



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
(Creada por Ley N°. 25265)



ESCUELA DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
UNIDAD DE POSGRADO

TESIS

**CONCENTRACIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS EN EL RIO
ICHU EN ÉPOCA DE ESTIAJE EN LA PARTE URBANA DE
HUANCAMELICA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS HÍDRICOS

PRESENTADO POR:
Bach. WILFREDO SÁEZ HUAMÁN

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN:
CIENCIAS DE INGENIERÍA

MENCIÓN: ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

HUANCAMELICA - PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
(Creado por Ley N° 25265)



ESCUELA DE POSGRADO

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
UNIDAD DE POSGRADO

(APROBADO CON RESOLUCIÓN N° 736-2005-ANR)

"Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Ante el Jurado conformado por los docentes: Dr. Sólón Dante CARHUALLANQUI IBARRA, Mg. Victor Guillermo SANCHEZ ARAUJO, Mg. Esmila Yeime CHAVARRIA MARQUEZ

Asesor (a): Dr. Elmer Rene CHAVEZ ARAUJO

De conformidad al Reglamento para Optar el Grado Académico de Magister, de la Escuela de Posgrado, aprobado mediante Resolución Directoral N° 148-2016-EPG-R/UNH.

El candidato al GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE INGENIERÍA CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL.

Don, WILFREDO SAEZ HUAMAN, procedió a sustentar su trabajo de Investigación titulado "CONCENTRACIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS EN EL RIO ICHU EN ÉPOCA DE ESTIAJE EN LA PARTE URBANA DE HUANCAMELICA.

Luego de haber absuelto las preguntas que le fueron formulados por los Miembros del Jurado, se dio por concluido al ACTO de sustentación, realizándose la deliberación y calificación, resultando:

APROBADO POR

Con el calificado

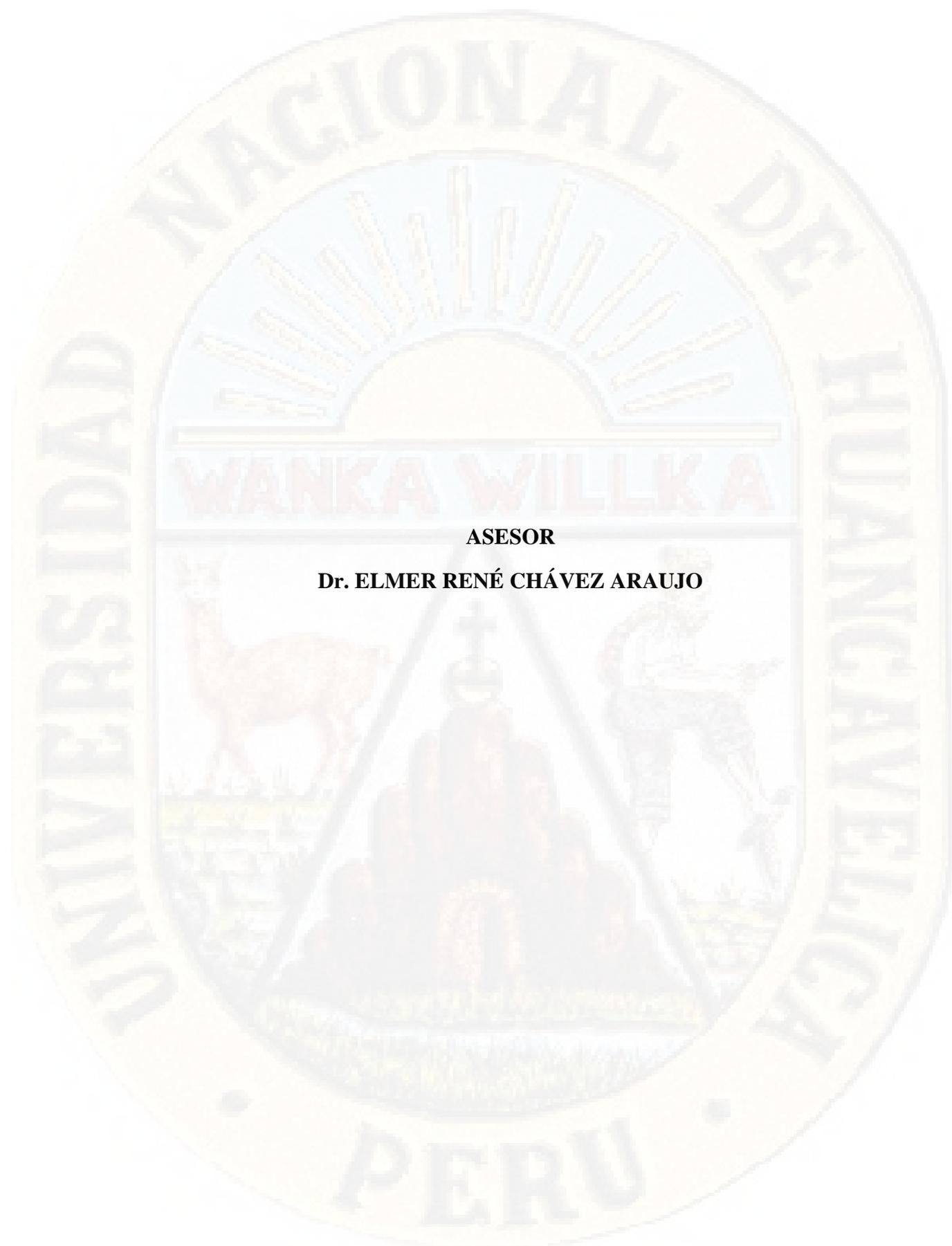
UNANIMIDAD

Y para constancia se extiende la presente ACTA, en la ciudad de Huancavelica, a los treinta y un días del mes de enero del año 2019.

.....
Dr. Sólón Dante CARHUALLANQUI IBARRA
Presidente del Jurado.

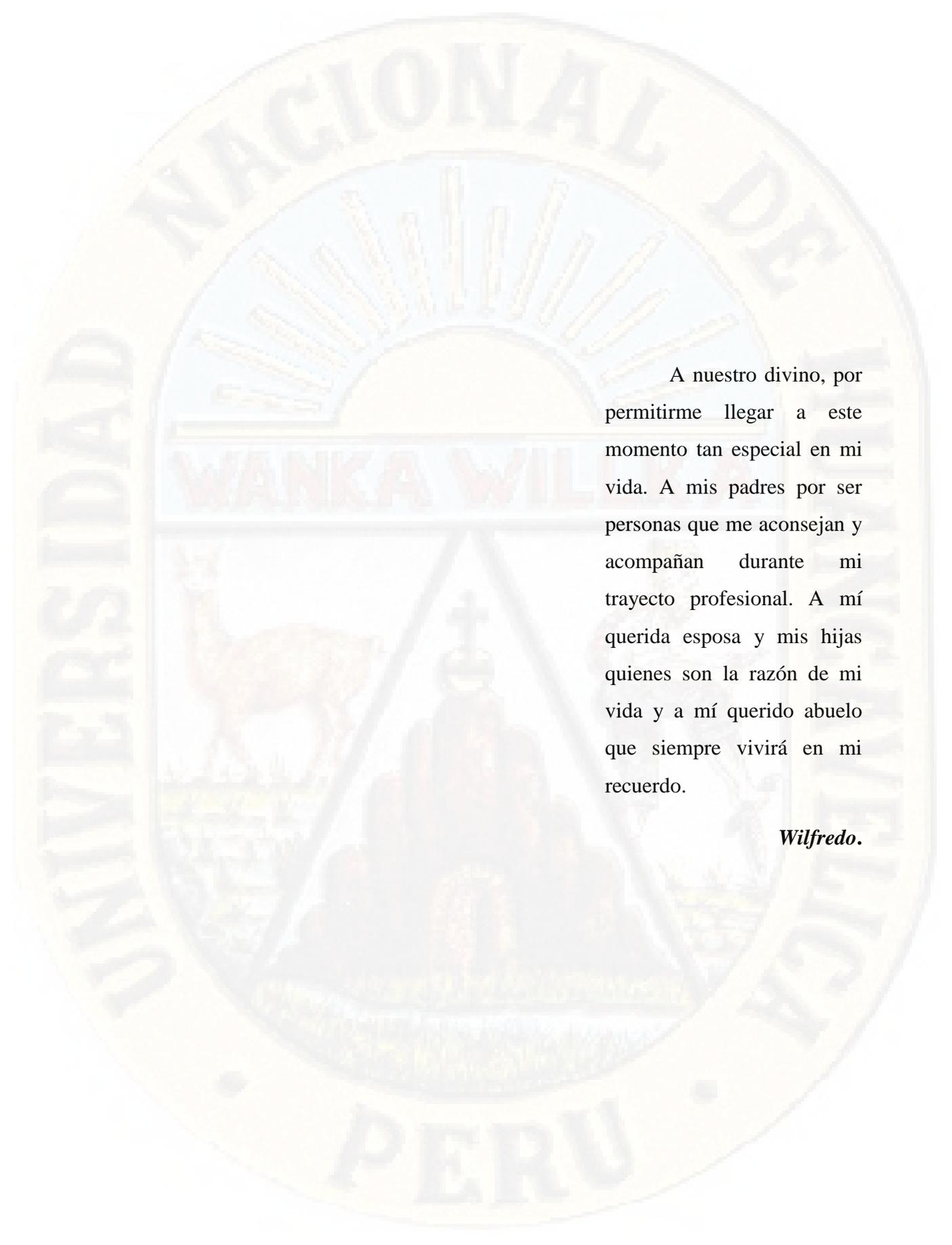
.....
Mg. Victor Guillermo SANCHEZ ARAUJO
Secretario del Jurado

.....
Mg. Esmila Yeime CHAVARRIA MARQUEZ
Vocal del Jurado



ASESOR

Dr. ELMER RENÉ CHÁVEZ ARAUJO



A nuestro divino, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. A mis padres por ser personas que me aconsejan y acompañan durante mi trayecto profesional. A mí querida esposa y mis hijas quienes son la razón de mi vida y a mí querido abuelo que siempre vivirá en mi recuerdo.

Wilfredo.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento al Director, coordinador, personal administrativo y docente de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias de Ingeniería Mención Ecología y Gestión Ambiental de la Universidad Nacional de Huancavelica, quienes impartieron sus conocimientos y experiencias durante mi permanencia en beneficio de mi formación profesional.

Al Dr. Elmer René Chávez Araujo, investigador y docente universitario, quién en su calidad de asesor del presente proyecto de investigación me brindó su orientación e invaluable contribución en la ejecución del proyecto de investigación.

Expreso de manera especial mi agradecimiento sincero a mis hermanos y familiares y quienes supieron darme su constante apoyo para la culminación del presente proyecto.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

ÍNDICE

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Asesor.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice.....	vi-vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
Resumen.....	x
Summary ..	xi
Introducción.....	xii-xiii

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Formulación del Problema.....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación del estudio.....	6
1.4.1 Justificación social.....	6
1.4.2 Justificación práctica.....	6
1.4.3 Justificación ambiental.....	6
1.4.4 Justificación teórica.....	6-7
1.5. Importancia.....	7

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1 Antecedente internacional.....	8-12
2.1.2 Antecedente nacional.....	12-19
2.1.3 Antecedente local.....	19
2.2. Bases teóricas.....	19-31
2.3. Marco conceptual.....	31
2.3.1 Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.....	31-34

2.3.2 Marco legal.....	35-36
2.4. Formulación de hipótesis.....	36
2.4.1 Hipótesis.....	36
2.5. Definición de términos.....	36-39
2.6. Identificación de variables.....	40
2.6.1 Variable independiente.....	40
2.6.2 Variable dependiente.....	40
2.6.3 Covariable.....	40
2.7. Operacionalización de variables.....	40

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio.....	41
3.1.1 Aspectos generales.....	41
3.1.2 Ubicación política.....	41
3.1.3 Ubicación geográfica.....	42
3.2. Tipo de Investigación.....	42
3.3. Nivel de Investigación.....	42-43
3.4. Método de Investigación.....	43
3.5. Diseño de Investigación.....	43-44
3.6. Población, Muestra, Muestreo.....	44
3.6.1 Población.....	44
3.6.2 Muestra.....	44
3.6.3 Técnicas de muestreo.....	45
3.7. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos.....	46-48
3.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	49

CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación e Interpretación de datos.....	50-61
4.2. Discusión de resultados.....	61-65
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	68-72
ANEXOS.....	73
MATRIZ DE CONSISTENCIA	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales	30-31
Tabla 2: Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales - ANA	32-34
Tabla 3: Determinación de los puntos de monitoreo para la recolección de muestras.....	45
Tabla 4: Normalidad para nitratos	50
Tabla 5: Medidas de tendencia central y dispersión para nitratos	51
Tabla 6: Prueba de T de student	53
Tabla 7: Normalidad para fosfatos	54
Tabla 8: Medidas de tendencia central y dispersión para fosfatos	55
Tabla 9: Prueba de T de student.....	56
Tabla 10: Medidas de tendencia central y dispersión para pH	57
Tabla 11: Medidas de tendencia central y dispersión para temperatura	58
Tabla 12: Medidas de tendencia central y dispersión para oxígeno disuelto.....	59
Tabla 13: Medidas de tendencia central y dispersión para conductividad eléctrica	60
Tabla 1A: Análisis físico-químico de la concentración de nitratos, fosfatos y parámetros de control.....	C
Tabla 2A: Procesamiento y análisis de datos de la variable nitratos	D-G
Tabla 3A: Procesamiento y análisis de datos de la variable fosfatos.....	H-K
Tabla 4A: Procesamiento y análisis de datos de la variable pH	L-O
Tabla 5A: Procesamiento y análisis de datos de la variable temperatura	P-S
Tabla 6A: Procesamiento y análisis de datos de la variable oxígeno disuelto..	T-W
Tabla 7A: Procesamiento y análisis de datos de la variable conductividad eléctrica	X-AA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del ámbito de estudio Huancavelica	42
Figura 2. Fórmula del diseño descriptivo	43-44
Figura 3: Prueba de normalidad para nitratos	51
Figura 4. Comparación de concentración de nitratos con la ECA categoría III	52
Figura 5. Campana de gauss para la prueba de hipótesis de nitratos.....	53
Figura 6. Prueba de normalidad para fosfatos	54
Figura 7. Comparación de concentración de fosfatos con la ECA categoría III	55
Figura 8. Campana de gauss para la prueba de hipótesis de fosfatos	57
Figura 9. Comparación de pH con la ECA categoría III	58
Figura 10. Comparación de Temperatura con la ECA categoría III.....	59
Figura 11. Comparación de Oxígeno disuelto con la ECA categoría III.....	60
Figura 12. Comparación de Conductividad eléctrica con la ECA categoría III	61

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica”, el cual tuvo como objetivo principal evaluar la concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica, y como objetivos específicos: Determinar la concentración de nitratos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica, así mismo determinar la concentración de fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica y comparar la concentración de nitratos y fosfatos con los estándares de calidad ambiental (ECA) – Agua categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales). El estudio es básico con nivel descriptivo, aplicando el método hipotético deductivo. La población fue comprendida por la microcuenca del río Ichu, siendo la muestra constituida por seis puntos ubicados en la parte urbana del río Ichu, desde Chuñuranra hasta la altura del puente de Santa Rosa, de acuerdo a los criterios del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – Autoridad Nacional del Agua, los puntos fueron geo referenciados con el uso de GPS, el muestreo fue no probabilístico para lo cual las muestras tomadas fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis y así obtener los resultados: 13.583 mg/l concentración media de nitratos y 0.533 mg/l concentración media de fosfatos, en época de estiaje en la parte urbana del río Ichu, realizando la comparación respectiva con los límites máximos permisibles de la ECA-Agua, categoría 3, siendo los valores máximos de 100 mg/l para nitratos y 1mg/L para fosfatos, los valores encontrados en el presente trabajo de investigación se encuentran dentro de los límites máximos permisibles. Por lo que se concluye que la concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu, en época de estiaje cumplen con el estándar de calidad ambiental (ECA-Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

Palabras claves: Concentración, nitratos, fosfatos, ECA-Agua, categoría 3.

SUMMARY

The present investigation work entitled "Concentration of the nitrates and phosphates in the Ichu river during the dry season in the urban part of Huancavelica", whose main objective is to evaluate the concentration of nitrates and phosphates in the Ichu river during the dry season in the urban part of Huancavelica, and as specific objectives: Determine the concentration of nitrates in the Ichu river during the dry season in the urban part of Huancavelica, and also determine the concentration of phosphates in the Ichu river during the dry season in the urban part of Huancavelica then compare the concentration of nitrates and phosphates with the environmental quality standards (ECA in spanish) - Water category 3 (irrigation of vegetables and animal drink). The descriptive level of the study is basic, applying the hypothetical deductive method. The population was comprised by the Ichu river micro basin, being the sample constituted by six points located in the urban part of the Ichu river, from Chuñuranra to the height of the Santa Rosa bridge, according to the criteria of the National Protocol for the Monitoring of the Quality of Surface Water Resources - National Water Authority, the points were geo referenced with the use of GPS, the sampling was non-probabilistic for which the samples taken were sent to the laboratory for their respective analysis and obtain the results: 13,583 mg / l mean concentration of nitrates and 0.533 mg / l average concentration of phosphates, in the dry season in the urban part of the Ichu River, making the respective comparison with the maximum permissible limits of the ECA-Water category 3, values being maximum of 100 mg / l for nitrates and 1 mg / l for phosphates, the values found in this research work are within the limits of Maximum permissible limits. Therefore, it is concluded that the concentration of nitrates and phosphates in the Ichu River, during the dry season, accomplishes the environmental quality standard (ECA-Water), category 3 (irrigation of vegetables and animal drink).

Keywords: Concentration, nitrates, phosphates, ECA-Water, category 3.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la calidad de agua de los cuerpos receptores de agua, en este caso específico de las cuencas por dónde discurre gran cantidad del volumen de agua superficial; vienen siendo afectadas por las actividades antropogénicas que se realizan en las inmediaciones. Lamentablemente el ser humano tiene mucho que ver con la calidad del agua, debido a que este en su afán de desarrollar sus actividades productivas termina voluntaria o involuntariamente contaminándolo y complica su reutilización.

Según la Autoridad Nacional del Agua - ANA, menciona lo fundamental que es el agua para la supervivencia humana, ya que sobre el agua se fundamenta la presencia de todo ser humano. Además explica la relación directa que existe en el bienestar de la población y el suministro de agua. Esta situación de escasez de agua que se prevé genera mucha incertidumbre y es de mucha preocupación.

La contaminación del agua es un problema latente en aumento, a causa del uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el amoníaco y la contaminación causada por la descargas de aguas residuales así como la acumulación de excretas de animales que pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en el agua, otra causa importante en la contaminación del agua son las descargas de aguas que contienen como residuo detergentes comerciales que contribuyen a elevar la concentración de fosfatos (Vargas, L 2004).

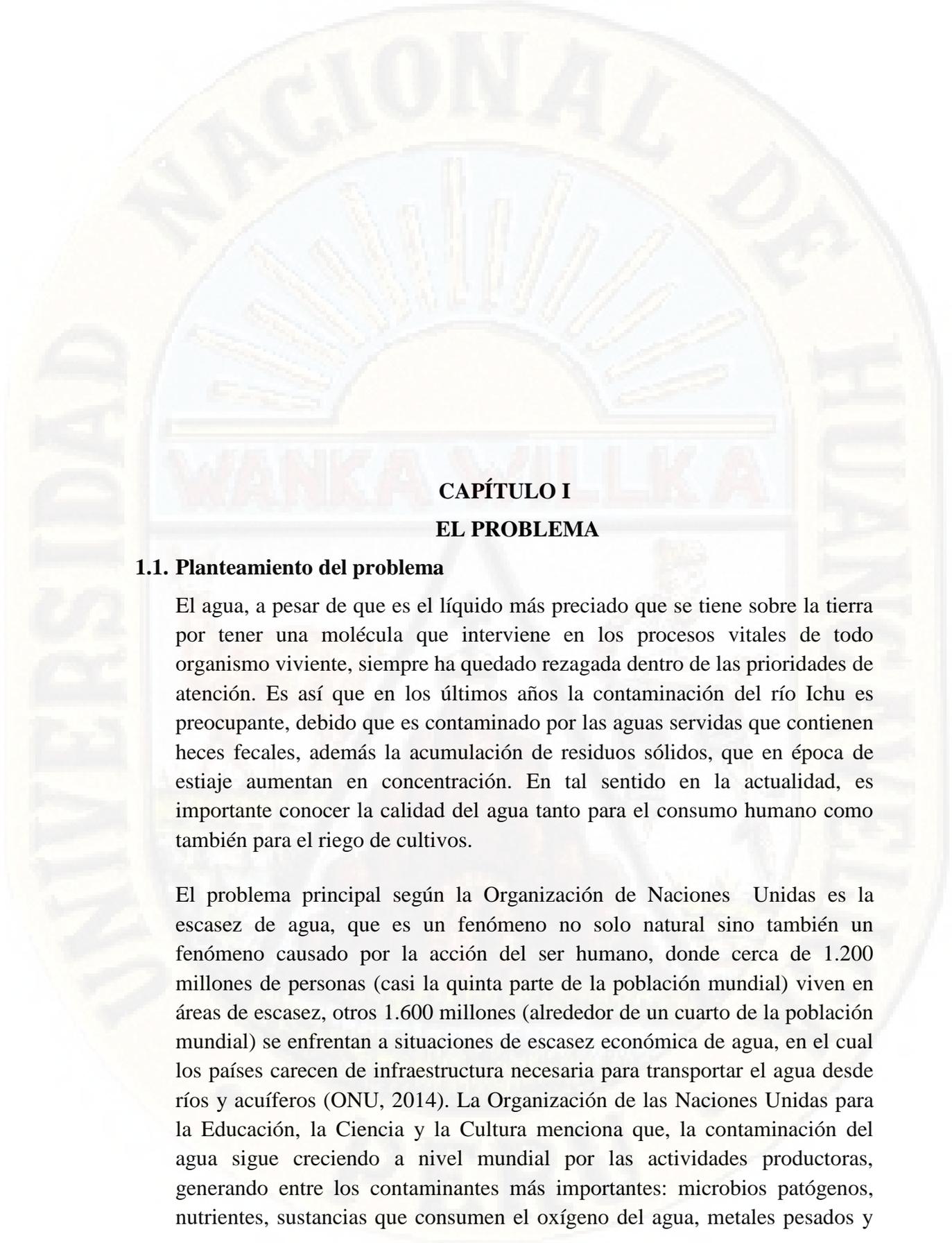
Este problema no es ajeno a nuestra realidad, en la ciudad de Huancavelica se tiene el río Ichu, que pasa por el centro de la ciudad, las aguas de este río son contaminadas por el desarrollo de diversas actividades tales como: la ganadería, la piscicultura, las domésticas e industriales a lo largo de su recorrido.

Con la presente investigación se aborda esta problemática de la contaminación de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ichu, la cual se origina por el vertido de aguas residuales domésticas, acumulación de residuos sólidos en su rivera; por ello se evaluaron los parámetros físicos-químicos (pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, nitratos y fosfatos), con el fin de obtener resultados objetivos, asimismo se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA), categoría 3, determinándose las condiciones de la calidad del agua que discurren por el río Ichu.

El trabajo de investigación está constituido por cuatro capítulos; El capítulo I, delimita el problema de estudio, formulando el problema y especificando los objetivos alcanzados que bosqueja la importancia del estudio. Así mismo el capítulo II, detalla temas relacionados con el marco teórico conceptual, antecedentes del estudio y las variables de estudio. En el capítulo III, donde se considera aspecto metodológico de la investigación se precisó el tipo y diseño de investigación, población, técnicas e instrumentos, procedimientos y procesamientos de datos. Y el capítulo IV, comprende la presentación e interpretación de datos, proceso de prueba de hipótesis y discusiones de resultados y finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones más importantes.

Las consideraciones anteriores, conducen a que obteniéndose el conocimiento mediante un análisis fisicoquímico, estableciendo umbrales de concentración para algunas sustancias consideradas tóxicas o indicadoras de calidad de aguas se podrá adoptar medidas de control y tratamiento.

El Autor.

The logo of the Universidad Nacional de Huancayo is a large, semi-circular emblem. It features a central sun with rays, a banner below it with the text 'WANKA MILKA', and the words 'UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYO' around the perimeter.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El agua, a pesar de que es el líquido máspreciado que se tiene sobre la tierra por tener una molécula que interviene en los procesos vitales de todo organismo viviente, siempre ha quedado rezagada dentro de las prioridades de atención. Es así que en los últimos años la contaminación del río Ichu es preocupante, debido que es contaminado por las aguas servidas que contienen heces fecales, además la acumulación de residuos sólidos, que en época de estiaje aumentan en concentración. En tal sentido en la actualidad, es importante conocer la calidad del agua tanto para el consumo humano como también para el riego de cultivos.

El problema principal según la Organización de Naciones Unidas es la escasez de agua, que es un fenómeno no solo natural sino también un fenómeno causado por la acción del ser humano, donde cerca de 1.200 millones de personas (casi la quinta parte de la población mundial) viven en áreas de escasez, otros 1.600 millones (alrededor de un cuarto de la población mundial) se enfrentan a situaciones de escasez económica de agua, en el cual los países carecen de infraestructura necesaria para transportar el agua desde ríos y acuíferos (ONU, 2014). La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura menciona que, la contaminación del agua sigue creciendo a nivel mundial por las actividades productoras, generando entre los contaminantes más importantes: microbios patógenos, nutrientes, sustancias que consumen el oxígeno del agua, metales pesados y

materia orgánica persistente, así como sedimentos en suspensión y pesticidas, los cuales, en su mayoría, provienen de fuentes difusas (no localizadas). Generalmente, los contaminantes son la causa más importante de la pérdida de calidad del agua en todo el mundo (UNESCO, 2015), siendo la contaminación de los recursos hídricos no solo a nivel mundial sino también dentro de nuestro país, el cual según un estudio efectuado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en 129 de las 159 cuencas hídricas del país permitió conocer que todos los ríos analizados están contaminados en diversos sectores.

Los nitratos son compuestos químicos que en ocasiones se encuentran en el agua de pozos. Por lo general, los niveles elevados de nitratos en el agua extraída de pozos se deben a la contaminación en las aguas subterráneas por el uso excesivo de fertilizantes, los residuos de granjas mal gestionados, o la infiltración de drenaje humano proveniente de las fosas sépticas (Castiella, et al., 2008).

Los fosfatos, constituyentes naturales de rocas y minerales, forman parte de fertilizantes y estiércoles, de la materia orgánica proveniente de desechos urbanos, industriales y residuos agrícolas como así también de los detergentes de uso industrial y doméstico. En muchos casos, estas fuentes de contaminación son arrastradas o arrojadas a las acequias, canales, arroyos, ríos y lagos, constituyendo un grave problema ambiental. En general, la contaminación fosfatada es considerada una consecuencia directa del uso de fertilizantes por la agricultura; la mayoría de los estudios publicados sobre el tema plantea el problema de una agricultura intensiva, no respetuosa del medio ambiente (Lavie et al., 2010).

La ciudad de Huancavelica está situada en la microcuenca del río Ichu, la cual está ubicada en la ribera del río, su rápido crecimiento poblacional genera el deterioro acelerado de este recurso. En una entrevista realizada en el año 2015, por el diario correo de esta localidad al señor Alejandro Malpartida, director de la Autoridad Local del Agua (ALA), menciona que el río Ichu mostraba altos índices de contaminación cuando la ALA se instaló en Huancavelica. Es evidente la contaminación del río Ichu a causa de los vertimientos de aguas residuales domésticos, siendo uno de los principales contaminantes fuertes que se observa en el río, debido a ello el Gobierno Regional, la Municipalidad Provincial de Huancavelica conjuntamente con la EPS Emapa Huancavelica S.A., plantearon la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (Diario Correo, 2015).

Así mismo respecto a la contaminación del río Ichu donde el Diario Correo, en una entrevista realizada en el año 2015, a funcionarios y autoridades de la Municipalidad Provincial de Huancavelica, manifiestan que el río Ichu está considerado como una de las corrientes más imponentes de la sierra cuando es temporada de lluvia. Sin embargo, en días calurosos muestra una realidad totalmente diferente, una hilera que es adornada por la basura que arrojan los habitantes y visitantes a la capital de la Tierra del Mercurio. El río Ichu, es un afluente que agoniza entre desechos domésticos y hospitalarios. Mensualmente, la Municipalidad Provincial de Huancavelica (MPH), recoge entre 3 y 5 toneladas de basura del río Ichu. Al mes sacamos una gran cantidad de basura de las orillas y del mismo río Ichu. El afluente está tan contaminado que es irreconocible a como era hace 10 años atrás. Lo que nosotros hacemos es darle una solución temporal porque la población, especialmente los feriantes del domingo, tienden a arrojar sus desechos al río y esto debe cambiar”, dijo María Sánchez Paredes, gerente de Gestión Ambiental de la MPH. De igual forma, la regidora Celinda Carlos Japay, dijo que con limpiar el río Ichu no es suficiente para mantener el afluente descontaminado. Más que un problema de contaminación, el basural del río Ichu es un problema de cultura social, porque por más que el municipio limpie mensualmente el afluente, si la población no corrige este mal hábito, entonces nada cambiará. Lo que se requiere es que las personas aprendan a respetar la naturaleza”, expresó la docente que representan a la población en el concejo municipal de Huancavelica. En 8 años, el afluente incrementó su contaminación en más del 5% y la mayor cantidad de basura del río son desechos domésticos, llegando a bordear el 70%. En la anterior gestión también priorizamos la descontaminación del río Ichu, sin embargo, la falta de compromiso por parte de la población ha sido un obstáculo para cumplir con este objetivo. En esta gestión, el alcalde también se ha propuesto descontaminar el afluente, afirmó el regidor Daniel Rodríguez (Diario Correo, 2015).

