE				
		nse= Sumatoria de Excedentes/Nº total de datos)		2,805	1,493	1,518
		F3		73,716	59,894	60,287
ICARHS		CALCULO	57,437	65,418	65,191	
		VALORACION	MALO	REGULAR	REGULAR	
	Subíndice 1	S1	malo	regular	pésimo	
	Subíndice 2	S2	regular	regular	bueno	

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 7: Representación gráfica del ICARHS - Época de Avenidas

### REPRESENTACIÓN GRAFICA ICARHS – EPOCA DE AVENIDAS



**Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales - ICARHS**

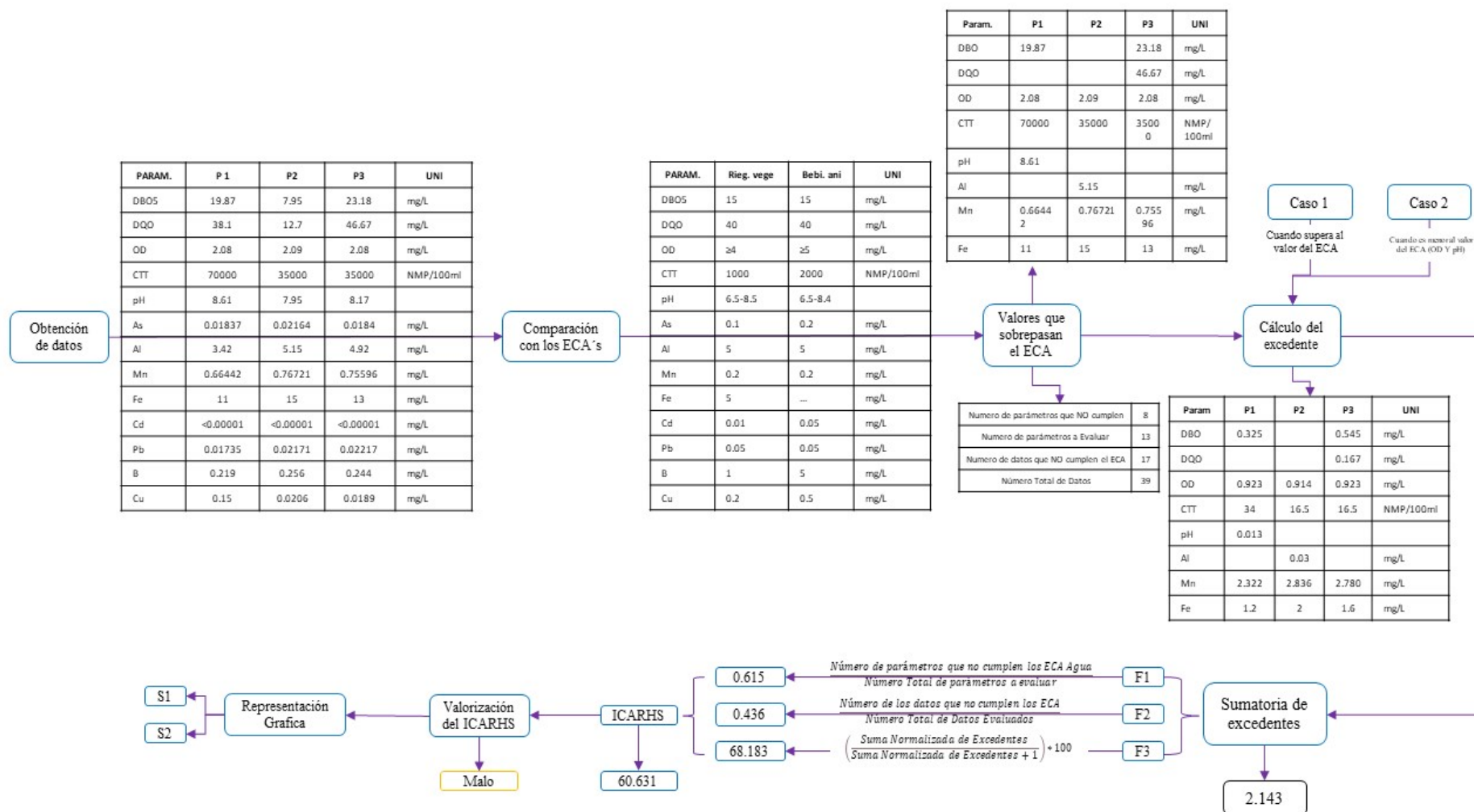
	<b>Pésimo</b>	La calidad del agua no cumplen con los objetivos de calidad, casi siempre esta amenazada o dañada. Todos los usos necesitan tratamiento.
	<b>Malo</b>	La calidad del agua no cumplen con los objetivos de calidad frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
	<b>Regular</b>	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.
	<b>Bueno</b>	La calidad del 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.
	<b>Excelente</b>	La calidad del agua esta protegida, ausencia de amenaza o daño, su condición esta muy cercana a los nivel naturales o deseables.

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>			
<b>FACULTADA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>			
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL</b>			
<b>TESIS</b>	Índice de Calidad de Agua, aplicando el ICARHS en el Rio Vilcanota en el tramo Pacamayta – Pucuro, Distrito de Urubamba – Cusco - 2021		
<b>TESISTAS</b>	Yaida Carhuasuica Pomacahua Stephanie Gonzales Mamani		
<b>REPRESENTACIÓN GRAFICA ICARHS – EPOCA DE AVENIDAS</b>			
<b>FECHA</b>	13 /02 /2022	<b>MAPA</b>	<b>2</b>

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 8: Flujoograma del cálculo del ICARHS con datos en Época de Avenidas



Fuente: Elaboración propia





De acuerdo a la ilustración 8 se observa el procedimiento del cálculo del ICARHS en época de avenidas. Primero se obtiene los datos de los 13 parámetros del monitoreo realizado, luego se procede a realizar la comparación con los datos establecidos en el ECA-Agua, después de realizar dicha comparación se obtienen los datos de los parámetros que sobrepasan a los valores establecidos en el ECA-Agua y se procede a calcular el número de parámetros que no cumplen, número de parámetros a evaluar, número de datos que no cumplen el ECA-Agua, número total de datos, excedente (existen 2 casos el primero es cuando el valor supera al valor establecido en el ECA-Agua se utiliza la siguiente ecuación (excedente es igual al valor del parámetro que no cumple los ECA Agua respecto al valor establecido del parámetro en los ECA Agua todo esto menos uno) y el segundo es cuando el valor es menor al valor establecido en el ECA-Agua se utiliza la siguiente ecuación (excedente es igual al valor establecido del parámetro en los ECA Agua respecto al valor del parámetro que no cumple los ECA Agua todo esto menos uno) este caso solo se utiliza para los parámetros de Oxígeno Disuelto y pH) y suma normalizada de excedentes (suma normalizada de excedentes es igual a la sumatoria de excedentes respecto al total de datos) después de obtener todos los datos anteriores se procede a calcular F1-Alcance, F2-Frecuencia y F3 Amplitud, al obtener los datos de F1, F2 y F3 se procede a calcular el valor del ICARHS (ICARHS es igual a cien menos raíz cuadrada de F1 al cuadrado más F2 al cuadrado más F3 al cuadrado respecto a 1.732) y la valorización del ICARHS para así poder calcular los subíndices y realizar la representación gráfica.



## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se lograron analizar los parámetros físico-químico metal y materia orgánica, los cuales se llevaron a cabo en 03 puntos diferentes a lo largo del Rio Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto en el distrito de Urubamba, el cual comprende una extensión de 4.81 kilómetros, de tal modo que son puntos donde se observó mayor influencia de contaminación en las aguas del río.

En los resultados obtenidos se muestran los parámetros físico-químico metal y materia orgánica, de los cuales se analizaron 13 parámetros (DBO5, DQO, Oxígeno Disuelto, Coliformes Termo tolerantes, pH, Aluminio, Arsénico, Manganeso, Hierro, Cadmio, Plomo, Boro y Cobre) y se compararon con los valores establecidos en el ECA-Agua categoría 3. En el primer monitoreo en época de estiaje en el punto 01 se encontraron 2 parámetros (Oxígeno Disuelto con una concentración de: 1.98 mg/L y Coliformes Termo tolerantes con una concentración de: 92000 NMP/100ml) los cuales no cumplen con los valores establecidos en el ECA-Agua (Oxígeno Disuelto:  $\geq 4$  mg/L y Coliformes Termo tolerantes: 1000 NMP/100ml), en el punto 02 se encontraron 2 parámetros (Oxígeno Disuelto con una concentración de: 1.96 mg/L y Coliformes Termo tolerantes con una concentración de: 17000 NMP/100ml) los cuales no cumplen con los valores establecidos en el ECA-Agua (Oxígeno Disuelto:  $\geq 4$  mg/L y Coliformes Termo tolerantes: 1000 NMP/100ml) y en el punto 03 se encontró 1 parámetro (Oxígeno Disuelto con una concentración de: 1.93 mg/L) el cual no cumple con el valor establecido en el ECA-Agua (Oxígeno Disuelto:  $\geq 4$  mg/L).

