

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° . 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

TESIS:

**DETERMINACIÓN DE FOSFATOS Y NITRATOS EN EL RÍO
ICHU PARTE URBANA DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA**

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TOXICOLOGÍA AMBIENTAL Y/O SANITARIA

DISCIPLINA:

INGENIERÍA AMBIENTAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

PRESENTADO POR:

Bach. DÁVILA VARGAS, Jenifer

Bach. ZÚÑIGA ESPINOZA, Flavio

HUANCAMELICA, PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 12 días del mes de diciembre del año 2018, a horas 4:00 p.m, se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **Dr. Elmer Rene CHÁVEZ ARAUJO (PRESIDENTE)**, **M.Sc. José Luis CONTRERAS PACO (SECRETARIO)**, **M.Sc. Fernando Martín TORIBIO ROMÁN (VOCAL)**, designados con Resolución de Consejo de Facultad N° 278-2017-FCI-UNH, de fecha 06 de julio del 2017 y ratificados con Resolución de Decano N° 164-2018-FCI-UNH de fecha 05 de diciembre del 2018, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "DETERMINACIÓN DE FOSFATOS Y NITRATOS EN EL RIO ICHU, PARTE URBANA DEL DISTRITO DE HUANCVELICA", presentado por los Bachilleres **Jenifer DÁVILA VARGAS y Flavio ZÚÑIGA ESPINOZA**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**; en presencia del **M.Sc. Víctor Guillermo SÁNCHEZ ARAUJO**, como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas 5:33 p.m.; se invitó al público presente y los sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

Jenifer DÁVILA VARGAS

APROBADO ☒ POR MAYORIA

DESAPROBADO ☐

Flavio ZÚÑIGA ESPINOZA

APROBADO ☒ POR MAYORIA

DESAPROBADO ☐

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Vocal

Vº Bº Decano

DEDICATORIA

JENIFER

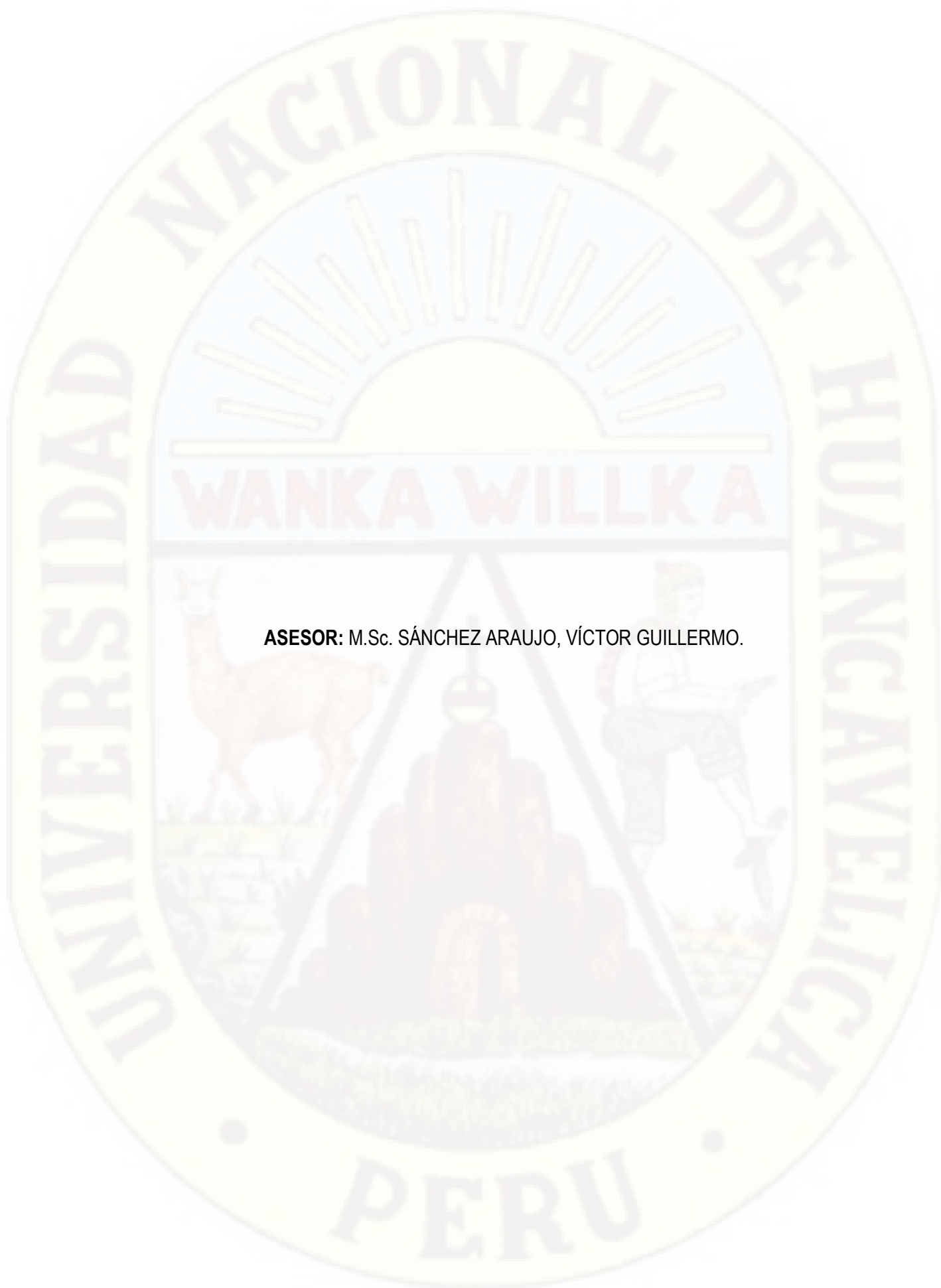
A Dios por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles brindándome su bendición.

A mis padres Irene Vargas Espinoza y Aurelio Dávila Segama, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, quienes con sus consejos han sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

FLAVIO

A mi madre Eufracia Espinoza Condori que desde donde este, sé que siempre está conmigo, guiándome y cuidándome.

A mi padre Carlos Zúñiga Martínez y hermanos por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido culminar mi carrera profesional.



ASESOR: M.Sc. SÁNCHEZ ARAUJO, VÍCTOR GUILLERMO.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por sus bendiciones, su inmensa sabiduría y por concedernos el tiempo necesario para culminar nuestro proyecto.

A mi asesor de tesis, el M.Sc. Víctor Guillermo Sánchez Araujo, que nos acogió de la mejor manera en su laboratorio al conocer nuestra inquietud por desarrollar el tema, brindándonos las facilidades para desenvolvemos cuanto proyecto estuviera en nuestra mente, así como la presente tesis. Le agradecemos profundamente su amistad, confianza, paciencia y tiempo para dotarnos del conocimiento en calidad de agua.

A los miembros del jurado de tesis al Dr. Elmer René Chávez Araujo, M.Sc. José Luis Contreras Paco y M.Sc. Fernando Martín Toribio Román por sus aportes, recomendaciones al manuscrito inicial que nos dieron la oportunidad de aclarar mejor nuestras ideas y expresarlas en un lenguaje de más fácil comprensión para cualquier investigador.

RESUMEN

El presente estudio, tuvo como objetivo evaluar la concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica, para el período de enero a septiembre del 2018, donde se definió 6 puntos de monitoreo para determinar los fosfatos y nitratos que fueron analizados en el laboratorio, en el que se utilizó el método de estudio descriptivo para el análisis e interpretación y las técnicas de recolección de datos mediante fichas de registro e instrumentos, siendo estos instrumentos un multiparámetro Hach Q40C y un espectrofotómetro Hach DR 2800. Los resultados fueron analizados utilizando la prueba de normalidad de Anderson Darling y para la hipótesis la prueba de Z ($p=0.05$), donde se evidenció que las concentraciones de fosfatos (0.21 - 4.76 mg/L), superó el límite establecido por el ECA para agua - categoría 3, a diferencia de las concentraciones de nitratos (0.2 - 4.6 mg/L), ya que estos están debajo del ECA para agua - categoría 3. Así mismo, se concluyó que los fosfatos presentan concentraciones muy elevadas, valores muy por encima de lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3 (1mg/L), todo ello a consecuencia de vertimientos directos de aguas residuales municipales y desechos domésticos en los diferentes puntos del río. Siendo lo contrario en los nitratos ya que sus concentraciones se encuentran dentro de lo establecido por el estándar de calidad ambiental para agua – categoría 3.