El mismo problema de contaminación se dio a conocer por el Diario Correo, en una entrevista realizada en el año 2014, a Emapa y el Municipio Provincial de Huancavelica, donde mencionan que desde la antigüedad, el afluente que parte en dos a la ciudad de Huancavelica, era conocido como la majestuosa serpiente que recorría de suroeste a norte a la Villa Rica de Oropesa. Sin embargo, los tiempos han cambiado y la grandeza por la que era conocida se perdió con el tiempo, provocada por sus mismos pobladores. El huancavelicano, que también es peruano, está llevando a la extinción un recurso natural vital de la región, puesto que los hospitales, centros

educativos, centros comerciales, restaurantes, hogares y el mismo ciudadano, todos los días botan sus desechos orgánicos e inorgánicos en el afluente, y éste recibe con resignación la basura que en él echan. Los niveles de contaminación del río Ichu se han elevado a 57% en los últimos cinco años y seguirá aumentando si no se crea por lo menos una planta de tratamiento de residuos, que alivie el padecimiento del río Ichu. "Anteriormente se podía observar como saltaba y habitaba la trucha en el río, lo que ahora no se ve por la contaminación que le aqueja", dijo Karina Riveros Quispe, gerente de Gestión Ambiental de la Municipalidad Provincial de Huancavelica. Por otro lado, mujeres quechua hablantes que dependen del afluente para lavar ropa, comentaron; "de niña era agradable ver el recorrido de las aguas del río con vigor y pureza", comentó Clotilda Quispe (67), lavandera por más de 30 años. La MPH y la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (Emapa) Huancavelica S.A.C. gestionan la factibilidad del inmueble, donde construirán la planta de tratamiento de aguas servidas. "Descontaminará al río Ichu y con ello se podrá preservar el recurso natural", dijo Óscar Herrera Ibáñez, gerente general de Emapa, añadiendo que el predio más factible es el que tiene el Gobierno Regional de Huancavelica (GRH) y que está en estudio de factibilidad. (Diario Correo, 2014).

La calidad del agua puede ser evaluada a partir de distintas parámetros, como el pH, Total de Sólidos Disueltos, Conductividad Eléctrica, presencia de macro y microelementos y metales tóxicos. Dos de estos elementos que pueden tener relevancia como indicadores son el nitrato y el fósforo. Tanto el nitrógeno (N) como el fósforo (P) son esenciales para la vida pero su exceso puede ser perjudicial para el ambiente. Ambos pueden encontrarse en forma orgánica como inorgánica. Las formas inorgánicas de N son el ion amonio, nitritos y nitratos, las de P son los fosfatos. La presencia de nitratos en el agua puede ser natural o antrópica y la contaminación de carácter puntual o difusa (por desechos municipales, industriales o cercanía a pozos ciegos). Se presenta de manera puntual por la existencia de una concentración alta de animales en un lote como por ejemplo en: feetlots, tambos; tanques sépticos, sistemas de disposición de estiércol, o difusa como en el caso de la contaminación de aguas por fertilización de suelos (Candela y Aureli, 1998).

La Autoridad Administrativa del Agua evaluó parámetros físicos, químicos y microbiológicos basándose en la clasificación de los Estándares de Calidad Ambiental - Agua (ECA), donde se observó que en los puntos de muestreo de los setenta y siete puntos de monitoreo en la cuenca del Mantaro, no cumple con el rango de aceptación de 1 mg/l en la categoría 3, en el que se encuentra

los puntos de la localidad de Huancavelica: Richu1, Richu2, Richu3, el cual no están dentro del rango establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) (ANA, 2016).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- ✓ Cuál es la concentración de nitratos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica.
- ✓ Cuál es la concentración de fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica.
- ✓ Cuál es la relación entre la concentración de nitratos y fosfatos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Agua categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica?

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar la concentración de nitratos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica.
- ✓ Determinar la concentración de fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica.
- ✓ Comparar la concentración de nitratos y fosfatos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Agua categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

1.4. Justificación del estudio

La investigación propuesta busca identificar y analizar mediante los análisis físicos, químicos la calidad de agua del río Ichu y comprobar si es están dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA)- agua categoría 3. La calidad de este recurso es aún de mayor importancia que la disponibilidad existente, es por ello que la ejecución de esta investigación juega un papel muy importante debido a que dicha calidad es necesaria para el equilibrio existente entre la flora y fauna acuática, además para los diferentes usos que se le dan a este recurso.

1.4.1 Justificación social

El propósito de la presente investigación es generar conciencia y valores en la población respecto a la importancia del tratamiento previo de las aguas residuales domésticas y residuos sólidos que son vertidas al cauce del río Ichu, así mismo promover el mejor aprovechamiento del recurso hídrico mediante actividades manejadas por las autoridades competentes.

1.4.2 Justificación práctica

El presente trabajo de investigación pretende determinar el valor de los parámetros Físicos, Químicos que indique la Calidad del Agua del río Ichu - Huancavelica, empleando técnicas adecuadas de muestro, análisis de muestras, tratamiento estadístico de datos.

1.4.3 Justificación Ambiental

Con la obtención de los resultados de la investigación se pretende evaluar la calidad de las aguas que discurren en el río Ichu, para luego generar conciencia en la población sobre el cuidado del recurso hídrico mediante buenas prácticas ambientales, reduciendo significativamente la contaminación del recurso hídrico y mitigar sus efectos medioambientales.

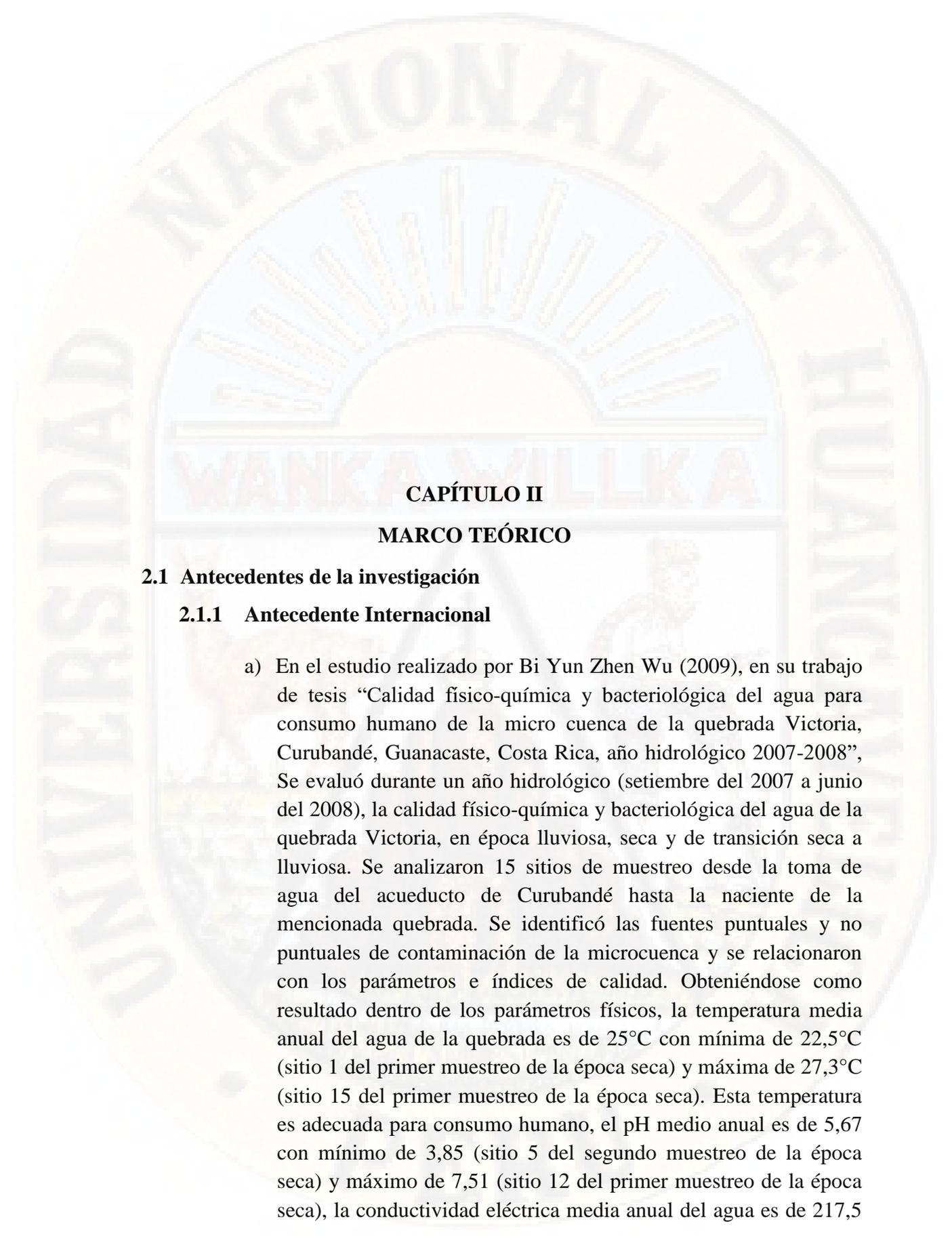
1.4.4 Justificación teórica

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre la evaluación de la calidad de las aguas del río Ichu, a través del análisis físico-químico de los parámetros como: pH, temperatura, oxígeno disuelto,

conductividad eléctrica, nitrato y fosfato, cuyos resultados podrán sistematizarse en una propuesta, para ser incorporados como conocimiento dentro de las ciencias ambientales.

1.5 Importancia

En ese contexto, obteniéndose el conocimiento mediante un análisis fisicoquímico, estableciendo umbrales de concentración para algunas sustancias consideradas tóxicas o indicadores de calidad de aguas se podrá adoptar medidas de control y tratamiento, así mismo realizar una eficiente gestión de nuestro recurso hídrico.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedente Internacional

- a) En el estudio realizado por Bi Yun Zhen Wu (2009), en su trabajo de tesis “Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la micro cuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008”, Se evaluó durante un año hidrológico (setiembre del 2007 a junio del 2008), la calidad físico-química y bacteriológica del agua de la quebrada Victoria, en época lluviosa, seca y de transición seca a lluviosa. Se analizaron 15 sitios de muestreo desde la toma de agua del acueducto de Curubandé hasta la naciente de la mencionada quebrada. Se identificó las fuentes puntuales y no puntuales de contaminación de la microcuenca y se relacionaron con los parámetros e índices de calidad. Obteniéndose como resultado dentro de los parámetros físicos, la temperatura media anual del agua de la quebrada es de 25°C con mínima de 22,5°C (sitio 1 del primer muestreo de la época seca) y máxima de 27,3°C (sitio 15 del primer muestreo de la época seca). Esta temperatura es adecuada para consumo humano, el pH medio anual es de 5,67 con mínimo de 3,85 (sitio 5 del segundo muestreo de la época seca) y máximo de 7,51 (sitio 12 del primer muestreo de la época seca), la conductividad eléctrica media anual del agua es de 217,5

$\mu\text{S/cm}$ con mínima de $87,5 \mu\text{S/cm}$ (sitio 14, segundo muestreo de la época lluviosa) y máxima de $285 \mu\text{S/cm}$ (sitio 7, primer muestreo de la época lluviosa). Parámetros químicos, oxígeno disuelto el porcentaje de saturación medio anual en el agua de la quebrada es de 84% con mínimo de 50% y máximo de 101%. El agua de la quebrada no representa riesgo de contaminación por nitrato, ya que su concentración está por debajo de $0,09 \text{ ppm}$ de $\text{NO}_2^- \cdot \text{N}$ y el nitrato menos de 5 ppm , límite máximo definido para agua de calidad clases 1. No hay riesgo de un incremento incontrolado de alga en el agua de la quebrada, debido a que la concentración de fósforo como $(\text{PO}_4^{3-}\text{-P})$ del agua de los sitios evaluados durante las tres épocas estuvo por debajo de 0.03 ppm , concentración mínima que puede ser cuantificada por el método de HPLC. El fosfato al ser un bionutriente es esencial para el crecimiento de las plantas.

- b) En el estudio realizado de Rodríguez et al (2016), en su investigación “Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas”, realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste- Argentina. La calidad del agua se evalúa como una herramienta esencial para determinar la eficacia de las actividades de uso de la tierra y la gestión en su accionar agrícola, dada la presencia de elementos que pueden ocasionar problemas de contaminación tales como los nitratos, nutriente que más frecuentemente contamina los acuíferos y por otro lado la presencia de fósforo en el agua puede ser debida a los agroquímicos fosforados y al aporte de fertilizantes. En razón de la importancia que tienen estos iones en el agua de riego, en este trabajo se evaluaron las variaciones de las concentraciones de nitratos y fosfatos en las diferentes estaciones del año 2013, para distintas fuentes de agua, de pequeños productores hortícolas del NE de la provincia de Corrientes, realizándose muestreos, en agua superficial y en agua subterránea. Las determinaciones se realizaron por espectrometría de absorción UV-Visible. Los resultados muestran que hay un comportamiento opuesto de los iones durante las distintas estaciones para el agua subterránea, no así para el agua superficial. Las concentraciones de ambos iones en agua superficial presentan poca variación entre los distintos puntos de muestreos y son más bajos que los registrados en las aguas subterráneas mientras que las perforaciones y pozos

presentan una alta variabilidad lo cual demuestra la independencia de los distintos puntos de muestreos y la expresión propia de cada fuente.

- c) En cuanto al estudio realizado por Liguang et al (2017), señalan en su investigación “Spatiotemporal change of phosphorous speciation and concentration in stormwater in the St. Lucie Estuary watershed, South Florida”. La concentración de fósforo (P) en la escorrentía de aguas pluviales varía a diferentes escalas espaciales y temporales. La carga excesiva de P del sistema agrícola en el estuario St. Lucie (SLE) contribuyó al deterioro de la calidad del agua en la laguna del río indio del sur. Este estudio examina los cambios espaciales y temporales de diferentes formas de P en escorrentía y aguas pluviales bajo diferentes usos de la tierra, manejo del agua y condiciones de lluvia. Las muestras de aguas pluviales se realizaron mensualmente entre abril de 2013 y diciembre de 2014 en tierras de cultivo típicas y a lo largo de la vía fluvial (Canal C-24) que conecta las tierras con el LES. Se midieron las concentraciones de diferentes formas de P y las variables relacionadas con la calidad del agua. Aproximadamente el 89% de las muestras de agua recolectadas contenían concentraciones totales de P (TP) que excedían el nivel de la carga diaria máxima total (TMDL) (0.081 mg/ l). Las concentraciones de diferentes formas de P disminuyeron desde los surcos de los campos agrícolas hasta el canal y luego aumentaron desde la corriente hacia la corriente en el canal donde las actividades urbanas dominaban el uso de la tierra. El P disuelto total (TDP) fue la forma predominante de TP, seguido de $PO_4\text{-P}$. La especiación y las concentraciones de P variaron con los sitios y los tiempos de muestreo, pero fueron significativamente más altos en los meses de verano (de junio a septiembre) que en el invierno. El pH del agua explica aproximadamente el 20% de la variación de TP. Las variaciones espaciotemporales de las concentraciones de P y las composiciones proporcionan una guía basada en datos para el desarrollo de las mejores prácticas de manejo (BMP) para minimizar la exportación de P desde la cuenca del LES.
- d) Según Martínez (2010), en su tesis titulado “Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del río Naolinco, Veracruz periodo 2009 - 2010”, evaluó la calidad del agua en la microcuenca del río Naolinco, los resultados obtenidos se

compararon con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua propuesto por la SEMARNAP, para ello se muestrearon 26 sitios durante los periodos primavera, verano, otoño e invierno de los cuales hicieron una totalidad de 61 muestras de la corriente principal, las corrientes tributarias y las captaciones de agua para consumo humano.

El método usado para la estimación del índice de calidad (ICA), fue el propuesto por la Fundación Nacional de Saneamiento (2004). Con esto se determinó que los valores del ICA en primavera fueron 56.63%, en el verano de 54.39%, en otoño de 64.23% y en el periodo de invierno fue de 60.45%, que los clasifica como de calidad media, necesitando un tratamiento potabilizador para uso como agua potable, siendo apta para la mayoría de los cultivos, pero estando limitada para la pesca y vida acuática, no requiere tratamiento para la industria sin embargo se recomienda restringir los deportes de inmersión dada la posibilidad de bacterias.

Los parámetros físicos-químicos y bacteriológicos que sobrepasaron los niveles máximos que establecen la NOM-127-1 SSA-2004 fueron los nitratos teniendo valores altos de 22.007^a 49.849 mg/l y los coliformes fecales de <3 a 75 NMP/100ML, siendo no aptos para el consumo humano.

- e) El estudio realizado por Reina (2013). en su trabajo de investigación titulado “Evaluación físico-química y microbiológica del agua en el río Bejuco”. Determino la calidad del agua del río Bejuco mediante indicadores físico – químico y microbiológicos comparándolos con el Índice de Calidad de Agua ICA y TULSMA, para lo cual estableció tres estaciones de muestreo, realizando dos replicas en época seca y lluviosa de los cuales los resultados son: Los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua del río Bejuco, indicaron que el análisis de DBO5 en las estaciones 1, 2, 3 tanto de la época seca y lluviosa en las dos réplicas sus valores están fuera de los límites máximos permisibles, excepto en la estación uno, punto 1 (Majagua 1) de la época seca donde sus valores están dentro de lo establecido para agua de uso doméstico.

Los resultados obtenidos mediante análisis en el laboratorio coinciden tanto en época seca y lluviosa en las tres estaciones de muestreo y luego de ser interrelacionados con el índice de calidad

de agua (ICA) evidencian que el agua de la microcuenca Bejuco es poco contaminada a pesar de que el factor agrícola influye directamente en su contaminación.

- f) En el estudio de Quílez et al. (2011). Se han establecido para los principales ríos de la cuenca del Ebro las tendencias en el caudal y en las concentraciones de sales (sólidos disueltos totales, SDT), nitrato (NO_3) y fosfato (PO_4) para los periodos Octubre 1961 - Septiembre 2008 (6 estaciones) y Octubre 1975 - Septiembre 2008 (31 estaciones) utilizando la información recopilada por la Confederación Hidrográfica del Ebro. Las tendencias de SDT se han establecido mensualmente mediante técnicas no paramétricas, desagregando el efecto aporte de sales del efecto debido a la variación del caudal. Se han detectado aumentos de SDT en el 84% de las 31 estaciones analizadas. Destacan los incrementos anuales estimados en los ríos Arba-Gallur (23,5 mg/l), Ega-Andosilla (15,8 mg/l), Jalón (14,5 mg/l en Grisén y 9,5 mg/l en Huérmeda), Matarraña-Maella (9,6 mg/l) y Cinca-Fraga (8,3 mg/l). El NO_3 aumentó en el 58% de las estaciones analizadas, registrándose los mayores incrementos anuales en las desembocaduras del Arba (0,91 mg/l), Bayas (0,71 mg/l), Tirón (0,66 mg/l), Ega (0,56 mg/l), Oca (0,48 mg/l) y Cinca (0,38 mg/l). El PO_4 solo experimentó aumentos significativos en el río Bayas, disminuyendo significativamente en 16 estaciones. Aunque el estado actual de calidad de las aguas superficiales en la cuenca del Ebro es en general satisfactorio, es necesario establecer las causas de salinización y nitrificación y profundizar en el diagnóstico de los ríos potencialmente más problemáticos al objeto de establecer estrategias de manejo que permitan preservar en cantidad y calidad los recursos hídricos de la cuenca del Ebro.

2.1.2 Antecedente Nacional

- a) Según Calvo, J; Dolmos, P (2017), en su trabajo de tesis titulado “Evaluación de la contaminación del río Huantay-Provincia de Cusco y Quispicanchi” se realizó en el periodo diciembre 2014 a noviembre 2015, con la finalidad de valorar la contaminación del río, cuya influencia afecta la calidad del río Vilcanota; se tomaron en cuenta los puntos de muestreo preestablecidos por la E.P.S. SEDA CUSCO S.A. utilizando como indicadores de contaminación parámetros de calidad físicos, químicos y bacteriológicos (pH,

temperatura, conductividad, turbidez, OD, DBO, sólidos totales, suspendidos y disueltos, nitratos, fosfatos, sulfatos, coliformes totales y coliformes termotolerantes), siguiendo la metodología según los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2012; adicionalmente se identificó las especies de bacterias por diferenciación bioquímica, identificando gran diversidad de especies altamente patógenas. Todas estas evaluaciones se realizaron en los laboratorios de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) siguiendo la metodología específica.

La caracterización física, química y bacteriológica de las aguas muestra valores muy altos por encima de los ECAs, denotando que el río se encuentra altamente contaminado, así como los vertidos de aguas residuales y afluentes perjudicando la autodepuración. En cuanto a los valores de ICA, el río Huatanay es de “mala” a “muy mala” calidad.

- b) En el estudio realizado por Ávila, J (2015), tuvo como objetivo determinar la capacidad de remoción de nitratos (N-NO_3^-) y fosfatos (PO_4^{3-}) en Aguas Residuales Municipales (ARM) por microalgas libres e inmovilizadas. Se utilizaron cepas provenientes de los afluentes de la Planta de Recuperación de las Aguas del Río Surco (Lima, Perú) y se evaluó su capacidad de remoción de N-NO_3^- y PO_4^{3-} durante 10 días, a nivel laboratorio, en ARM con tratamiento primario, tanto de forma libre como inmovilizadas en discos de alginato de sodio al 4%. Los cepas obtenidas se identificaron como *Chlorella* sp y *Chlamydomonas* sp. Ambas tuvieron un buen crecimiento en ARM, especialmente *Chlamydomonas* sp, la cual reportó los mayores valores en los parámetros cinéticos de crecimiento. El cultivo de *Chlorella* sp. libre fue el que registró uno de los valores más altos de porcentaje (71.25%) y tasa de remoción (0.43 mg/l/día) de N-NO_3^- , y los máximos valores de dichos parámetros para PO_4^{3-} (83.69%; 0.09 mg/l/día), así como para el índice de eficacia (EI) de ambos nutrientes, comparado con los de *Chlamydomonas* sp. Los cultivos inmovilizados de ambas especies reportaron valores altos de remoción, entre 56% a 67% para N-NO_3^- y 78% a 81% para PO_4^{3-} , este último fue removido en 24 horas en la mayoría de los cultivos. La inmovilización fue el principal factor que afectó la capacidad de remoción de nutrientes. Ambas cepas mostraron ser eficientes en la

remoción de nutrientes en ARM, especialmente de PO_4^{3-} , con valores cercanos a los máximos reportados para ambas especies en estudios previos.

- c) En el trabajo de investigación, elaborado por Vinelli, R (2012) titulado “Estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito de san Pedro de Lloc”. se diseñó y ejecutó un protocolo de monitoreo de agua subterráneas para esta zona. En los pozos seleccionados se tomó muestras para análisis de parámetros físicoquímicos y, en particular, contenido de nitratos, bajo metodologías estándar EPA o SM-AWWA. Las estaciones de muestreo fueron elegidas en zonas agrícolas, ganaderas y urbanas. El primer muestreo, abril 2007, se desarrolló durante la campaña principal de cultivo y el segundo muestreo, junio 2007, a mediados de las campañas complementaria y chica en el año 2007.

Los análisis revelaron una concentración de nitratos inferior a los límites de calidad válidos en el país a la fecha de estudio, lo cual es una respuesta tranquilizadora pero puntual. El pH se encuentra en el rango establecido para su categoría. En cuanto a la conductividad, sólo un pozo da un valor de conductividad mayor al límite. En ningún caso, los cloruros sobrepasan los límites legales y, observándose concentraciones más altas en los pozos abandonados o cercanos al mar. Más del 90% de las estaciones de muestreo se encuentran en categoría de aguas muy duras, es decir, concentraciones superiores a $300 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$. Un pozo en un área de actividad agrícola intensa presenta niveles de ortofosfato mayores durante el segundo muestreo, lo que muestra la relación directa actividad agrícola-calidad de agua. En cambio, en los pozos abandonados el contenido de este analito baja lo que podría ser por desuso de fertilizante o actividades agrícolas cercanas. En el caso de los metales, las concentraciones obtenidas de plomo, cadmio, hierro y cobre están por debajo de los límites establecidos.

- d) En el estudio realizado por el Centro Guamán Poma de Ayala (2004). Cusco. De los monitoreos realizados en el río Huatanay, reportaron concentraciones de Oxígeno Disuelto de 11.29 mg/l , Demanda Bioquímica de Oxígeno de 4.18 mg/l , Nitratos de 0.24 mg/l , pH de 8.31, Coliformes Totales de $17.220 \text{ NMP}/100\text{ml}$ y Coliformes Fecales de $8.580 \text{ NMP}/100\text{ml}$, por lo que concluyeron que la contaminación del río Huatanay supera las concentraciones establecidas en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de

clase III y que la contaminación de las aguas es de manera general desde la localidad de Chocco en el distrito de Santiago hasta la localidad de Huambutío.

- e) De acuerdo al estudio realizado por Teves, B.(2016), “Estudio físico químico de la calidad del agua del río Caca región Lima”, realizado en la Universidad Pontificia Católica del Perú, el cual tuvo como objetivo realizar un estudio fisicoquímico del agua del río Caca, que pertenece a la cuenca hidrográfica del río Cañete ubicada en la provincia de Yauyos en la Región Lima – Perú, para determinar la calidad del recurso que es destinado al riego de cultivos agrícolas y bebida de animales en una zona calificada de extrema pobreza. El monitoreo se efectuó en sendas campañas en mayo y julio del 2015, en época de lluvias y estiaje respectivamente, definiéndose 6 estaciones de muestreo. En cada estación se hizo mediciones in situ y se tomó muestras para el análisis en el laboratorio. Los parámetros que se determinaron en campo fueron temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y pH; los parámetros analizados en el laboratorio fueron demanda química de oxígeno, sólidos totales, sedimentables, suspendidos y disueltos, cloruros, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, carbonatos, sodio, calcio, aluminio, cadmio, cobre, hierro, magnesio, plomo y cinc. Para los análisis de laboratorio se hizo uso de técnicas volumétricas, gravimétricas e instrumentales como las espectroscopías UV-Visible y de absorción atómica (AAS).

En base a los resultados obtenidos se determinó que los parámetros estudiados en el río Caca no sobrepasan los niveles establecidos en el estándar nacional de calidad ambiental para agua destinada a riego de vegetales y bebida para animales. El río Paluche, uno de los contribuyentes del río Caca, no cumple con los valores establecidos por el ECA para fosfatos (1,052 mg/l), Fe (1,005 mg/l) y pH (6,03). Del análisis realizado se concluye que el río Lincha tiene influencia en la calidad del agua del río Caca.

- f) Según Cavero e Ibañez (2011), el presente Trabajo de Investigación tipo I: “Determinación de la concentración de nitritos y nitratos en aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal en el cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad 2010”, es un estudio descriptivo, cuyo Objetivo General es Determinar la concentración de nitritos y nitratos en aguas subterráneas

impactadas por la minería artesanal en el Cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad – 2010. La población de estudio estuvo constituido por aguas subterráneas de cinco puntos aledaños al Cerro El Toro-Shiracmaca que fueron: Puente Shiracmaca, Río Chamiz Bajo, Agua de bebedero, Agua de riego y Agua de socavón. Los datos recolectados fueron procesados en el programa Microsoft Office Excel 2010; de la cual obtuvimos una curva de calibración. Teniendo los resultados de la determinación cuantitativa de nitratos y nitritos de aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal se realizó las pruebas estadísticas de desviación estándar, promedio y el estadístico de prueba. El nivel de significancia que se utilizó para valorar la existencia de diferencias entre los valores encontrados en las muestras fue de $p < 0,05$. Los resultados de la determinación cuantitativa de las concentraciones de Nitritos en aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal en los cinco puntos aledaños al cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco; fueron que en las concentraciones obtenidas del agua del Río Chamiz Bajo y Agua de Riego están elevados con respecto al rango establecido por la OMS (0.5 mg/l); también, se encontró concentraciones muy cercanos al límite como fue en el agua del Puente Shiracmaca y Agua de Socavón. Con lo que respecta a la determinación cuantitativa de las concentraciones de Nitratos en aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal en cinco puntos aledaños al cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco; se encontró que las concentraciones obtenidas del agua del Río Chamiz Bajo, Agua de Riego y Agua de Socavón estuvieron por encima del rango establecido por la OMS (50 mg/l); la presencia de estos iones en concentraciones elevadas acarrearán una fuente de contaminación ambiental y de salud muy latente.

- g) Para Custodio y Pantoja (2012). en su trabajo de investigación titulado “Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas” en lo cual se definieron tres estaciones de muestro, la estación 1 se localizó en Ancasmayo; la 2, en Antacusi y la 3, en la Perla, Chupaca, los resultados de la calidad de agua fueron:

Para los parámetros físicos – químicos evaluados en las tres estaciones de muestreo, mostraron que el pH del agua se encuentra entre los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) nacional para agua, referida en la categoría 3 (riego de vegetales y

bebida de animales) y categoría 4 (conservación del ambiente acuático). Sin embargo, en las tres estaciones de muestreo estos valores estuvieron muy cerca del valor superior de los ECA. Esta tendencia de los valores de pH hacia la alcalinidad se debería a las condiciones edáficas del área intervenida y al ingreso de fertilizantes al medio acuático. El registro de la conductividad del agua muestra valores que se encuentran dentro de los valores de los ECA para la categoría 3, lo cual refleja que el contenido de sales estaría dentro de los valores normales para esta categoría de agua así como para otros usos. Igualmente, el registro de este parámetro permitió identificar el ingreso de fertilizantes inorgánicos al ambiente acuático. La medición de oxígeno disuelto obtenida refleja los niveles relativamente buenos de oxígeno en dos de las estaciones evaluadas. Mientras que en la estación 1, los niveles de oxígeno disuelto estarían determinando la participación de organismos aerobios en los procesos de degradación, lo que marca la capacidad del agua para llevar a cabo procesos de autpurificación.

Los datos de temperatura en las tres estaciones de muestreo reflejan básicamente una temperatura uniforme, aunque mayor en la estación La Perla, donde el bajo caudal y la pobre cubierta vegetal, debido a la eliminación del bosque ribereño, determinan altas temperaturas ambientales y por ende repercuten en la temperatura del agua, sobre todo en época seca cuando el caudal baja. Los datos obtenidos de sólidos totales disueltos y fosfatos no superan los ECA (500 mg/L y 0.5 mg/L respectivamente). Los resultados de los parámetros biológicos en las tres estaciones de muestreo, mostraron que los niveles de concentración de coliformes termotolerantes se encuentran entre los límites de estándares nacionales de calidad ambiental para las categorías 3 y 4. En tanto que para la categoría 1 (poblacional y recreacional) y 3 (riego de vegetales y bebida de animales) el nivel de coliformes termotolerantes supera los ECA, lo cual pone en riesgo la salud de las personas si este recurso es destinado a la producción de agua potable con solamente desinfección.