En el segundo monitoreo en época de avenidas en el punto 01 se encontraron 6 parámetros (DBO5 con una concentración de: 19.87 mg/L, Oxígeno Disuelto con una concentración de: 2.08 mg/L, Coliformes Termo tolerantes con una concentración de: 70000 NMP/100ml, pH con una concentración de: 8.61, Manganeso con una concentración de: 0.664 mg/L y Hierro con una concentración de: 11 mg/L) los cuales no cumplen con los valores establecidos en el ECA-Agua (DBO5: 15 mg/L, Oxígeno Disuelto:  $\geq 4$  mg/L, Coliformes Termo tolerantes: 1000 NMP/100ml, pH: 6.5-8.5, Manganeso: 0.2 mg/L y Hierro: 5 mg/L), en el punto 02 se encontraron 5 parámetros (Oxígeno Disuelto con una concentración de: 2.09 mg/L, Coliformes Termo tolerantes con una concentración de: 35000 NMP/100ml, Aluminio con una concentración de: 5.15 mg/L, Manganeso con una concentración de: 0.767 mg/L y Hierro con una concentración de 15 mg/L) los cuales no



cumplen con los valores establecidos en el ECA-Agua (Oxígeno Disuelto:  $\geq 4$  mg/L, Coliformes Termo tolerantes: 1000 NMP/100ml, Aluminio: 5 mg/L, Manganeso: 0.2 mg/L y Hierro: 5 mg/L) y en el punto 03 se encontraron 6 parámetros (DBO5 con una concentración de: 23.18 mg/L, DQO con una concentración de: 46.67 mg/L, Oxígeno Disuelto con una concentración de: 2.08 mg/L, Coliformes Termo tolerantes con una concentración de: 35000 NMP/100ml, Manganeso con una concentración de: 0.756 mg/L y Hierro con una concentración de: 13 mg/L) los cuales no cumplen con los valores establecidos en el ECA-Agua (DBO5: 15 mg/L, DQO: 40 mg/L, Oxígeno Disuelto:  $\geq 4$  mg/L, Coliformes Termo tolerantes: 1000 NMP/100ml, Manganeso: 0.2 mg/L y Hierro: 5 mg/L).

En la tabla 4 y 8 se muestran los resultados de los dos monitoreos (estiaje y avenidas) de los parámetros físico-químico metal y materia orgánica y al aplicar el ICARHS como se muestra en la tabla 6 y 10, en la época de estiaje se obtuvo un valor de 66.057 y una valorización de “REGULAR” mientras que en la época de avenidas se obtuvo un valor de 60.631 y una valorización de “MALO”. En la investigación de Jiménez y Llico titulada “Evaluación de la calidad del agua en el río Vilcanota, aplicando el índice de calidad ambiental para agua, Cajamarca 2019” obtuvieron una calidad en época de estiaje Buena y en época de avenidas una calidad Excelente. Algunos de nuestros resultados en la época de estiaje y en la época de avenidas sobrepasan los valores que se tienen establecidos por el ECA – Agua esto se debe al incremento de las aguas residuales que son vertidas sin ningún tratamiento por parte de las viviendas, hoteles, restaurantes, industrias etc., mientras que de la investigación de Jiménez y Llico (2019) sus resultados registran valores inferiores en relación con el ECA – Agua.

En la tabla 4 y 8 se muestran los resultados de los dos monitoreos (estiaje y avenidas) de los parámetros físico-químico metal y materia orgánica y al aplicar el ICARHS como se muestra en la tabla 6 y 10, en la época de estiaje se obtuvo un valor de 66.057 y una valorización de “REGULAR” mientras que en la época de avenidas se obtuvo un valor de 60.631 y una valorización de “MALO”. En otro estudio realizado por Samaniego, G. (2019), titulado “Análisis de la calidad de agua de la microcuenca del río Alcacay como herramienta de gestión de los recursos hídricos” obteniendo como resultado que en época de estiaje tiene una calidad de agua REGULAR y en época de avenidas tiene una calidad de agua FAVORABLE esto se debe a la ubicación del río y de los puntos de monitoreo.



Las diferencias entre cada una de las investigaciones mencionadas se deben principalmente a la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo, al tipo de suelo, a la interacción de la población con el agua superficial, a la cantidad de precipitaciones que ocurren en la zona, clima, etc.

A lo largo del tramo se observó en cada punto de monitoreo actividades los cuales vertían sus aguas residuales sin ningún tratamiento al río causando una alteración en la calidad del agua, en el primer punto se encontraron restaurantes, mecánicas automotrices, viviendas, hoteles y una empresa informal de extracción de material de construcción, en el segundo punto se encontraron viviendas y un criadero de cerdos informal, y en el tercer punto se encontraron viviendas, tiendas, hoteles y restaurantes turísticos.

Las concentraciones de OD disminuyen en los 03 puntos de muestreo en épocas de estiaje y de avenidas con respecto al ECA-Agua esto se debe a que el río se encuentra cargado de materia orgánica, por consiguiente, esta se empieza a degradar por acción del oxígeno disuelto que está presente en el agua y esto produce que exista un abatimiento del mismo.



## CONCLUSIONES

Respondiendo al objetivo general se determinó el Índice de Calidad del agua del río Vilcanota en dos épocas del año, en época de estiaje y en época de avenidas, dando como resultado en el primer monitoreo una valorización de REGULAR con un valor de 66.057 y en el segundo monitoreo una valorización de MALA con un valor de 60.631.

Respondiendo al primer objetivo específico se realizó el monitoreo de los parámetros físico-químico metal: pH, Arsénico, Aluminio, Manganeso, Hierro, Cadmio, Plomo, Boro y Cobre. Parámetros de materia orgánica: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Oxígeno Disuelto y Coliformes Termo tolerantes, de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

Respondiendo al segundo objetivo específico se determinaron los resultados de la evaluación de los parámetros orgánicos, con ayuda del medidor multiparamétrico se obtuvo el valor del parámetro de Oxígeno Disuelto mientras que para los parámetros de DBO5, DQO y Coliformes Termo tolerantes se sacó 3 muestras de agua para ser analizadas en el laboratorio Luis Pasteur y obtener los datos de esos parámetros.

Respondiendo al tercer objetivo específico se determinaron los resultados de la evaluación de los parámetros físico-químico metal, con ayuda del medidor multiparamétrico se obtuvo el valor del parámetro de pH, mientras que para los parámetros de Arsénico, Aluminio, Manganeso, Hierro, Cadmio, Plomo, Boro y Cobre se sacó una muestra de agua para ser analizada en el laboratorio Luis Pasteur y así obtener los datos de esos parámetros.

Al comparar los resultados de los dos monitoreos, se observa que en ambos los parámetros de: Oxígeno Disuelto y Coliformes Termo Tolerantes sobrepasan los valores que están establecidos en el ECA – agua en algunos puntos. Por lo tanto, se concluye que en el río Vilcanota existe el riesgo de contaminación por aguas servidas, algunos desechos en descomposición y que en el río existen algunos organismos acuáticos comprometidos con un riesgo de deterioro por el crecimiento poblacional en los últimos años, de igual forma por el cambio de uso de las tierras agrícolas para las nuevas viviendas que vierten aguas residuales a este río y no tienen ningún tratamiento ni autorización alguna.



Existe una correlación negativa perfecta, y la hipótesis de la investigación es errónea por que los valores que nos dan el ICARHS es entre regular y malo.



## RECOMENDACIONES

1. Pedir a las instituciones pertinentes realizar monitoreos de calidad del agua de los parámetros de fosfatos y nitratos por el desarrollo de la ganadería en el sector aguas arriba del primer punto de monitoreo, aceites y grasas y cloruros en todo el tramo de monitoreo del Rio Vilcanota en el distrito de Urubamba por el incremento de la población y actividades que se desarrollan a partir del turismo.
2. Pedir a las instituciones pertinentes realizar periódicamente monitoreos de los parámetros que se mencionan en dicho trabajo de investigación y tomando mayor relevancia los parámetros que exceden el ECA-agua, en época de estiaje y en la época de avenidas de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, para continuar con el seguimiento de la calidad del Rio Vilcanota.
3. Dar a conocer los resultados obtenidos en la investigación a los actores como los gobiernos locales, regionales a las autoridades competentes, con la finalidad de que se tenga una participación activa sobre esta problemática ambiental que está afectando su disponibilidad y su calidad.
4. Se recomienda poder incluir programas de educación ambiental a la Municipalidad Provincial de Urubamba para así poder sensibilizar a los pobladores del distrito de Urubamba de modo que tomen conciencia sobre el problema que existe y que cuidar los recursos hídricos es responsabilidad de todos.
5. Se recomienda a las instituciones gubernamentales realizar un proyecto el cual implemente una planta de tratamiento de aguas residuales, para que las cargas y los vertimientos se reduzcan y no alteren su calidad y ese cuerpo de agua este apta para el uso que está destinada.



## BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2011). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial*. Lima.
- ANA. (2014). *Libro de metodologías de los ríos*. Lima: carpeta S.A.
- ANA. (2014). *MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO*. Obtenido de ANA: <http://www.ana.gob.pe/noticia/la-ana-inicia-estudios-de-evaluacion-de-recursos-hidricos-en-12-cuencas-hidrograficas-del>
- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Lima: Gráfica Industrial Alarcón S.R.L.
- ANA. (2017). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los Recursos Hídricos superficiales en el Perú*. Lima: ANA.
- ANA. (2020). *Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales*. Lima: ANA.
- ANA. (2021). *MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO*. Obtenido de ANA: <https://www.ana.gob.pe/organos-desconcentrados/autoridad-administrativa-del-agua-urubamba-vilcanota>
- Banco Mundial. (2020). *Banco Mundial*. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank>
- Bateman, A. (2007). *Hidrología Básica y Aplicada. Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos*.
- Bermúdez, M. (2010). *Contaminación y Turismo Sostenible*.
- DIGESA. (2020). *Grupo Estudio Técnico Ambiental para Agua*. Lima: Ministerio de Salud.
- ECOFUIDOS INGENIEROS S.A. (2012). *ESTUDIO DE LA CALIDAD DE FUENTES UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO Y PLAN DE MITIGACION POR CONTAMINACION POR USO DOMESTICO Y AGROQUIMICOS EN APURIMAC Y CUSCO*. LIMA.
- Fernandez Yuste, J. A. (2012). *La recuperación de ríos en entornos urbanos: el caso del Río Zadorra en Vitoria-Gasteiz*. Madrid.
- Gerard, K. (1999). *Ingeniería Ambiental*. España: McGraw-Hill Interamericana de España.
- Goyenola, G. (2007). *GUIA PARA LA UTILIZACION DE LAS VALIJAS VIAJERAS: VELOCIDAD DE LA CORRIENTE Y CAUDAL*. Universidad de la Republica, Uruguay: Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos.
- Gracia Sanchez, J., & Maza Alvarez, J. A. (1997). *MANUAL DE INGENIERIA DE RIOS: CAPITULO 11: MORFOLOGIA DE RIOS*. MEXICO: Instituto de Ingeniería de UNAM.
- Gray, N. (1999). *Water Technology: An introduction for environmental students*. Elsevier Science & Technology Books, New York.
- Hernandez, N. (2013). *Evaluación de la calidad de agua en la subcuenca del río Ahuehuepan Taxco Guerrero*. Mexico: Universidad Autónoma de Chapingo.





- Jimenez, J., & Llico, M. (2020). *Evaluación de la Calidad del Agua en el Río Muyoc, aplicando el Índice de Calidad Ambiental para Agua, Cajamarca 2019*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Loayza, J., & Cano, P. (2015). *Impacto de las actividades antropicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del rio Shullcas - Huancayo - Junin*. Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Metcalf, & Eddy. (1995). *Ingenieria de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilizacion*. Madrid: McGraw-Hill.
- Ministerio de Agricultura. (2010). *Reglamento de la Ley de Recursos Hidricos Ley N° 29338*. Diario El Peruano.
- Ministerio de Salud. (2007). *MINSA*. Obtenido de DIGESA:  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2007/vilcanota\\_07.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2007/vilcanota_07.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (2022). *SENAMHI*. Obtenido de Avisos Hidrologicos:  
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-hidrologico-detalle&a=2022&b=0056&c=026&d=SENA>
- OEFA. (2004). *Fiscalizacion Ambiental en Aguas Residuales*. Obtenido de  
<https://centroderecursos.cultura.pe/sites/default/files/rb/pdf/Brochure%20Aguas%20Residuales%20CS5%20AM%20final%20individual.pdf>
- OEFA. (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental* (Primera edición ed.). Lima, Perú: FORMA E IMAGEN.
- Orellana, L. (2016). *Calidad del agua superficial de la Microcuenca Ticalcayan, provincia Cerro de Pasco - Pasco*. Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Organizacion Mundial de la Salud. (2003). *Guias de la OMS para la calidad del agua Potable*. Ginebra, Suiza.
- Pettyjohn, W. (1972). *Memorias de primer simposio nacional sobre el agua y el manejo forestal*. Mexico: Universidad Autonoma Chapingo.
- PNUMA. (2000). *America Latina y el Caribe. Perspectivas del Medio Ambiente*. Costa Rica.
- Reina, A. (2013). *Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del rio Bejuco mediante la aplicación de indicadores fisico-quimicos y microbiologicos*. Costa Rica: Escuela Superior Politecnica Agropecuaria de Manabi "Manuel Feliz Lopex2.
- Samaniego, G. (2019). *Analisis de la calidad de agua de la microcuenca del Rio Alcacat como herramienta de gestión de los recursos hidricos*. Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Sanchez Ramos, D. (2015). *Ingenieria Ambiental Calidad de las aguas: Calidad del agua y su control*. España: Universidad de Castilla - La Mancha.
- Sandoval, J., & Peña, M. (2007). *Analisis del desempeño de un humedal artificial de flujo subsuperficial en zonas troicales basado en modelos hidraulicos y una cinetica de primer orden*. Cali - Colombia: Conferencia Latinoamericana de saneamiento LATINOSAN.



Seoanez, M. (1995). *Aguas residuales urbanas: tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento*. Madrid: Mundi-Prensa.



ANEXOS

ANEXO I: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>Variable INDEPENDIENTE</b>		
¿Cuál es el índice de calidad de agua del río Vilcanota, aplicando ICARHS en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021?	Determinar el índice de calidad de agua del río Vilcanota, aplicando ICARHS en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021	El índice de calidad de agua del río Vilcanota, aplicando el ICARHS en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021 es bueno	Calidad de Agua	Materia Orgánica	DBO5 DQO OD Coliformes Termo tolerantes
				Físico-químico metal	pH Arsénico Aluminio Manganeso Hierro Cadmio Plomo Boro Cobre
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>		<b>Variable DEPENDIENTE</b>		
¿Cómo se monitorea el agua del río Vilcanota, de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021?	Monitorear la calidad del agua del río Vilcanota, de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021.		ICARHS	pésimo	



---

¿Cuáles son los resultados de la evaluación de los parámetros orgánicos del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021?

Determinar los resultados de la evaluación de los parámetros orgánicos del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021.

---

Malo

---

Regular

---

¿Cuáles son los resultados de la evaluación de los parámetros físico-químico metal del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021?

Determinar los resultados de la evaluación de los parámetros físico-químico metal del agua del río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco 2021.

---

Bueno

---

Excelente

---



**ANEXO II: PORTADA DE LA TECNICA A UTILIZAR**





## ANEXO III: REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

### Registro de Identificación del Punto de Monitoreo

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:   
(Categorizado de acuerdo a la R.J.N.º202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:   
(Código Pfaffstätter)

#### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:   
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:   
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:   
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:   
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:   
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante...)

Reconocimiento del Entorno:   
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

#### UBICACIÓN

Distrito:	Provincia:	Departamento:

Localidad:

Coordenadas (WGS84):	Sistema de coordenadas:	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/> Proyección UTM <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/> Geográficas
Norte/Latitud: <input style="width: 110px; height: 20px;" type="text"/>	Zona: <input style="width: 110px; height: 20px;" type="text"/>	(17, 18 o 19; para UTM solamente)
Este/Longitud: <input style="width: 110px; height: 20px;" type="text"/>	Altitud: <input style="width: 110px; height: 20px;" type="text"/>	(metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)	Fotografía: (tomada a un mínimo de mts de distancia del punto de monitoreo)
--	---

Elaborado por \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_



**ANEXO IV: REGISTRO DE DATOS DE CAMPO**

CUENCA: \_\_\_\_\_  
AAA/ALA: \_\_\_\_\_

REALIZADO POR: \_\_\_\_\_  
RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

Punto de monitoreo	Descripcion origen/ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	T	OD	COND	Caudal/profundidad m3/s o m	Observaciones
						°C	mg/L					μS/cm	Norte/Sur	Este/Oeste		







**ANEXO VI: ETIQUETA PARA MUESTRA**

Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:			
Parámetro requerido:			
Preservada:	SÍ	NO	Tipo reactivo:

Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:			
Parámetro requerido:			
Preservada:	SÍ	NO	Tipo reactivo:



**ANEXO VII: CONSERVACION Y PRESERVACION DE MUESTRA DE AGUA  
EN FUNCION DEL PARAMETRO EVALUADO**

PARAMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACION Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MAXIMO DE ALMACENAMIENTO
<b>I.- Químico – Físicos</b>			
Oxígeno disuelto	Plástico o vidrio	Analizar preferencias preferentemente in situ.	Inmediatamente
	Botellas de vidrio winkler	Fijar el oxígeno. Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	4 días
pH	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente in situ.	24 horas
Temperatura	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente in situ.	Inmediatamente
Conductividad eléctrica	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente in situ.	24 horas
Turbiedad	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente in situ. Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras	24 horas
Bicarbonatos		Conservadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	14 días
Carbonatos	Plástico o vidrio	Conservadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	14 días
Cianuro libre	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a $\text{pH} > 12$ . Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	7 días (24 horas si está presente el sulfuro)
Cianuro WAD			
Cianuro total	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a $\text{pH} > 12$ . Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	14 días (24 horas si está presente el sulfuro)
Cloruros	Plástico o vidrio	Conservadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	1 mes
Color	Plástico o vidrio	Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	5 días
Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días	Plástico o vidrio	Llenar recipiente y sellar sin burbujas. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
	Plástico	Congelar por debajo de $-18^{\circ}\text{C}$ . Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	1 mes (6 meses si $> 50 \text{ mg/L}$ )
Demanda química de oxígeno	Plástico o vidrio	Acidificar a $\text{pH} 1 - 2$ con HCl o $\text{HNO}_3$ .	6 meses
	Plástico	Congelar por debajo de $-18^{\circ}\text{C}$ . Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	6 meses
Dureza	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a $\text{pH} 1 - 2$ con HCl o $\text{HNO}_3$ .	1 mes
Fluoruros	Plástico, pero sin PTFE	Conservadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	1 mes
Olor	Vidrio	Se puede realizar un análisis cualitativo in situ	6 horas
Silicatos	Plástico	Conservadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	1 mes
Solidos disueltos totales	Plástico o vidrio	Conservadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	7 días
Solidos suspendidos totales	Plástico o vidrio	Conservadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	2 días
Sulfatos	Plástico o vidrio	Conservadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	1 mes
Sulfuros	Plásticos	Fijar el sulfuro al agregar 2ml de solución de acetato de zinc. Si el pH no está entre 8.5 y 9.0 agregar NaOH. Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000ml de muestra agrega 8mg de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al recipiente tras la recolección de la muestra (o tras el muestreo).	7 días
Sulfuro de hidrogeno			



PARAMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACION Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MAXIMO DE ALMACENAMIENTO
<b>2.- Nutrientes</b>			
Fosfatos	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Fijar in situ. Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	1 mes
		Congelar por debajo de -18°C.	1 mes
Fosforo total	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> o HNO <sub>3</sub> .	1 mes
		Congelar por debajo de -18°C.	6 meses
Nitrógeno amoniacal	Plástico o vidrio	Filtrar in situ.	24 horas
	PE	Filtrar in situ. Acidificar a pH 3 ± con HNO <sub>3</sub>	14 días
	Vidrio o PTFE	Filtrar in situ. Acidificar a pH 1 - 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	14 días
	Plástico	Congelar por debajo de -18°C.	1 mes
Nitratos	Plástico o vidrio	Filtrar in situ.	4 días
Nitritos	Plástico o vidrio	Filtrar in situ.	4 días
Nitrógeno Total	Plástico o vidrio	Filtrar in situ.	4 días
	Plástico	Acidificar a pH 1 - 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	1 mes
<b>3.- Metales y metaloides</b>			
Corrida de metales totales	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Corrida de metales disueltos	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Filtrar in situ. Acidificar a pH 1- 2 con HNO <sub>3</sub>	1 mes
Aluminio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Antimonio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1- 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> . Se debería usar HCl si se usa la técnica de hidruros para análisis.	1 mes
Arsénico	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1- 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> . Se debería usar HCl si se usa la técnica de hidruros para análisis.	6 meses
Bario	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Berilio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Boro	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	6 meses
Cadmio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Calcio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Cobalto	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Cobre	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	6 meses
Cromo	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	6 meses
Cromo hexavalente	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Conservadas a 5°C ± 3°C	24 horas
Hierro	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> .	1 mes



PARAMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACION Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MAXIMO DE ALMACENAMIENTO
Litio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Magnesio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Manganeso	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Mercurio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	6 meses
Níquel	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	6 meses
Plata	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Plomo	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	6 meses
Selenio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1- 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> . Se debería usar HCl si se usa la técnica de hidruros para análisis.	1mes
Sodio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Uranio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Vanadio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Zinc	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> .	6 meses
<b>4.- Orgánicos</b>			
Aceites y grasas	Vidrio, boca ancha	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl, HNO <sub>3</sub> o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 mes
Hidrocarburos totales de petróleo, HTTP	Vidrio, boca ancha	Conservadas a 5°C ± 3°C	4 días
		Acidificar a pH 1 - 2 con HCl, HNO <sub>3</sub> o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 mes
Detergentes	Vidrio	Conservadas a 5°C ± 3°C	2 días (24 horas sin preservación)
		Agregar solución de formaldehído.	4 días
		Congelar por debajo de -18°C.	1 mes
<b>5.- Compuestos orgánicos volátiles</b>			
1,1,1-Tricloroetano	Vidrio o viales (espacio de cabeza) con tapa con septa de PTFE	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub> o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2 días (24 horas sin preservación)
1,1-Dicloetano			
1,2-Diclorobenceno			
Tetracloroetano			
Tetracloruro de Carbono			
Trihalometanos totales			
Tricloroetano			
Hexaclorobutadieno	Vidrio Oscuro	Ajustar pH a 5.0 - 7.5	7 días (24 horas, si el pH esta fuera del rango de 5.0 - 7.5)



PARAMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACION Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MAXIMO DE ALMACENAMIENTO
<b>6.- Hidrocarburos</b>			
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	Vidrio	Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * 5H <sub>2</sub> O al recipiente tras la recolección de la muestra.	7 días
Benza(a)pireno			
Fenoles	Fenoles	Acidificar a pH < 2 con H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7 días
Benceno	Vidrio o viales (espacio de cabeza) con tapa con septa de PTFE	Acidificar a pH < 2 con H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2 días (24 horas sin preservación)
Etilbenceno			
Tolueno			
Xilenos			
Pentaclorofenol (PCP)	Vidrio	Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * 5H <sub>2</sub> O al recipiente tras la recolección de la muestra.	2 días
Bifenilos policlorados (PCBs)	Vidrio	Ajustar pH a 5.0 - 7.5. Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * 5H <sub>2</sub> O al recipiente tras la recolección de la muestra.	7 días (24 horas, si el pH esta fuera del rango de 5.0 - 7.5)
Triclorobencenos (Totales)	Vidrio oscuro	Ajustar pH a 5.0 - 7.5	7 días (24 horas, si el pH esta fuera del rango de 5.0 - 7.5)
<b>7.- Pesticidas</b>			
Aldicarb	Vidrio	Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * 5H <sub>2</sub> O al recipiente tras la recolección de la muestra.	14 días
	Plástico	Congelar por debajo de -18°C	1 mes
Malatión	Vidrio oscuro	Conservadas a 5°C ± 3°C	7 días
Metamidofos			
Paratión			
Endosulfan	Vidrio oscuro	Acidificar a pH < 2	7 días (24 horas, si pH>2)
Aldrin	Vidrio Oscuro	Ajustar pH a 5.0 - 7.5	7 días (24 horas, si el pH esta fuera del rango de 5.0 - 7.5)
Clordano			
DDT			
Dieldrin			
Endrin			
Heptacloro			
Heptacloro epoxido			
Lindano			
Paraquat			



PARAMETRO	TIPO DE RECIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACION Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MAXIMO DE ALMACENAMIENTO
<b>8.- Microbiológicos</b>			
Coliformes Termo tolerantes	Vidrio estéril	Dejar un espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco de muestreo. Almacenar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y en oscuridad.	24 horas
Coliformes Totales			
Enterococos fecales			
Escherichia Coli			
Giardia duodenales			
Salmonella sp.			
Vibrio cholerae			
Formas parasitarias	Plástico, con boca ancha	Almacenar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y en oscuridad.	24 horas
Huevos Helmintos			
<b>9.- Otros Parámetros</b>			
Clorofila a	Plástico o Vidrio	Filtrar preferentemente in situ. Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
		Tras el filtrado y la extracción con etanol caliente, congelar por debajo de $-18^{\circ}\text{C}$ .	1 mes
		Tras el filtrado, congelar por debajo de $-18^{\circ}\text{C}$ .	14 días
		Tras el filtrado, congelar por debajo de $-18^{\circ}\text{C}$ .	1 mes



## ANEXO VIII: REGISTRO FOTOGRAFICO

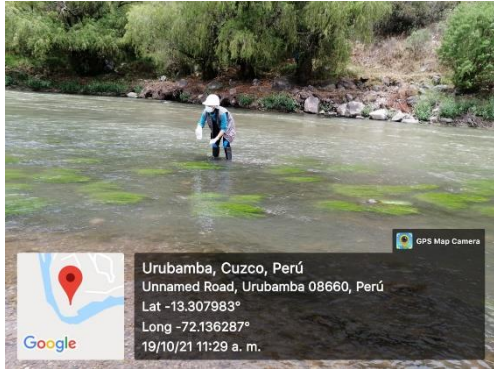
### MUESTREO EN EPOCA DE ESTIAJE

#### PUNTO 1 (PACLAMAYO)





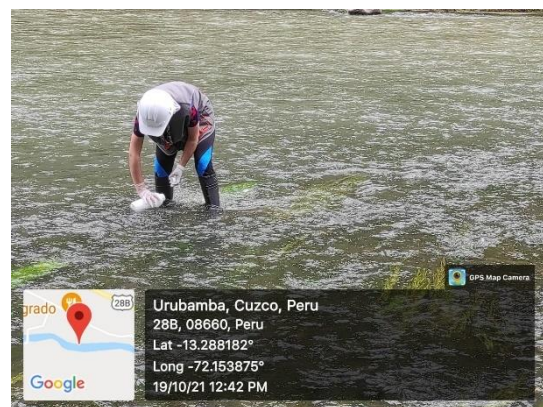
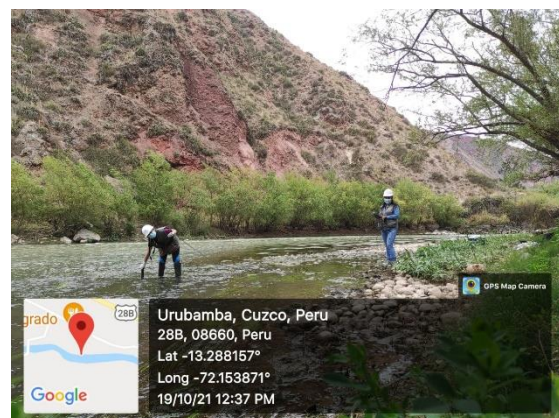
## PUNTO 2 (HABITAD)