Palabras claves: Fosfatos, nitratos, concentración, calidad de agua en el río Ichu, contaminación.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the concentration of phosphates and nitrates in the Ichu River in the urban part of the district of Huancavelica, for the period from January to September 2018, where 6 monitoring points were defined to determine the phosphates and nitrates. which were analyzed in the laboratory, in which the descriptive study method was used for analysis and interpretation and data collection techniques using registration cards and instruments, these instruments being a Hach Q40C multiparameter and a Hach DR 2800 spectrophotometer The results were analyzed by the Anderson Darling normality test and the Z test hypothesis ($p = 0.05$), which showed that the phosphate concentrations (0.21 - 4.76 mg / L) exceeded the limit established by the RCT. for water - category 3, unlike nitrate concentrations (0.2 - 4.6 mg / L), since they are below the ECA for water - category 3. Likewise, it was concluded that phosphates have very high concentrations, values well above those established According to the Environmental Quality Standard for water - Category 3 (1mg / L), all as a result of direct discharges of municipal wastewater and domestic waste at the different points of the river. The opposite is true for nitrates, since their concentrations are within the limits established by the environmental quality standard for water - category 3.

Keywords: Phosphates, nitrates, concentration, water quality in the Ichu river, pollution.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xii
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Formulación del Problema	4
1.2.1. Problema General	4
1.3. Objetivo: General y Específicos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Justificación	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes	6
2.2. Bases Teóricas	16
2.3. Hipótesis	37
2.4. Definición de términos	37
2.5. Identificación de Variables	39
2.6. Definición Operativa de Variables e indicadores	40
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	41

3.1.	Tipo de investigación.....	41
3.2.	Nivel de Investigación.....	41
3.3.	Método de Investigación.....	41
3.4.	Diseño de Investigación.....	42
3.5.	Población, Muestra, Muestreo.....	43
3.6.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.....	46
3.7.	Procedimiento de Recolección de Datos.....	50
3.8.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	57
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		59
4.1.	Presentación de Resultados.....	59
4.1.1.	Parámetros de laboratorio (ex situ).....	59
4.2.	Análisis de datos.....	65
4.2.1.	Prueba de normalidad de datos.....	65
4.2.2.	Contrastación de hipótesis de investigación con la prueba de Z	67
CONCLUSIONES.....		72
RECOMENDACIONES.....		76
BIBLIOGRAFÍA.....		77
ANEXOS:		
Anexo 1: Matriz de consistencia		
Anexo 2: Tablas de resultados		
Anexo 2.1: Concentraciones de nitratos, fosfatos de los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del rio ichu.		
Anexo 2.2: Concentraciones de las variables intervinientes en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del rio ichu.		
Anexo 3: Panel fotográfico		
Anexo 3.1: Ubicación de los puntos de monitoreo seleccionados		
Anexo 3.2: Fotos de los puntos de recolección de muestras		
Anexo 3.3: Fotos de medición de parámetros en campo		
Anexo 3.4: Fotos de medición de parámetros en laboratorio		

Anexo 3.5: Zonas de contaminación en todo el recorrido de la parte urbana del río Ichu

Anexo 4: Procesos de monitoreo según el protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

Anexo 5: Ficha de recolección de datos en campo y laboratorio.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características más importantes de las residuales en general y su procedencia	21
Tabla 2. Composición típica del fósforo dentro agua residual doméstica.....	24
Tabla 3: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, categoría 3: riego de vegetales y bebidas de animales.....	34
Tabla 4. Fórmula del diseño descriptivo.....	42
Tabla 5. Determinación de los puntos de monitoreo para la recolección de muestras.....	45
Tabla 6. Resultados de la concentración de fosfatos presentes en el río Ichu	60
Tabla 7. Resultados de la concentración de nitratos presentes en el río Ichu.....	63
Tabla 8. Estadística descriptiva de los datos de fosfatos	69
Tabla 9. Estadística descriptiva de los datos de nitratos.....	71
Tabla 10. Concentraciones de fosfatos en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río Ichu, Huancavelica.....	84
Tabla 11. Concentraciones de fosfatos en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río Ichu, Huancavelica.....	84
Tabla 12. Mediciones de pH en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río Ichu, Huancavelica.	85
Tabla 13. Mediciones de temperatura en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río Ichu, Huancavelica.....	85
Tabla 14. Concentraciones de conductividad eléctrica en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río Ichu, Huancavelica.....	86
Tabla 15. Concentraciones de oxígeno disuelto en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río Ichu, Huancavelica.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala de pH	19
Figura 2. Estructura del ión polifosfato: (a) no complejoado, y (b) complejoado con ión calcio. .	24
Figura 3. Ciclos de nutrientes en los ecosistemas loticos y el papel de las algas bentónicas	28
Figura 4. Zona de intervención de la presente investigación	43
Figura 5: Zona de intervención de la presente investigación puntos de monitoreo para la recolección de muestras	45
Figura 6: Ficha de recolección de datos	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Comparación de la concentración de fosfatos con los ECAS.....	61
Gráfica 2. Comparación de la concentración de nitratos con los ECAS	64
Gráfica 3. Prueba de normalidad para fosfatos donde p valor es de 0.409.	66
Gráfica 4. Prueba de normalidad para nitratos donde p valor es de 0.704.	67
Gráfica 5. Campana de gauss para la prueba de hipótesis para fosfatos.....	68
Gráfica 6. Campana de gauss para la prueba de hipótesis para nitratos	70
Gráfica 7. Comparación de variables intervinientes con la concentración de fosfatos por fechas.	87
Gráfica 8. Comparación de variables intervinientes con la concentración de fosfatos por fechas.	87
Gráfica 9. Comparación de las variables intervinientes con la concentración de nitratos por fechas	88
Gráfica 10. Comparación de las variables intervinientes con la concentración de nitratos por fechas	88

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Espectrofotómetro Hach DR2800 y sus celdas de medición.....	48
Fotografía 2. Multiparámetro HACH CO HQ40d.....	49
Fotografía 3. Mutiparámetro Hach CO Hq40d.....	51
Fotografía 4. Buffer de calibración del multiparámetro Hach.....	52
Fotografía 5. Reactivos PHOSVER 3.....	53
Fotografía 6. Tubos de ensayo con la muestra blanca y la muestra con el reactivo PHOSVER 3.....	53
Fotografía 7. Medición de la muestra con el equipo Hach DR 2800.....	54
Fotografía 8. Reactivo NITRAVER 5.....	55
Fotografía 9. Añadiendo almohadilla de polvo NITRAVER 5 a la celda.....	55
Fotografía 10. Agitando celda con reactivo NITRAVER 5.....	56
Fotografía 11. Comparando la coloración de la muestra en blanco y la celda con el reactivo.....	56
Fotografía 12. Punto de monitoreo PM-B, ubicado Aguas arriba de la captación de agua potable para la empresa EMAPA Huancavelica.....	89
Fotografía 13. Punto de monitoreo PM-1, ubicado a 100 metros aguas abajo del camal municipal de Huancavelica (Chuñuranra).....	89
Fotografía 14. Punto de monitoreo PM-1, ubicado a la altura de la zona del terminal terrestre – Ascensión de la ciudad de Huancavelica.....	90
Fotografía 15. Punto de monitoreo PM-2, ubicado a la altura del puente del colegio la Victoria de Ayacucho.....	90
Fotografía 16. Punto de monitoreo PM-4, ubicado a 200 metros abajo del puente del Ejército.....	91
Fotografía 17. Punto de monitoreo PM-5, ubicado a 100 metros antes del puente Santa Rosa.....	91
Fotografía 18. Materiales, instrumentos e insumos utilizados para la recolección de muestras, mediciones de campo y análisis en laboratorio.....	92