- h) Según Medina, César et al (2008), en su estudio “Caracterización Físico-Química de los Ríos de las Cuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugual, en El Alto Chicama, La Libertad, 2008”, realizado en la Universidad Nacional de Trujillo, establecieron 18 estaciones de

muestreo, evaluándose los parámetros físicos químicos como: caudal, temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, amonio, fosfatos y color aparente. Respecto al pH, nitratos y conductividad eléctrica cumplen con lo establecido en el DS 002-2008-MINAM. Los nitritos, nitrógeno amoniacal y los fosfatos evidencian contaminación inorgánica, por descargas de aguas con residuos detergentes y abonos orgánicos y las concentraciones de nitrógeno amoniacal sobre el límite permisible, está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües y también es un indicador de contaminación. En general estos ríos, están siendo alteradas en su condición físico-químico y este cambio se debería a influencias antrópicas, como las actividades extractivas establecidas en la superficie (minería), la ganadería y la agricultura, así como a la mala disposición de las aguas residuales de los centros poblados.

- i) Para Florián, T (2016). En su trabajo de investigación “Análisis físicos, químicos y microbiológicos de la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Amojú - Jaén 2016”, en la presente investigación se propuso el objetivo de determinar la calidad del agua superficial de la cuenca hidrográfica amojú – jaén a través de los análisis físicos, químico y microbiológicos. Para la investigación se utilizó un diseño no experimental, descriptivo, transversal. El trabajo se ejecutó en la Cuenca Hidrográfica Amojú – Jaén, perteneciente a la ciudad de Jaén, los resultados se compararon con la información del estándares nacionales de calidad ambiental del agua (ECA), clasificándose estas aguas superficiales destinada a producir agua potable - categoría a1 - agua que puede ser potabilizada con desinfección (MINAM).

Se presenta los valores correspondientes a Sulfatos (SO_4^-) del Agua Superficial de la Cuenca Hidrográfica Amojú - Jaén, encontrándose: Punto N°01 Centro Poblado Cascarilla se encontró su valor de 0.00 mg/l, en el Punto N°02 Cerro La Pelota se encontró su valor 18.00 mg/l, en el Punto N°3 Puente Orellana se encontró su valor 13.00 mg/l, en el Punto N°04 Conexión Domesticas Bancarios se encontró su valor 4.00 mg/l, Punto N°05 Conexión Domesticas Huamantanga se encontró su valor 6.00 mg/l, Punto N°06 Sector San Camilo se encontró su valor 12.00 mg/l, estos valores no superan a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua (ECA), de Agua Superficial, destinada

a producir agua potable - Categoría A1 - Agua que puede ser potabilizada con desinfección (MINAM), estuvieron aptas para el consumo humano, con un límite de 250 mg/L. Respecto al Nitrato del Agua Superficial de la Cuenca Hidrográfica Amojú - Jaén, encontrándose: Punto N°01 Centro Poblado Cascarilla se encontró su valor de 0.004 mg/l, en el Punto N°02 Cerro La Pelota se encontró su valor 0.00 mg/l, en el Punto N°3 Puente Orellana se encontró su valor 0.00 mg/l, en el Punto N°04 Conexión Domesticas Bancarios se encontró su valor 0.004 mg/l, Punto N°05 Conexión Domesticas Huamantanga se encontró su valor 0.05, Punto N°06 Sector San Camilo se encontró 0.036, estos valores no superan a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua (ECA), de Agua Superficial destinada a producir agua potable - Categoría A1 - Agua que puede ser potabilizada con desinfección (MINAM), estuvieron aptas para el consumo humano, con un límite de 10 mg/l.

2.1.3 Antecedente Local

No se encontraron antecedentes de estudio sobre la problemática planteada.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cuenca hidrográfica

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar. Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas.

En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales, la infraestructura que el hombre ha creado, allí el hombre desarrolla sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano. No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica (World Visión, 2013).

2.2.2. Calidad y cantidad de agua en una cuenca Hidrográfica.

La cuenca hidrográfica es la unidad de análisis y planificación para darle el enfoque integrado al estudio del recurso hídrico superficial y

subterráneo. Es el territorio o espacio de terreno limitado por cerros, partes elevadas y montañas, de los cuales se configura una red de drenaje superficial, que en presencia de precipitación de lluvias, forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas a un río más grande o a otro río principal, lago o mar (Faustino, 2001).

Los recursos naturales de una cuenca (agua, suelo, biodiversidad) son renovables si se pueden reemplazarse por la vía natural o mediante la intervención humana. Por el contrario, son no renovables cuando no se les puede reemplazar en un periodo de tiempo significativo en términos de las actividades humanas a que están sometidos (Ramakrishna, 1997).

2.2.3. Fuentes superficiales (ríos, quebradas)

Las aguas superficiales son las más usadas en las áreas rurales para construir acueductos. Sin embargo son más vulnerables a contaminarse, por las actividades de la comunidad. Por esto deben ser tratadas antes de usarse para el consumo humano (Ministerio de Salud, 2001).

2.2.4. El agua

El agua, como motor de desarrollo y fuente de riqueza, ha constituido uno de los pilares fundamentales para el progreso del hombre. La ordenación y gestión de los recursos hídricos, que ha sido desde siempre un objetivo prioritario para cualquier sociedad, se ha realizado históricamente bajo directrices orientadas a satisfacer la demanda en cantidades suficientes, bajo una perspectiva de política de oferta. El incremento de la oferta de agua como herramienta para el impulso económico, el mayor nivel de contaminación, irremisiblemente asociado a un mayor nivel de desarrollo, algunas características naturales (sequías prolongadas, inundaciones) y en definitiva una sobreexplotación de los recursos hídricos, han conducido a un deterioro importante de los mismos.

Esto ha hecho necesario un cambio en los planteamientos sobre política de aguas, que han tenido que evolucionar desde una simple satisfacción en cantidad de las demandas, hacia una gestión que contempla la calidad del recurso y la protección del mismo como garantía de un abastecimiento futuro y de un desarrollo sostenible (Bethemont, 1980).

2.2.5. Calidad del agua

El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos. El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria (Castro, 1987).

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le han brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria. La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza, 1996).

2.2.6. Parámetros físicos - químicos del agua

2.2.6.1. Parámetros físicos

a) Potencial de hidrogeno (pH)

Es la concentración relativa de los iones hidrógeno en el agua, es la que indica si ésta actuará como un ácido débil, o si se comportará como una solución alcalina. Es una medición valiosa para interpretar los rangos de solubilidad de los componentes químicos. Esta mide la acidez o la alcalinidad del agua. La actividad del ión hidrógeno puede afectar directa o indirectamente la actividad de otros constituyentes presentes en el agua, la medida del pH constituye un parámetro de importancia para la descripción de los sistemas biológicos y químicos de las aguas naturales (Amado et al, 2006).

El pH tiene una escala de medida de 0 a 14, representa la acidez o alcalinidad del cuerpo de agua, configurándose de 0 a 7 como una sustancia ácida y desde 7 a 14 como alcalina, un valor de pH 7 indica neutralidad. Las aguas

naturales pueden tener pH ácido debido al SO_2 , CO_2 disuelto. Las aguas contaminadas por descargas de aguas residuales suelen tener un pH muy ácido (Ocasio, 2008).

b) Temperatura (T°)

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (Canter, 2000).

c) Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica en las aguas naturales se puede correlacionar con la cantidad de sólidos disueltos ya que estos son en su mayoría compuestos iónicos de calcio y magnesio. La presencia de altas concentraciones de estas sales afecta la vida acuática y en el caso del riego afecta a la vida de la planta y a la calidad de los suelos. Depende de la actividad de los tipos de iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida. La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición (DIGESA, 2008).

2.2.6.2. Parámetros químicos

a) Oxígeno disuelto (OD)

Este parámetro hace referencia a la cantidad disuelta de oxígeno en el agua. Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida (Ocasio, 2008).

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno. El Oxígeno Disuelto proviene de la atmósfera y se disuelve en el agua hasta que se establece un equilibrio entre el aire y el agua, el cual tiende a aproximarse a su valor de saturación. Los factores que regulan la cantidad de Oxígeno Disuelto en el agua son la Temperatura, la Salinidad, la actividad biológica, y los procesos de mezcla debidos a los movimientos del agua (Canter, 2000).

b) Nitratos (NO_3^-)

Es un contaminante común que se encuentra en el agua y que puede provocar efectos nocivos si se consume en altos niveles. El nitrato es inodoro e incoloro. Bajas concentraciones de nitrato son normales, pero altas cantidades pueden contaminar nuestra fuente de agua potable. Fuentes comunes de nitrato son los fertilizantes, estiércol, compost y pozos sépticos. El nitrato llega fácilmente a fuentes de agua por lixiviación (Water Boards, 2013).

c) Fosfatos (PO_4^{3-})

El fósforo es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Debido a que en las aguas superficiales ocurren nocivas proliferaciones incontroladas de algas, actualmente existe mucho interés en limitar la cantidad de fósforo que alcanzan las aguas superficiales por medio de vertimientos de aguas residuales domésticas, industriales y por escorrentía. Las formas más frecuentes en que se presenta el fósforo en

soluciones acuosas incluyen el ortofosfato, el polifosfato y los fosfatos orgánicos. Los ortofosfatos como PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- y H_3PO_4 . El fósforo orgánico es de poca importancia en la mayor parte de los residuos domésticos, pero puede ser un constituyente de importancia en los vertimientos industriales y lodos de aguas residuales domésticas. Los ortofosfatos son la forma más importante de fósforo en el agua debido a que se encuentran disueltos en el agua y de esta manera son aprovechados por las plantas. A esta forma de fósforo se le conoce en la literatura como fósforo aprovechable o disponible (Sierra, 2011).

2.2.7 Contaminación de las aguas superficiales

La contaminación orgánica de los ríos es por la descarga de aguas residuales procedentes de las actividades humanas (ciudades, la agricultura, la industria) afecta a los seres humanos y los ecosistemas en todo el mundo a través de la crisis global de saneamiento. En primer lugar, no se trata de aguas residuales urbanas con patógenos que causan una variedad de enfermedades, incluyendo la diarrea, la principal causa de enfermedad y muerte (Yingrong et al, 2017).

2.2.8 Fuentes de contaminación de las aguas superficiales.

Las principales causas de contaminación del agua son; la falta de educación de los seres humanos, así como, el desarrollo industrial sin control ambiental, estas son las que han originado desde hace tiempo que el agua se haya contaminado cada vez más.

a) Contaminación por aguas residuales

Aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas y que por sus características de calidad requieren un tratamiento previo (ANA, 2016).

Las aguas residuales plantearán el mayor problema con que se enfrentará la humanidad en los próximos años. En los países con escasas disponibilidades de agua dulce, la situación se volverá más aguda. Las aguas residuales producen una serie de alteraciones en los cursos y planos de agua debido a los diversos productos que contienen, y a que las áreas receptoras son cada vez menos capaces de asimilar. La capacidad de auto depuración de una masa

de agua es siempre limitada, mientras que el vertido de residuos a ella no tiene freno en el momento actual. Es decir, el volumen de aguas residuales depuradas no alcanza en ningún punto el nivel que debería tener hasta compensar la diferencia que existe con la capacidad de auto depuración de los ríos. Por lo que se refiere a los vertidos a zonas marinas, el problema es similar. El mar tiene una capacidad de auto depuración limitada, que hace que las costas lleguen a saturarse en lo que se refiere a contaminantes, el problema entonces se hace similar tanto en las aguas continentales como en las marinas próximas a la costa en todo el país.

La expansión urbana y el aumento del consumo hídrico consecuente, han provocado un crecimiento proporcional de las aguas residuales generadas. Entre un 70 y 80% de las aguas recibidas a nivel domiciliario se transforman en residuales vertiéndose en las redes de saneamiento, si las hay, o en drenajes de diverso tipo, para terminar engrosando los cuerpos de agua naturales. Del mismo modo, las aguas utilizadas por la industria, ya sea para ser consumidas en los procesos industriales, en el enfriado o en la limpieza, también se vierten en las redes y canales de desagüe, culminando su itinerario en ríos, lagos y mares. (Seoanez, 1995).

b) Contaminación por desechos municipales, industriales y del transporte.

Las descargas de desechos municipales e industriales constituyen fuentes concentradas de compuestos de nitrógeno que, en gran medida, son depositadas directamente en las aguas superficiales. La cantidad de nitrógeno en los desechos humanos se estima en unos 5 kg por persona por año. Aun tratados, estos residuos representan una intensa carga de contaminación a las aguas, tanto superficiales como subterráneas, pues el tratamiento secundario elimina menos de la mitad del nitrógeno (aproximadamente el 20%). Los iones amonio en el efluente de tanques sépticos se pueden convertir rápidamente en nitratos, que pueden penetrar hasta cierta distancia del tanque. Los cienos en las instalaciones de tratamiento y tanque sépticos, también se deben de evacuar y representan otra fuente significativa de contaminación por nitrógeno. Los procedimientos de evacuación de residuos sólidos, especialmente los terraplenes sanitarios y vaciaderos, pueden

constituir una fuente de contaminación del agua por compuestos del nitrógeno. Es fundamental la diferenciación entre la contaminación por fuentes puntuales fácilmente identificables y la contaminación difusa concentraciones (Pacheco y Cabrera, 2003).

c) **Contaminación por fosfato**

Los ríos transportan materiales suspendidos y disueltos de la tierra al océano son el enlace principal en la transferencia de nutrientes entre estos sistemas y esto influye en gran medida la ecología acuática, principalmente en estuarios. Ecosistemas costeros a nivel mundial, las perturbaciones antropogénicas (aguas residuales y fertilizantes) han causado un aumento significativo de los flujos de nutrientes fluviales. Identificando como el principal elemento presente en el agua al fosfato, teniendo mayor entrada por fertilizantes y aguas residuales, debido al desarrollo industrial, agrícola y a los vertimientos de los centros urbanos, cambiando drásticamente el flujo de nutrientes en las últimas décadas (Yao, et al 2015).

d) **Contaminación por nitratos**

Fuentes naturales: El ion nitrato es la forma termodinámica estable del nitrógeno combinado en los sistemas acuáticos y terrestres oxigenados, de forma que hay una tendencia de todos los materiales nitrogenados a ser convertidos a nitratos en estos medios. Las pequeñas cantidades de nitrógeno que contienen las rocas ígneas pueden proporcionar algún nitrato a las aguas naturales en el proceso de meteorización. Todos los compuestos del nitrato son altamente solubles en agua y cualquiera de ellos que se forme en este proceso, se encontrará en solución. Los minerales que contienen nitratos son muy raros, solamente los salitres (nitrato de sodio y nitrato de potasio) son los más difundidos. Los yacimientos de nitrato de sodio en Chile, tienen importancia mundial. Una parte del óxido nítrico y el dióxido de nitrógeno presentes en el aire se producen por procesos naturales, inducidos por los rayos, las erupciones volcánicas y la actividad bacteriana del suelo, pero las concentraciones resultantes en el aire son virtualmente insignificantes. Estos compuestos se convierten en fuentes naturales de nitrato, ya que la principal forma de eliminación atmosférica de los óxidos de nitrógeno se

realiza mediante su oxidación a ácido nítrico, y este es mucho más hidrosoluble y se absorbe más fácilmente en la superficie de la materia particulado en suspensión. Los nitratos también existen en forma natural en algunos alimentos, particularmente en algunos vegetales. Los nitritos se forman por la oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en el medio acuático o terrestre, o por la reducción bacteriana del nitrato. Son productos intermedios del ciclo completo de oxidación-reducción y sólo se encuentran presentes en condiciones de baja oxidación. El nitrito en comparación con el nitrato, es menos soluble en agua y menos estable. Los nitratos en las aguas superficiales y subterráneas se derivan de la descomposición natural, por microorganismos, de materiales nitrogenados orgánicos como las proteínas de las plantas, animales y excretas de animales (Pacheco y Cabrera, 2003).

Fertilizantes: La producción agrícola depende en gran medida de que los suelos sean capaces de desarrollar cultivos con un buen rendimiento y esa capacidad es establecida por su fertilidad. El contenido de nutrientes de origen natural en los suelos, generalmente no es suficiente para lograr una adecuada fertilidad, por esta razón se emplean los fertilizantes naturales orgánicos y químicos. El nitrógeno es un nutriente vital para las plantas, quienes lo utilizan en la síntesis de proteínas para su crecimiento. Los fertilizantes nitrogenados aportan el nitrógeno necesario y a su vez, algunos de ellos son fuentes importantes de nitratos, dando lugar a través de su uso a un incremento de la presencia y concentración de éste en el medio. Los fertilizantes nitrogenados pueden ser de cuatro tipos: a) Nítricos: aportan el nitrógeno entre el 11 y el 16% en forma de nitratos. Ejemplos: NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 . b) Amónicos: aportan el nitrógeno en alrededor del 21% en forma de amonio. Ejemplo: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ c) Amónicos y nítricos: aportan el nitrógeno entre el 20 y 34% en formas de nitratos y amonio. Ejemplos: $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$, $\text{Ca}(\text{NH}_4)_2$ y $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. d) De Amidas: aportan en nitrógeno entre el 21 y el 45% en forma de amidas. Ejemplo: urea y cianamida de calcio. La acción de éstos es más lenta pues el nitrógeno amídico deberá e) transformarse en nitrógeno amónico y de nitratos. El nitrato de amonio es uno de los fertilizantes nitrogenados más empleados en la agricultura, se obtiene industrialmente a partir del amonio y del

ácido nítrico y su composición en nitrógeno es del 33 al 34.5% concentraciones (Pacheco y Cabrera, 2003).

2.2.9 Eutrofización

Es el enriquecimiento de las aguas superficiales con nutrientes disponibles para las plantas que causa la proliferación de algas y otras especies vegetales. Si bien este fenómeno se produce en forma natural, normalmente está asociada a fuentes antropogénicas de nutrientes (Moreno, et al 2010).

La eutrofización es la fertilización o presencia de nutrientes en el agua. El nutriente en un embalse generalmente favorece el crecimiento de plantas. Dependiendo de diferentes condiciones, la abundancia relativa de nitrógeno, fósforo, luz y calor y de otras variables físicas y químicas, las plantas predominantes pueden ser algas, plantas acuáticas flotantes o adheridas al suelo. El crecimiento de las plantas acuáticas se incrementa debido a la asimilación de los nutrientes, básicamente nitrógeno y fósforo (Sierra, 2011).

Las algas bentónicas tienen un papel importante en los ambientes loticos, ya que participan intensamente en los ciclos biogeoquímicos, la retención de nutrientes, la formación y estabilidad de los sedimentos y modifican la velocidad de la corriente, lo que genera microhábitats que son utilizados por otros organismos acuáticos (peces y macro invertebrados) como zonas de refugio, para depositar sus huevos o como alimento (Bojorge y Cantoral, 2016).

2.2.10 Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos

Proceso que permite obtener la medición de la calidad de los cuerpos naturales del agua con el objetivo de realizar el seguimiento y control de la exposición de los contaminantes y su afectación a los diferentes usos de agua y a los ecosistemas acuáticos (ANA, 2016).

Para obtener una visión más amplia de la calidad de un río habría que realizar un seguimiento físico-químico continuo en el tiempo, lo que implica un elevado costo ya que requiere instrumentación específica (Vasquez, M. 2014).

2.2.11 Estándares de Calidad de Agua (ECA - Agua)

Nivel de concentración máximo de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los recursos hídricos superficiales que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni contaminación del ambiente (ANA, 2016).

El Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM dice. Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua; Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo; La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos. Los estándares se establecen de acuerdo a cuatro categorías: Categoría 1: Poblacional y Recreacional, encontrándose la subcategoría A: 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 y A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado. Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para la recreación, B1: Contacto primario y B2: Contacto secundario. Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, encontrándose la subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras, 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 y lagunas. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, tenemos la Subcategoría D1: Riego de vegetales; agua para riego no restringido y agua para riego restringido. Subcategoría D2: Bebida de animales. Categoría 4: Conservación del medio ambiente, encontramos la Subcategoría E1: Lagunas y lagos; E2: Ríos, ríos de la costa y sierra y ríos de la selva; E3: Ecosistemas costeros y marinos, estuarios y marinos. (DS.002-2008-MINAM).

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial. (DS.004-2017-MINAM).

Tabla 1: Estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 3: riego de vegetales y bebidas de animales.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
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 Escala pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	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		**
Fosfatos	mg/L	1*		1*

Nitratos (NO ₃ -N)+ Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3

Fuente: ECA-Agua (2017)-Decreto Supremo N°004-2017-MINAM

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

2.2.12 Importancia de la calidad del recurso hídrico

Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas (Randulovich, 1997).

El peligro de que ciertos elementos solubles se incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas: En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales (OPS, 1999).

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos

En la gestión de los recursos hídricos, la calidad del agua es uno de los aspectos más importantes que se tiene en cuenta para los diferentes usos establecidos en el territorio nacional. Se busca conservar y proteger la calidad las aguas continentales y marinas de los efectos de las fuentes contaminantes y del cambio climático, con la finalidad de establecer un equilibrio del ecosistema acuático,

considerándose a éste como indicador de la calidad óptima del recurso, beneficiándose al ambiente y a la salud pública.

Este documento es referente técnico principal para el monitoreo de recursos hídricos que establece los procedimientos a seguir antes, durante y después de realizado el monitoreo de la calidad de las aguas de los recursos hídricos, en cursos naturales (ríos y quebradas), en cuerpos naturales o artificiales (lagos, lagunas y represas), zonas costeras, océanos y finalmente en el monitoreo de efluentes líquidos que, en la mayoría de los casos, son descargados a los cuerpos naturales de agua.

Por las razones expuestas, el protocolo de monitoreo de la calidad del agua, para los recursos hídricos, es elaborado por la Autoridad Nacional del Agua y consensado por las entidades que conforman el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, a fin de estandarizar procedimientos técnicos para el monitoreo de la calidad de las aguas continentales, marinos y efluentes de los diversos sectores del gobierno peruano y por la actividad privada; asimismo, permitirá implementar el Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad de Agua en el Perú (ANA, 2016).

Tabla N° 2 Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales – ANA

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Recursos económicos	<p>La actividad de monitoreo deberá contar con presupuesto económico para los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traslado del equipo de trabajo: combustible, peajes, etc. • Análisis de las muestras. • Materiales de escritorio, compra de hielo, etc.
Tipos de muestra de agua Muestra simple o puntual	<p>A esta muestra se le denomina discreta. Consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan las condiciones y características de la composición original del</p>

	cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección.
Planificación del monitoreo	Se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación (cuenca, unidad hidrográfica, recurso hídrico), puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas.
Establecimiento de la red de puntos de monitoreo	El establecimiento de red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Par ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina. La recopilación e integración de información se realiza a través de herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth, entre otros.
Codificación del punto de muestreo.	El punto de muestreo debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. En la determinación de la ubicación se utiliza el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de monitoreo deberán ser registradas en sistema UTM par puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.
Parámetros recomendados en el monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos.	Se presentan los parámetros mínimos de acuerdo con la categoría del recurso hídrico asignada por ANA a los Estándares de calidad Ambiental para Agua. Parámetros Químicos-físicos: Categoría 3: pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, nitratos y sulfatos.

Rotulado y etiquetado	Los recipientes deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo los siguientes datos: Nombre del solicitante, código del punto de muestreo, tipo de cuerpo de agua, fecha y hora de muestreo, nombre del responsable de la toma de muestra, tipo de análisis requerido.
Medición de los parámetros de campo	Los parámetros para medir en campo son pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
Procedimiento para la toma de muestras	Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos a los reactivos de preservación, deben colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras. Es aplicable para ríos de bajo caudal o poca profundidad, se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.
Almacenamiento, conservación y transporte de la muestras	Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (coolers) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se exponga a la luz del sol. Los recipientes de vidrio deber ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante su transporte. Par su preservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas (coolers) bajo un adecuado sistema de enfriamiento ($5 \pm ^\circ\text{C}$), refrigerante. Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo con los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro a evaluar.

Fuente: Protocolo Nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos – ANA.

2.3.2 Marco Legal

Según el Artículo 2, inciso 22 de la Constitución Política del Perú - 1993 se menciona que toda persona tiene derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida.

- ✓ Decreto Legislativo N° 1013, creación de Ministerio del Ambiente, el año 2008. Tiene como objeto la conservación del ambiente, de modo tal que se propicie y asegure el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que los sustenta, que permita contribuir al desarrollo integral social, económico y cultural de la persona humana, en permanente armonía con su entorno, así asegurar a las presentes y futuras generaciones el derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. Asimismo tiene entre sus objetivos asegurar la prevención de la degradación del ambiente y de los recursos naturales y revertir los procesos negativos que los afectan.
- ✓ Decreto Legislativo N° 1013, creación de Ministerio del Ambiente, el año 2008. faculta a la Autoridad máxima del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos velar por la protección del agua.
- ✓ Decreto Supremo N° 001-2010-AG del 24 de marzo de 2010, aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos”, a través del cual establece el artículo 126° referido al Protocolo para el Monitoreo de la Calidad de las Aguas, que la Autoridad Nacional del Agua deberá aprobar.
- ✓ Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 31 de julio de 2008, aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- ✓ Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA del 22 de marzo de 2010, aprueba la Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marinos.

- ✓ Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM publicado del 17 de marzo de 2010, aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales.
- ✓ Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias.

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis

H₀: La concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica no cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA- Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

H₁: La concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica si cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA- Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

2.5 Definición de términos

Estiaje: Es el nivel de caudal mínimo que alcanza un río o laguna en algunas épocas del año, debido principalmente a la sequía. El término se deriva de estío o verano, debido a que en la región del Mediterráneo, el estío es la época de menor caudal de los ríos debido a la relativa escasez de precipitaciones en esta estación. Cuando nos referimos al régimen de un río, el estiaje es el período de aguas bajas. El estiaje de un río no depende solamente de la escasez de precipitaciones, sino que también se debe a la mayor insolación y, por ende, al mayor potencial de evapotranspiración (de las plantas) y de la evaporación más intensa de los cursos de agua. Principalmente es causado por sequía, calentamiento global o falta de lluvias.

Calidad de agua: Son las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua, siendo una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito.

Aguas continentales: Todas las aguas en la superficie del suelo y todas las aguas subterráneas situadas hacia tierra desde la línea que sirve de base para medir la anchura de las aguas territoriales.

Aguas dulces: Agua que surge de forma natural, con baja concentración de sales, y que con frecuencia puede considerarse apta para ser extraída y tratada a fin de producir agua potable.

Aguas residuales: Aguas vertidas después de ser utilizadas o producidas en un proceso, que contienen sustancias disueltas y/o en suspensión procedentes de ese proceso.

Aguas residuales domésticas: Las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios y generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.

Aguas residuales industriales: Todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial.

Caudal: Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal, etc.) por unidad de tiempo.

Concentración: Es la capacidad que permite medir y dar a conocer cuánta cantidad de sustancia se puede encontrar en cada unidad de volumen.

Contaminación: La contaminación es el deterioro del ambiente, alterando así el estado de equilibrio de un ecosistema, como consecuencia de la presencia de sustancias perjudiciales o del aumento exagerado de algunas sustancias que forman parte del medio. Las sustancias que causan el desequilibrio del ambiente se denominan contaminantes y pueden encontrarse en el aire, en el agua y en el suelo.

Oxígeno disuelto: Este parámetro proporciona una medida de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Mantener una concentración adecuada de oxígeno disuelto en el agua es importante para la supervivencia de los peces y otros organismos de vida acuática. La temperatura, el material orgánico disuelto, los oxidantes inorgánicos, etc. afectan sus niveles. La baja concentración de oxígeno disuelto puede ser un indicador de que el agua tiene una alta carga orgánica provocada por aguas residuales. Las fuentes de oxígeno en el agua son la aireación y la fotosíntesis de las algas, su

concentración depende fundamentalmente de la temperatura, presión y salinidad.

Conductividad: La conductividad de una muestra de agua es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua. Se debe tener en cuenta que las sales minerales son buenas conductoras y que las materias orgánicas y coloidales tienen poca conductividad.

pH: El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. Aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática. Estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática. En el campo de abastecimiento de agua el pH tiene importancia en la coagulación química, desinfección, ablandamiento del agua y control de corrosión.

Temperatura: La temperatura juega un papel muy importante en la solubilidad de los gases, en la disolución de las sales y por lo tanto en la conductividad eléctrica, en la determinación de pH, en el conocimiento del origen de agua y de las eventuales mezclas, etc. Las descargas de agua a altas temperaturas pueden causar daños a la flora y fauna de las aguas receptoras al interferir con la reproducción de las especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos, acelerar las reacciones químicas, reducir los niveles de oxígeno y acelerar la eutrofización.

Efluente: Corriente que drena un área dada, por ejemplo, en una ciudad se produce efluentes domésticos, industriales y comerciales.

Eutrofización: La eutrofización o enriquecimiento en nutrientes de las aguas produce un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los ríos, embalses o lagos, generando residuos orgánicos que, al descomponerse, consumen gran parte del oxígeno disuelto y de esta manera pueden afectar a la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la fauna y flora. Algunas de las algas que se desarrollan anormalmente, emiten sustancias tóxicas que pueden matar a los mariscos y peces, hacer que estos no sean aptos para el consumo humano o, directamente, dar al agua sabores desagradables o hacerla inadecuada para el consumo. El crecimiento de algas puede afectar también al uso recreativo de embalses y lagos, a la circulación del agua en ríos y canales y obturar los filtros de estaciones de tratamiento del agua.

Fosfatos: Son las sales o los Ésteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de Oxígeno en forma tetraédrica. Los fosfatos secundarios y terciarios son insolubles en agua, a excepción de los de Sodio, Potasio y amonio.