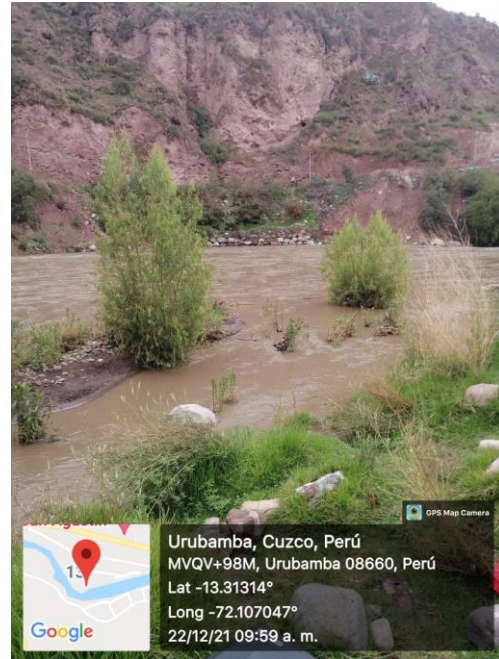
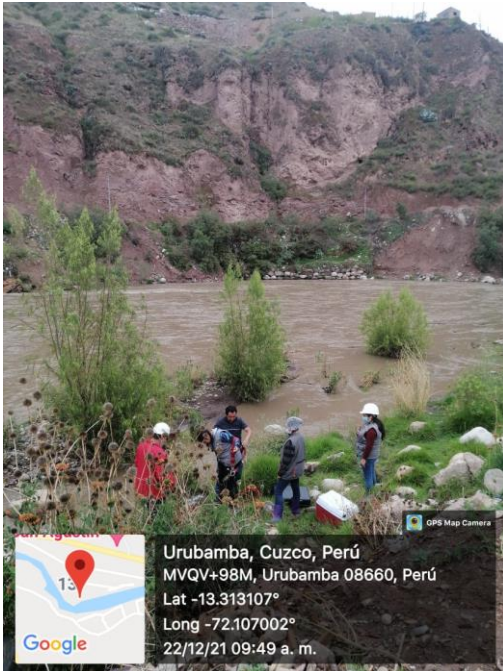
### PUNTO 3 (PUCRUTO)





## MUESTREO EN EPOCA DE AVENIDAS

### PUNTO 1 (PACLAMAYO)





### PUNTO 2 (HABITAD)

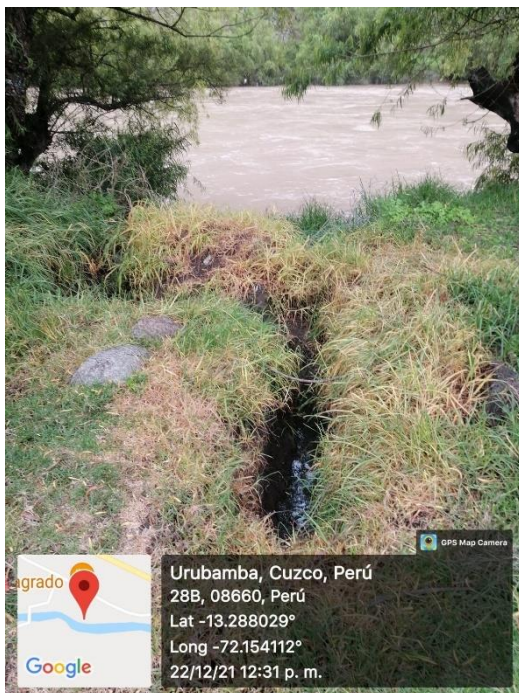






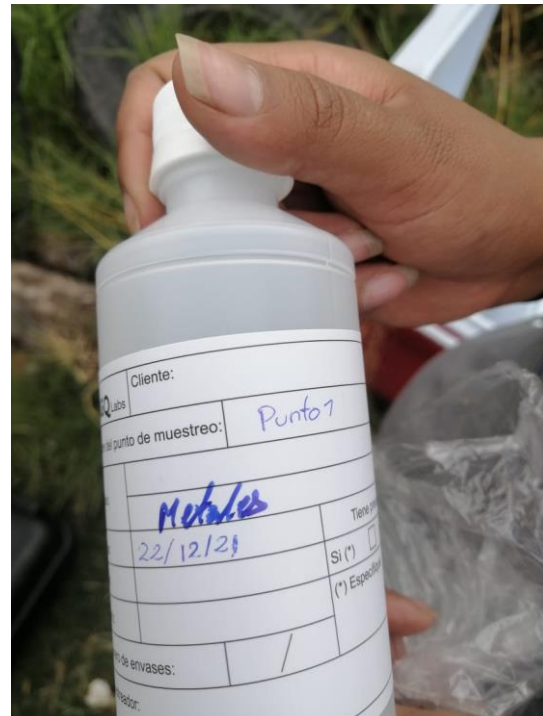
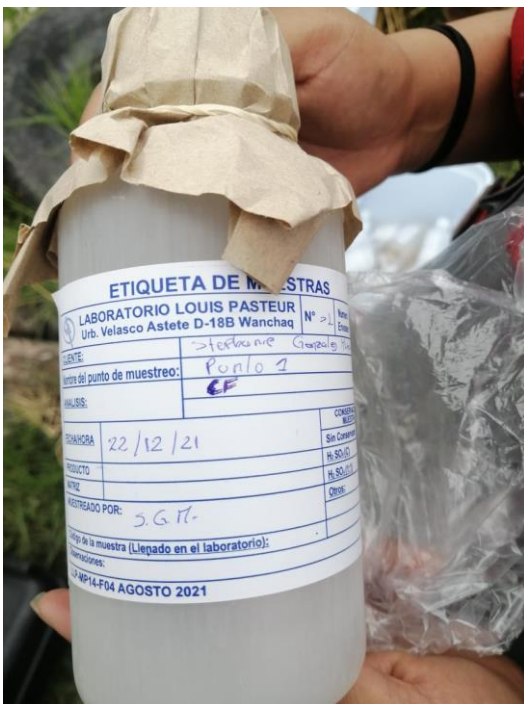
### PUNTO 3 (PUCRUTO)







ANEXO IX: MATERIALES PARA EL MONITOREO










ANEXO X: RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO

PRIMER MONITOREO

PUNTO 1 (PACLAMAYO)

**Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.**  
 Urb. Velasco Astete D-18-B  
 Wanchaq - Cusco - Perú  
 Telefax: 084-234727  
 Celular: 975 713500 - 974787151  
 laboratoriolouispasteur@yahoo.es  
 www.lablouispasteur.pe

**INFORME DE ENSAYO**  
 LLP-3916-2021  
 SO-1354-2021

  
**LABORATORIO LOUIS PASTEUR**

Pág. 1 de 1

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**  
 Solicitante: Stephanie Gonzales Mamani  
 Dirección Legal: Plaza de Armas de San Sebastián N° 145

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**  
 Nombre del Producto: Agua superficial  
 Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/10/19  
 Fecha de Ensayo: 2021/10/19  
 Nro Cotización: 24-10-2021

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):**  
 Muestreo realizado por: Yaida Carhuasulca Pumacahua  
 Fecha de Muestreo: 2021/10/19  
 Hora de Muestreo: 10:50  
 Procedencia de la Muestra: Rio Vilcanota – Paclamayo – Distrito Urubamba – Cusco – Coordenadas:  
 13°18'47"S; 72°6'25"W.  
 Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 frasco de polietileno estéril de 250ml, frascos de polietileno de 1L  
 y 150ml; transportado en cadena de frío.

**REPORTE DE RESULTADOS**  
 Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/10/26

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.


**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**


Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes fecales	NMP/100ml	92x10 <sup>3</sup>

**RESULTADOS QUÍMICOS**

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub> mg/L	3,64
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	12,80

**Métodos de Referencia:**  
 Coliformes Fecales (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017).  
 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. (2017)  
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 23rd Ed. (2017)

  
 Biga Mercedes Maritza Quipe Flores  
 C. B. P. 4237  
 DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.



INFORME DE  
ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

N° de Referencia: A-21/128230  
Descripción(\*): RIO VILCANOTA- PACLAMAYO

Tipo Muestra: Agua Rio  
Fecha Fin: 10/11/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	0,061	mg/L	±0,0079	
Antimonio Total	0,00063	mg/L	±0,00008 3	
Arsénico Total	0,02842	mg/L	±0,00369 5	
Bario Total	0,0646	mg/L	±0,00905	
Berilio Total	< 0,00001	mg/L	-	
*13 Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
*13 Boro Total	1,09	mg/L	±0,2075	
Cadmio Total	< 0,00001	mg/L	-	
*13 Calcio Total	129	mg/L	±18,0	
*13 Cerio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Cobalto Total	< 0,00003	mg/L	-	
Cobre Total	0,0021	mg/L	±0,00023	
Cromo Total	< 0,001	mg/L	-	
*13 Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
*13 Estroncio Total	1,6710	mg/L	±0,28406 3	
*13 Fósforo Total	0,204	mg/L	±0,0348	
*13 Hierro Total	0,19	mg/L	±0,019	
*13 Litio Total	0,3814	mg/L	±0,04196	
*13 Magnesio Total	21,2	mg/L	±1,060	
Manganeso Total	0,08360	mg/L	±0,01086 8	
Mercurio Total	< 0,00007	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00171	mg/L	±0,00029 0	
Niquel Total	0,0010	mg/L	±0,00012	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Piomo Total	< 0,00006	mg/L	-	
*13 Potasio Total	8,2	mg/L	±1,07	
Selenio Total	< 0,00004	mg/L	-	
*13 Sodio Total	128	mg/L	±19,2	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	±17%	
*13 Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00075	mg/L	±0,00012 8	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
*13 Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Zinc Total	< 0,002	mg/L	-	


Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.



**PUNTO 2 (HABITAD)**

**Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.**  
 Urb. Velasco Astete D-18-B  
 Wanchaq - Cusco - Perú  
 Telefax: 084-234727  
 Celular: 975 713500 - 974787151  
 laboratoriolouispasteur@yahoo.es  
 www.lablouispasteur.pe

**INFORME DE ENSAYO**  
**LLP-3917-2021**  
**SO-1354-2021**

  
**LABORATORIO LOUIS PASTEUR**

Pág. 1 de 1

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**  
 Solicitante: Stephanie Gonzales Mamani  
 Dirección Legal: Plaza de Armas de San Sebastián N° 145

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**  
 Nombre del Producto: Agua superficial  
 Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/10/19  
 Fecha de Ensayo: 2021/10/19  
 Nro Cotización: 24-10-2021

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):**  
 Muestreo realizado por: Yaida Carhuasuica Pumacahua  
 Fecha de Muestreo: 2021/10/19  
 Hora de Muestreo: 11:30  
 Procedencia de la Muestra: Rio Vilcanota – Habitad – Distrito Urubamba – Cusco – Coordenadas:  
 13°18'8"S, 72°7'47"W.  
 Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 frasco de polietileno estéril de 250ml, frascos de polietileno de 1L y 150ml; transportado en cadena de frío.