Fotografía 19.	Recojo de muestras PM-B de agua para su análisis en laboratorio.	92
Fotografía 20.	Recojo de muestras PM-1 de agua para su análisis en laboratorio.	92
Fotografía 21.	Recojo de muestras PM-2 de agua para su análisis en laboratorio.	93
Fotografía 22.	Recojo de muestras PM-3 de agua para su análisis en laboratorio.	93
Fotografía 23.	Recojo de muestras PM-4 de agua para su análisis en laboratorio.	93
Fotografía 24.	Recojo de muestras PM-5 de agua para su análisis en laboratorio.	93
Fotografía 25.	Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-B.	94
Fotografía 26.	Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-1.	94
Fotografía 27.	Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-2.	95
Fotografía 28.	Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-3.	95
Fotografía 29.	Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-4.	96
Fotografía 30.	Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-596	
Fotografía 31.	Sustracción de 10 ml de muestra para su vaciado a la celda de vidrio para medición de nitrato.	97
Fotografía 32.	Vaciado de los 10 ml con la pipeta a la celda de vidrio para medición de nitrato.	97
Fotografía 33.	Vertido de la almohadilla de polvo Nitraver para medición de nitrato.	98
Fotografía 34.	Medición de nitrato en el espectrofotómetro Hach DR 2800.	98
Fotografía 35.	Puesta en cero del tubo de ensayo para medición de fosfato.	99
Fotografía 36.	Medición de fosfato con la almohadilla de polvo Phosver y el espectrofotómetro Hach DR 2800.	99
Fotografía 37.	Caída de los residuos sólidos urbanos directamente al cauce del río Ichu, a través de la pendiente.	100

Fotografía 38. Introducción de detergentes y otros contaminantes por el lavado de ropas de la población en el río Ichu.....	100
Fotografía 39. Acumulación de basura en algunas partes del río, debido al arrojo hacia el río por la población.	101
Fotografía 40. Efluentes de los baños termales que llegan directamente al río, que de una manera u otra contaminan el río Ichu.	101
Fotografía 41. Efluentes de los baños termales que llegan directamente al río, que de una manera u otra contaminan el río Ichu.	102
Fotografía 42. Vertimientos de aguas residuales en diferentes puntos, directamente al río sin ningún tratamiento.	102
Fotografía 43. Vertimientos de aguas residuales en diferentes puntos, directamente al río sin ningún tratamiento.	103
Fotografía 44. Efluentes del camal municipal con un tratamiento inadecuado, vertidos al río.	103
Fotografía 45. Efluentes del camal municipal con un tratamiento inadecuado, vertidos al río.	104
Fotografía 46. Proliferación de algas, provocando la eutrofización de las aguas en algunas partes del río Ichu.	104
Fotografía 47. Proliferación de algas, provocando la eutrofización de las aguas en algunas partes del río Ichu.	105
Fotografía 48. Presencia de canteras alrededor de algunas partes del río ichu, que alteran el ecosistema del río.....	105
Fotografía 49. Presencia de canteras alrededor de algunas partes del río ichu, que alteran el ecosistema del río.....	106
Fotografía 50. Evidente cambio de color del río Ichu, debido a los diferentes factores contaminantes.	106
Fotografía 51. Evidente cambio de color del río Ichu, debido a los diferentes factores contaminantes.	107

INTRODUCCIÓN

La contaminación de los recursos acuáticos son la causa más importante de la pérdida de la calidad de agua en todo el mundo, esto se debe a que los ríos, lagos, lagunas y el mar sirven como punto de deposición final para la evacuación de las aguas residuales de las empresas, industrias, minas y domésticas, generando un creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas hídricos y estudiar sus cambios en el tiempo, estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas (ONU, 2015; Comercio, 2016). Esta variación en el tiempo y el espacio de los contaminantes es versátil sustancialmente año a año, debido a temporadas en la que atraviesa el medio acuático (Li et al., 2017), ya que compuestos como nitratos y fosfatos evidencian contaminación inorgánica, por descargas de aguas con residuos detergentes y abonos orgánicos, donde la presencia de nitratos y fosfatos en niveles superiores son una consecuencia del deficiente manejo de los desechos y podría estar impactando el ecosistema y promoviendo el crecimiento de algas y lo que desencadenaría llegar a la eutrofización de las aguas. Por lo que se planteó el siguiente problema ¿Cuál es la concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu del distrito de Huancavelica, para el período de enero a septiembre del 2018?

Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu del distrito de Huancavelica, para el período enero a septiembre del 2018. Debido a que en la zona de estudio se evidencia puntos referenciales de actividades antropogénicas que afectan a la calidad del agua del río Ichu, como vertimientos de aguas residuales y desechos domésticos descargados directamente al río. En esta razón, se planteó la hipótesis de que la concentración de fosfatos y nitratos en el río Ichu, parte urbana del distrito de Huancavelica no cumplen con el estándar de calidad ambiental (ECA – Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

Los Autores.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.

En la actualidad el problema principal según la Organización de Naciones Unidas es la alteración de la calidad de agua, que depende tanto de factores naturales como de la acción del ser humano (ONU, 2014), cuya alteración ocasiona la contaminación del agua, que sigue creciendo a nivel mundial por las actividades productoras, las 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 el problema más común, la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno) que deteriora considerablemente los usos benéficos del agua. Estas fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales domésticas, de efluentes industriales y emisiones a la atmósfera procedentes de la combustión de combustibles fósiles y de los incendios forestales (ONU, 2015). Así mismo, la contaminación de los recursos hídricos no solo es a nivel mundial sino también dentro de nuestro país, el cual según un estudio efectuado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA - PERÚ) en 129 de las 159 cuencas hídricas del país permitió conocer que todos los ríos analizados están contaminados en diversos sectores. Esta alteración de la calidad del agua destinada para el consumo humano y para actividades agrícolas e industriales se debe principalmente al vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos de las poblaciones asentadas cerca de los cauces, presentando altos

niveles de contaminación (Comercio, 2016), debido a que los ríos, lagos, lagunas y el mar sirven como punto de deposición final para la evacuación de las aguas residuales de las empresas, industrias, minas y domésticas.

En el estudio realizado por Cuellar et al. (2013), encontraron que las aguas de los ríos presentan serios problemas fisicoquímicos en todas las estaciones de muestreo, tal como se aprecia en el resultado de los análisis del laboratorio de Envirolab Perú y Rovill Ingenieros, efectuadas por la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, tomando como referencia los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Environmental Protection Agency (EPA). Se puede apreciar que las aguas de los ríos Patón, Quichas, Oyón, Churin, Checra y Huaura presentan problemas de acuerdo a las especificaciones contempladas en el Decreto Supremo N°010-2010-MINAM (Límites Máximos Permisibles para la Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas), ya que importantes parámetros evaluados están por encima de los rangos o límites permitidos por influencia de actividades mineras. En todas las estaciones muestreadas, indican un alto grado de contaminación orgánica por el vertido de aguas residuales de las poblaciones aledañas, principalmente de los poblados de Oyón y Churín.

En el informe final, elaborado por la empresa consultora INCLAM y ANA (2015), se realizó la evaluación de los recursos hídricos en la cuenca del Mantaro, donde describe las fuentes de contaminación en diferentes sectores de dicha cuenca, siendo en el ámbito de la Autoridad Local del Agua - Pasco 30 fuentes contaminantes de aguas residuales domésticas, Autoridad Local del Agua - Mantaro 157, Autoridad Local del Agua - Huancavelica 34 y Autoridad Local del Agua - Ayacucho 15. Asimismo, la Autoridad Local del Agua de Huancavelica registro como fuentes de contaminación para el río Ichu los vertimientos por aguas residuales en los puntos del Totoral, Callqui Chico y Santa Rosa, así mismo por vertimientos de la actividad piscícola. Los escasos datos disponibles de contaminación orgánica e inorgánica (fosfatos y nitratos), muestran que la detección de elevadas concentraciones de parámetros indicadores de este tipo de contaminación está relacionada con la presencia de vertimientos

domésticos, presencia de residuos sólidos en la ribera de los ríos o con el pastoreo de animales que usan las aguas naturales como bebida.