Nitratos: El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es NO_3 . El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO_2).

Estándar de Calidad Ambiental: Los ECA son indicadores de calidad ambiental, que miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos que se encuentran presentes en el aire, agua o suelo, pero que no representan peligro para los seres humanos ni al ambiente.

Muestra: Es una o más porciones de un volumen de agua, colectadas en cuerpos receptores, descargas, efluentes o vertimientos industriales, redes de abastecimiento público, etc. Con el fin de determinar sus características físicas, químicas, físico químicas o biológicas.

Muestreo.- Es el proceso de tomar una porción representativa de agua, que permita medir los parámetros que representan la calidad de un cuerpo de agua.

Monitoreo.- Es la determinación continua o periódica de la cantidad de contaminantes, físicos, químicos, biológicos o su combinación en un recurso hídrico.

Cuerpo Receptor.- Es el recurso que recibe o al que se arrojan directa o indirectamente los residuos de cualquier actividad humana. Es decir son los lagos, ríos, acequias, pozos, suelos, aire, etc.

Parámetros: Son aquellas características físicas, químicas y biológicas, de calidad del agua, que puede ser sometido a medición.

Límite Máximo Permisible: Nivel de concentración o cantidad de uno o más contaminantes, por debajo del cual no se prevé riesgo para la salud, el bienestar humano y los ecosistemas, que es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible.

2.6 Identificación de variables

Del análisis realizado sobre la problemática en cuestión, según Gonzales et al (2011). Se define las variables de acuerdo a un criterio metodológico, para nuestro caso:

2.6.1 Variable Independiente:

- ✓ Agua del río Ichu

2.6.2 Variables Dependientes:

- ✓ Concentración de nitratos y fosfato

2.6.3 Covariable:

- ✓ Temperatura
- ✓ Conductividad
- ✓ Oxígeno disuelto
- ✓ pH.

2.7 Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLES	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	SUB INDICADORES
Variable dependiente: Concentración de nitratos y fosfatos	Parámetros físicos - químicos de aguas residuales (domiciliarios, fertilizantes y el uso de detergentes comerciales, siendo muy solubles en el agua debido a su alta polaridad).	Parámetro físicos químicos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Concentración de Nitratos ➤ Concentración de Fosfatos ➤ Temperatura ➤ oxígeno disuelto. ➤ Conductividad ➤ pH. 	mg/l. mg/l. °C mg/l. μS/cm Unidad
Variable independiente: Agua del río Ichu.	El río Ichu está sufriendo un fuerte impacto por las diversas actividades antropogénicas, afectado el nivel ecológico que pueden sobrepasar los estándares de calidad ambiental para agua (ECA)	Estándares de calidad ambiental para agua (ECA) para categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Concentración de Nitratos ➤ Concentración de Fosfatos ➤ Temperatura ➤ oxígeno disuelto. ➤ Conductividad ➤ pH. 	Los límites máximos permisibles (LMP), establecidos en las (ECA).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

La zona de estudio, corresponde a la microcuenca del río Ichu, cuyas características generales son las siguientes:

3.1.1 Aspectos generales

La microcuenca del río Ichu, se ubica en la parte central del Perú; región de Huancavelica y se emplaza entre las provincias de Huancavelica y Castrovirreyna y está enmarcada en el ámbito hidrográfico de la vertiente del Océano Atlántico, representada por la cuenca del río Mantaro y en sus inicios se encuentra formado por los ríos Astobamba y Cachimayo. En su recorrido pasa por los distritos del cercado de Huancavelica, Ascensión, Yauli, Acoria, terminando en el distrito de Mariscal Cáceres, donde se articula con el río Mantaro; el conjunto de todos estos distritos pertenecen a la provincia de Huancavelica. En su trayectoria tiene como sus principales tributarios a los ríos Dispatrate, Palca y Tinyaclla.

3.1.2 Ubicación Política

- ✓ Distrito : Huancavelica
- ✓ Provincia : Huancavelica y Castrovirreyna
- ✓ Región : Huancavelica

3.1.3 Ubicación geográfica

- ✓ Coordenadas UTM : Sistema WGS84, Zona 184.
- ✓ Altitud : 2,850 m.s.n.m. - 4,955 m.s.n.m.
- ✓ Latitud : Sur 12° 31' 53"
Oeste 74° 55' 41"



Figura 1. Ubicación geográfica del ámbito de estudio Huancavelica

Fuente: Elaboración propia

3.2. Tipo de investigación

Según Sampieri, R & Coautores (1998), la investigación básica o pura se lleva a cabo para aumentar el conocimiento. Por lo tanto, está recogiendo conocimiento por causa del conocimiento. Se lleva a cabo para persuadir a la curiosidad como por qué los cambios de la sociedad o lo que hace que las cosas sucedan de investigación, etc básico es la fuente más importante de la mayoría de las nuevas ideas, teorías y principios. De esta manera, la idea principal detrás de la investigación básica es la de ampliar los conocimientos. Con todo, la investigación básica es puramente investigación teórica destinada a aumentar el conocimiento sobre determinadas conductas o fenómenos. Por tanto, la presente investigación fue del tipo básica o pura.

3.3. Nivel de investigación

Para Hernandez et al (2010), la meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características de los objetos o cualquier otro fenómeno

que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren.

Carrasco, S (2006), al respecto dice. La investigación descriptiva responde a las preguntas. ¿Cómo son?, ¿Dónde están?, ¿Cuántos son?, ¿Quiénes son?, etc.; es decir, nos dice y refiere sobre las características, cualidades internas y externas, propiedades y rasgos esenciales de los hechos y fenómenos de la realidad, en un momento y tiempo histórico y determinado. Por lo expuesto, la presente investigación fue descriptiva.

3.4. Método de investigación

Según Gonzales et al (2011), el método descriptivo consiste en el análisis e interpretación de los datos que han sido reunidos con un propósito definido, el de comprensión y solución de problemas importantes. Dándose el acopio de dato, organización de datos, análisis de los datos y derivar conclusiones significativas. Y también se utilizará el método hipotético deductivo para contrastar la hipótesis y así validar su veracidad o no. Por lo tanto, la presente investigación utilizó el método descriptivo e hipotético-deductivo.

3.5. Diseño de investigación

Según Hernandez et al (2010), es un diseño no experimental ya que la investigación que se realiza, es sin manipular deliberadamente las variables, solo se observa el fenómeno tal como se dan en su entorno natural. Dentro del cual encontramos una clasificación por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo, el diseño de investigación transeccional o transversal, recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. A su vez encontramos los diseños transeccionales descriptivos. Ya que tiene como objetivo indagar la incidencia de una o más variables en una población, consiste básicamente en ubicar en una o diversas variables (personas, objetos, situaciones, etc.) y así proporcionar su descripción.

DESCRIPTIVOS
Se recolectan datos y se describe categoría, concepto, variable (X_1)
Se recolectan datos y se describe categoría, concepto, variable (X_2)

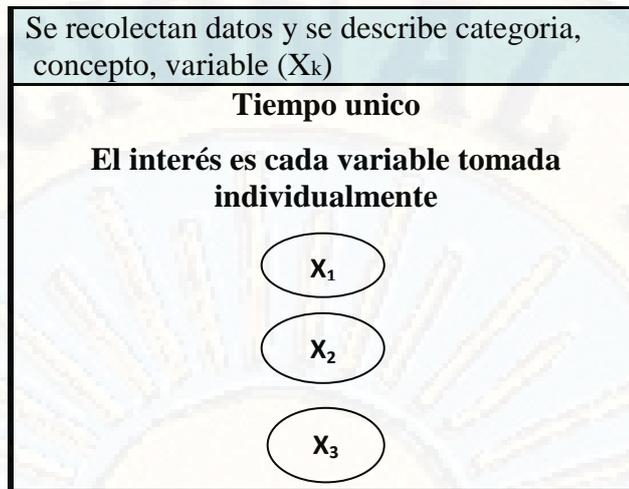


Figura 2. Fórmula del diseño descriptivo

Fuente: Hernandez et al.

Por lo tanto, la presente investigación obtuvo un diseño de investigación transeccional de tipo descriptivo.

3.6. Población, muestra, muestreo

3.6.1. Población

Según Gonzales et al (2011), la población o universo es el conjunto de objetos que comparten por lo menos una característica en común. La población para la presente investigación fue la microcuenca del río Ichu, siendo su nacimiento en el Nevado de Chonta y desembocando en el Río Mantaro.

3.6.2. Muestra

Según Bernal, C (2010), la muestra es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio.

Por lo tanto, para la presente investigación la selección de la muestra fue del tipo no probabilística intencional tomándose 6 puntos, considerando toda la parte urbana del río Ichu, desde la captación de agua potable de EMAPA, hasta la altura del ex - puente de Santa Rosa. Para lo cual, los puntos de muestreo o monitoreo se consideró de acuerdo a los criterios del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – Autoridad Nacional del Agua (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA).

3.6.3. Técnicas de Muestreo

- ✓ Se determinó el objeto de estudio (río Ichu), para lo cual se obtuvo el mayor número de información posible, el cual nos permitió delimitar y caracterizar el área de estudio. Por medio de la utilización de mapas y fotografías se pudo conseguir informaciones básicas tales como: Área comprendida en la cuenca hidrográfica, tamaño y localización del objeto hidrográfico, informaciones sobre el relieve, vegetación e hidrografía, ocupación del área (agricultura, pecuaria ganadería, industria).
- ✓ Para la selección de los puntos de recolección de muestras se tuvo en consideración la naciente, curso medio, desembocadura de la microcuenca del río Ichu, así mismo el antes y después de los efluentes.

Tabla 3: Determinación de los puntos de monitoreo para la recolección de muestras.

Puntos de monitoreo	Coordenadas	Referencia Geográfica
PM	Latitud: 12°47'10.11"s Longitud: 75° 2'54.35"o	Punto de referencia, captación de agua potable de EMAPA-HVCA.
PM-1	Latitud: 12°46'22.64"s Longitud: 75° 1'10.31"o	Aguas abajo (200 metros) del camal municipal (Chuñuranra)
PM-2	Latitud: 12°44'41.39"s Longitud: 74°57'37.48"o	Altura del Complejo deportivo Pucarumi (Pucarumi - Ascensión)
PM-3	Latitud: 12°46'12.03"s Longitud: 74°57'45.46"o	Antes del puente del colegio Nacional La Victoria de Ayacucho (Ascensión)
PM-4	Latitud: 12°45'54.10"s Longitud: 74°55'50.45"o	Debajo del puente del ejercito de Huancavelica (San Cristóbal)
PM-5	Latitud: 12°46'3.52"s Longitud: 74°55'24.65"o	Ex - puente de Santa Rosa.

Fuente: Elaboración propia

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Identificación y reconocimiento de la zona de estudio

La observación es un instrumento que consiste en la aplicación de una hoja de observación. La observación tiende a adquirir mayor sentido al nivel técnico del procesamiento de datos, donde las tareas se cuantifican más fácilmente. Entre estas tareas encontramos la recopilación, acumulación y transformación de los datos.

Pasos de la Observación:

- Determinar y definir aquello que se va a observar.
- Estimar el tiempo necesario de observación.
- Obtener la autorización para llevar a cabo la observación.
- Explicar a las personas que van a ser observadas lo que se va hacer y las razones para ello.

A lo expuesto, se realizó la descripción y georeferenciación de la zona de estudio.

3.7.2. Determinación de los puntos de muestreo

Se establecieron seis puntos de recolección de muestras de agua del río Ichu con respecto a los distintos usos que se le da durante su recorrido. Los puntos fueron georeferenciados con el uso de GPS.

3.7.3. Toma de muestra

La toma de muestras se realizó de acuerdo al Protocolo de monitoreo de calidad de agua-ANA (2016), teniendo las siguientes consideraciones generales:

- ✓ Esterilización de los frascos de vidrio, el cual se realizó en la autoclave, a 110 atmosferas por 15 minutos (método húmedo).
- ✓ Rotular los frascos, colocar el código de la estación, fecha y la hora exacta en que se está tomando la muestra.
- ✓ Evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas (en el caso de ríos).

- ✓ La toma de muestras se debe realizar en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico, la primera aguas abajo y la última aguas arriba.
- ✓ En lo posible realizar la toma de muestra al centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- ✓ Colocarse los guantes de látex y mascarilla de ser necesario (agua residual).
- ✓ Cuando se trate de cursos que tengan una alta variabilidad de descarga y características de esta, se deberá tomar una única muestra en un balde (enjuagando 3 veces), la suficiente cantidad como para llenar todos los frascos.
- ✓ Colocar los frascos tapados en el cooler con ice pack o hielo en la sombra mientras dura el muestreo y transporte al laboratorio.

3.7.4. Conservación y envío de las muestras de agua

Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (Coolers) a temperatura de 4 °C, disponiendo para ello con Ice pack o hielo. Los recipientes de vidrio se embalaron y dispuestos en el cooler, alternándolos con botellas de plásticos para evitar el choque entre estas, lo que puede originar roturas y derrames.

Las muestras recolectadas se enviaron al laboratorio en el menor tiempo posible, cumpliendo estrictamente con las exigencias de preservación y el tiempo de almacenamiento de las muestras. Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras se acompañaron con la cadena de custodia, rotulados en cada muestra.

3.7.5. Análisis de la información

El manejo de la información involucra el procesamiento y manipulación de los datos recibidos o recogidos de los equipos de monitoreo (muestras). Esto incluye técnicas como la corrección de los datos luego de las recalibraciones, cálculo de los datos promediados y acciones a tomar cuando se pierden datos por falla o inactividad.

Por tanto, para el respectivo análisis de las muestras fueron enviadas al laboratorio RCJ LABS UNIVERSAL de la ciudad de Huancayo, se realizó el tipo de ensayo instrumentación – estándar de los parámetros de nitratos y fosfatos de acuerdo a normas, por métodos de ensayo ME-Cloruro estano para fosfatos y ME-ion selectivo para nitratos.

Multiparámetro: Equipo Hach CO Hq40d, que nos permitió determinar la temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto de las muestras de agua, midiendo dichos parámetros con 3 sondas diferentes.

Procedimiento de medición:

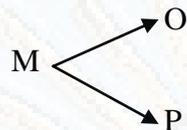
- El multiparametro se calibra con soluciones buffer para el pH que son acida; neutra y alcalina, así mismo se calibra la sonda de conductividad eléctrica con una solución de conductividad de 1413 uS/cm.
- Se procede a realizar la limpieza con agua destilada en cada una de las sondas.
- Se procede a realizar la medición in situ con las sondas de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.
- Se presiona el botón de medición y se procedió a la lectura.
- Después las sondas se lavan con agua destilada y secado con papel tisú para realizar las siguientes mediciones.

Cadena de custodia

La cadena de custodia se refleja en los documentos en donde se registra toda la información relevante para asegurar la integridad de la muestra desde la recolección hasta el reporte de resultados por parte del laboratorio. La importancia de contar con este documento radica en prevenir la falsificación y/o alteración de los datos de campo, así como para definir la cantidad y tipo de análisis requeridos, el tipo de pre tratamiento al que ha sido sometido, la fecha y hora de muestreo, el número de frascos remitidos por punto de muestreo, la fecha y hora de remisión, la identificación del responsable del muestreo y todo lo relacionado con la recepción por parte del laboratorio.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para calcular los parámetros de concentración de nitratos y fosfatos, se usa un diseño descriptivo transeccional que tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población, estudios puramente descriptivos.



Dónde:

M : Representa la muestra.

O : Información que recogemos de la muestra.

P : Propuesta.

Para el análisis de los datos obtenidos se realizó la elaboración de la base de datos, tabulación y graficación de los datos, explicación de resultados. La base de datos se elaboró en el programa de computación “Excel”. Para el análisis descriptivo de los datos, se hizo uso de la computadora mediante el programa estadístico SAS. Las técnicas descriptivas que se usaron, están en función del tipo de dato a medir. Para comprobar las hipótesis se utilizó la prueba de t de student, asimismo, se hizo uso de la técnica de Shapiro-Wilk para la prueba de normalidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación e Interpretación de datos

A continuación se presentan los resultados de la investigación en base a la información recogida mediante las técnicas e instrumentos de estudio en datos cuantitativos de análisis descriptivo e inferencial, las que se objetivizan mediante cuadros estadísticos, gráficos y testimonios de acuerdo a las hipótesis de trabajo y su relación con cada una de las manifestaciones de la variable independiente. Se realizó el monitoreo de las aguas del río Ichu, en 6 puntos diferentes de monitoreo realizado en el mes de octubre del 2018. Analizándose los parámetros in situ de campo siendo: pH, temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/l) y conductividad eléctrica (uS/cm). Así mismo se realizó el análisis de la concentración de nitratos NO_3^- (mg/l) y fosfatos PO_4^{3-} (mg/l) medidas que se realizaron en laboratorio.

4.1.1. Concentración de nitratos en el río Ichu en época de estiaje

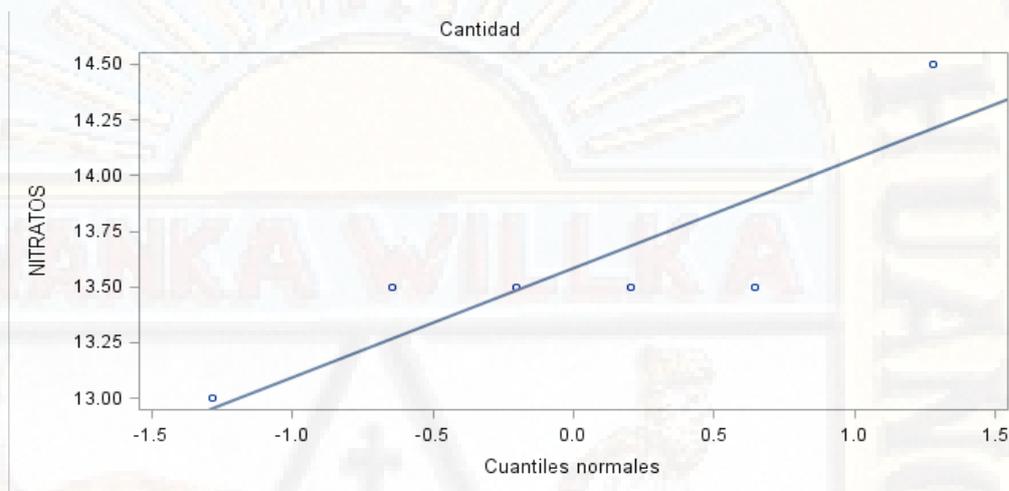
Tabla N° 04. Normalidad para nitratos

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.769802	Pr < W	0.0809
Kolmogorov-Smirnov	D	0.400638	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.174805	Pr > W-Sq	0.0075
Anderson-Darling	A-Sq	0.840793	Pr > A-Sq	0.0134

Interpretación

De la tabla 4 se obtuvo un P- valor 0.0809 es mayor que 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de nitratos quedando que existe homocedasticidad de varianzas por lo que no es necesaria la transformación de datos

Figura N° 3. Prueba de normalidad para nitratos



Interpretación

De la figura 3 se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable nitrato, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

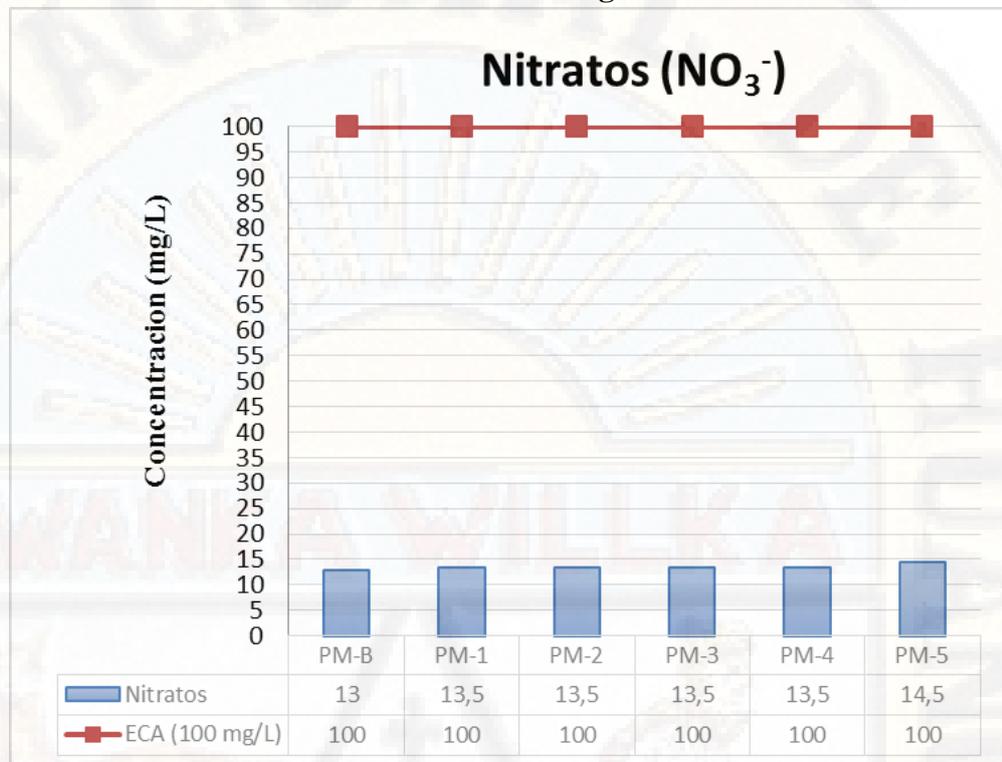
Tabla N° 05. Medidas de tendencia central y dispersión para nitratos

Parámetro	fi	media	mediana	moda	Desv std.	varianza	cuantil max.	cuantil min.	Coef var.	Índice var.
Nitratos	6	13.583	13.5	13.5	0.491	0.241	14.5	13	3.619	1.477

Interpretación

De la tabla 5, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 6 observaciones de concentración de nitratos realizado en época de estiaje, teniendo como rango entre 13mg/L a 14.5mg/L, con una media de concentración de nitratos de 13.583mg/L, una desviación estándar de 0.491 mg/L, varianza de 0.241mg/L y un coeficiente de variación de 3.619 mg/L, el cual nos indica que nuestros datos presenta una homogeneidad respecto la media.

Figura N° 4. Comparación de concentración de Nitratos con la ECA categoría III.



4.1.1.1 Prueba de Hipótesis

a) Planteamiento de la hipótesis

Ha: La concentración de nitratos en el río Ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA – Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

Ho: La concentración de nitratos en el río Ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica no cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA – Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

b) Niveles de significación.

Nivel de significación alfa = 0.05 %

Ha: $u < 100$ (La concentración de nitratos en el río ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA – Agua), categoría 3).

Ho: $u \geq 100$ (La concentración de nitratos en el río ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica no cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA – Agua), categoría 3).

c) Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla N° 06. Prueba de T de student

Tests para posición: $\mu_0=0$			
Test	Estadístico	p valor	
T de Student	t 67.68207	Pr > t	1.65895

d) Regla de decisión

Contraste significativo = p cae fuera del valor crítico

No hay contraste significativo = p cae dentro del valor crítico

Significación

El P valor cayó fuera del valor crítico $t = 1.65895$

Por tanto

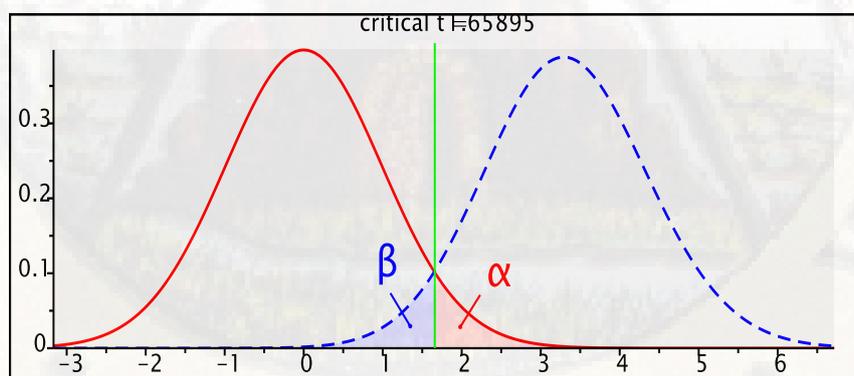
$\alpha = 0.05$

Por tanto:

Se rechaza la Ho: $u \geq 100$

Se acepta la Ha: $u < 100$

Figura N° 5. Campana de gauss para la prueba de hipótesis de nitratos



Toma de decisión

El valor de $p = 1.6589$ cae fuera de la región crítica, por tanto se rechaza la H_0 y acepto la Hipótesis alterna la media de concentración de nitratos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica **cumple** con el estándar ambiental (ECA- Agua) se ha demostrado la existencia de la calidad de agua tipo 3 para el uso (riego de vegetales y bebida de animales) por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

4.1.2. Concentración de fosfatos en el río Ichu en época de estiaje

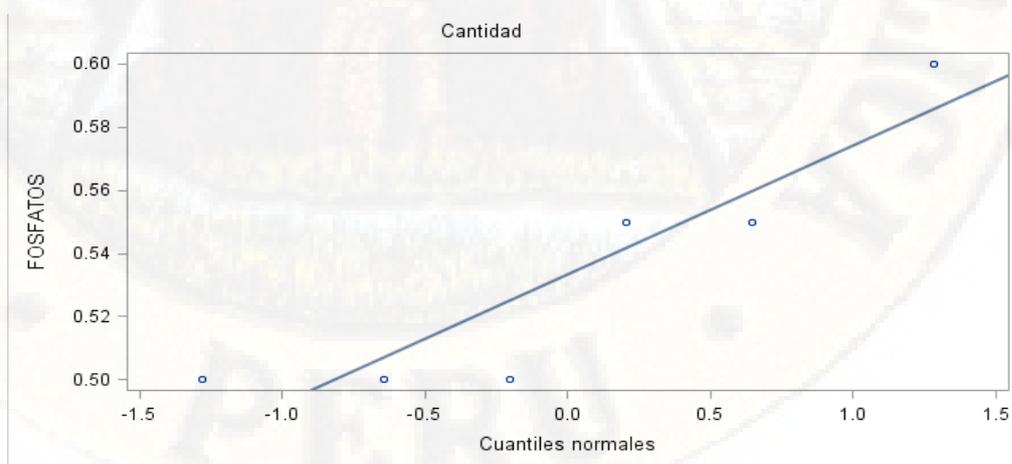
Tabla N° 07. Normalidad para fosfatos

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.821616	Pr < W	0.0911
Kolmogorov-Smirnov	D	0.292892	Pr > D	0.1032
Cramer-von Mises	W-Sq	0.090018	Pr > W-Sq	0.1249
Anderson-Darling	A-Sq	0.544383	Pr > A-Sq	0.0936

Interpretación

De la tabla 7 se obtuvo un P- valor 0.0911 es mayor que 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de fosfatos quedando que existe homocedasticidad de varianzas por lo que no es necesaria la transformación de datos.

Figura N° 6. Prueba de normalidad para fosfatos



Interpretación

De la figura 6 se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable fosfato, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

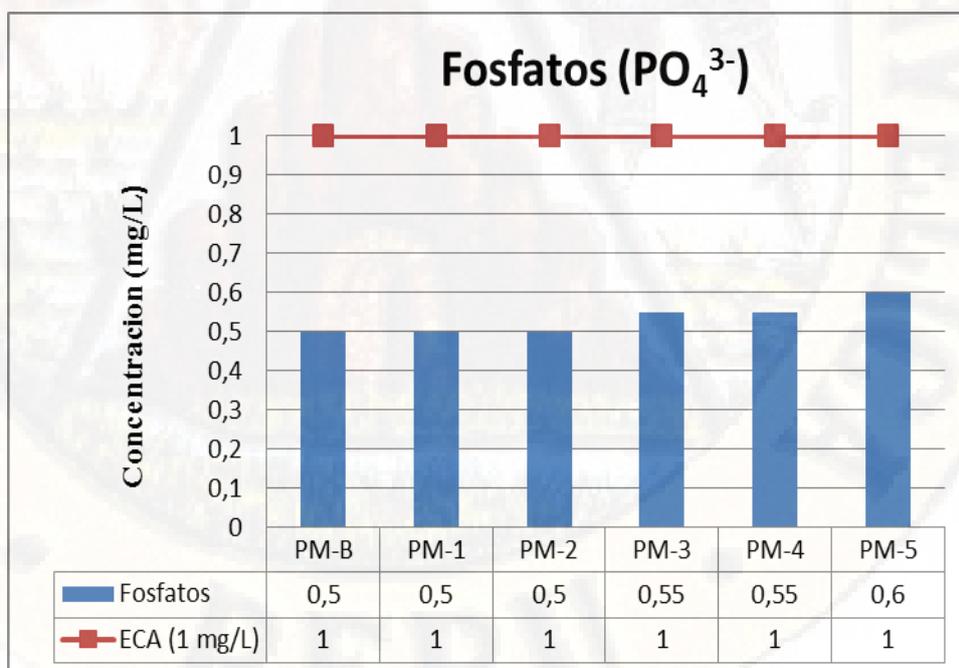
Tabla N° 08. Medidas de tendencia central y dispersión para fosfatos

Parámetro	fi	media	mediana	moda	Desv std.	varianza	cuantil max.	cuantil min.	Coef var.	Índice var.
Fosfatos	6	0.533	0.525	0.5	0.040	0.001	0.6	0.5	7.654	3.125

Interpretación

De la tabla 8, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 6 observaciones de concentración de fosfatos realizado en época de estiaje, teniendo como rango entre 0.5 mg/L a 0.6 mg/L, con una media de concentración de fosfatos de 0.533 mg/L, una desviación estándar de 0.040 mg/L, varianza de 0.001 mg/L y un coeficiente de variación de 7.654 mg/L, el cual nos indica que nuestros datos presenta una homogeneidad respecto la media.

Figura N° 7. Comparación de concentración de Fosfatos con la ECA categoría III.



4.1.2.1 Prueba de Hipótesis

a) Planteamiento de la hipótesis

Ha: La concentración de fosfatos en el río Ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA – Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

Ho: La concentración de fosfatos en el río ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica no cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA – Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

b) Niveles de significación.

Nivel de significación $\alpha = 0.05 \%$

Ha: $u < 1$ (La concentración de fosfatos en el río Ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA – Agua), categoría 3).