**REPORTE DE RESULTADOS**  
 Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/10/26

*Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.*


**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**


Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes fecales	NMP/100ml	17x10 <sup>3</sup>

**RESULTADOS QUÍMICOS**

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub> mg/L	4,46
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	6,40

**Métodos de Referencia:**  
 Coliformes Fecales (NMP) SMEWV-APHA-AWWA-WEF Part 5221 E-1, 23rd Ed. (2017)  
 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) SMEWV-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. (2017)  
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) SMEWV-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 23rd Ed. (2017)

  
 Biga Mercedes Romero Quijpe Flores  
 C.B. P. 4917  
 DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítem ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.



INFORME DE  
ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-072



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

Registro N° LE - 072

N° de Referencia: A-21/128231  
Descripción(\*): RIO VILCANOTA- HABITAD

Tipo Muestra: Agua Rio  
Fecha Fin: 10/11/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	0,080	mg/L	±0,0105	
Antimonio Total	0,00057	mg/L	±0,00007 4	
Arsénico Total	0,02810	mg/L	±0,00365 4	
Bario Total	0,0608	mg/L	±0,00851	
Berilio Total	< 0,00001	mg/L	-	
<sup>113</sup> Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
<sup>113</sup> Boro Total	1,14	mg/L	±0,2171	
Cadmio Total	< 0,00001	mg/L	-	
<sup>113</sup> Calcio Total	130	mg/L	±18,2	
<sup>113</sup> Cerio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Cobalto Total	< 0,00003	mg/L	-	
Cobre Total	0,0023	mg/L	±0,00025	
Cromo Total	< 0,001	mg/L	-	
<sup>113</sup> Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
<sup>113</sup> Estroncio Total	1,6557	mg/L	±0,28147 2	
<sup>113</sup> Fósforo Total	0,118	mg/L	±0,0200	
<sup>113</sup> Hierro Total	0,24	mg/L	±0,024	
<sup>113</sup> Litio Total	0,3813	mg/L	±0,04195	
<sup>113</sup> Magnesio Total	21,4	mg/L	±1,072	
Manganeso Total	0,08384	mg/L	±0,01089 9	
Mercurio Total	< 0,00007	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00157	mg/L	±0,00026 7	
Niquel Total	0,0010	mg/L	±0,00012	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	< 0,00006	mg/L	-	
<sup>113</sup> Potasio Total	8,2	mg/L	±1,06	
Selenio Total	< 0,00004	mg/L	-	
<sup>113</sup> Sodio Total	128	mg/L	±19,2	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	±17%	
<sup>113</sup> Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00075	mg/L	±0,00012 8	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
<sup>113</sup> Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Zinc Total	< 0,002	mg/L	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis - Lima, PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

2/6



PUNTO 3 (PUCRUTO)

**Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.**

Urb. Velasco Astete D-18-B  
Wanchaq - Cusco - Perú  
Telefax: 084-234727  
Celular: 975 713500 - 974787151  
laboratoriolouispasteur@yahoo.es  
www.lablouispasteur.pe

**INFORME DE ENSAYO  
LLP-3918-2021  
SO-1354-2021**



Pág. 1 de 1

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

Solicitante: Stephanie Gonzales Mamani  
Dirección Legal: Plaza de Armas de San Sebastián N° 145

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**

Nombre del Producto: Agua superficial  
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/10/19  
Fecha de Ensayo: 2021/10/19  
Nro Cotización: 24-10-2021

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):**

Muestreo realizado por: Yaida Carhuasuica Pumacahua  
Fecha de Muestreo: 2021/10/19  
Hora de Muestreo: 12:40  
Procedencia de la Muestra: Rio Vilcanota – Pucruto – Distrito Urubamba – Cusco – Coordenadas:  
13°17'18"S; 72°9'15"W.  
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 frasco de polietileno estéril de 250ml, frascos de polietileno de 1L y 150ml; transportado en cadena de frío.

**REPORTE DE RESULTADOS**

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/10/28

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes fecales	NMP/100ml	240

**RESULTADOS QUÍMICOS**

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub> mg/L	2.61
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	9.60

**Métodos de Referencia:**

Coliformes Fecales (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)  
Demanda Biquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9210 B, 23rd Ed. (2017)  
Demanda Química de Oxígeno (DQO) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9220 C, 23rd Ed. (2017)

Bln. Mercedes Maritz Quirope Flórez  
C.B. P. 5917  
DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados, El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.



INFORME DE  
ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

N° de Referencia: A-21/128232  
Descripción(\*): RIO VILCANOTA- PUCRUTO

Tipo Muestra: Agua Rio  
Fecha Fin: 10/11/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	0,077	mg/L	±0,0100	
Antimonio Total	0,00064	mg/L	±0,00008 3	
Arsénico Total	0,02882	mg/L	±0,00374 7	
Bario Total	0,0631	mg/L	±0,00883	
Berilio Total	< 0,00001	mg/L	-	
<sup>123</sup> Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
<sup>123</sup> Boro Total	1,17	mg/L	±0,2232	
Cadmio Total	< 0,00001	mg/L	-	
<sup>123</sup> Calcio Total	133	mg/L	±18,6	
<sup>123</sup> Cerio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Cobalto Total	< 0,00003	mg/L	-	
Cobre Total	0,0031	mg/L	±0,00034	
Cromo Total	< 0,001	mg/L	-	
<sup>123</sup> Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
<sup>123</sup> Estroncio Total	1,6929	mg/L	±0,28779 8	
<sup>123</sup> Fósforo Total	0,121	mg/L	±0,0205	
<sup>123</sup> Hierro Total	0,23	mg/L	±0,023	
<sup>123</sup> Litio Total	0,3846	mg/L	±0,04231	
<sup>123</sup> Magnesio Total	21,8	mg/L	±1,088	
Manganeso Total	0,08016	mg/L	±0,01042 1	
Mercurio Total	< 0,00007	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00164	mg/L	±0,00028 0	
Níquel Total	0,0011	mg/L	±0,00013	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	< 0,00006	mg/L	-	
<sup>123</sup> Potasio Total	8,3	mg/L	±1,08	
Selenio Total	< 0,00004	mg/L	-	
<sup>123</sup> Sodio Total	130	mg/L	±19,5	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	±17%	
<sup>123</sup> Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00079	mg/L	±0,00013 4	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
<sup>123</sup> Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Zinc Total	< 0,002	mg/L	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.



SEGUNDO MONITOREO

PUNTO 1 (PACLAMAYO)

**Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.**

Urb. Velasco Astete D-18-B  
Wanchaq - Cusco - Perú  
Telefax: 084-234727  
Celular: 975 713500 - 974787151  
laboratoriolouispasteur@yahoo.es  
www.lablouispasteur.pe

**INFORME DE ENSAYO**  
**LLP-4874-2021**  
**SO-1718-2021**



Pág. 1 de 1

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

Solicitante: Stephanie Gonzales Mamani  
Dirección Legal: Plaza de Armas de San Sebastián N° 145

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**

Nombre del Producto: Agua superficial  
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/12/22  
Fecha de Ensayo: 2021/12/22  
Nro Cotización: 79-12-2021

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):**

Muestreo realizado por: Yaida Carhuasuica Pumacahua  
Fecha de Muestreo: 2021/12/22  
Hora de toma de muestra: 10:15  
Procedencia de la Muestra: Paclamayo – 13.313213°S; 72.10702°W.  
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 frasco de polietileno de 250ml estéril, frascos de polietileno de 250ml, 200ml y 1L; transportado en cadena de frío.

**REPORTE DE RESULTADOS**

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/12/29

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fecales	NMP/100ml	70x10 <sup>3</sup>

**RESULTADOS QUÍMICOS**

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub> mg/L	19,87
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	38,10

**Métodos de Referencia:**

Coliformes Fecales (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)  
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9210 B, 23rd Ed. (2017)  
Demanda Química de Oxígeno (DQO) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9220 C, 23rd Ed. (2017)

  
Blga Mercedes Maza Quipe Flores  
C. B. P. 4917  
DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.