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. Dándose a conocer el problema de contaminación del río ichu en una entrevista realizada por Correo (2015a), al señor Alejandro Malpartida, Director de la Autoridad Local del Agua, donde mencionó que el río Ichu mostraba altos índices de contaminación, a causa de los vertimientos de aguas residuales domésticos, siendo uno de los principales contaminantes fuertes que se observa en el río.

El mismo problema de contaminación se dió a conocer en una entrevista realizada por el Correo (2015b), al gerente de gestión ambiental de la Municipalidad Provincial de Huancavelica, María Sánchez Paredes, donde mencionó que, la contaminación del río Ichu es debido a vertimientos de los sistemas de desagüe o aguas servidas que contienen heces fecales, minerales, detergentes, etc. que se descarga directamente al río y que en épocas de sequía aumentan su concentración. Por su parte, la Municipalidad Provincial de Huancavelica (2017), dió a conocer también, que el 70% de la población aledaña a la ribera del río Ichu arroja sus residuos sólidos al lecho del río; el 60% de los comerciantes de las ferias sabatinas y dominicales arrojan los residuos sólidos al río Ichu; en todo el trayecto desde la comunidad de Chuñuranra hasta las orillas de las comunidades de Huyllaraccra y Pumaccoria se extrae de manera excesiva material no metálico (arena fina, hormigón, piedras, etc.) degradando el recurso hídrico, el cual altera la composición del agua y modifica su calidad.

las fuentes de contaminación procedentes de vertimientos de aguas residuales, residuos domésticos, detergentes, cultivos o ganaderos. aportan principalmente nutrientes (especialmente nitratos y fosfatos) que en altos niveles generan el crecimiento de algas verde-azules que llevan a la desoxigenación y la eutrofización del río. Es así que frente a este problema se propuso determinar la concentración de

fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica, debido a que estos son parámetros indicadores de contaminación.

1.2. Formulación del Problema.

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica, para el período de enero a septiembre del 2018?

1.3. Objetivo: General y Específicos.

1.3.1. Objetivo General

Determinar la concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica, para el período de enero a septiembre del 2018.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de fosfatos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica, para el período de enero a septiembre del 2018.
- Determinar la concentración de nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica, para el período de enero a septiembre del 2018.
- Comparar la concentración de fosfatos y nitratos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua - categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

1.4. Justificación.

Actualmente la contaminación de los ríos se presenta como un problema de alto riesgo, a causa del vertimiento directo de aguas residuales sin tratamiento, así como la acumulación de excretas de animales, uso excesivo de fertilizantes y detergentes que pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos y fosfatos en el agua, otra causa importante en la contaminación del agua son los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos desechados directamente al lecho del río, todo ello ocasionada

principalmente por la acción del ser humano. En ese sentido es importante conocer qué alteraciones presentan las concentraciones de fosfatos y nitratos, ya que en altos niveles ocasiona el crecimiento acelerado de vegetales (algas), cianobacterias, lirios acuáticos y lenteja de agua, las cuales al morir estos y ser descompuestas por las bacterias aeróbicas provocan el agotamiento del oxígeno disuelto en la capa superficial del agua y causan la muerte de diferentes tipos de organismos acuáticos, trayendo como consecuencia la eutrofización de las aguas, acumulación de sedimentos, etcétera. Por ello en la actualidad el problema de la contaminación de los ríos afecta directamente a la calidad del agua.

La presente investigación surge de la necesidad de determinar las concentraciones de fosfatos y nitratos, con el propósito de ver la incidencia en la calidad de agua del río Ichu, mediante los estándares de calidad ambiental para agua, debido a que la cuenca del río Ichu es la más importante en la región de Huancavelica y atraviesa una gran parte de distritos, lo cual desarrollan una actividad agrícola, ganadera, pecuaria, etc. Por otra parte, la investigación contribuye a ampliar los datos sobre la concentración de fosfatos y nitratos, para poder contrastarlos con otros estudios similares y ver las posibles causas de dichas concentraciones. Teniendo también una utilidad metodológica, ya que podrían realizarse futuras investigaciones que utilizarán metodologías compatibles o distintas, de manera que se posibilitarán análisis conjuntos o comparaciones entre períodos temporales y hacer evaluaciones para poder minimizar, prevenir o erradicar las posibles causas de la contaminación del río. La investigación es viable, pues se dispone de los recursos necesarios para llevarla a cabo, debido a que la Universidad Nacional de Huancavelica posee un laboratorio equipado y personal capacitado en el tema lo cual hace confiable y asequible al estudio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Jiménez (2013), en su estudio *“Estimación de la Concentración de Nutrientes en Aguas Superficiales del Río Daule y Validación del Método de Cuantificación de Aniones en Agua por Cromatografía Iónica”*, exhibe las actividades para la validación del método de ensayo “Cuantificación de Aniones Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} y SO_4^{2-} por cromatografía iónica para una matriz de agua de río”, lo que ha dado como resultado un método estandarizado y validado. Con el objetivo de estimar los aportes de los iones Cl^- (cloruro), NO_2^- (nitrito), NO_3^- (nitrato), PO_4^{3-} (fosfato) y SO_4^{2-} (sulfato), se presentan adicionalmente las actividades como toma de muestra en las 6 estaciones del río Daule, en la represa Daule – Peripa y en el sector Pichincha, el análisis de las muestras corrido en el equipo de cromatografía iónica Metrohm 883 y el análisis estadístico de sus resultados a un nivel de confianza del 95 %. Concluyendo que las concentraciones promedio de los aniones por sector y por tiempo obtenidos en este trabajo obedecen a efectos temporales (NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}), espaciales (SO_4^{2-}) y ecológicos (Cl^- , SO_4^{2-}). Los efectos temporales de NO_3^- y PO_4^{3-} estarían relacionados principalmente por los escurridos de la agricultura (Montaño y Robadue, 1995), mientras que los de SO_4^{2-} serían además espaciales. Las concentraciones de los aniones Cl^- , NO_2^- , NO_3^- y SO_4^{2-} a lo largo de todo el curso del río Daule, son significativamente menores de lo establecido en las normativas en relación al uso para potabilización.

Medina et al. (2013), en su estudio "*Variación espacio temporal del caudal y el transporte de nutrientes en el río Manzanares*", realizado en la Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, tuvo como objetivos cuantificar la magnitud del caudal y el transporte de nutrientes (nitrito, nitrato, amonio y fosfato), del río Manzanares a lo largo de su cuenca y hacia la zona costera de la ciudad de Cumaná e identificar los posibles factores que incrementan o disminuyen el caudal y el transporte de nutrientes. Se seleccionaron cinco estaciones de muestreo, dos en la cuenca alta, una en la cuenca media y dos en la cuenca baja. El caudal medio mensual fue de 14.587.230 m³/mes. Para el nitrato el transporte medio mensual del río es de 131.282 kg/mes, el de amonio 106.504 kg/mes, y el de fosfato 25.252 kg/mes. En general, el transporte medio de nutrientes aumentó hacia las cuencas media y baja, debido principalmente a que estas zonas presentaron los mayores caudales y se encuentran impactadas por la acción antropogénica.

Sileika et al. (2014), en su investigación "*Temporal And Spatial Variation of Nutrient Levels in the Nemunas River (Lithuania And Belarus)*", realizado por la Universidad de Agricultura de Lituania, en el presente estudio, enfocaron atención en las cargas de nutrientes ribereñas en varios sitios de muestreo a lo largo del río Nemunas y contribución de nutrientes al río Nemunas por sus afluentes principales, concluyendo que el flujo total desde el río Nemunas hasta el Mar Báltico en los tres períodos de tiempo mostró que el transporte de NH₄-N y PO₄-P disminuyó significativamente del primer al tercer período (74 y 86% correspondientemente) pero aumentó para NO₃-N (61%) un cambio significativo en el segundo período. La emisión de la fuente también señala que estos compuestos de nutrientes deben analizarse por separado al desarrollar medidas para el control de la contaminación. La causa principal de la carga de NO₃-N aumenta en los ríos después de cambios dramáticos en países de transición, que podrían atribuirse al uso deficiente de grandes cantidades de nitrógeno

acumulado en el suelo durante la época soviética, arado de pastos y cultivos desequilibrados por fertilización.