Ho: $u \geq 1$ (La concentración de fosfatos en el río Ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica no cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA – Agua), categoría 3).

c) Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla N° 09. Prueba de T de student

Tests para posición: $\mu_0=0$			
Test	Estadístico		p valor
T de Student	t	32	$Pr > t $ 3.2053

d) Regla de decisión

Contraste significativo = p cae fuera del valor crítico

No hay contraste significativo = p cae dentro del valor crítico

Significación

El P valor cayó fuera del valor crítico $t = 3.2053$

Por tanto

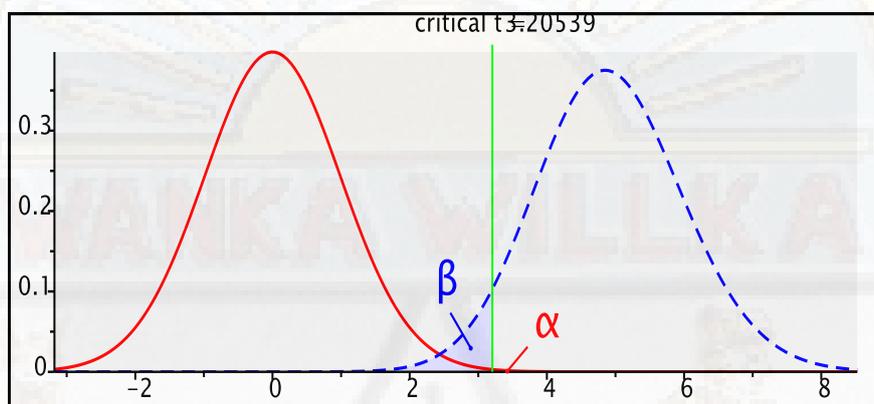
$$\alpha = 0.05$$

Por tanto:

Se rechaza la $H_0: u \geq 1$

Se acepta la $H_a: u < 1$

Figura N° 8. Campana de gauss para la prueba de hipótesis de fosfatos



Toma de decisión

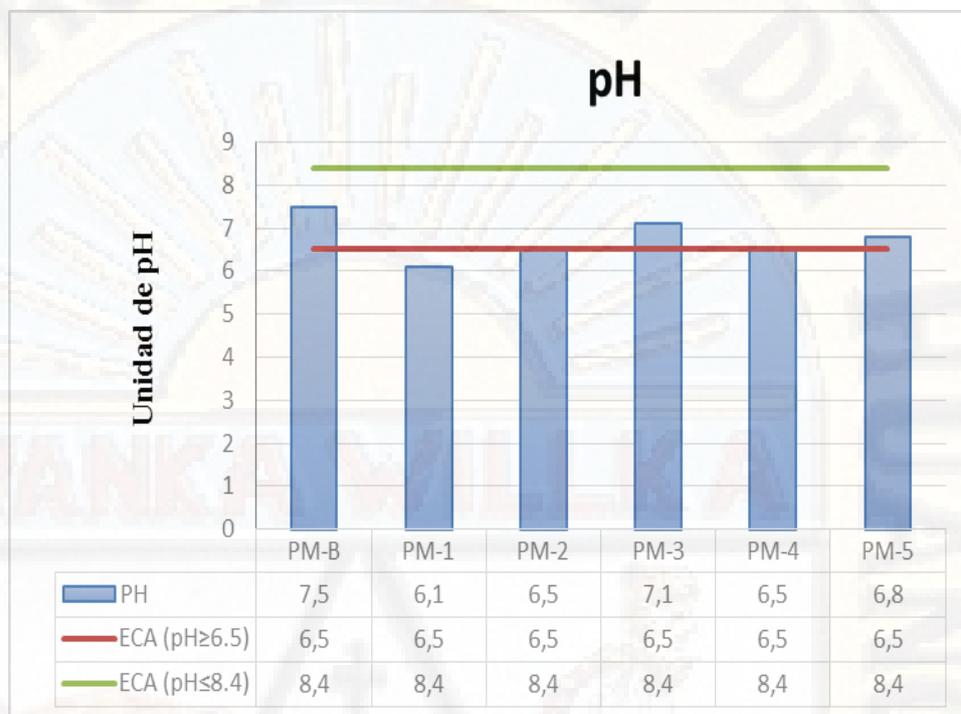
El valor de $p=3.205$ cae fuera de la región crítica, por tanto se rechaza la H_0 y se acepta la Hipótesis alterna la media de concentración de fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica **cumple** con el estándar ambiental (ECA- Agua) se ha demostrado la existencia de la calidad de agua tipo 3 para el uso (riego de vegetales y bebida de animales) por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

4.1.3. Parámetros de control del río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica (In situ).

Tabla N° 10. Medidas de tendencia central y dispersión para pH

Parámetros	fi	media	mediana	moda	Desv. std.	varianza	cuantil max.	cuantil min.	Coef. var.	Índice var.
pH	6	6.75	6.65	6.5	0.496	0.247	7.5	6.1	7.362	3.005

Figura N° 9. Comparación de pH con la ECA categoría III.



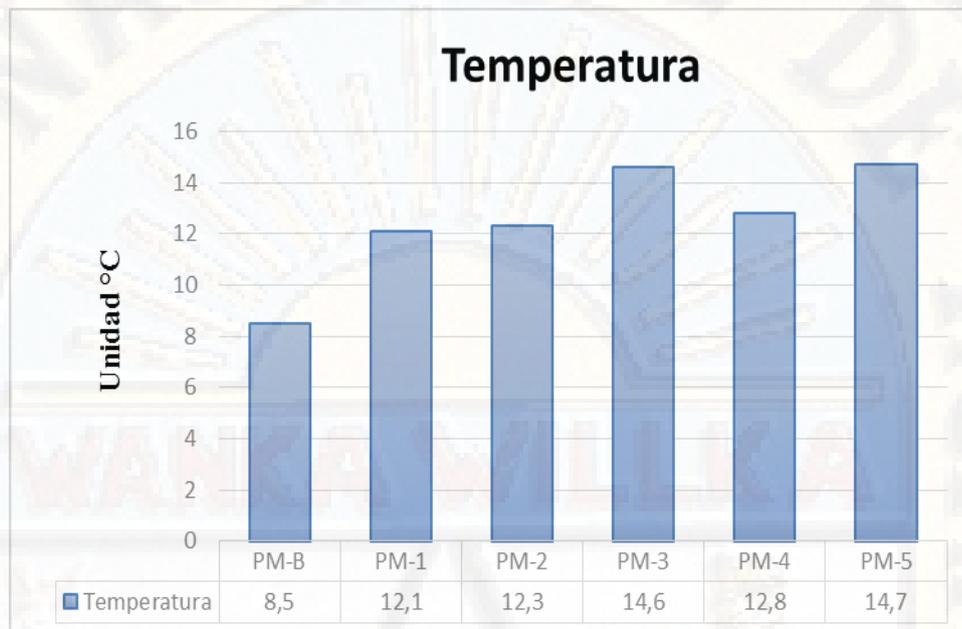
Interpretación

De la tabla 10 y figura 9, se presentan los valores del pH para cada punto de monitoreo en época de estiaje obteniéndose en un rango de pH 6.1 a pH 7.5, con una media de pH 6.75, desviación estándar pH 0.496, varianza pH 0.247 y un coeficiente de variación de pH 7.362. Se observa que los valores son casi constantes y con pocas variaciones, desde el PM-1 hasta PM-3, se observa un valor ascendente, mientras que en el PM-4 al PM-5, existe un leve cambio en el valor y con respecto a PB se tiene un valor pH 7.5 casi neutro. En general el pH de las aguas del río Ichu tiene una tendencia a la alcalinidad.

Tabla N° 11. Medidas de tendencia central y dispersión para temperatura

Parámetro	fi	media	mediana	moda	Desv std.	varianza	cuantil max.	cuantil min.	Coef var.	Índice var.
Temp.	6	12.5	12.55	.	2.260	5.108	14.7	8.5	18.080	7.381

Figura N° 10. Comparación de Temperatura con la ECA categoría III.



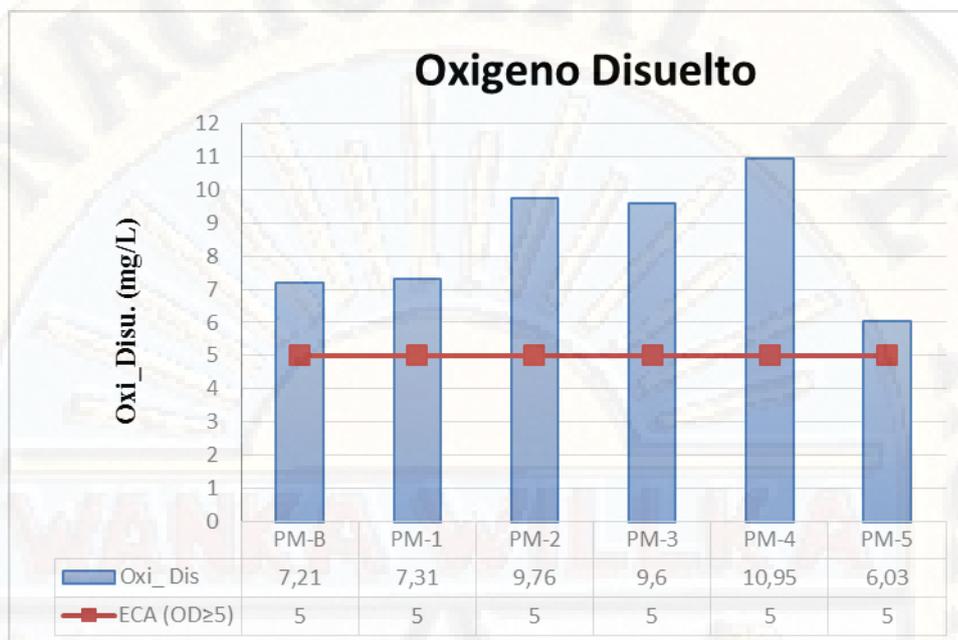
Interpretación

De la tabla 11 y figura 10, la temperatura de las aguas del río Ichu para la época de estiaje se encuentran en los valores de 8.5 °C a 14 °C, debido a la ubicación geográfica en la que se encuentra y las diferentes horas del día en la que se tomaron las muestras, con una media de 12.5 °C, desviación estándar de 2.260 °C, varianza de 5.108 °C y un coeficiente de variación de 18.080 °C. A los datos obtenidos muestran que la variación de la temperatura del agua puede relacionarse con la entrada de aguas de diferentes características pudiendo ser, vertimientos de aguas residuales u otros vertimientos. Así mismo el aumento de temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando los sólidos disueltos y disminuyendo los gases.

Tabla N° 12. Medidas de tendencia central y dispersión para oxígeno disuelto

Parámetro	fi	media	mediana	moda	Desv std.	varianza	cuantil max.	cuantil min.	Coef var	Índice var
Oxi_Dis	6	8.476	8.455	.	1.896	3.595	10.95	6.03	22.369	9.132

Figura N° 11. Comparación de Oxígeno disuelto con la ECA categoría III.



Interpretación

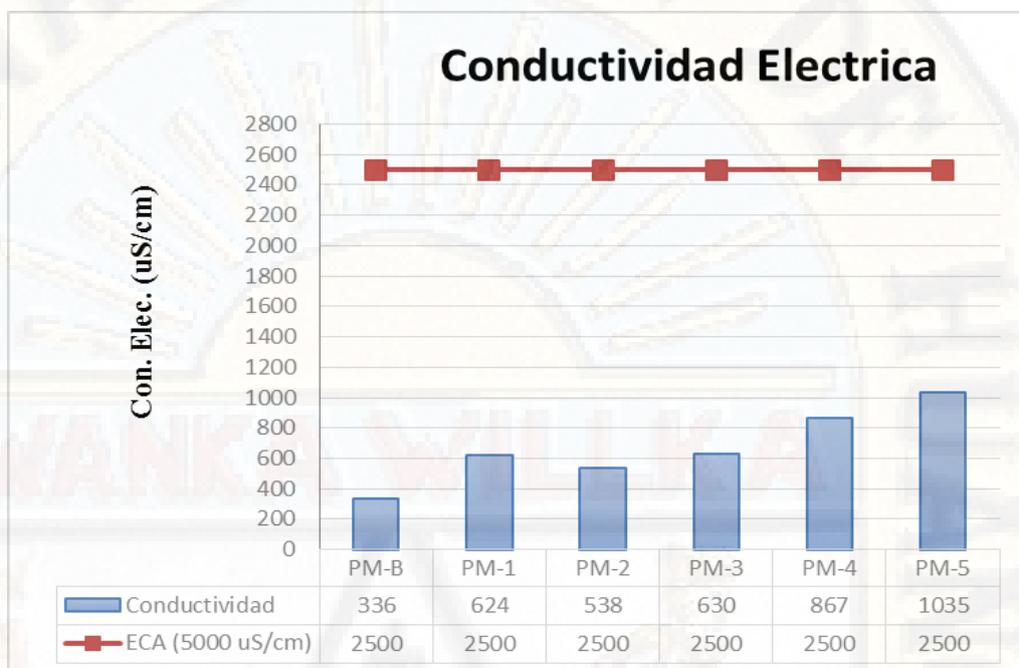
De la tabla 12 y figura 11, el oxígeno disuelto (OD), es una variable físico-química que regula las reacciones químicas presentes en el agua y factor determinante de la vida acuática y calidad de agua. Se aprecia que los valores de oxígeno disuelto registrados en los diferentes puntos de monitoreo en época de estiaje, estuvieron en un rango de 6.03 mg/L a 10.95 mg/L, con una media de 8.476 mg/L, desviación estándar de 1.896 mg/L, varianza de 3.595 mg/L y un coeficiente de variación de 22.369 mg/L. Así mismo se observa un aumento progresivo en cada punto de monitoreo, aguas abajo pudiendo observar un incremento desde el PB hasta el PM-4, cuyo aumento se debería al incremento de la temperatura en la trayectoria del río Ichu, así mismo en el punto PM-5 se observa un valor bajo de 6.03 mg/L que comparando con la ECA se encuentra dentro de los límites permisibles.

Por lo tanto, los valores de oxígeno disuelto (≥ 5 mg/L) en la época de estiaje cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

Tabla N° 13. Medidas de tendencia central y dispersión para conductividad eléctrica

Parámetro	fi	media	mediana	moda	Desv std.	varianza	cuantil max.	cuantil min.	Coef var	Índice var.
Conduct.	6	671.66	627	.	246.86	60943	1035	336	36.75	15.00

Figura N° 12. Comparación de Conductividad eléctrica con la ECA categoría III.



Interpretación

De la tabla 13 y figura 12, se aprecia que los valores de conductividad eléctrica registrados en los diferentes puntos de monitoreo en época de estiaje, estuvieron en un rango de 336 uS/cm a 1035 uS/cm, con una media de 671.66 uS/cm, desviación estándar de 246.86 uS/cm, varianza de 60943 uS/cm y un coeficiente de variación de 36.75 uS/cm. Así mismo se observa un aumento progresivo en cada punto de monitoreo, aguas abajo pudiendo observar un incremento en el punto PM-1 con respecto a los demás puntos de monitoreo, cuya variación excesiva podría deberse a las descargas de aguas residuales domésticas al río Ichu, como también la presencia de residuos sólidos.

Por lo tanto, las concentraciones de conductividad eléctrica en la época de estiaje se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales) Decreto supremo N° 004-2017.MINAM (2500 uS/cm)

4.2 Discusión de resultados

En la mayoría de las investigaciones antes citadas se puede comprobar la coincidencia que presentan dichos antecedentes, en relación al limitado conocimiento que tienen las autoridades e instituciones sobre la relevancia del manejo y preservación del recurso hídrico (río Ichu), por lo que no

existe mucha información sobre la evaluación de los parámetros físicos – químicos de los recursos hídricos, el cual nos permita mejorar la gestión de este recurso. En tal sentido, se necesita mejorar y estar al día en lo relacionado al proceso del manejo y evaluación de los recursos hídricos, aplicándolo mediante pautas u protocolos que aseguren y den certeza de contar con un proceso adecuado que brinde beneficios tanto a los pobladores como a la ciudad de Huancavelica.

En lo referente a los resultados inherentes a la hipótesis general, se concluye que la concentración de nitratos y fosfatos en época de estiaje cumple estadísticamente significativa con los estándares de calidad ECA-Agua, categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales), aun nivel de confianza de 95%. El resultado muestra que el grado de concentración media para nitratos es de 13.583 mg/l y para fosfatos de 0.533 mg/l y que comparado estos resultados con los límites máximos permisibles ECA-Agua, categoría 3, los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación están dentro del rango establecido. Este resultado se corrobora por lo dicho por Ambiente Md. DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. De igual manera lo mencionado por Bi Yun Zhen Wu (2009), en su trabajo de tesis “Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la micro cuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008”, se evaluó la calidad físico-química y bacteriológica del agua de la quebrada Victoria, en época lluviosa, seca y de transición seca a lluviosa. Se analizaron 15 sitios de muestreo desde la toma de agua del acueducto de Curubandé hasta la naciente de la mencionada quebrada. Obteniéndose como resultado dentro de los parámetros físicos, la temperatura media anual del agua de la quebrada es de 25°C con mínima de 22,5°C (sitio 1 del primer muestreo de la época seca) y máxima de 27,3°C (sitio 15 del primer muestreo de la época seca). Esta temperatura es adecuada para consumo humano, el pH medio anual es de 5,67 con mínimo de 3,85 (sitio 5 del segundo muestreo de la época seca) y máximo de 7,51 (sitio 12 del primer muestreo de la época seca), la conductividad eléctrica media anual del agua es de 217,5 $\mu\text{S/cm}$ con mínima de 87,5 $\mu\text{S/cm}$ (sitio 14, segundo muestreo de la época lluviosa) y máxima de 285 $\mu\text{S/cm}$ (sitio 7, primer muestreo de la época lluviosa). Parámetros químicos, oxígeno disuelto el porcentaje de saturación medio anual en el agua de la quebrada es de 84% con mínimo de 50% y máximo de 101%. El agua de la quebrada no representa riesgo de contaminación por nitrito, ya que su concentración está por debajo de 0,09 ppm de $\text{NO}_2^- .\text{N}$ y el nitrato menos de 5 ppm, límite máximo definido

para agua de calidad clases 1. No hay riesgo de un incremento incontrolado de alga en el agua de la quebrada, debido a que la concentración de fósforo como ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) del agua de los sitios evaluados durante las tres épocas estuvo por debajo de 0.03 ppm, concentración mínima que puede ser cuantificada por el método de HPLC. El fósforo al ser un bionutriente es esencial para el crecimiento de las plantas.

Por otra parte en el trabajo de investigación realizado por Vinelli, R (2012), los análisis revelaron una concentración de nitratos inferior a los límites de calidad válidos en el país a la fecha de estudio, lo cual es una respuesta tranquilizadora pero puntual. El pH se encuentra en el rango establecido para su categoría. En cuanto a la conductividad, sólo un pozo da un valor de conductividad mayor al límite. En ningún caso, los cloruros sobrepasan los límites legales y, observándose concentraciones más altas en los pozos abandonados o cercanos al mar. Más del 90% de las estaciones de muestreo se encuentran en categoría de aguas muy duras, es decir, concentraciones superiores a 300 mg CaCO_3/L . Un pozo en un área de actividad agrícola intensa presenta niveles de ortofosfato mayores durante el segundo muestreo, lo que muestra la relación directa actividad agrícola-calidad de agua. En cambio, en los pozos abandonados el contenido de este analito baja lo que podría ser por desuso de fertilizante o actividades agrícolas cercanas. En el caso de los metales, las concentraciones obtenidas de plomo, cadmio, hierro y cobre están por debajo de los límites establecidos. Según Medina, César et al (2008), en su estudio "Caracterización Físico-Química de los Ríos de las Cuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugual, en El Alto Chicama, La Libertad, 2008", realizado en la Universidad Nacional de Trujillo, establecieron 18 estaciones de muestreo, evaluándose los parámetros físicos químicos como: caudal, temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, amonio, fosfatos y color aparente. Respecto al pH, nitratos y conductividad eléctrica cumplen con lo establecido en el DS 002-2008-MINAM. Los nitritos, nitrógeno amoniacal y los fosfatos evidencian contaminación inorgánica, por descargas de aguas con residuos detergentes y abonos orgánicos y las concentraciones de nitrógeno amoniacal sobre el límite permisible, está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües y también es un indicador de contaminación. En general estos ríos, están siendo alterados en su condición físico-química y este cambio se debería a influencias antrópicas, como las actividades extractivas establecidas en la superficie (minería), la ganadería y la agricultura, así como a la mala disposición de las aguas residuales de los centros poblados.

Así mismo, con lo referente a la variación de concentración de nitratos y fosfatos Rodríguez, Silvia et al (2016), en su investigación “Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas”, realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste-Argentina. Se evaluaron las variaciones de las concentraciones de nitratos y fosfatos en las diferentes estaciones del año 2013, para distintas fuentes de agua, de pequeños productores hortícolas de la provincia de Corrientes, realizándose muestreos, en agua superficial y en agua subterránea. Las determinaciones se realizaron por espectrometría de absorción UV-Visible, detectando un comportamiento opuesto de los análisis durante las distintas estaciones, en agua subterránea; encontrándose los valores de concentración más altos para fosfato en invierno y para nitrato en el verano, no así para el agua superficial, en la que los valores más altos de concentraciones de ambos análisis se encontraron en el verano, y la concentración tanto de nitratos como la de fosfatos en agua superficial son más bajas que las registradas en las aguas subterráneas y con poca variación entre los distintos puntos de muestreos. De acuerdo al estudio realizado por Teves (2016), en su “Estudio físico químico de la calidad del agua del río Caca región Lima”, realizado en la Universidad Pontificia Católica del Perú, realizó la evaluación de calidad del agua en el cuerpo hídrico monitoreando sus características físicas y químicas. El monitoreo se efectuó en sendas campañas en el mes de mayo y julio del 2015, en época de lluvias y estiaje respectivamente, definiéndose 6 estaciones de muestreo. En cada estación se hizo mediciones in situ y se tomó muestras para el análisis en el laboratorio. Los parámetros que se determinaron en campo fueron temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y pH; los parámetros analizados en el laboratorio fueron demanda química de oxígeno, sólidos totales, sedimentables, suspendidos y disueltos, cloruros, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, carbonatos, sodio, calcio, aluminio, cadmio, cobre, hierro, magnesio, plomo y zinc. En los resultados obtenidos se determinó que los parámetros estudiados en el río Caca no sobrepasan los niveles establecidos en el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para agua destinada a riego de vegetales y bebida para animales. El río Paluche, uno de los contribuyentes del río Caca, no cumple con los valores establecidos por el ECA para fosfatos (1,052 mg/L), Fe (1,005 mg/L) y pH (6,03). Del análisis realizado se concluye que el río Lincha tiene influencia en la calidad del agua del río Caca. Según Cavero e Ibañez (2011), en su informe de investigación titulado “Determinación de la Concentración de Nitritos y Nitratos en Aguas Subterráneas Impactadas

por la Minería Artesanal en el Cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad 2010” realizado en la Universidad Nacional de Trujillo – Perú, concluye que la determinación cuantitativa de las concentraciones de Nitratos en aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal en cinco puntos aledaños al cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco; en donde encontraron que las concentraciones obtenidas del agua del Río Chamiz Bajo, Agua de Riego y Agua de Socavón están por encima del rango establecido por la Organización Mundial de la Salud (50 mg/l); la presencia de estos iones en concentraciones elevadas acarrearán una fuente de contaminación ambiental y de salud muy latente.

También Custodio y Pantoja (2012). Los datos de temperatura en las tres estaciones de muestreo reflejan básicamente una temperatura uniforme, aunque mayor en la estación La Perla, donde el bajo caudal y la pobre cubierta vegetal, debido a la eliminación del bosque ribereño, determinan altas temperaturas ambientales y por ende repercuten en la temperatura del agua, sobre todo en época seca cuando el caudal baja. Los datos obtenidos de sólidos totales disueltos y fosfatos no superan los ECA (500 mg/L y 0.5 mg/L respectivamente). Los resultados de los parámetros biológicos en las tres estaciones de muestreo, mostraron que los niveles de concentración de coliformes termotolerantes se encuentran entre los límites de estándares nacionales de calidad ambiental para las categorías 3 y 4. En tanto que para la categoría 1 (poblacional y recreacional) y 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se llegaron al finalizar el presente trabajo de investigación fueron las siguientes:

- Mediante el presente trabajo de investigación se acepta la hipótesis alterna planteada, en la que se demuestra que la concentración de nitratos y fosfatos en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica, cumplen con los estándares de calidad ambiental (ECA –agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales), Encontrándose una concentración media de 13.538 mg/L para nitratos y 0.533 mg/L para fosfatos, encontrándose estos valores dentro de los límites máximos permisibles de las (ECA-agua), categoría 3. Validando así la calidad de las aguas del río Ichu para esta categoría.
- Así, mismo se ha realizado las medidas de control in situ de los parámetros del pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica, encontrándose sus valores medios dentro de los límites máximos permisibles que establecen las (ECAS – agua), categoría 3. En la cual se demuestra la calidad del agua del río Ichu para ser utilizada para el riego de vegetales y bebidas de animales.
- A la evaluación de estos parámetros como son: nitrato, fosfato, pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica, se observó que estos valores puedan sufrir variaciones en los diferentes puntos de toma de muestra, debido al incremento de contaminantes puntuales como son las aguas residuales domiciliarias, el incremento de los residuos sólidos entre otros. Por lo en el tiempo se asume que estos valores encontrados en el presente trabajo de investigación se incremente y así no cumplan con los estándares de calidad ambiental (ECA-agua), categoría 3, perdiéndose la calidad del agua del río Ichu.
- Desde el punto de vista del aprovechamiento del recurso hídrico, se debe de implementar medidas de gestión de manejo de las aguas del río Ichu, con la finalidad de hacer uso en diferentes actividades que realizan la población como: riego de las áreas verdes de las parques de nuestra ciudad, utilización en los bio-huertos, etc el cual permitiría racionalizar el uso del agua potable que normalmente se hace uso para estas actividades ya sea riego de vegetales o bebida de animales.

RECOMENDACIONES

Al analizar los resultados se recomienda:

- De acuerdo a los resultados y conclusiones se recomienda a las autoridades competentes tanto regionales y locales, afín de que realicen un programa de monitoreo planificado anual de las aguas del río Ichu, el cual nos permita evaluar la calidad de este recurso hídrico, así mismo obtener datos de los parámetros físicos-químicos y su comportamiento en el tiempo. De esta manera podremos contar con una base de datos para tomar acciones y cual nos permita mejorar la calidad y eficiencia de la gestión del manejo de nuestro recurso hídrico.
- A la Dirección Regional de Salud - Huancavelica, a través de la dirección de Digesa, se sugiere realizar un monitoreo constante de las aguas de río Ichu, con el fin de evaluar la calidad del agua en base al cumplimiento de las políticas y planes de manejo de los recursos hídricos, esto permitirá garantizar la calidad del agua dentro de las ECAS, como es el caso del presente trabajo de investigación.
- En cuanto a la concentración de los diferentes estándares y/o parámetros de las ECA – Agua, como es el caso de nitratos y fosfatos se recomienda a las Instituciones competentes como ANA (Autoridad Nacional de Agua), OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental), pertenecientes al Gobierno Nacional a través del MINAM, realizar trabajos de control, monitoreo y fiscalización de las aguas de nuestro río Ichu, por que se ha observado durante la ejecución del presente proyecto el incremento de concentración de estos parámetros por la presencia de contaminantes puntuales como aguas domiciliarias, residuos sólidos, entre otros el cual hacen que estas aguas se contaminen y se incremente la concentración de estos parámetros y que al transcurrir el tiempo no cumplan con las ECA- Agua.
- Referente a la presencia de los diferentes contaminantes en las riveras de nuestro río Ichu, se recomienda realizar un trabajo multisectorial con las Instituciones competentes tanto del sector público y privado, a fin de adoptar medidas correctivas que permitan la calidad de este recurso hídrico. Así mismo promover proyectos de inversión pública referidos al manejo de aguas domiciliarias, disposición final de residuos sólidos, educación ambiental.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

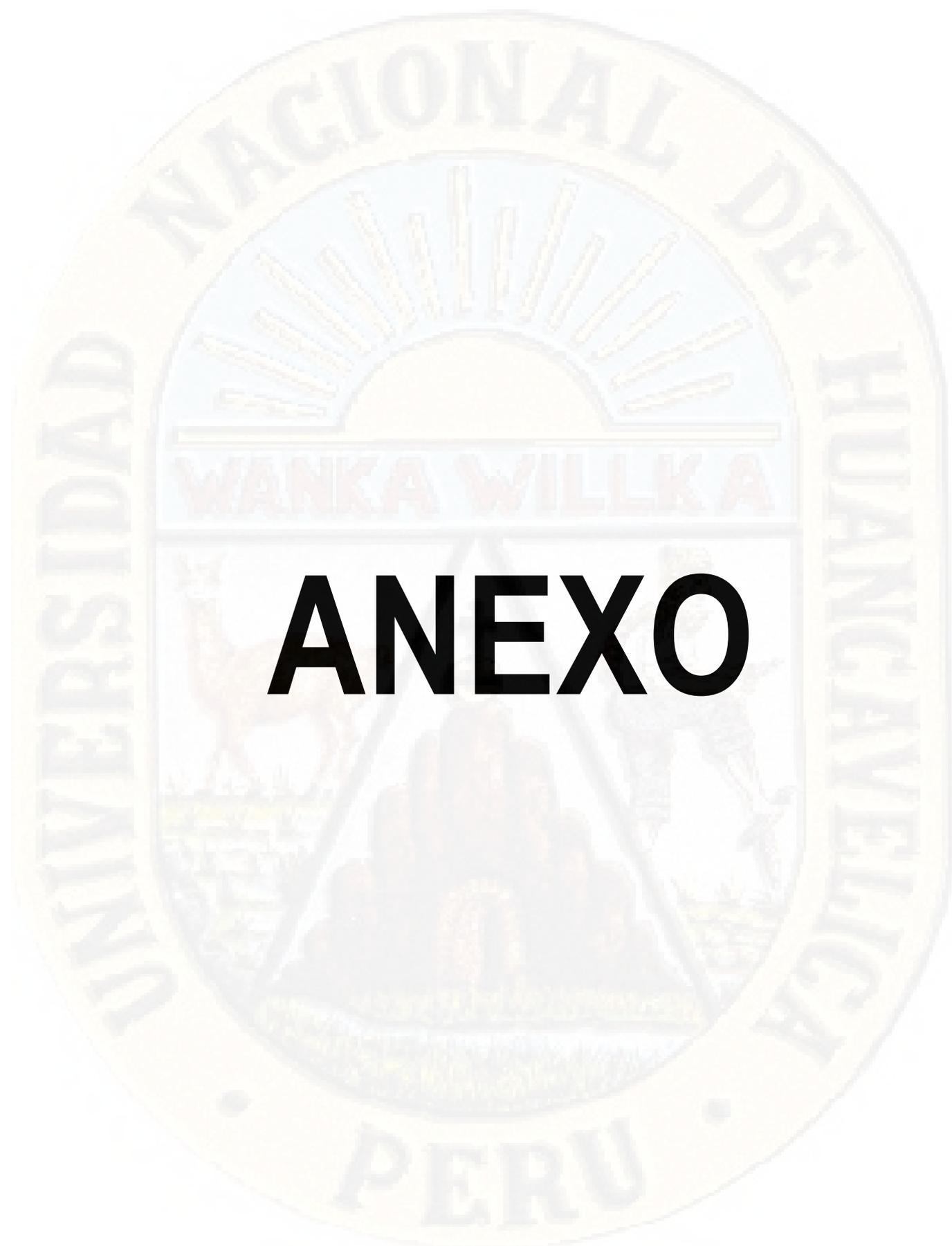
1. Amado AJ, Rubiños PE, Reyes GF, Alarcón, CJ, Hernández AE. Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y predicción. *Revista Internacional de Botánica experimental*; 2006. p 75: 71 – 83.
2. Ambiente Md. DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. El Peruano Pdl, editor. Lima.
3. Autoridad Nacional del Agua – ANA. Protocolo de Monitoreo de la calidad de los Recursos Hidricos; 2016. Lima, Peru.
4. Avila J. Evaluación de la remocion de nitratos y fosfatos a nivel laboratorio por microalgas libres e inmovilizadas paea el tratamiento terciario de aguas residuales.[Tesis pregrado]. Universidad Ricardo Palma; 2015.
5. Bernal, Cesar A. Metodología de la Investigación, 3^{ra} Edición, Editorial Pearson; 2010.
6. Bethemont, J. Geografía de la Utilización de las Aguas Continentales. Barcelona, España; 1980. 179 -209 p.p.
7. Bi Yun Zhen Wu. “Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la micro cuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008”. [Tesis maestria] San José, Costa Rica; 2009.
8. Bojorge M, Cantoral E. La importancia ecológica de las algas en los ríos. Mexico; 2016.
9. Candela L, Aureli A. Agricultural threats to groundwater quality. IHP-UNESCO, IAMAZ-CIHEAM, 1998. p 251.
10. Canter L. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Universidad de Oklahoma. Mc Graw Hill; 2000. p835.
11. Calvo J, Dolmos P. Evaluación de la contaminación del río Huantay-Provincia de Cusco y Quispicanchi”. [Tesis pregrado]. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco; 2017.
12. Carrasco S. Metodología de la investigación Científica, 1^{ra} Edición. Perú. Editorial San Marcos; 2006.