INFORME DE  
ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

Anula y sustituye a la versión anterior : A-21/158567

N° de Referencia: A-21/158567-M1  
Descripción(\*): PACLAMAYO

Tipo Muestra: Agua Rio  
Fecha Fin: 30/12/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	3,42	mg/L	±0,4450	
Antimonio Total	0,00097	mg/L	±0,000126	
Arsénico Total	0,01837	mg/L	±0,002388	
Bario Total	0,1498	mg/L	±0,02097	
Berilio Total	0,00099	mg/L	±0,000129	
*13 Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
*13 Boro Total	0,219	mg/L	±0,0415	
Cadmio Total	< 0,00001	mg/L	-	
*13 Calcio Total	47	mg/L	±6,57	
*13 Cerio Total	0,00500	mg/L	±0,000400	
Cobalto Total	0,01223	mg/L	±0,001223	
Cobre Total	0,0150	mg/L	±0,00165	
Cromo Total	0,005	mg/L	±0,0006	
*13 Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
*13 Estroncio Total	0,48889	mg/L	±0,083111	
*13 Fósforo Total	0,444	mg/L	±0,0755	
*13 Hierro Total	11	mg/L	±1,11	
*13 Litio Total	0,0712	mg/L	±0,00783	
*13 Magnesio Total	11,6	mg/L	±0,5788	
Manganeso Total	0,66442	mg/L	±0,086374	
Mercurio Total	< 0,00007	mg/L	-	
Molibdeno Total	< 0,00003	mg/L	-	
Níquel Total	0,0194	mg/L	±0,00232	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,01735	mg/L	±0,003124	
*13 Potasio Total	2,8	mg/L	±0,358	
Selenio Total	0,00222	mg/L	±0,000311	
*13 Sodio Total	21	mg/L	±3,22	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	±17%	
*13 Titanio Total	0,0130	mg/L	±0,00104	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00053	mg/L	±0,000090	
Vanadio Total	0,006	mg/L	±0,0007	
*13 Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Zinc Total	0,074	mg/L	±0,0125	





PUYNTO 2 (HABTIAD)

**Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.**

Urb. Velasco Astete D-18-B  
Wanchaq - Cusco - Perú  
Telefax: 084-234727  
Celular: 975 713500 - 974787151  
laboratoriolouispasteur@yahoo.es  
www.lablouispasteur.pe

**INFORME DE ENSAYO  
LLP-4875-2021  
SO-1718-2021**



Pág. 1 de 1

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

Solicitante: Stephanie Gonzales Mamani  
Dirección Legal: Plaza de Armas de San Sebastián N° 145

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**

Nombre del Producto: Agua superficial  
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/12/22  
Fecha de Ensayo: 2021/12/22  
Nro Cotización: 79-12-2021

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):**

Muestreo realizado por: Yaida Carhuasuica Pumacahua  
Fecha de Muestreo: 2021/12/22  
Hora de toma de muestra: 11:20  
Procedencia de la Muestra: Habitud - 13.30822°S; 72.13689°W.  
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 frasco de polietileno de 250ml estéril, frascos de polietileno de 250ml, 200ml y 1L; transportado en cadena de frío.

**REPORTE DE RESULTADOS**

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/12/29

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fecales	NMP/100ml	35x10 <sup>3</sup>

**RESULTADOS QUÍMICOS**

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub> mg/L	7,95
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	12,70

**Métodos de Referencia:**

Coliformes Fecales (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)  
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. (2017)  
Demanda Química de Oxígeno (DQO) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 23rd Ed. (2017)

LABORATORIO LOUIS PASTEUR

Biga Mercedes Marizza Quirope Fábreg  
C. B. P. 4917  
DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.



INFORME DE  
ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-872



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

Registro N° LE - 872

N° de Referencia: A-21/158568

Descripción(\*): HABITAD

Tipo Muestra: Agua Rio

Fecha Rec: 30/12/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	5,15	mg/L	±0,6609	
Antimonio Total	0,00099	mg/L	±0,000129	
Arsénico Total	0,02164	mg/L	±0,002813	
Bario Total	0,1983	mg/L	±0,02776	
Berilio Total	0,00115	mg/L	±0,000150	
<sup>210</sup> Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
<sup>210</sup> Boro Total	0,256	mg/L	±0,0486	
Cadmio Total	< 0,00001	mg/L	-	
<sup>213</sup> Calcio Total	47	mg/L	±6,54	
<sup>213</sup> Cerio Total	0,00724	mg/L	±0,000579	
Cobalto Total	0,01462	mg/L	±0,001462	
Cobre Total	0,0206	mg/L	±0,00226	
Cromo Total	0,008	mg/L	±0,0008	
<sup>213</sup> Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
<sup>213</sup> Estroncio Total	0,46679	mg/L	±0,079354	
<sup>213</sup> Fósforo Total	0,577	mg/L	±0,0980	
<sup>213</sup> Hierro Total	15	mg/L	±1,47	
<sup>213</sup> Litio Total	0,0736	mg/L	±0,00810	
<sup>213</sup> Magnesio Total	11,7	mg/L	±0,5851	
Manganeso Total	0,76721	mg/L	±0,006738	
Mercurio Total	< 0,00007	mg/L	-	
Molibdeno Total	< 0,00003	mg/L	-	
Níquel Total	0,0243	mg/L	±0,00291	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,02171	mg/L	±0,003907	
<sup>213</sup> Potasio Total	2,8	mg/L	±0,376	
Selenio Total	0,00270	mg/L	±0,000377	
<sup>213</sup> Sodio Total	19	mg/L	±2,90	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	±17%	
<sup>213</sup> Titanio Total	0,0231	mg/L	±0,00185	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00061	mg/L	±0,000103	
Vanadio Total	0,009	mg/L	±0,0010	
<sup>213</sup> Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Zinc Total	0,109	mg/L	±0,0185	



**PUNTO 3 (PUCRUTO)**

**Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.**

Urb. Velasco Astete D-18-B  
Wanchaq - Cusco - Perú  
Telefax: 084-234727  
Celular: 975 713500 - 974787151  
laboratorioulouispasteur@yahoo.es  
www.lablouispasteur.pe

**INFORME DE ENSAYO  
LLP-4876-2021  
SO-1718-2021**



Pág. 1 de 1

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

Solicitante: Stephanie Gonzales Mamani  
Dirección Legal: Plaza de Armas de San Sebastián N° 145

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**

Nombre del Producto: Agua superficial  
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/12/22  
Fecha de Ensayo: 2021/12/22  
Nro Cotización: 79-12-2021

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):**

Muestreo realizado por: Yaida Carhuasulca Pumacahua  
Fecha de Muestreo: 2021/12/22  
Hora de toma de muestra: 12:30  
Procedencia de la Muestra: Pucrufo – 13.28804°S; 72.15439°W.  
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 frasco de polietileno de 250ml estéril, frascos de polietileno de 250ml, 200ml y 1L; transportado en cadena de frío.

**REPORTE DE RESULTADOS**

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/12/29

*Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.*

**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fécenes	NMP/100ml	35x10 <sup>3</sup>

**RESULTADOS QUÍMICOS**

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
DBOs	DBO <sub>5</sub> mg/L	23,18
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	46,67

**Métodos de Referencia:**

Coliformes Fecales (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd Ed. (2017)  
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9210 B, 23rd Ed. (2017)  
Demanda Química de Oxígeno (DQO) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9220 C, 23rd Ed. (2017)

LABORATORIO LOUIS PASTEUR

Dña. Mercedes Maniza Oulpe Flores  
C. B. P. 4917  
DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.



INFORME DE  
ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

Nº de Referencia: A-21/158569  
Descripción(\*): PUCRUTO

Tipo Muestra: Agua Rio  
Fecha Fin: 30/12/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	4,92	mg/L	±0,6392	
Antimonio Total	0,00092	mg/L	±0,00012 0	
Arsénico Total	0,01840	mg/L	±0,00239 2	
Bario Total	0,1836	mg/L	±0,02571	
Berilio Total	0,00098	mg/L	±0,00012 7	
*13 Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
*13 Boro Total	0,244	mg/L	±0,0464	
Cadmio Total	< 0,00001	mg/L	-	
*13 Calcio Total	48	mg/L	±6,69	
*13 Cerio Total	0,00771	mg/L	±0,00061 7	
Cobalto Total	0,01490	mg/L	±0,00149 0	
Cobre Total	0,0189	mg/L	±0,00208	
Cromo Total	0,006	mg/L	±0,0007	
*13 Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
*13 Estroncio Total	0,48056	mg/L	±0,08169 5	
*13 Fósforo Total	0,507	mg/L	±0,0862	
*13 Hierro Total	13	mg/L	±1,28	
*13 Litio Total	0,0699	mg/L	±0,00769	
*13 Magnesio Total	12,1	mg/L	±0,6048	
Manganeso Total	0,75596	mg/L	±0,09827 5	
Mercurio Total	< 0,00007	mg/L	-	
Molibdeno Total	< 0,00003	mg/L	-	
Níquel Total	0,0220	mg/L	±0,00264	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Piomo Total	0,02217	mg/L	±0,00399 0	
*13 Potasio Total	2,8	mg/L	±0,360	
Selenio Total	0,00240	mg/L	±0,00033 5	
*13 Sodio Total	20	mg/L	±3,07	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	±17%	
*13 Titanio Total	0,0253	mg/L	±0,00203	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00063	mg/L	±0,00010 7	
Vanadio Total	0,009	mg/L	±0,0010	
*13 Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Zinc Total	0,084	mg/L	±0,0143	



## ANEXO XI: REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO EN EPOCA DE ESTIAJE

### PRIMER PUNTO

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:   
(Categorizado de acuerdo a la R.J.Nº202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:   
(Código Pfaffstätter)

#### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:   
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:   
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:   
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas pueden encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:   
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:   
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante...)

Reconocimiento del Entorno:   
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

#### UBICACIÓN

Distrito:	Provincia:	Departamento:
Urubamba	Urubamba	Cusco

Localidad:

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas:  Proyección UTM  
 Geográficas

Norte/Latitud:	13.31320 °S	Zona:	18	(17, 18 o 19; para UTM solamente)
Este/Longitud:	72.10725°W	Altitud:	2856	(metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por YAIDA CARHUASUICA PUMACAHUA Fecha 20/10/2021



## Segundo punto

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:   
(Categorizado de acuerdo a la R.J.Nº202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:   
(Código Pfaffstätter)

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:   
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:   
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:   
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:   
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:   
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante...)