Olguín et al. (2014), en su investigación "*Contaminación de ríos urbanos: el caso de la subcuenca del río sordo en Xalapa, Veracruz, México*", realizado por el Instituto de Ecología, el objetivo de este trabajo fue realizar un primer diagnóstico de la calidad del agua en la subcuenca del río Sordo, localizada en el noroeste de la ciudad de Xalapa, Veracruz, México, incluyendo el arroyo Papas y el río Carneros (principales afluentes), con el fin de proponer estrategias encaminadas a promover el desarrollo urbano sustentable y al rescate de ríos urbanos en ciudades medias. En su resultado detalla que los nitratos, alcanzaron concentraciones en E1 de 10.50 mg/L y en E2 de 8.50 mg/L, que fueron las estaciones que mostraron los niveles más altos durante ambas épocas. Estos valores estuvieron cercanos al nivel máximo recomendado por la USEPA para ríos (10 mg/L). Sin embargo, se ha reportado que niveles desde 4 mg/L causan efectos negativos a los ecosistemas e incluso a la salud humana. Durante la época lluviosa se observó un descenso en los valores de este parámetro en todas las estaciones, encontrándose valores significativamente mayores durante la época de secas. Los fosfatos se encontraron en altas concentraciones durante la época seca, siendo estos valores significativamente mayores que los encontrados en época lluviosa. Las altas concentraciones se podrían asociar a las descargas puntuales de aguas negras y grises con residuos de detergentes ricos en fosfatos. Concluyendo que en general, la calidad del agua en la subcuenca del río Sordo se mantuvo en un intervalo de contaminada (40.14%).

Sulaiman et al. (2014), en su trabajo "*A comparative study of trends of nitrate, chloride and phosphate concentration levels in selected urban rivers*" realizado en la Universidad de Malaya. Donde se compararon y analizaron las tendencias en los niveles de nitratos, cloruros y fosfatos presentes en el río Gombak y el río Penchala durante el período de trece años. Obteniendo resultados de los tres

parámetros nitratos, cloruros y fosfatos tomadas a intervalos de tiempo regulares a partir de estaciones de muestreo a lo largo del río durante todo el año. Donde para el río Gombak se encontró la concentración media de nitratos a ser 0,74 mg/L, con un máximo de 12,27 mg/L, un mínimo de 0,01 mg/L y una desviación estándar de 1,06 mg/L. valores correspondientes para cloruros fueron 7,70 mg/L, 102,22 mg/L, 1,00 mg/L, y 11,50 mg/L. Los valores para los fosfatos fueron 0,29 mg/L, 9,74 mg/L, 0,01 mg/L y 0,68 mg/L. Para el río Penchala se encontró la concentración media de nitratos a ser 0,48 mg/L, con un máximo de 9,94 mg/L, un mínimo de mg/L y una desviación estándar de 1,25 mg/L. Los valores correspondientes para los cloruros eran 23,18 mg/L, 390 mg/L, 1,00 mg/L, y 32,18 mg/L. Los valores para los fosfatos fueron 0,41 mg/L, 5,36 mg/L, 0,01 mg/L y 0,59 mg/L. concluyendo que los enfoques actuales para mejorar la calidad del río Gombak en términos de nitratos, cloruros y fosfatos han tenido bastante éxito.

Gong et al. (2015), en su investigación *“Seasonal Variation and Sources of Dissolved Nutrients in the Yellow River”*, realizada en el Laboratorio de teoría y tecnología química de la marina, de la Universidad Oceánica de China. Donde se determinó los cambios en los flujos de nutrientes fluviales en el río amarillo, midiéndose mensualmente en la estación de lijín aguas abajo del río amarillo. obteniendo resultados de la concentración de nitratos (promedio 35.5 mg/L), con una menor concentración de silicato disuelto (media 14.8 mg/L) y relativamente baja de fosfato disuelto (media 0.039 mg/L). en las que concluye que las concentraciones de nutrientes mostraron variaciones estacionales relacionadas con el flujo, estas concentraciones fueron debido principalmente a la pérdida de fertilizante y al vertimiento de aguas residuales, así mismo sugiere que para el control de la contaminación en el río amarillo es transformar la agricultura intensiva en una agricultura usando menos fertilizantes y construir más potentes plantas de tratamiento de aguas residuales.

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. 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 analitos 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 analitos 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.

Li et al. (2017), señalan en su investigación "*Spatiotemporal change of phosphorous speciation and concentration in stormwater in the St. Lucie Estuary watershed, South Florida*" realizado en la Universidad de Florida en los Estados Unidos (USA), que las variaciones de fosfato en el cambio espacial fueron más altas en las muestras de agua, la variación temporal de las concentraciones de Fósforo Total (TP), Fósforo Total Disuelto (TDP), Partículas Totales de Fósforo (TPP), Fósforo Orgánico Disuelto (DOP) y fosfatos ($\text{PO}_4\text{-P}$) en las muestras de agua variaron con las estaciones, fueron altas durante las temporadas de verano y otoño, bajas en las temporadas de primavera e invierno. Se observó una variación sustancial de año a año, probablemente debido a diferencias de lluvias.

Quílez et al. (2017), en su estudio *“Tendencias de salinidad, nitrato y fosfato en las aguas superficiales de la cuenca del Ebro”*, realizado por la Unidad de Suelos y Riegos del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Zaragoza. El objetivo de este trabajo fue caracterizar espacial y temporalmente las concentraciones de sales, nitrato y fosfato en 31 puntos de control de la red hidrográfica de la cuenca de Ebro, obteniendo un resultado donde se observó una clara tendencia al aumento de la concentración de nitrato en el período analizado. En 18 de las 31 estaciones (58% del total) se presentan aumentos significativos, que han sido cuantificados entre 0,03 mg/L año y 0,54 mg/L año. La concentración de fosfato no ha experimentado variaciones en 14 estaciones (45% del total), la tendencia ha sido negativa en 16 (52% del total) y sólo se detectó un aumento significativo en la estación de Bayas-Miranda (0,51 mg/L año) del 1,3 % anual. Y concluyendo que algunos de los incrementos de concentración de nitrato coinciden con incrementos relevantes de salinidad y/o una contribución creciente de los retornos de riego (Arba y Ega), así como con presencia importante de cultivos con elevadas necesidades de nitrógeno en sus cuencas hidrológicas (Tirón), sugiriendo la conexión entre estas tendencias de nitrato y el regadío ligado a estos cultivos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Vásquez (2015), en su estudio *“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”*, en la que analizó algunos parámetros físicos-químicos tales como: pH, nitritos LR (mg/L), nitratos (mg/L), fosfatos (mg/L), cromo VI HR (µg/L) y aluminio (mg/L), estableciendo 8 puntos de muestreo. Los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos cumplen con lo establecido en el DS 002-2008-MINAM; a excepción de los fosfatos cuyas concentraciones sobrepasan los límites permisibles para el agua destinada a riego de vegetales y bebida para animales;

estos compuestos evidencian contaminación inorgánica, por descargas de aguas con residuos de detergentes y abonos orgánicos.

Tello (2015), en su tesis *“Determinación de la concentración de nitratos y fosfatos en el comportamiento poblacional de coliformes fecales en las aguas residuales urbanas del Distrito de Calzada”* realizado por la Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto, tuvo como objetivo cuantificar la concentración de nitratos, fosfatos y coliformes fecales en las aguas residuales urbanas de Calzada. El monitoreo se realizó durante 4 meses, en los meses de agosto, setiembre octubre y noviembre, cuyos datos de fosfatos, nitratos y Coliformes Termotolerantes fueron obtenidos del análisis de laboratorio, dando como resultado en la concentración promedio de fosfatos en el afluente de 7.18 mg/L y en el efluente 2.01 mg/L, la concentración promedio de nitratos en el afluente es de 16.62 mg/L y en el efluente 8.23 mg/L, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Ramirez (2015), en su estudio *“Determinación de la calidad de agua del Centro Poblado Chicama, Distrito Chicama- La Libertad”* realizado por la Universidad Nacional de Trujillo, tuvo como objetivo cuantificar los niveles de contaminantes más frecuentes en aguas destinadas al consumo humano, en esta investigación se diseñó y ejecutó un monitoreo de agua para esta zona, se tomó muestras para análisis de parámetros fisicoquímicos, contenido de nitratos, cloruros, alcalinidad y dureza. Las muestras de dicha agua se encuentran en niveles aceptables de alcalinidad y en una categoría de aguas duras. Dichos análisis dieron una concentración de nitrato inferior a los límites de calidad válidos en el país a la fecha de estudio, pero cabe resaltar que es necesaria un oportuno sistema de tratamiento.