13. Castiella J, Pérez C, Sanz L. Documento técnico. Contaminación por nitratos en el Acuífero Aluvial del Ebro en Navarra, Dirección Gral. De Medio Ambiente y Agua CRANA (Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra). Pamplona / Iruña; 2008.
14. Castro M. Parámetros Físico-Químicos que influyen en la Calidad y en el Tratamiento del Agua. Trabajos presentados al Curso Taller sobre Control de Calidad Analítica. Lima, CEPIS; 1987. p. 1-72.
15. Cavero MY, Ibañez MA. Determinación de la concentración de nitritos y nitratos en aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal en el cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad 2010. Trujillo: Universidad Nacional De Trujillo, Escuela Académico Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2011.
16. Centro Guaman Poma de Ayala. Salvemos el Huatanay una prioridad para la vida en el Valle del Cusco; 2004.
17. Custodio VM, Pantoja ER. Impactos antropogénicos en la calidad de agua del río Cunas. Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Huancayo – Perú; 2012. p10.
18. Decreto Legislativo N° 1013, creación de Ministerio del Ambiente; 2008.
19. Decreto Supremo N° 001-2010-AG. Aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos”.
20. Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Aprueba Límites Máximos Permisibles.
21. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
22. Diario Correo. Río Ichu, está desprotegido ante la contaminación. Diario el Correo; 2015. Marzo 17.
23. Diario Correo. Río Ichu, está desprotegido de la contaminación. Diario el Correo; 2015. Agosto 09.
24. Diario Correo. Ichu un río moribundo. Diario el Correo; 2014. Octubre 22.
25. DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental); 2008. Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales. Dirección de Ecología y Protección del Ambiente, Área de Protección de los Recursos Hídricos, Ministerio de Salud.

26. Faustino J. Criterios para la clasificación de los problemas y soluciones en la conservación de suelos y aguas CATIE, Turrialba; 1996. 60 p.
27. Florián T. Análisis físicos, químicos y microbiológicos de la calidad del agua superficial de la Cuenca Hidrográfica Amojú - Jaén 2016. [Tesis pregrado] Universidad Cesar Vallejo.
28. Gonzales A, Oseda D, Ramirez F, Gave J. ¿Como aprender y enseñar investigación científica? Primera ed. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica; 2011.
29. Hernandez R, Fernandez C, Baptista M. Metodología de la Investigación. Quinta ed. México: McGraw-hill/Interamericana editores, S.A.; 2010.
30. Liguang L, Zhenli H, Zhigang L, Suli L, Yongshan W, Peter S. Spatiotemporal change of phosphorous speciation and concentration in stormwater in the St. Lucie Estuary watershed, South Florida. *Chemosphere*. Enero; 2017. p 9.
- 31 Lavie E, Bermejillo A, Morábito J, Filippini M, Salatino S. Contaminación por fosfatos en el oasis bajo riego del río Mendoza. *Rev. FCA UNCuyo*. Tomo 42. N° 1; 2010. p 169-184.
32. Martínez CA. Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca del río Naolinco, Veracruz. Tesis: trabajo de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Veracruz. México; 2010. 78 p.
33. Medina TC, Hora M, Pareda W, Gabriel R, Asencio I. Caracterización físico-química de los ríos de las cuencas perejil, caballo moro y chuyugual, en el alto de Chicama. Trujillo UNd, editor. La libertad: Departamento de Ciencias Biológicas; 2008.
34. Mendoza M. Impacto de la tierra, en la calidad del agua en la microcuenca río sábalos. Cuenca del río San Juan. Turrialba, CR, CATIE; 1996. 81 p.
35. Moreno D, Quintero J, López A. Métodos para Identificar, Diagnosticar y Evaluar el Grado de Eutrofia. México D.F., México; 2010.
36. Ocasio F. Evaluación de calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras. San Juan, Puerto Rico; 2008.
37. OMS (Organización Mundial de la Salud). Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Segunda edición. Volumen 3. OMS, Ginebra; 2003. 255 p.

38. Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2014.
39. OPS, (Organización Mundial para la Salud). Consideraciones sobre el programa medio Ambiente y salud en el Itsmo centroamericano. San José, CR; 1999. 50 p.
40. Pacheco J, Cabrera A. (2003). Fuentes Principales de Nitrogeno de Nitratos en el Aguas Subterraneeas. Revista Academica Ingenieria; 2003. p. 47-54.
41. Quílez D, Aragüés R, Isidoro D, Vázquez R. Tendencias de salinidad, nitrato y fosfato en las aguas superficiales de la cuenca del Ebro. [Investigación y tecnología]. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Zaragoza; 2011.
42. Randulovich, R. Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina. Revista Forestal Centroamericana; 1997. p. 15 – 20.
43. Ramakrishna B. Estrategia de extensión para el manejo integrado de Cuencas Hidrográficas. Conceptos y Experiencias. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura (IICA). Serie Investigación y educación en desarrollo sostenibles. San José CR; 1997. 338 p.
44. Rodríguez S, De Asmundis C, Martínez G. Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas; 2016.
45. Reina MA. (2013). Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del rio Bejuco mediante la aplicación de indicadores físico - químico y biológico. Tesis para optar el título profesional: Calceta. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabi Manuel Félix López. Ecuador; 2013.
46. Sampieri, R & Coautores. Metodología de la investigación, 3^{ra} Edición. México. Editorial McGraw – Hill; 1998.
47. Seoáñez, M. Aguas residuales urbanas. Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento. Colección ingeniería medioambiental; 1995.
48. Sierra C. Calidad del Agua- Evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U ed. López L, editor. Medellin: Universidad de Medellín; 2011.
49. Teves, B. Estudio Fisicoquímico de la Calidad del Agua del Río Cakra, Región Lima. [Tesis maestria]. Pontificia Universidad Católica del Peru; 2016.
50. UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2015.

51. Vargas L. Tratamiento de Agua para Consumo Humano - Plantas de Filtración Rápida Lima. Manual Teoría. Tomo I. CEPIS/OPS; 2004.
52. Vasquez M. Evaluación de la calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y algunos parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca, Pampas, Pallasca. Ancash. Perú; 2014.
53. Vinelli, R. Tesis titulada Estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito de San Pedro de Lloc. Pontificia Universidad Católica del Perú; 2012.
54. Water Boards. Recursos para Agricultores – Nitrato en el agua; 2013.
55. World Visión. Manual de manejo de cuencas; 2013.
56. Yao G, Zhigang Y, Qingzhen Y, Hongtao C, Tiezhu M, Jiaqiang T. Variation and Sources of Dissolved Nutrients in the Yellow River, China. Environmental Research and Public Health; 2015.
57. Yingrong W, Gerrit S, Giesen NV. Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. Scientific Reports; 2017.



ANEXO

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA
TÍTULO: “CONCENTRACIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS EN EL RIO ICHU EN ÉPOCA DE ESTIAJE EN LA PARTE URBANA DE HUANCVELICA”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	METODOLOGÍA
¿Cuál es la concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica?	Evaluar la concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica.	H₀: La concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica no cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA- Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Variables dependientes • Concentración de fosfatos (mg/l o ppm). • Concentración de nitratos (mg/l o ppm). 	Parámetro físicos químicos	mg/l.	Tipo de Investigación: Investigación básica. Nivel de Investigación: Investigación descriptiva Método de investigación: Método descriptivo e hipotético deductivo Diseño de Investigación: Descriptivo	Población: Cuenca del río Ichu Muestra: Agua del río Ichu en la parte urbana de Huancavelica. Técnicas: Observación. Descripción. Instrumentos: Registros. Analizadores de agua. Procesamiento de datos:
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Covariables • Temperatura • Conductividad • Oxígeno disuelto • pH. 		mg/l.		
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Determinar la concentración 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Variables independientes • Río Ichu. 		Estándares de calidad ambiental para agua (ECA) para categoría 3: riego de		

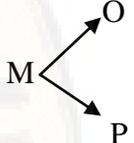
	<p>de nitratos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica.</p> <p>➤ Determinar la concentración de fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica.</p> <p>➤ Comparar la concentración de nitratos y fosfatos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Agua categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).</p>	<p>H₁: La concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu, en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica si cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA- Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).</p>		<p>vegetales y bebida de animales</p>		<p>Transeccional</p>  <p>Dónde:</p> <p>M: Representa la muestra.</p> <p>O: Información que recogemos de la muestra.</p> <p>P: Propuesta.</p>	<p>Multiparametro</p> <p>ECA- agua categoría 3.</p> <p>Software SAS</p>
--	---	--	--	---------------------------------------	--	---	---

Tabla 1A. Análisis Físico-Químico de la concentración de nitratos, fosfatos y parámetros de control.

PUNTO DE MONITOREO	PARÁMETROS DE CONTROL (IN SITU)				PARÁMETROS (EX SITU)	
	PH	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELTO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	NITRATOS (NO ₃ ⁻)	FOSFATOS (PO ₄ ³⁻)
		°C	mg/l	uS/cm	mg/l	mg/l
PM	7.5	8.5	7.21	336	13.0	0.50
PM - 1	6.1	12.1	7.31	624	13.5	0.50
PM - 2	6.5	12.3	9.76	538	13.5	0.50
PM - 3	7.1	14.6	9.60	630	13.5	0.55
PM - 4	6.5	12.8	10.95	867	13.5	0.55
PM - 5	6.8	14.7	6.03	1035	14.5	0.6

Tabla 2A. Procesamiento y análisis de los datos de la variable nitratos

PROGRAMACION

```
DATA ESTDISCRISAEZ;
INPUT NITRATOS;
CARDS;
13.0
13.5
13.5
13.5
13.5
14.5
PROC UNIVARIATE PLOT NORMAL DATA=ESTDISCRISAEZ;
VAR NITRATOS;
HISTOGRAM;
RUN;
```

RESULTADOS

Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE
Variable: NITRATOS

Momentos			
N	6	Sumar pesos	6
Media	13.5833333	Observ suma	81.5
Desviación std	0.49159604	Varianza	0.24166667
Asimetría	1.43796226	Curtosis	3.60285375
SC no corregida	1108.25	SC corregida	1.20833333
Coef. variación	3.61911195	Media error std	0.20069324

Medidas estadísticas básicas			
Ubicación		Variabilidad	
Media	13.58333	Desviación std	0.49160
Mediana	13.50000	Varianza	0.24167
Moda	13.50000	Rango	1.50000
		Rango intercuartil	0

Tests para posición: $\mu_0=0$		
Test	Estadístico	p valor

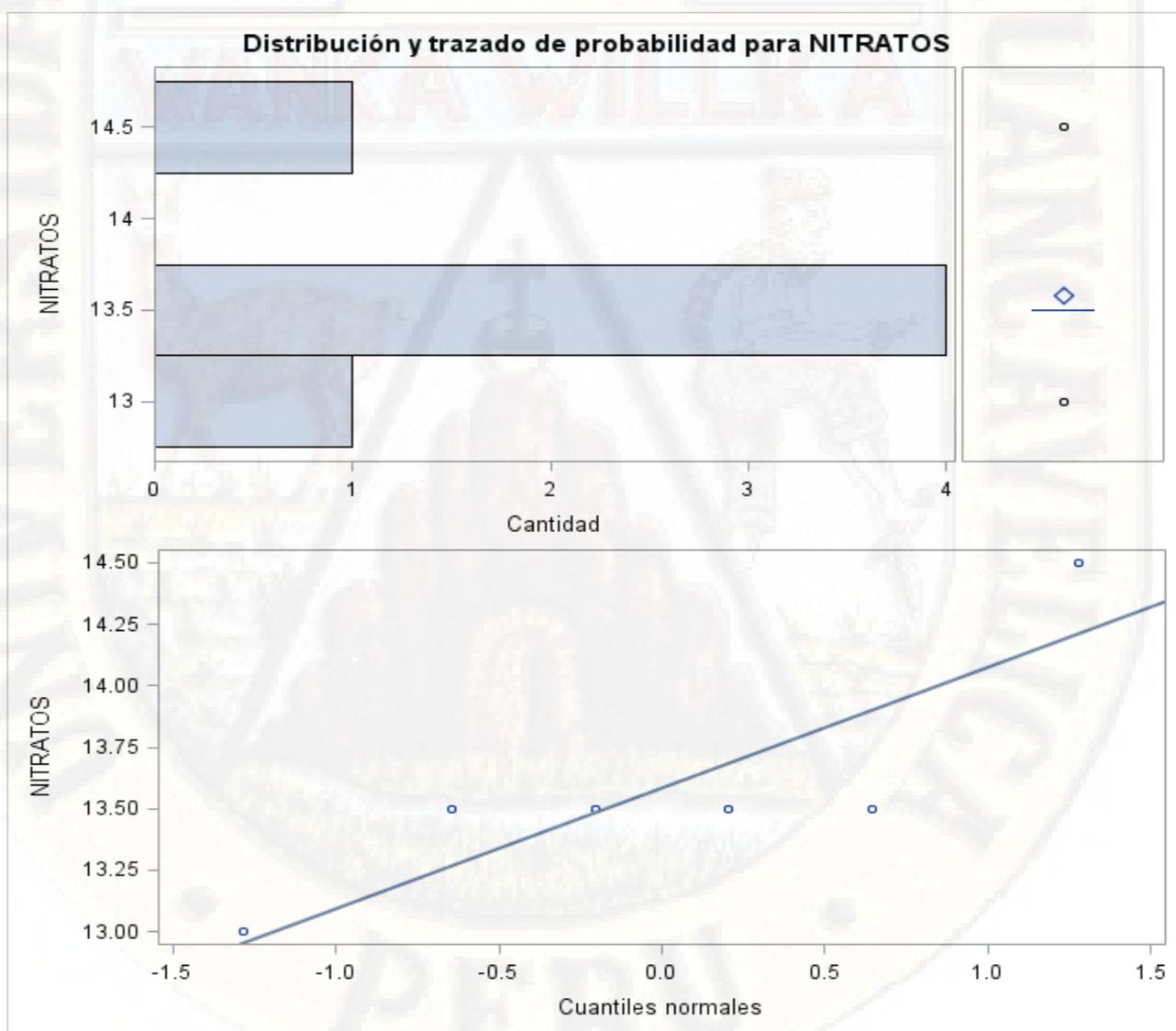
Tests para posición: $\mu_0=0$				
Test	Estadístico		p valor	
T de Student	t	67.68207	Pr > t	<.0001
Signo	M	3	Pr >= M	0.0313
Puntuación con signo	S	10.5	Pr >= S	0.0313

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.769802	Pr < W	0.0809
Kolmogorov-Smirnov	D	0.400638	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.174805	Pr > W-Sq	0.0075
Anderson-Darling	A-Sq	0.840793	Pr > A-Sq	0.0134

Cuantiles (Definición 5)	
Nivel	Cuantil
100% Máx	14.5
99%	14.5
95%	14.5
90%	14.5
75% Q3	13.5
50% Mediana	13.5
25% Q1	13.5
10%	13.0
5%	13.0
1%	13.0
0% Mín	13.0

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación
13.0	1	13.5	2
13.5	5	13.5	3
13.5	4	13.5	4
13.5	3	13.5	5
13.5	2	14.5	6



Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE

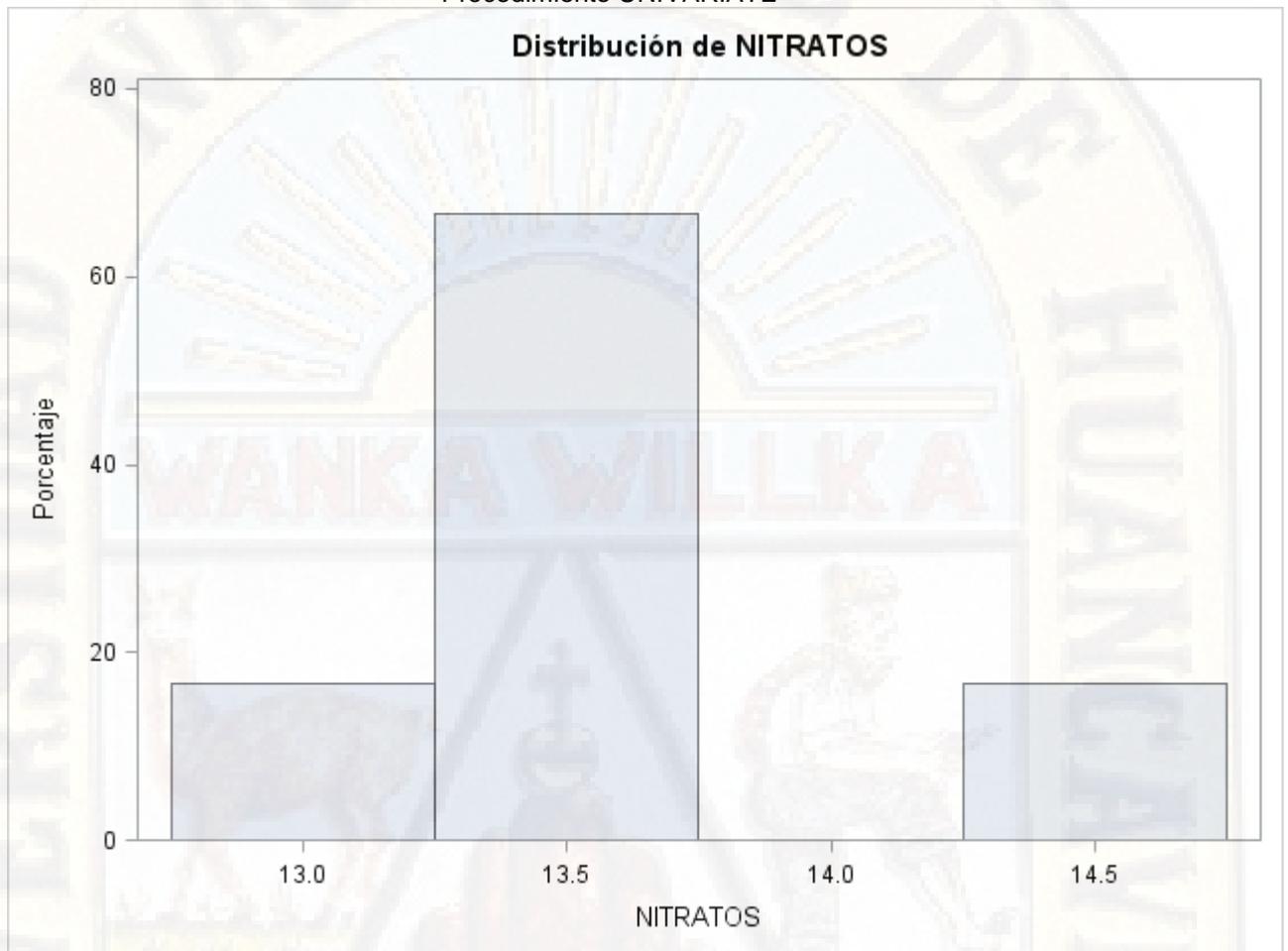


Tabla 3A. Procesamiento y análisis de los datos de la variable fosfatos

PROGRAMACION

```
DATA ESTDISCRISAEZ;
INPUT FOSFATOS;
CARDS;
0.50
0.50
0.50
0.55
0.55
0.60
PROC UNIVARIATE PLOT NORMAL DATA=ESTDISCRISAEZ;
VAR FOSFATOS;
HISTOGRAM;
RUN;
```

RESULTADOS

Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE
Variable: FOSFATOS

Momentos			
N	6	Sumar pesos	6
Media	0.53333333	Observ suma	3.2
Desviación std	0.04082483	Varianza	0.00166667
Asimetría	0.85732141	Curtosis	-0.3
SC no corregida	1.715	SC corregida	0.00833333
Coef. variación	7.65465545	Media error std	0.01666667

Medidas estadísticas básicas			
Ubicación		Variabilidad	
Media	0.533333	Desviación std	0.04082
Mediana	0.525000	Varianza	0.00167
Moda	0.500000	Rango	0.10000
		Rango intercuartil	0.05000

Tests para posición: $\mu_0=0$		
Test	Estadístico	p valor

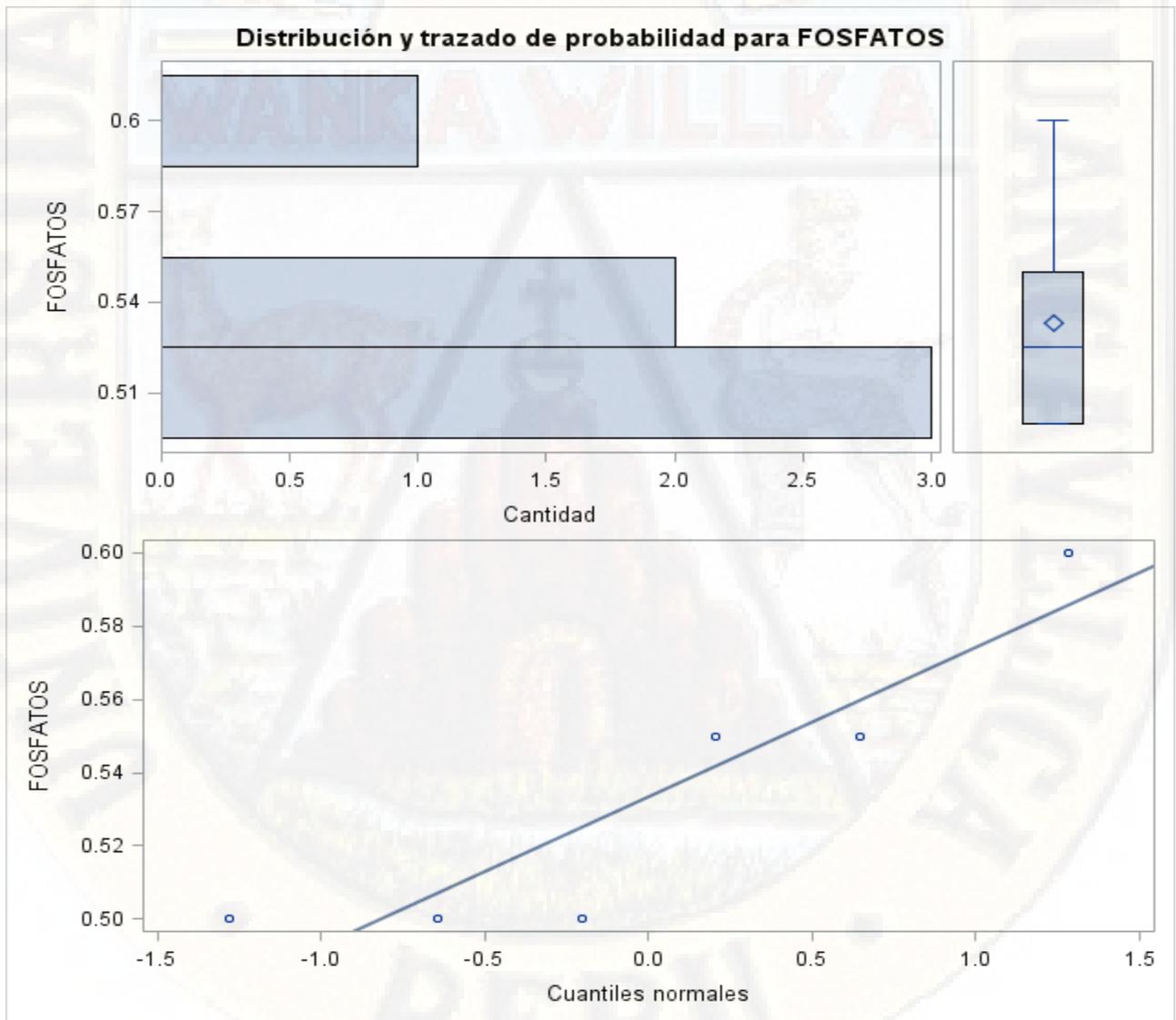
Tests para posición: $\mu_0=0$				
Test	Estadístico		p valor	
T de Student	t	32	Pr > t	<.0001
Signo	M	3	Pr >= M	0.0313
Puntuación con signo	S	10.5	Pr >= S	0.0313

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.821616	Pr < W	0.0911
Kolmogorov-Smirnov	D	0.292892	Pr > D	0.1032
Cramer-von Mises	W-Sq	0.090018	Pr > W-Sq	0.1249
Anderson-Darling	A-Sq	0.544383	Pr > A-Sq	0.0936

Cuantiles (Definición 5)	
Nivel	Cuantil
100% Máx	0.600
99%	0.600
95%	0.600
90%	0.600
75% Q3	0.550
50% Mediana	0.525
25% Q1	0.500
10%	0.500
5%	0.500
1%	0.500
0% Mín	0.500

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación
0.50	3	0.50	2
0.50	2	0.50	3
0.50	1	0.55	4
0.55	5	0.55	5
0.55	4	0.60	6



Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE

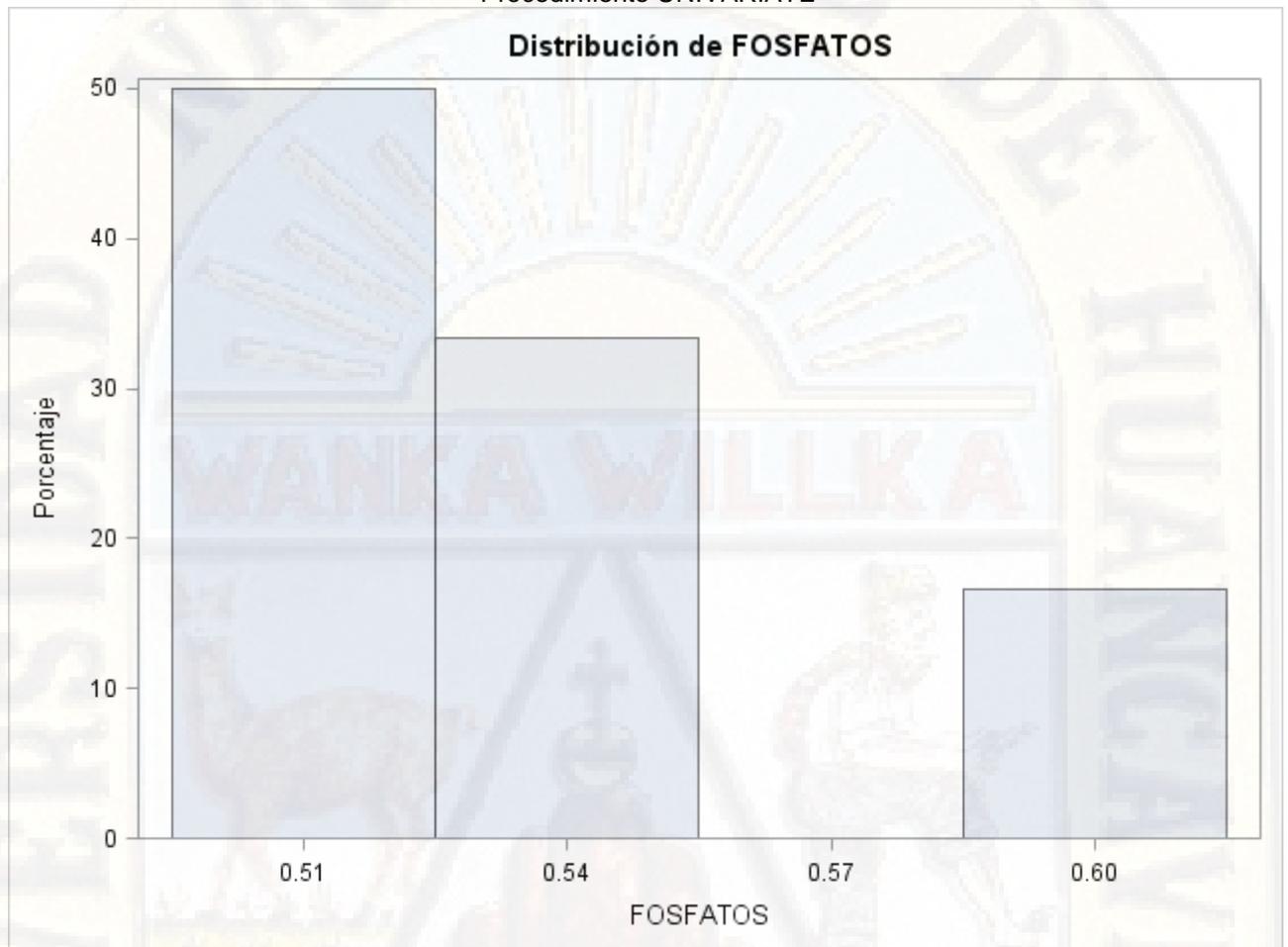


Tabla 4A. Procesamiento y análisis de los datos del parámetro pH

PROGRAMACION

```

DATA ESTDISCRISAEZ;
INPUT PH;
CARDS;
7.5
6.1
6.5
7.1
6.5
6.8
PROC UNIVARIATE PLOT NORMAL DATA=ESTDISCRISAEZ;
VAR PH;
HISTOGRAM;
RUN;

```

RESULTADOS

Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE
Variable: PH

Momentos			
N	6	Sumar pesos	6
Media	6.75	Observ suma	40.5
Desviación std	0.49699095	Varianza	0.247
Asimetría	0.38857329	Curtosis	-0.3096264
SC no corregida	274.61	SC corregida	1.235
Coef. variación	7.36282882	Media error std	0.2028957

Medidas estadísticas básicas			
Ubicación		Variabilidad	
Media	6.750000	Desviación std	0.49699
Mediana	6.650000	Varianza	0.24700
Moda	6.500000	Rango	1.40000
		Rango intercuartil	0.60000

Tests para posición: $\mu_0=0$		
Test	Estadístico	p valor

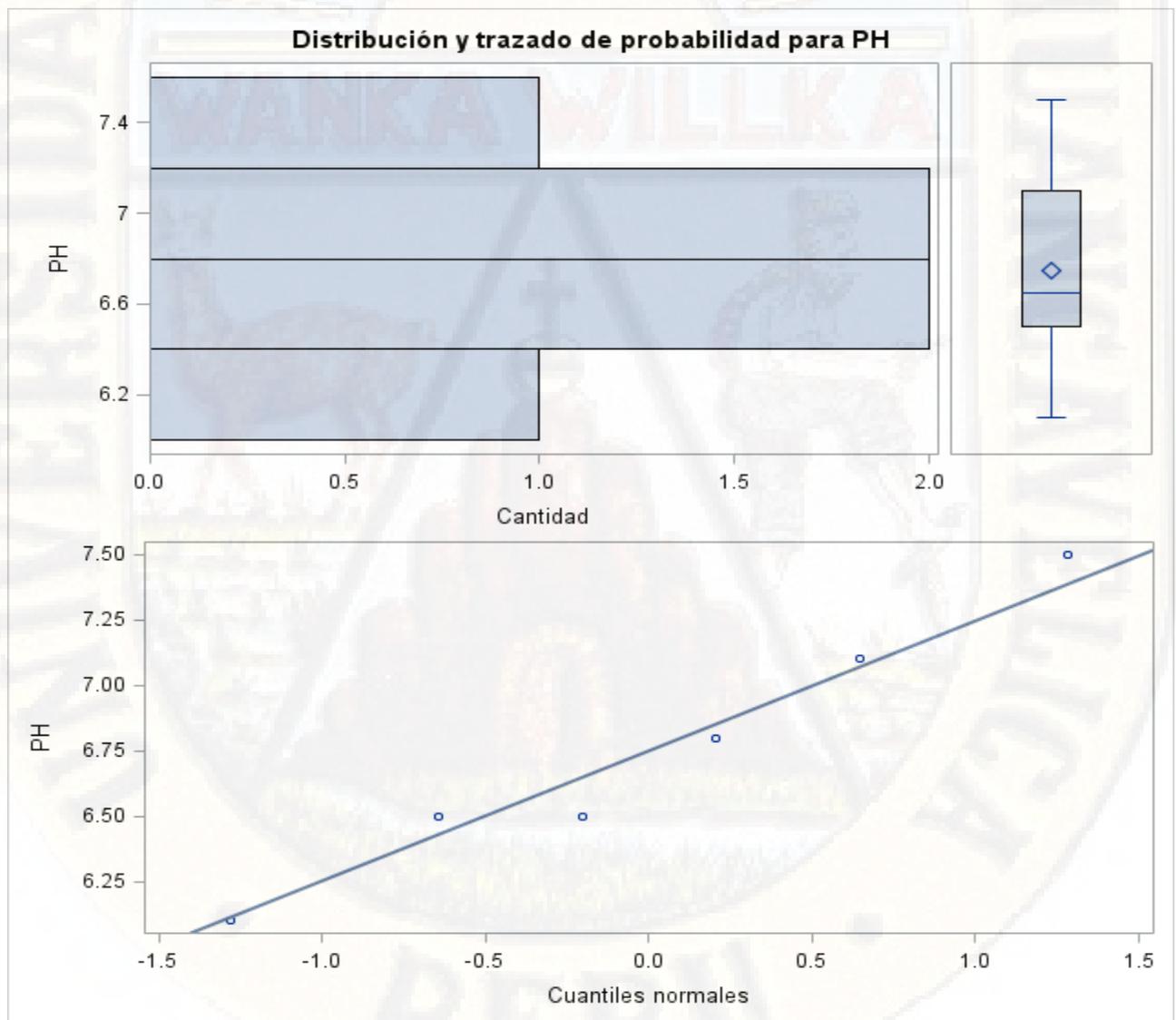
Tests para posición: $\mu_0=0$				
Test	Estadístico		p valor	
T de Student	t	33.26832	Pr > t	<.0001
Signo	M	3	Pr >= M	0.0313
Puntuación con signo	S	10.5	Pr >= S	0.0313

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.970982	Pr < W	0.8990
Kolmogorov-Smirnov	D	0.192527	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.031535	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.197202	Pr > A-Sq	>0.2500

Cuantiles (Definición 5)	
Nivel	Cuantil
100% Máx	7.50
99%	7.50
95%	7.50
90%	7.50
75% Q3	7.10
50% Mediana	6.65
25% Q1	6.50
10%	6.10
5%	6.10
1%	6.10
0% Mín	6.10

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación
6.1	2	6.5	3
6.5	5	6.5	5
6.5	3	6.8	6
6.8	6	7.1	4
7.1	4	7.5	1



Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE

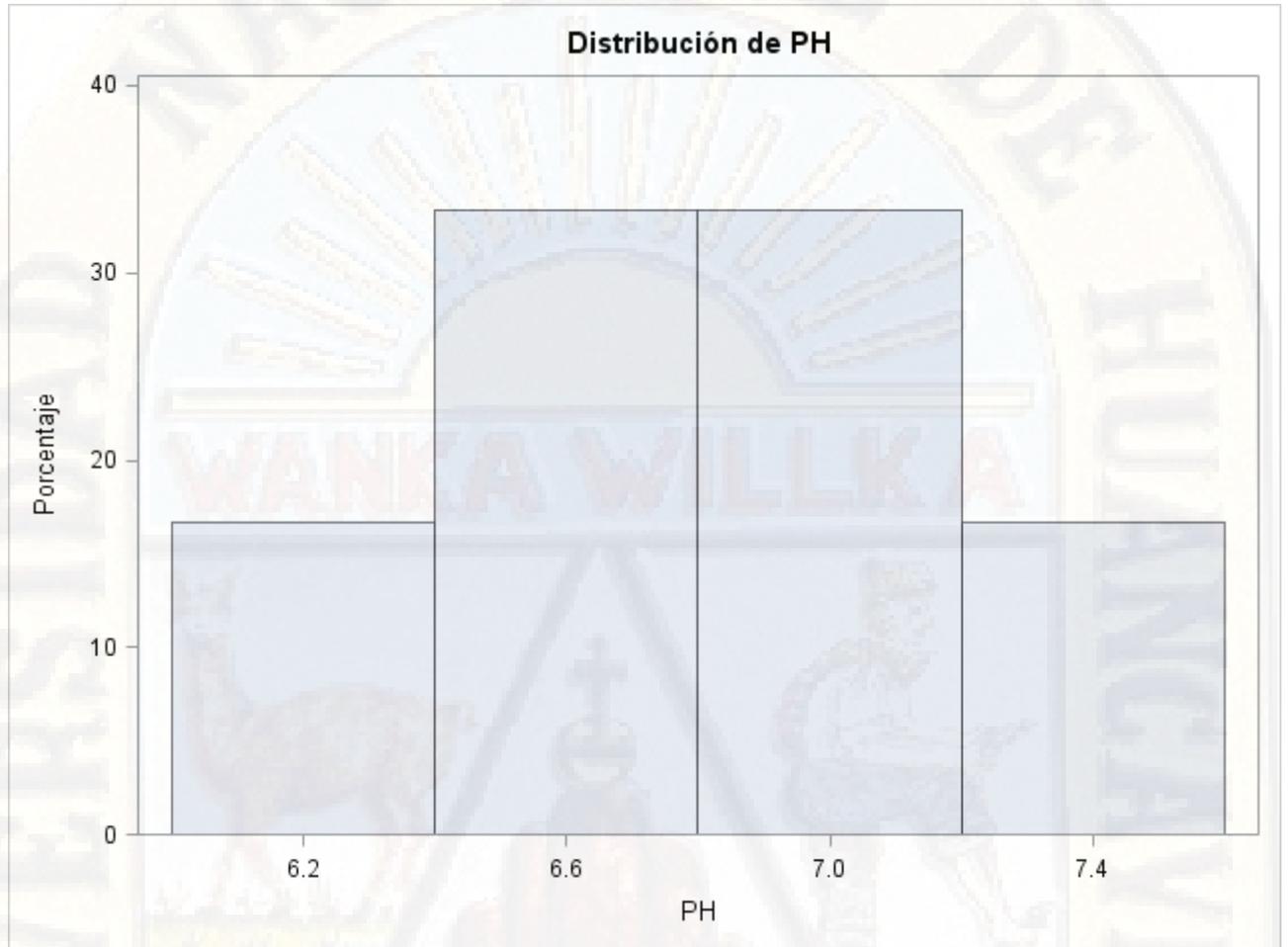


Tabla 5A. Procesamiento y análisis de los datos del parámetro Temperatura

PROGRAMACION

```

DATA ESTDISCRISAEZ;
INPUT TEMPERATURA;
CARDS;
8.5
12.1
12.3
14.6
12.8
14.7
PROC UNIVARIATE PLOT NORMAL DATA=ESTDISCRISAEZ;
VAR TEMPERATURA;
HISTOGRAM;
RUN;

```

RESULTADOS

Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE
Variable: TEMPERATURA

Momentos			
N	6	Sumar pesos	6
Media	12.5	Observ suma	75
Desviación std	2.26008849	Varianza	5.108
Asimetría	-1.1469326	Curtosis	1.76927773
SC no corregida	963.04	SC corregida	25.54
Coef. variación	18.080708	Media error std	0.92267726

Medidas estadísticas básicas			
Ubicación		Variabilidad	
Media	12.50000	Desviación std	2.26009
Mediana	12.55000	Varianza	5.10800
Moda	.	Rango	6.20000
		Rango intercuartil	2.50000

Tests para posición: $\mu_0=0$		
Test	Estadístico	p valor

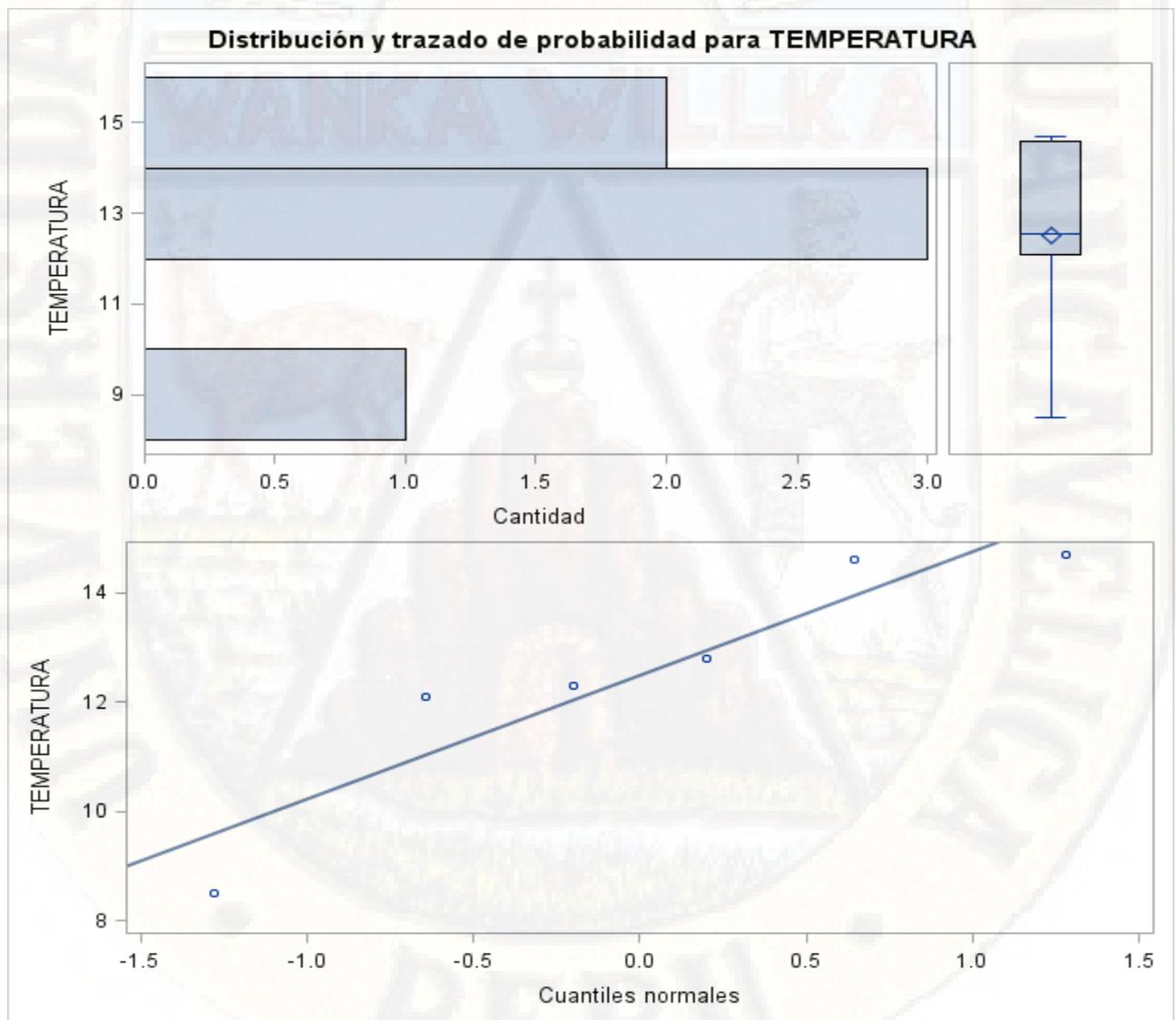
Tests para posición: $\mu_0=0$				
Test	Estadístico		p valor	
T de Student	t	13.54753	Pr > t	<.0001
Signo	M	3	Pr >= M	0.0313
Puntuación con signo	S	10.5	Pr >= S	0.0313

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.876857	Pr < W	0.2549
Kolmogorov-Smirnov	D	0.263094	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.063582	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.399557	Pr > A-Sq	0.2451

Cuantiles (Definición 5)	
Nivel	Cuantil
100% Máx	14.70
99%	14.70
95%	14.70
90%	14.70
75% Q3	14.60
50% Mediana	12.55
25% Q1	12.10
10%	8.50
5%	8.50
1%	8.50
0% Mín	8.50

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación
8.5	1	12.1	2
12.1	2	12.3	3
12.3	3	12.8	5
12.8	5	14.6	4
14.6	4	14.7	6



Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE

Distribución de TEMPERATURA

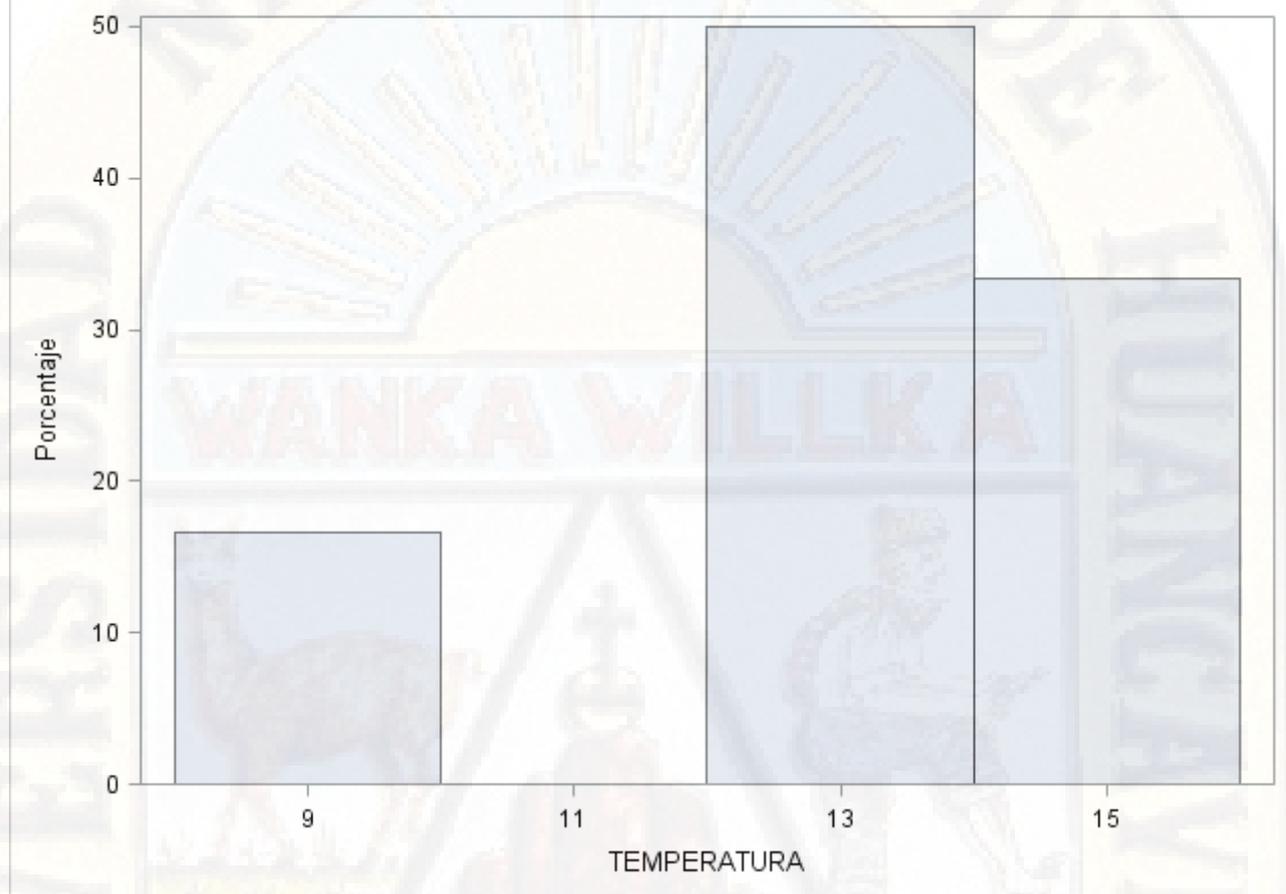


Tabla 6A. Procesamiento y análisis de los datos del parámetro Oxígeno Disuelto

PROGRAMACION

```
DATA ESTDISCRISAEZ;
INPUT OXI_DISU;
CARDS;
7.21
7.31
9.76
9.60
10.95
6.03
PROC UNIVARIATE PLOT NORMAL DATA=ESTDISCRISAEZ;
VAR OXI_DISU;
HISTOGRAM;
RUN;
```

RESULTADOS

Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE
Variable: OXI_DISU

Momentos			
N	6	Sumar pesos	6
Media	8.47666667	Observ suma	50.86
Desviación std	1.89620322	Varianza	3.59558667
Asimetría	0.01737887	Curtosis	-1.8107439
SC no corregida	449.1012	SC corregida	17.9779333
Coef. variación	22.3696802	Media error std	0.77412172

Medidas estadísticas básicas			
Ubicación		Variabilidad	
Media	8.476667	Desviación std	1.89620
Mediana	8.455000	Varianza	3.59559
Moda	.	Rango	4.92000
		Rango intercuartil	2.55000

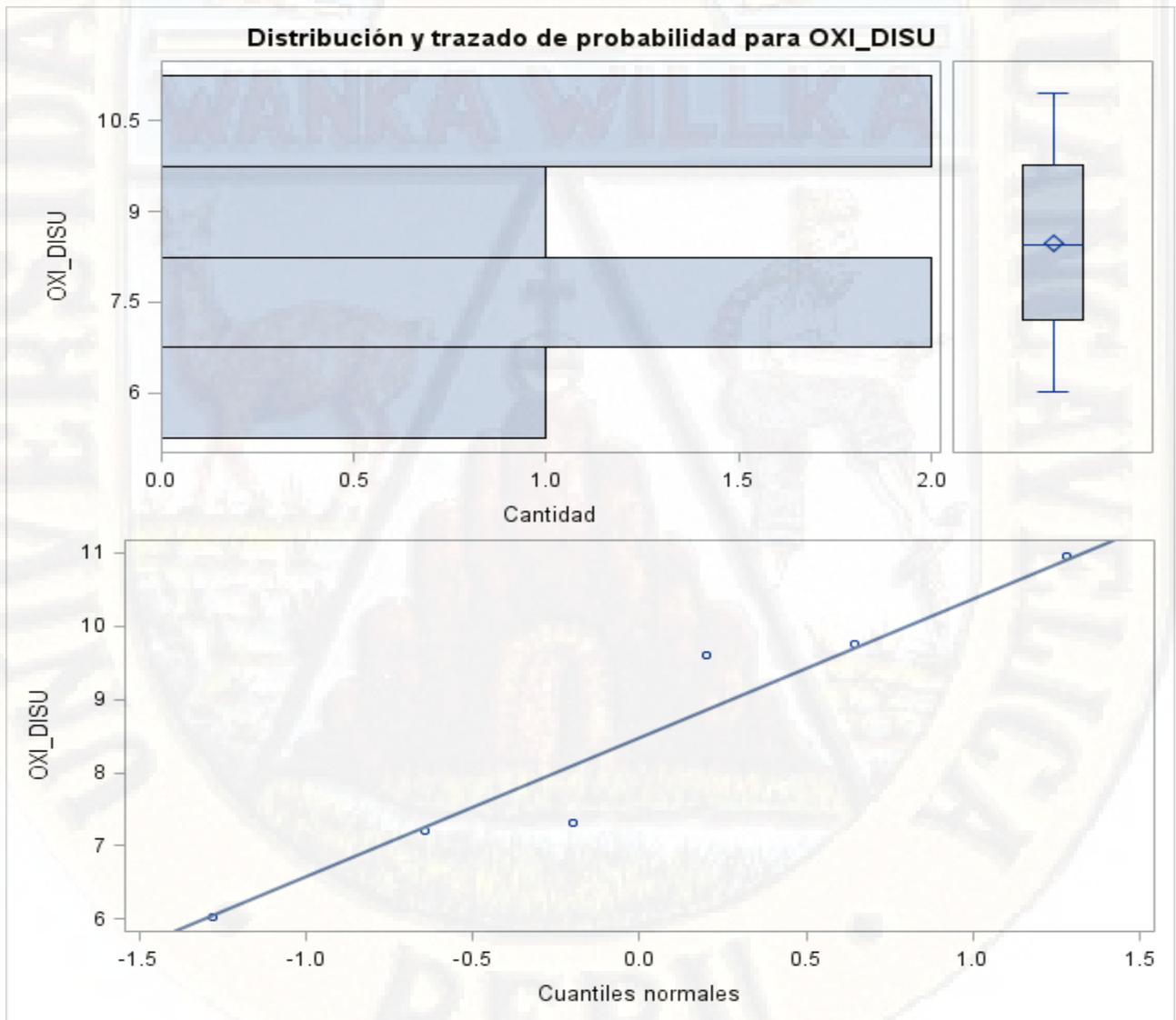
Tests para posición: $\mu_0=0$				
Test	Estadístico		p valor	
T de Student	t	10.95004	Pr > t	0.0001
Signo	M	3	Pr >= M	0.0313
Puntuación con signo	S	10.5	Pr >= S	0.0313

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.926541	Pr < W	0.5537
Kolmogorov-Smirnov	D	0.23081	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.0556	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.309329	Pr > A-Sq	>0.2500

Cuantiles (Definición 5)	
Nivel	Cuantil
100% Máx	10.950
99%	10.950
95%	10.950
90%	10.950
75% Q3	9.760
50% Mediana	8.455
25% Q1	7.210
10%	6.030
5%	6.030
1%	6.030
0% Mín	6.030

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación
6.03	6	7.21	1
7.21	1	7.31	2
7.31	2	9.60	4
9.60	4	9.76	3
9.76	3	10.95	5



Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE

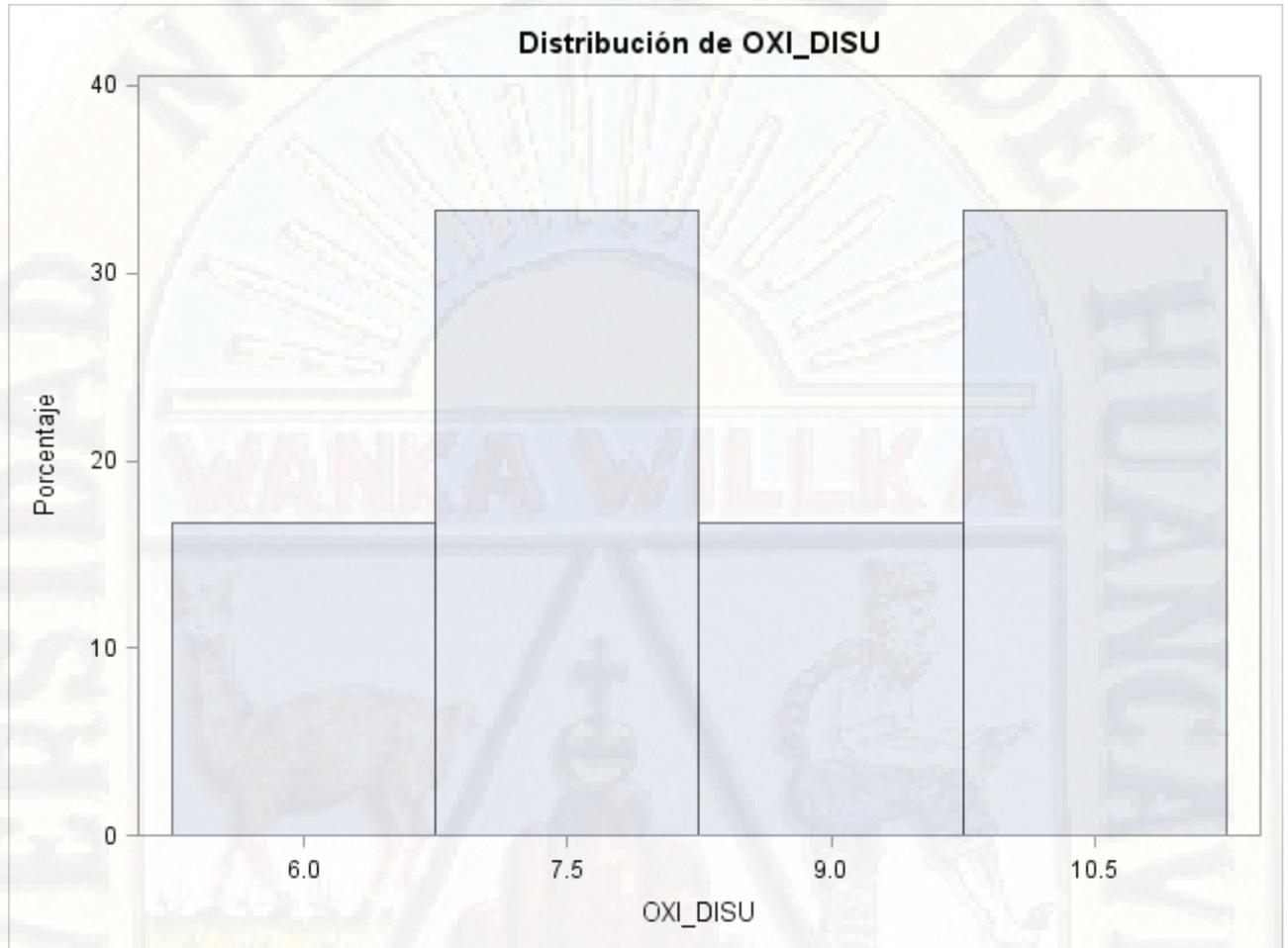


Tabla 7A. Procesamiento y análisis de los datos del parámetro Conductividad Eléctrica