Reconocimiento del Entorno:   
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

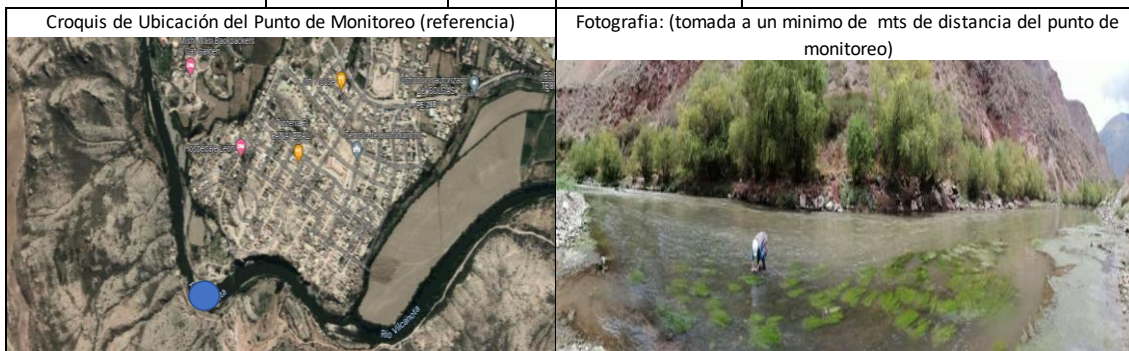
### UBICACIÓN

Distrito:	Provincia:	Departamento:
Urubamba	Urubamba	Cusco

Localidad:

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas:  Proyección UTM  
 Geográficas

Norte/Latitud:	13.30825°S	Zona:	18	(17, 18 o 19; para UTM solamente)
Este/Longitud:	72.13674°W	Altitud:	2850	(metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por YAIDA CARHUASUICA PUMACAHUA Fecha 20/10/2021



### Tercer punto

Nombre del cuerpo de agua:

Rio Vilcanota

Clasificación del cuerpo de agua:

Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de animales

(Categorizado de acuerdo a la R.J.N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:

RVilc3 - Rio Vilcanota

(Código Pfaffstätter)

#### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

RVilc3

(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:

Cuenca de Sibinacocha - Urubamba

(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:

Pucruto, como quien se dirige a yanahuara antes de llegar a pichingoto

(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:

Pucruto - Urubamba

(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:

Índice de calidad ambiental de recursos hídricos superficial del río vilcanota

(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante...)

Reconocimiento del Entorno:

(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

#### UBICACIÓN

Distrito:

Urubamba

Provincia:

Urubamba

Departamento:

Cusco

Localidad:

Pucruto

Coordenadas (WGS84):

Sistema de coordenadas:

Proyección UTM  
 Geográficas

Norte/Latitud:

13.28819 °S

Zona:

18

(17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud:

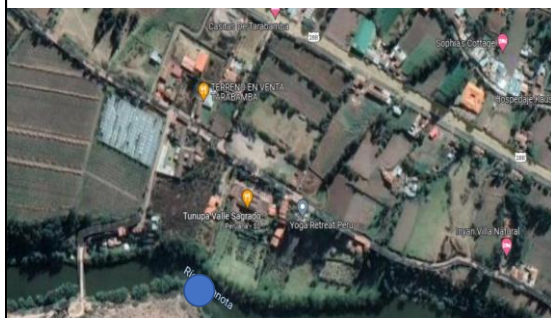
72.15394 °W

Altitud:

2855

(metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)



Fotografía: (tomada a un mínimo de mts de distancia del punto de monitoreo)



Elaborado por

YAIDA CARHUASUCA PUMACAHUA

Fecha

20/10/2021



## XII: REGISTRO DE IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO EN EPOCA DE AVENIDAS

### Primer punto

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:   
(Categorizado de acuerdo a la R.J.Nº202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:   
(Código Pfaffstätter)

**IDENTIFICACION DEL PUNTO**

Código del punto de monitoreo:   
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:   
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:   
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:   
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:   
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante...)

Reconocimiento del Entorno:   
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

**UBICACIÓN**

Distrito:	Provincia:	Departamento:
Urubamba	Urubamba	Cusco

Localidad:

Coordenadas (WGS84):	Sistema de coordenadas:	<input type="checkbox"/> Proyección UTM <input checked="" type="checkbox"/> Geográficas
Norte/Latitud: <input style="width: 100px;" type="text" value="13.313213 °S"/>	Zona: <input style="width: 100px;" type="text" value="18"/>	(17, 18 o 19; para UTM solamente)
Este/Longitud: <input style="width: 100px;" type="text" value="72.10702°W"/>	Altitud: <input style="width: 100px;" type="text" value="2856"/>	(metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por STEPHANIE GONZALES MAMANI Fecha 23/12/2021





## Segundo punto

Nombre del cuerpo de agua:

Rio Vilcanota

Clasificación del cuerpo de agua:

Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de animales

(Categorizado de acuerdo a la R.J.Nº202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:

RVilc2 - Rio Vilcanota

(Código Pfaffstätter)

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

RVilc2

(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:

Cuenca de Sibinacocha - Urubamba

(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:

Habitad, al fondo pasando el sector de qotohuincho

(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:

Habitad - Urubamba

(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:

Índice de calidad ambiental de recursos hídricos superficial del río vilcanota

(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante...)

Reconocimiento del Entorno:

(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

### UBICACIÓN

Distrito:

Urubamba

Provincia:

Urubamba

Departamento:

Cusco

Localidad:

Habitad

Coordenadas (WGS84):

Sistema de coordenadas:

Proyección UTM  
 Geográficas

Norte/Latitud:

13.308222°S

Zona:

18

(17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud:

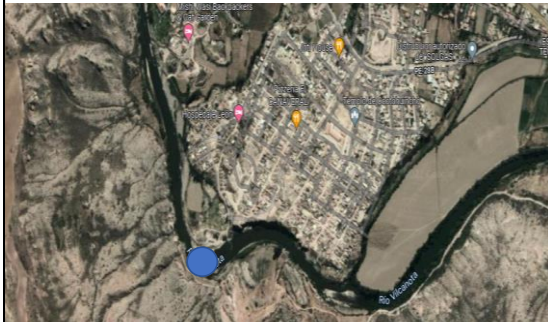
72.13659°W

Altitud:

2850

(metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)



Fotografía: (tomada a un mínimo de mts de distancia del punto de monitoreo)



Elaborado por

STEPHANIE GONZALES MAMANI

Fecha

23/12/2021



### Tercer punto

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:   
(Categorizado de acuerdo a la R.J.N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:   
(Código Pfaffstätter)

#### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:   
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:   
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:   
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:   
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:   
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante...)

Reconocimiento del Entorno:   
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

#### UBICACIÓN

Distrito:	Provincia:	Departamento:
Urubamba	Urubamba	Cusco

Localidad:

Coordenadas (WGS84):      Sistema de coordenadas:  Proyección UTM  
 Geográficas

Norte/Latitud:	<input type="text" value="13.28804 °S"/>	Zona:	<input type="text" value="18"/>	(17, 18 o 19; para UTM solamente)
Este/Longitud:	<input type="text" value="72.15439 °W"/>	Altitud:	<input type="text" value="2855"/>	(metros sobre el nivel del mar)

<p>Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)</p> 	<p>Fotografía: (tomada a un mínimo de mts de distancia del punto de monitoreo)</p> 
---	---

Elaborado por STEPHANIE GONZALES MAMANI Fecha 20/10/2021



## XII: REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

### Época de estiaje

CUENCA: Rio Vilcanotta  
AAA/ALA: AAA URUBAMBA VILCANOTA

REALIZADO POR: YAIDA CARHUASUICA PUMACAHUA  
RESPONSABLE: STEPHANIE GONZALES MAMANI Y YAIDA CARHUASUICA PUMACAHUA

Punto de monitoreo	Descripcion origen/ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	T	OD	COND	Caudal/profundidad m <sup>3</sup> /s o m	Observaciones
						°C	mg/L					µS/cm				
Punto 01	Paclamayo	Urubamba	Urubamba	Urubamba	Cusco	13,31320 °S	73,10725 °W		19/10/2021	10:40 AM	7,54	16,46	1,98	1061	Epoca de estiaje	
Punto 02	Habitad	Urubamba	Urubamba	Urubamba	Cusco	13,30825 °S	72,13674 °W		19/10/2021	11:28 AM	7,65	16,82	1,96	1236	Epoca de estiaje	
Punto 03	Pucruoto	Urubamba	Urubamba	Urubamba	Cusco	13,28819 °S	72,15394 °W		19/10/2021	12:40 AM	7,34	17,26	1,93	855	Epoca de estiaje	

### Época de avenidas

CUENCA: Rio Vilcanotta  
AAA/ALA: AAA URUBAMBA VILCANOTA

REALIZADO POR: YAIDA CARHUASUICA PUMACAHUA  
RESPONSABLE: STEPHANIE GONZALES MAMANI Y YAIDA CARHUASUICA PUMACAHUA

Punto de monitoreo	Descripcion origen/ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	T	OD	COND	Caudal/profundidad m <sup>3</sup> /s o m	Observaciones
						°C	mg/L					µS/cm				
Punto 01	Pacalamayo	Urubamba	Urubamba	Urubamba	Cusco	13,313213 °S	72,10702 °W		22/12/2021	10:45 AM	8,61	13,25	2,08	476	Epoca de avenidas	
Punto 02	Habitad	Urubamba	Urubamba	Urubamba	Cusco	13,30822 °S	72,13659 °W		22/12/2021	11:12 AM	7,95	13,39	2,09	483	Epoca de avenidas	
Punto 03	Pucruoto	Urubamba	Urubamba	Urubamba	Cusco	13,28804 °S	72,15439 °W		22/12/2021	12:10 AM	8,17	13,4	2,08	488	Epoca de avenidas	