Barrios et al. (2015), en su trabajo de investigación *“Contaminación en la desembocadura del Río Surco por aguas residuales en la zona de Villa Nicolasa*

en el Distrito de Chorrillos” realizado en la Universidad Cesar Vallejo - Lima, este trabajo tuvo como objetivos determinar la cantidad de nitratos, fosfatos y coliformes en la desembocadura del río Surco, determinar los factores que influyen en la calidad del agua y comparar la calidad del agua del Río Surco con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Donde se llegó a determinar que las concentraciones de los parámetros monitoreados se encuentran por debajo del estándar nacional de calidad ambiental para agua, en el punto de muestreo A (Entrada) se registró un pH de 7,83; la conductividad eléctrica de 502 uS/cm, la concentración del nitrato es 0,78 mg/L; la concentración del fosfato es 0.112 mg/L y en el punto de muestreo B (Salida) se registró un pH de 8,36; se registró la conductividad eléctrica de 753 uS/cm; la concentración del nitrato es 1,055 mg/L; la concentración del fosfato es 0.221 mg/L. A excepción de los coliformes totales, ya que se registró 2300 NMP/ mL, estando este valor por encima del estándar nacional de calidad ambiental para agua. Concluyendo que los factores que contaminan el río Surco en el transcurso de la zona estudiada “Villa Nicolasa” son los residuos sólidos, aguas servidas, productos de limpieza como jabones, surfactantes, materia orgánica, fertilizantes y abonos, así como también hidrocarburos como el petróleo.

Teves (2016), en su investigación *“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 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 Cakra 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 Cakra, 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 Cakra.

Chuquimbalqui (2017), en su tesis *“Determinación de parámetros físico-químicos y biológicos del agua del río Tío Yacu, para uso recreacional y riego de vegetales, del distrito de Elías Soplín Vargas – Rioja”* realizado por la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua del río Tío Yacu en los usos, recreacional y riego de vegetales, mediante la determinación de los parámetros de temperatura, pH, turbiedad, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, DBO5 y coliformes fecales. Y comparar los resultados de los análisis físico-químicos y biológicos obtenidos, con los parámetros establecidos en los estándares de calidad ambiental. Dando como resultados de las muestras (M1, M2, M3) en promedio de: oxígeno disuelto (8.94 mg/L), pH (7.39 pH), demanda bioquímica de oxígeno (0.59 mg/L), nitratos (0.76 mg/L), fosfatos (0.28 mg/L), temperatura (18°C), turbiedad (4.32 UTN) y sólidos totales disueltos (204.24 ppm) y coliformes fecales (44.56NMP/100mL). El cual concluye que el agua del río Tío Yacu, según el índice de calidad de agua es 82.69, la cual es catalogada como agua de buena calidad y los parámetros analizados cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua.

Pérez (2017), en su estudio *“Determinación del índice de calidad del agua del río Moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales Omo”* realizado en la Universidad José Carlos Mariátegui- Moquegua, tuvo como objetivo principal determinar el índice de calidad de agua del río

Moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales Omo. Dicho índice clasificó en una escala de 0 a 100 la calidad representativa del agua, calificada como excelente, buena, media, mala y muy mala. Para la evaluación se utilizó el indicador ICA NFS, el cual contempla nueve parámetros que son: temperatura, pH, nitratos, oxígeno disuelto, fosfatos, coliformes fecales, turbiedad, sólidos disueltos totales y demanda bioquímica de oxígeno. Para conocer las variaciones espaciales y temporales de la calidad del agua se analizó la información obtenidas de la administración local del agua Moquegua, con dichos resultados se calculó el índice de calidad de Brown-NSF. En el río Moquegua antes del vertimiento presenta un ICA-NSF de 51,44 que representa calidad media y en el tramo después del vertimiento tiene un ICA-NSF de 44,18 que representa calidad mala. Los monitoreos realizados antes y después del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, superan los estándares de calidad ambiental con la categoría 3, en los parámetros de pH, fosfatos, DBO5, OD y coliformes termotolerantes, mientras que los demás parámetros evaluados se encuentran dentro de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

2.1.3. Antecedentes locales

En cuanto a investigación de la localidad de Huancavelica son escasos, uno de ellos realizado por Araujo y Sánchez (2010), en su investigación *“Evaluación Técnico Ambiental de los Recursos Hídricos e Hidrobiológicos de las Lagunas de Choclococha y Ccochapata, Huancavelica”*, de la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. El estudio detalla la evaluación de las características medioambientales de las lagunas de Choclococha y Ccochapata, porque tienen importancia o relación con las actividades acuícolas (cultivo de truchas) que se desarrollan en la región. Para la interpretación de los resultados del análisis de las aguas, se utilizó los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua DS.002-2008- MINAM-categoría 4: conservación del ambiente acuático (Ley

General de Aguas, Decreto Ley 17752), y teniendo como resultado que los metales pesados en sedimento (arsénicos, cadmio) están sobre los límites permisibles tanto en la laguna de Choclococha y Ccochapata, en cuanto a las concentraciones de coliformes totales y coliformes termotolerantes encontradas en el agua son semejantes a las de agua dulce con similares ecosistemas acuáticos, concluyendo que las lagunas estudiadas presentan posibilidades para el desarrollo de actividades acuícolas de repoblamiento y cultivo semiintensivo e intensivo de truchas.

Estudios sobre monitoreo de calidad de agua en el río Ichu hasta el momento no se ha realizado. Por lo tanto, esta investigación es la primera en poder realizarse, pero limitadamente en solo parámetros que es el fosfato y nitrato en el agua.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Aguas superficiales (ríos)

Según Salirrosas (2013), los ríos y arroyos constituyen un sistema de circulación lineal, vectorial, jerarquizado y estructurado para trasladar sedimento y fluidos vitales a través de las cuencas hidrográficas y sus desembocaduras, realizando complejas reacciones dinámicas, mecánicas, energéticas, químicas y bioquímicas con el propósito de dar sustento en todo, también transportando materiales suspendidos y disueltos de la tierra al océano, siendo el enlace principal en la transferencia de nutrientes entre estos sistemas y esto influye en gran medida la ecología acuática, especialmente en estuarios, ecosistemas costeros a nivel mundial, las perturbaciones antropogénicas (entradas, por ejemplo, aguas residuales y fertilizantes) han causado un aumento significativo en los flujos de nutrientes fluviales, y han modificado substancialmente. Además, la construcción de embalses fluviales tales como presas y embalses modificando la hidrología y en consecuencia el transporte fluvial de nutrientes y sedimentos (Gong et al., 2015).

2.2.2. Contaminación del agua

La contaminación del agua es un cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier cosa viva que consuma esa agua. Así mismo también se define como la acumulación de una o más sustancias ajenas al agua que se han recolectado hasta tal magnitud que van generando una gran cantidad de consecuencias; entre las cuales se incluye el desequilibrio en la vida de seres vivos como animales, plantas e incluso personas susceptibles de distintas enfermedades (Sierra, 2011).

2.2.3. Factores físicos químicos del agua

2.2.3.1. Fosfatos

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. 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). Asimismo, el fósforo es un componente de la membrana celular de plantas y material hereditario (Li et al., 2017), elemento clave necesarios para el crecimiento animal y vegetal. Los fosfatos se forman químicamente a través de la oxidación de

este elemento. Existen fosfatos en tres formas; ortofosfatos, polifosfatos, y fosfatos orgánicamente atados con diferentes formulaciones que implican fósforo. Formas Ortho se forman naturalmente, formas Poly se utilizan en los detergentes y en el tratamiento de agua de la caldera y fosfatos orgánicos pueden resultar de la descomposición de pesticidas orgánicos que contienen fósforo (Sulaiman et al., 2014).