VARIABLE CONDUCTIVIDAD

PROGRAMACION

```
DATA ESTDISCRISAEZ;
INPUT CONDUCTIVIDAD;
CARDS;
336
624
538
630
867
1035
PROC UNIVARIATE PLOT NORMAL DATA=ESTDISCRISAEZ;
VAR CONDUCTIVIDAD;
HISTOGRAM;
RUN;
```

RESULTADOS

Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE
Variable: CONDUCTIVIDAD

Momentos			
N	6	Sumar pesos	6
Media	671.666667	Observ suma	4030
Desviación std	246.865685	Varianza	60942.6667
Asimetría	0.29966584	Curtosis	-0.2366579
SC no corregida	3011530	SC corregida	304713.333
Coef. variación	36.7541963	Media error std	100.782494

Medidas estadísticas básicas			
Ubicación		Variabilidad	
Media	671.6667	Desviación std	246.86569
Mediana	627.0000	Varianza	60943
Moda	.	Rango	699.00000
		Rango intercuartil	329.00000

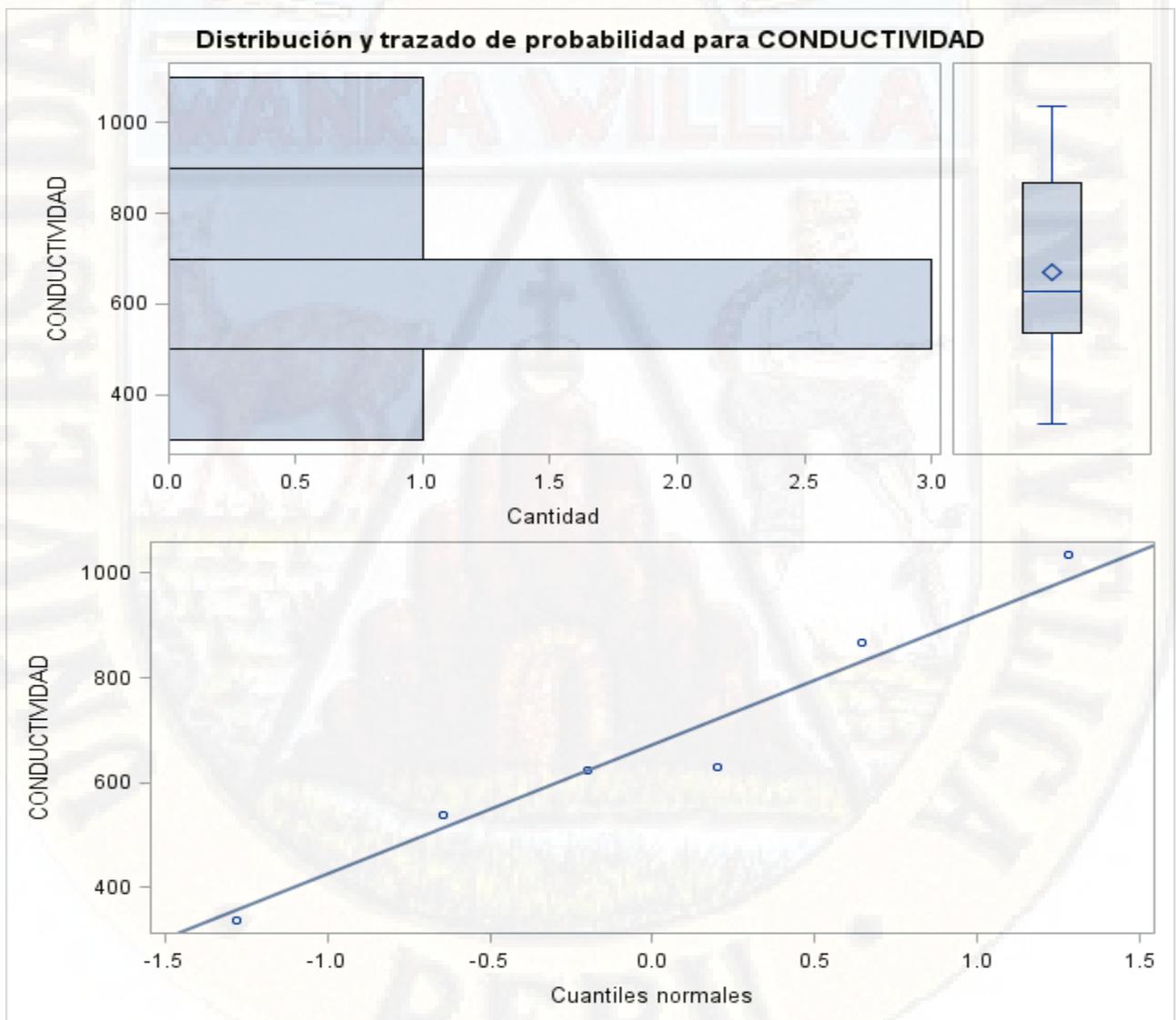
Tests para posición: $\mu_0=0$				
Test	Estadístico		p valor	
T de Student	t	6.664517	Pr > t	0.0011
Signo	M	3	Pr >= M	0.0313
Puntuación con signo	S	10.5	Pr >= S	0.0313

Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.965208	Pr < W	0.8588
Kolmogorov-Smirnov	D	0.233683	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.039929	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.224083	Pr > A-Sq	>0.2500

Cuantiles (Definición 5)	
Nivel	Cuantil
100% Máx	1035
99%	1035
95%	1035
90%	1035
75% Q3	867
50% Mediana	627
25% Q1	538
10%	336
5%	336
1%	336
0% Mín	336

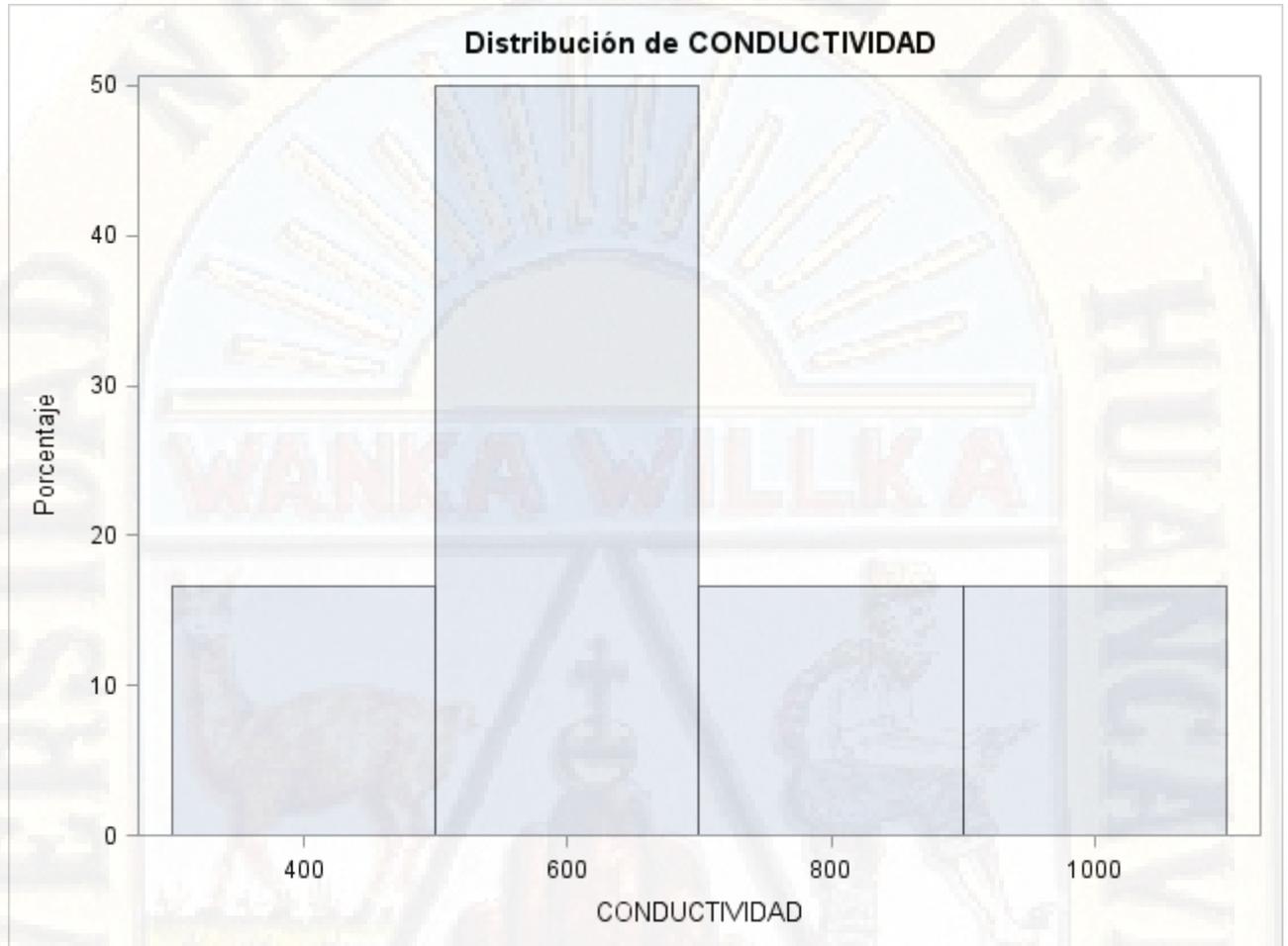
Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación

Observaciones extremas			
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación
336	1	538	3
538	3	624	2
624	2	630	4
630	4	867	5
867	5	1035	6



Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE



ANEXO 2: CERTIFICADO DE ANÁLISIS QUÍMICO DE NITRATOS Y FOSFATOS


LABS UNIVERSAL
**SERVICIO ANALISIS DE MINERALES,
SUELO AGRICOLA Y MEDIO AMBIENTE**

REPORTE DE ANALISIS

Análisis Solicitado por : Wilfredo Sáez Huamán
Tipo de muestra : Muestras de Aguas (Río Ichu)
Procedencia de la muestra : Huancavelica
Fecha de recepción : 10/10/2018
Fecha de inicio : 10/10/2018
Tipo de ensayo : Instrumentación - Estándar

ID. MUESTRAS LABORATORIO	ID. MUESTRAS CLIENTE	PARAMETROS	
Parámetros		Fosfatos PO ₄ ³⁻ mg/L	Nitratos NO ₃ ⁻ mg/L
Unidad			
MA-18/00025	PM-01	0.50	13.5
MA-1800026	PM-02	0.50	13.5
MA-18/00027	PM-03	0.55	13.5
MA-18/00028	PM-04	0.55	13.5
MA-18/00028	PM-05	0.6	14.5
MA-18/00028	PM	0.5	13.0

PARAMETROS DE ACUERDO A NORMAS:

PARAMETROS	METODOS DE ENSAYO
Fosfatos	ME- Cloruro estanooso
Nitratos	ME- Ión selectivo

Huancayo 16 de octubre de 2018


 MSc.Ing. Chaverria Márquez Esmila Y.
 D.P. N°191752
 Responsable de Laboratorio M.A.
 RCJ LABS UNIVERSAL

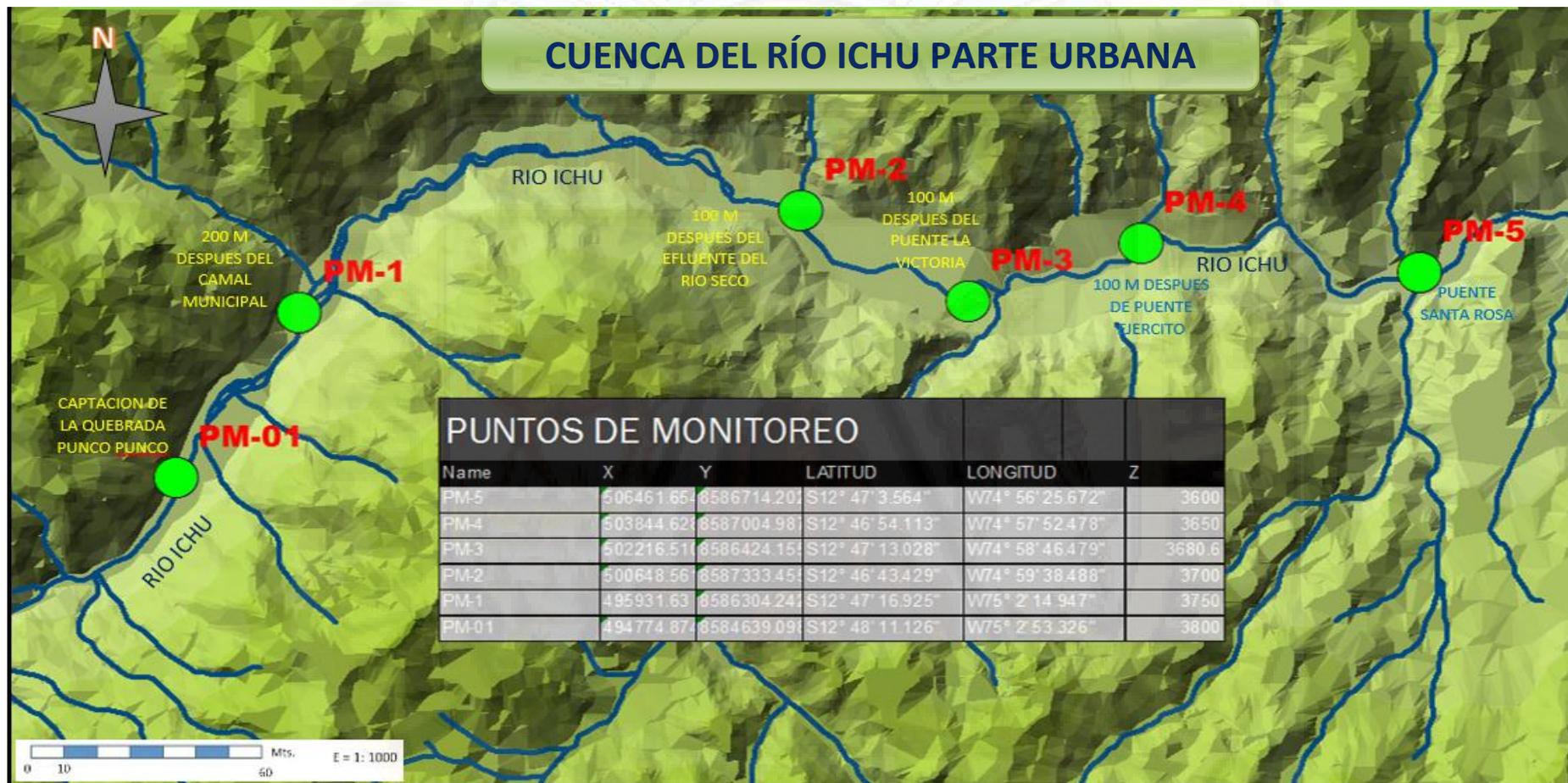
Oficina y Laboratorio: 940512584
 Carretera Central Km 8.9 San Agustín de Cajas –
 Huancayo - Junín.
 Referencia: Frente al Instituto A.A.C.D. de Cajas

ANEXO 3: HOJA DE CADENA DE CUSTODIA

CADENA DE CUSTODIA

Responsable de muestreo: <i>WILFREDO SAEZ HUAMAN</i>											
Referencia: <i>AGUAS DEL RIO ICHU</i> FECHA: <i>08/10/2018</i>											
Muestra	Muestreo		Frasco		Requerimiento de análisis				Coordenadas		Procedencia y/o Descripción
	Fecha	Hora	Tipo	Cant.	Oxígeno disuelto (mg/l)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	pH (Unidad)	Temp. (T°)	Norte-Sur	Este-Oeste	
<i>PM</i>	<i>08/10/18</i>	<i>9:30 am</i>	<i>Vidrio</i>	<i>1</i>	<i>7.21</i>	<i>336</i>	<i>7.5</i>	<i>8.5</i>	<i>12° 47' 10.11"</i>	<i>75° 2' 51.35"</i>	<i>Captación de agua potable EMAPA - MVCA</i>
<i>PM-1</i>	<i>08/10/18</i>	<i>10:15 am</i>	<i>Vidrio</i>	<i>1</i>	<i>7.31</i>	<i>624</i>	<i>6.1</i>	<i>12.1</i>	<i>12° 46' 22.64"</i>	<i>75° 1' 10.31"</i>	<i>Aguas abajo (200 metros) del Canal Municipal (Chujerana).</i>
<i>PM-2</i>	<i>08/10/18</i>	<i>10:50 am</i>	<i>Vidrio</i>	<i>1</i>	<i>9.76</i>	<i>538</i>	<i>6.5</i>	<i>12.3</i>	<i>12° 49' 46.39"</i>	<i>74° 57' 37.48"</i>	<i>Alfara del complejo deportivo de Pucallpa - Ascensión.</i>
<i>PM-3</i>	<i>08/10/18</i>	<i>11:22 am</i>	<i>Vidrio</i>	<i>1</i>	<i>9.60</i>	<i>630</i>	<i>7.1</i>	<i>14.6</i>	<i>12° 46' 12.03"</i>	<i>74° 57' 45.46"</i>	<i>Antes del puente al colegio La Victoria de Ayacucho - dist. Ascensión.</i>
<i>PM-4</i>	<i>08/10/18</i>	<i>11:56 am</i>	<i>Vidrio</i>	<i>1</i>	<i>10.95</i>	<i>867</i>	<i>6.5</i>	<i>12.8</i>	<i>12° 45' 54.10"</i>	<i>74° 55' 50.45"</i>	<i>Debajo del puente del ejercicio Iwan Cavallera - barrio San Cristóbal.</i>
<i>PM-5</i>	<i>08/10/18</i>	<i>12:30 am</i>	<i>Vidrio</i>	<i>1</i>	<i>6.03</i>	<i>1035</i>	<i>6.8</i>	<i>14.7</i>	<i>12° 46' 3.52"</i>	<i>74° 55' 24.65"</i>	<i>Ex - puente de Santa Rosa.</i>
Fuente: Manantial: <input type="checkbox"/> Río: <input checked="" type="checkbox"/> Riachuelo: <input type="checkbox"/> Canal de riego: <input type="checkbox"/> Laguna: <input type="checkbox"/> Efluente minero: <input type="checkbox"/> Agua residual: <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/>											
Comentario:											
Embalaje: <i>Si</i> Recipiente: <i>Vidrio y rotulado</i> Refrigerado a 4°C: <i>Si</i> <input checked="" type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/>											
<p style="text-align: center;">  DNI: <i>23774838</i> Responsable del muestreo </p>											

ANEXO 4: MAPA DE PUNTOS DE MONITOREO DE MUESTRAS



**ANEXO 5: PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS
RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES**



**MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
SUPERFICIALES - ANA**

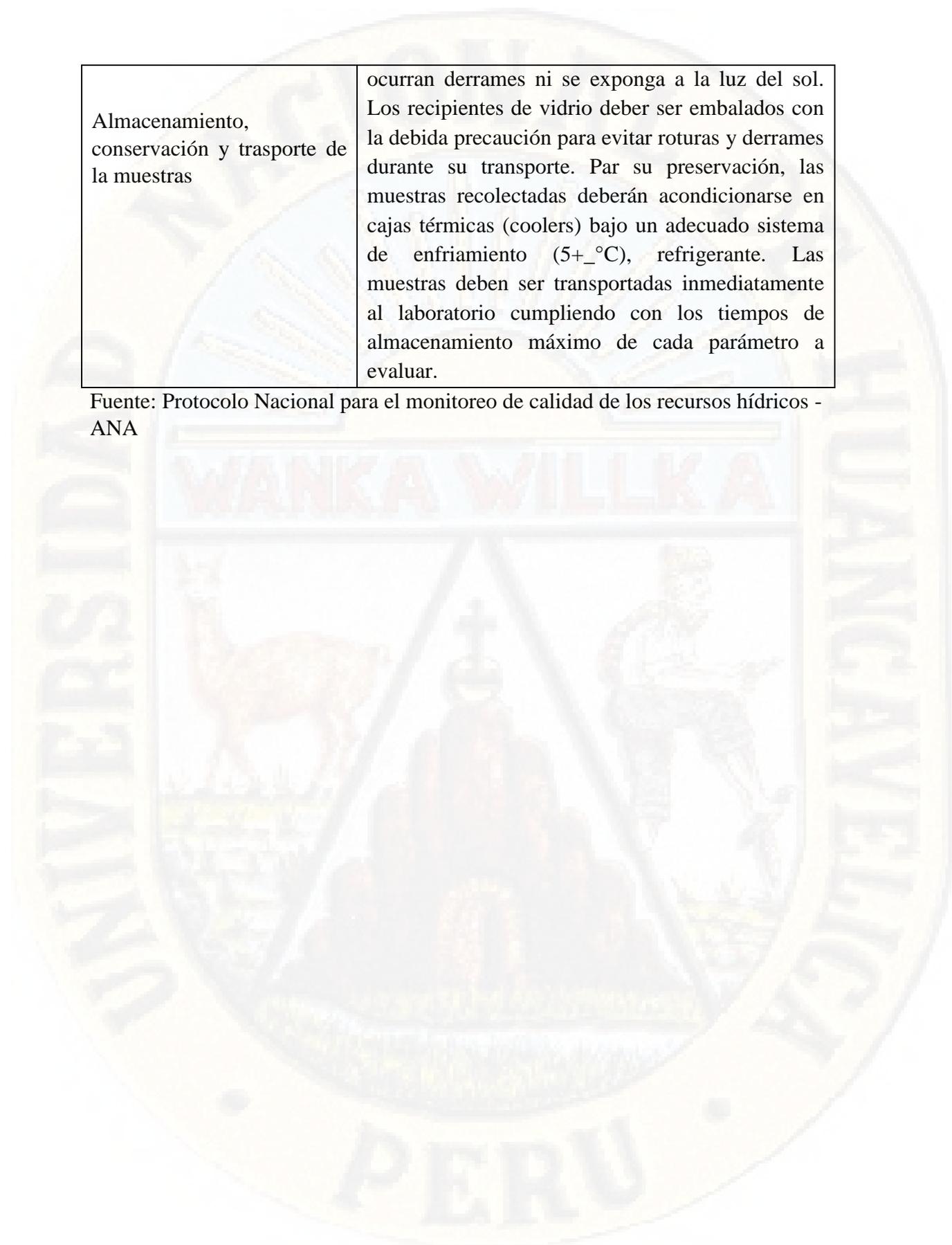
ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Recursos económicos	<p>La actividad de monitoreo deberá contar con presupuesto económico para los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traslado del equipo de trabajo: combustible, peajes, etc. • Análisis de las muestras. • Materiales de escritorio, compra de hielo, etc.
Tipos de muestra de agua Muestra simple o puntual	<p>A esta muestra se le denomina discreta. Consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección.</p>
Planificación del monitoreo	<p>Se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación (cuenca, unidad hidrográfica, recurso hídrico), puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas.</p>
Establecimiento de la red de puntos de monitoreo	<p>El establecimiento de red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Par ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina. La recopilación e integración de información se realiza a través de herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth, entre otros.</p>
Codificación del punto de muestreo	<p>El punto de muestreo debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su</p>

	ubicación exacta en muestreos futuros. En la determinación de la ubicación se utiliza el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de monitoreo deberán ser registradas en sistema UTM par puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.
Parámetros recomendados en el monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos.	Se presentan los parámetros mínimos de acuerdo con la categoría del recurso hídrico asignada por ANA a los Estándares de calidad Ambiental para Agua. Parámetros Químicos-físicos: Categoría 3: pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, nitratos y sulfatos.
Rotulado y etiquetado	Los recipientes deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo los siguientes datos: Nombre del solicitante, código del punto de muestreo, tipo de cuerpo de agua, fecha y hora de muestreo, nombre del responsable de la toma de muestra, tipo de análisis requerido.
Medición de los parámetros de campo	Los parámetros para medir en campo son pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
Procedimiento para la toma de muestras	Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos a los reactivos de preservación, deben colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras. Es aplicable para ríos de bajo caudal o poca profundidad, se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.
	Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (coolers) de forma vertical para que no

Almacenamiento,
conservación y transporte de
la muestras

ocurran derrames ni se exponga a la luz del sol. Los recipientes de vidrio deber ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante su transporte. Par su preservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas (coolers) bajo un adecuado sistema de enfriamiento ($5\pm^{\circ}\text{C}$), refrigerante. Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo con los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro a evaluar.

Fuente: Protocolo Nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos - ANA



ANEXO N° 6: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

Imagen 1: Esterilización de los envases de vidrio para la toma de muestra.



Imagen 2: Cooler para el transporte de las muestras.



Imagen 3: Toma de muestras en los diferentes puntos (200 metros aguas abajo del Camal Municipal)



Imagen 4: Toma de muestras en los diferentes puntos (Altura del complejo pucarumi)

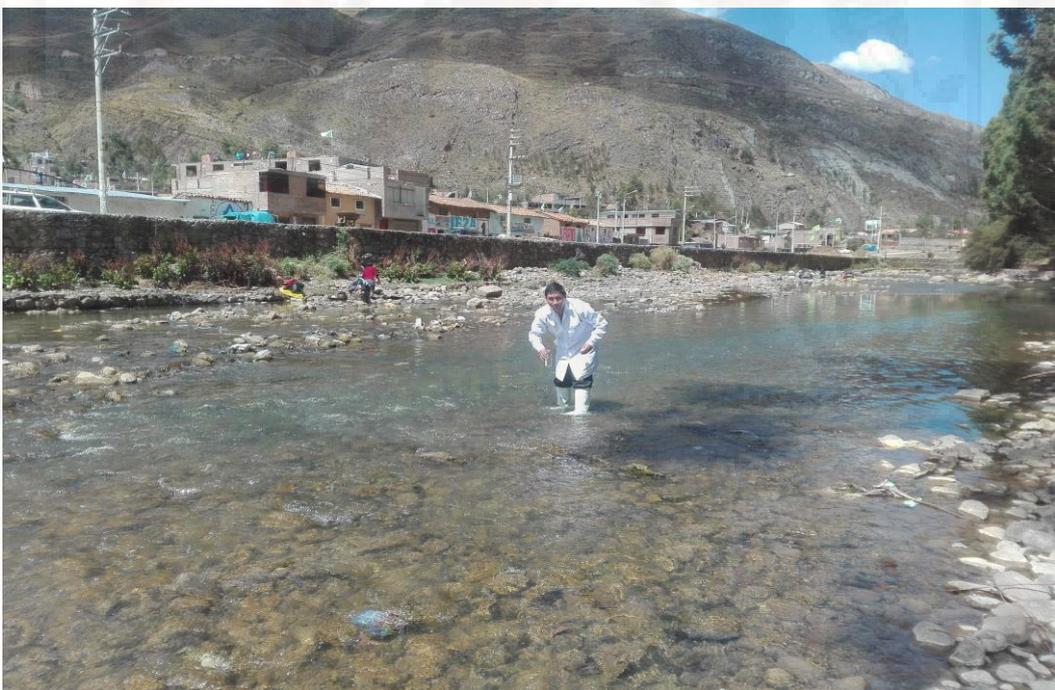


Imagen 5: Toma de muestras en los diferentes puntos (Altura del puente del Colegio La Victoria de Ayacucho)



Imagen 6: Toma de muestras en los diferentes puntos (Debajo del puente del Ejército)

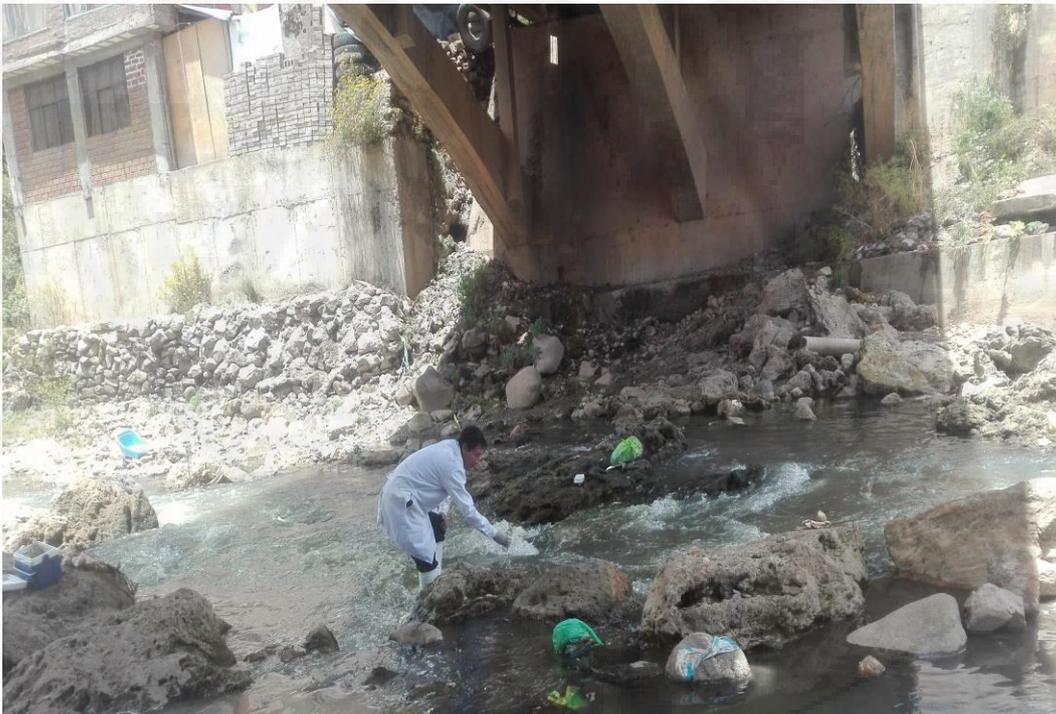


Imagen 7: Toma de muestras en los diferentes puntos (Altura del ex - puente Santa Rosa)



Imagen 8: Registro de datos en la hoja de cadena de custodia



Imagen 9: Rotulado de las muestras de agua



Imagen 10: Almacenamiento de las muestras de agua



Imagen 11: Traslado de las muestras de agua



Imagen 12: Almacenamiento de las muestras para el envío al laboratorio (Huancayo)



Imagen 13: Análisis en laboratorio de muestras de agua (rio Ichu) para los parámetros químicos (nitratos y fosfatos)