2.2.3.2. Nitratos

El nitrato es la forma más oxidada del nitrógeno que se puede encontrar en el agua. Se forman en la descomposición de las sustancias orgánicas nitrogenadas, principalmente proteínas (Sierra, 2011).

Los nitratos (NO_3^-) son compuestos químicos inorgánicos que forman parte del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente, los cuales se pueden unir a compuestos orgánicos e inorgánicos formando sales u otros compuestos. Los nitratos pueden encontrarse en pequeñas cantidades en el suelo, los alimentos y las aguas (superficiales y subterráneas). Los nitratos proceden, en parte, de la descomposición natural de proteínas de plantas o animales por medio de microorganismos dando lugar al catión amonio (NH_4^+), el cual se oxida a nitritos y éstos a nitratos (Cavero y Ibañez, 2011).

2.2.3.3. Oxígeno disuelto

Su presencia es esencial en el agua; proviene principalmente del aire. La presencia de oxígeno disuelto en el agua cruda depende de la temperatura, la presión y la mineralización del agua. La ley de Henry y Dalton dice: “La solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial e inversamente proporcional a la temperatura”. El agua destilada es capaz de disolver más oxígeno que el agua cruda. No es posible establecer un contenido ideal de oxígeno en el agua, ya que hay aspectos positivos y negativos de su presencia. En niveles bajos o ausencia de oxígeno en el agua. Puede indicar contaminación elevada, condiciones sépticas de

materia orgánica o una actividad bacteriana intensa; por ello se le puede considerar como un indicador de contaminación (Barrenechea et al., 2004).

2.2.3.4. pH

El pH es el término utilizado para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua. Por convención está definido como:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Por análisis químicos se sabe que el pH siempre se encuentra en una escala de 0 a 14.

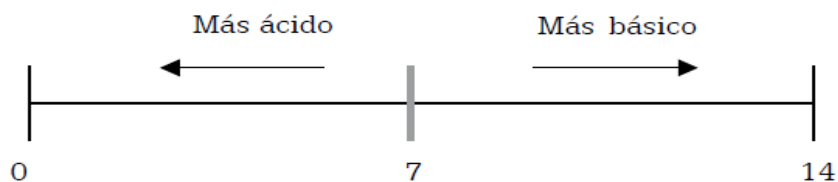


Figura 1. Escala de pH

Fuente: Sierra (2011)

La escala de valores del pH se asemeja a la de un termómetro. Mientras que la escala de un termómetro mide la intensidad de calor, el pH mide la intensidad de la acidez o basicidad. Es importante decir que el pH mide el grado de acidez o de alcalinidad, pero no determina el valor de la acidez ni de la alcalinidad. El pH se puede medir en el campo o en el laboratorio por medio de instrumentos electrónicos (pHchímetro) (Sierra, 2011).

2.2.3.5. Conductividad

La conductividad es un indicativo de las sales disueltas en el agua y mide la cantidad de iones especialmente de Ca, Mg, Na, P, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. Se mide en $\mu\text{mhos/cm}$ o Siemens/cm. La conductividad es una medida indirecta de los sólidos disueltos. De acuerdo con la experiencia se pueden correlacionar con la siguiente expresión:

$$\text{STD (mg/L)} = 0,55 \text{ a } 0,7 * C$$

STD=Sólidos totales disueltos

C=conductividad ($\mu\text{mhos/cm}$)

Las aguas que contienen altas concentraciones de conductividad son corrosivas (Sierra, 2011).

2.2.3.6. Temperatura

La temperatura es el parámetro físico más importante del agua. Además de afectar la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas, interviene en el diseño de la mayoría de los procesos de tratamiento del agua (coagulación, sedimentación, etc.).

En nuestro medio, el agua se entrega a los consumidores con la temperatura que se encuentra en la fuente. Solamente en algunos procesos industriales es necesario entregar el agua a una determinada temperatura. Si se requiere a una temperatura mayor se calienta en las calderas y si se quiere rebajar se utilizan torres de enfriamiento. El efecto de la temperatura en un cuerpo de agua son las constantes reacciones químicas, físicas y biológicas que ocurren en las aguas naturales se incrementan con aumentos de temperatura y disminuciones (Sierra, 2011).

2.2.4. Aguas residuales

El agua residual es una combinación de los líquidos y residuos arrastrados por el agua proveniente de casas, edificios comerciales, fábricas e instituciones combinadas con cualquier agua subterránea, superficial o pluvial que pueda estar presente como aquella que ha sido utilizada en cualquier uso benéfico. El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental para el diseño, operación y control de los sistemas de aguas residuales (recolección y tratamiento). Generalmente los generadores de aguas residuales se pueden

agrupar en aguas residuales domésticas, industriales (caracterizadas o medidas y no medidas) y comerciales (Sierra, 2011).

Tabla 1. Características más importantes de las residuales en general y su procedencia

<i>Característica</i>	<i>Procedencia</i>
Color	ARD, ARI, degradación natural de la materia orgánica
Olor	ARD, ARI
Sólidos	ARD, ARI, erosión, infiltración, conexiones erradas
Temperatura	ARD, ARI
Carbohidratos	ARD, ARI, ARC
Grasas y aceites	ARD, ARI, ARC
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	ARI
Proteínas	ARD, ARI
Detergentes	ARD, ARI
Metales pesados	ARI
Fósforo	ARD, pesticidas
Nitrógeno	ARD, ARI
H ₂ S, Metano	Descomposición de materia orgánica
Parásitos y virus	ARD

ARD: Aguas residuales domésticas ARC: Aguas residuales comerciales
ARI: Aguas residuales industriales

Fuente: Sierra (2011)

2.2.5. Calidad de agua

El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal 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. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar (Barrenechea et al., 2004). Donde la calidad del agua de los ríos estará muy influenciada por el uso al que se someta, de tal modo que este uso irá degradándola. Los parámetros de calidad exigible a cada tipo de agua: subterráneas, continentales, marítimas, etc. son variables, siendo distinto el comportamiento de cada una frente a la contaminación, pero, en cualquier caso, la naturaleza de los cauces tiende a

eliminar las sustancias contaminantes por sí mismas en muchos años (Torres, 2010).

2.2.6. Alteración de la calidad del agua

Las principales causas de alteración 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.

Existen también productos contaminantes que afectan la calidad del agua de los ríos, lagos y mares debido a que se arrojan a las aguas que pueden usarse para el consumo, y los productos que afectan el son:

- Las aguas negras o servidas
- Los desechos industriales
- Los productos de aplicación agrícola tales como: abonos, plaguicidas y fungicidas.

Cuando el agua contiene desechos, le falta el oxígeno y se impide el desarrollo de los seres vivos que habitan en los ríos y lagos, produciéndose la muerte de gran cantidad de animales y plantas. Sin embargo, no solo afecta la composición y calidad de agua, sino que, además, se rompe su ciclo normal, disminuyendo la cantidad de agua utilizable (Contreras et al., 2008).

2.2.7. Contaminación de los ríos

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, Globalmente, a principal causa de enfermedad y muerte (Wen et al., 2017). Son razones por las que se requieren limpieza de los ríos que son para la

salud, la recreación y la estética que generalmente son similares a la imagen de la ciudad y afectan directamente a la calidad de vida en la comunidad urbana (Sulaiman et al., 2014).

2.2.8. Fuentes de 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 (Gong et al., 2015).

Asimismo, las aguas dulces superficiales son importantes porque son hábitat para la vida animal y vegetal. Uno de los más famosos casos de contaminación del agua involucra un exceso de entrada de ión fosfato, PO_4^{3-} (Sánchez, 2012). Siendo como fuentes de fosfato:

a. Los polifosfatos de los detergentes: El uso de polifosfatos en detergentes fue muy habitual:

- La reacción entre detergentes sintéticos y los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} para formar iones complejos disminuye su potencial de lavado.
- Los iones polifosfato se añaden a los detergentes como "formadores", los cuales forman complejos solubles, permitiendo a las moléculas y a los iones de detergente operar como agentes limpiadores.
- Otro papel del formador es hacer algo alcalina el agua de lavado.
- En un principio se añadían grandes cantidades de tripolifosfato de sodio (TPS), $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

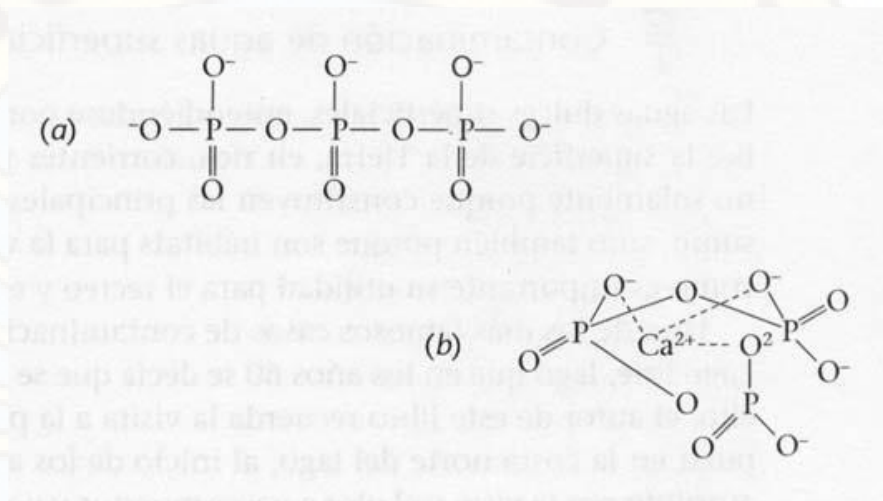


Figura 2. Estructura del ión polifosfato: (a) no complejoado, y (b) complejoado con ión calcio.

Fuente: Naturales (s.f.)

- b. Las aguas residuales:** son líquidos residuales o efluentes de desagües, comprenden desechos de viviendas establecimientos comerciales, instituciones y edificios públicos conteniendo heces (material fecal). Dentro de sus características más importantes del agua residual es su contenido de solidos totales, el cual se compone de material en suspensión y flotante en dispersión coloidal y en disolución. Como parámetros adicionales esta la temperatura, color y olor (Arias, 2001).

Tabla 2. Composición típica del fosforo dentro agua residual domestica

Constituyente	Concentración (mg/l)		
	Fuerte	Media	Débil
Fósforo (total)	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4

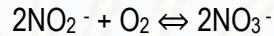
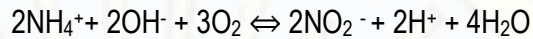
Fuente: Arias (1995)

2.2.9. Fuentes de contaminación por nitratos

Las fuentes de nitratos se dan de dos maneras:

a. Fuentes naturales: El ion nitrato es la forma termodinámica estable del nitrógeno combinado en los sistemas acuosos 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 particulada 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. El ion amonio formado se

oxida a nitritos y nitratos según un proceso de oxidación biológica (nitrificación) en dos fases:



Estas dos reacciones son mediadas por distintos microorganismos: la primera reacción por bacterias Nitrosomonas que son quimiolitótróficas y la segunda, por bacterias Nitrobacter, las cuales obtienen casi toda su energía de la oxidación de nitritos. Aunque la presencia natural de nitratos y nitritos en el medio ambiente es una consecuencia del ciclo del nitrógeno, por lo común los nitritos se encuentran en muy bajas concentraciones (Pacheco y Cabrera, 2003).

b. Fuentes artificiales

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 esa 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% (Pacheco y Cabrera, 2003).

c. 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 (Pacheco y Cabrera, 2003).

2.2.10. Eutrofización

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).

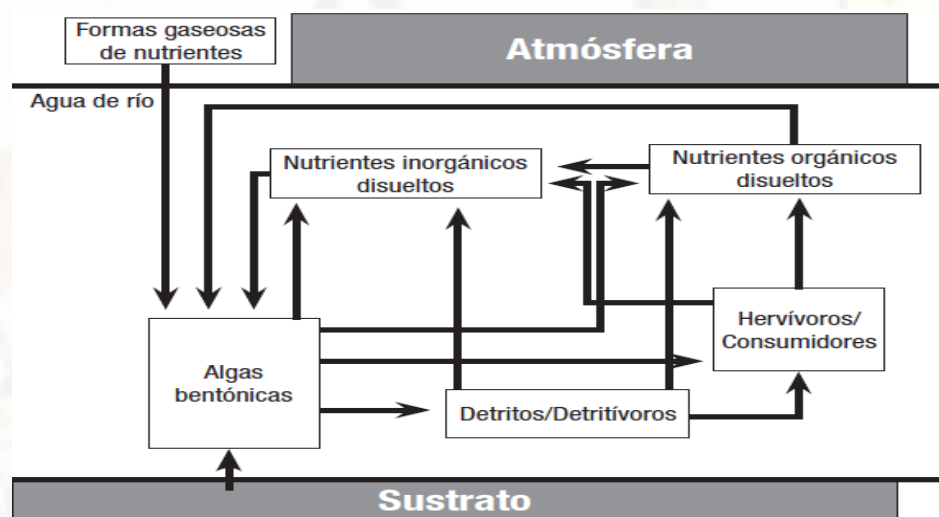


Figura 3. Ciclos de nutrientes en los ecosistemas loticos y el papel de las algas bentónicas

Fuente: Bojorge y Cantoral (2016)

2.2.11. Monitoreo de agua

Para llevar a cabo la evaluación de calidad del agua de un cuerpo hídrico es necesario monitorear sus características físicas, químicas y biológicas (Teves, 2016), definiendo las condiciones del ambiente, el estado o situación, tendencias y cambios de los factores que afectan las condiciones naturales del recurso agua

(Torres, 2010). 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 coste ya que requiere instrumentación específica (Vásquez, 2015).

2.2.12. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para el agua

Según el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua, se define como la medida que establece el nivel o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua en su condición de cuerpos receptores, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente. Según el parámetro particular a que se refiera, la concentración o grado podrá expresarse en máximos, mínimos o rangos. Establece concentraciones de elementos, sustancias o parámetros que puede contener el agua sin afectar la calidad del recurso para determinados usos específicos (MINAM, 2017).

2.2.12.1. Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

1. Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. Son aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.
- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un

tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación.

Que son aguas destinadas al uso recreativo, que se ubican en zonas marino costeras o continentales.

- B1. Contacto primario Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.
- B2. Contacto secundario Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

2. Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

- a) Subcategoría C1:** Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras. Aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas,

choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras. Aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras. Aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas. Aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales. Aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos,

campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales. Aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

4. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos. Cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos. Cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

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

- Ríos de la selva. Ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

- Estuarios Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.
- Marinos Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional. Precísese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reúso.

Tabla 3. 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
Fisicoquímicos			
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
Nitratos (NO ₃ ⁻ -N)	mg/L	10*	10*
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)

*: Según el D.S. 002-2008-MINAM

(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.

2.2.13. Importancia del monitoreo de fosfatos y nitratos

En la actualidad, la calidad del agua de muchos ríos alrededor del mundo se ha degradado debido a actividades antropogénicas, dado que el agua tomada para algún propósito y luego retornada, estará contaminada de un modo u otro. Por ejemplo, el agua de retorno agrícola contiene pesticidas, fertilizantes y sales; el agua proveniente de los desechos municipales contiene restos de fármacos, detergentes y desechos humanos; las centrales eléctricas descargan agua que está a temperaturas elevadas; y la industria también contribuye con un amplio rango de contaminantes químicos (Teves, 2016), a pesar de su gran importancia muchos ríos se encuentran muy deteriorados, debido a las actividades antrópicas; tales como la industrialización y la urbanización ha provocado un paulatino aumento de las presiones sobre los recursos hídricos. La urbanización de las cuencas provoca cambios en el uso del suelo, pasando de áreas rurales a áreas residenciales o industriales, lo que lleva a incrementar los vertidos urbanos, acumular sustancias tóxicas y aumentar la demanda de agua (Vásquez, 2015).

La concentración de fosfatos en los cuerpos de agua superficiales representa un problema debido a la reproducción geométrica de los organismos unicelulares que dependen del fósforo como fuente de alimentación (Díaz et al., 2015), también nutrientes de las plantas y conducen al crecimiento de algas en las aguas superficiales. Dependiendo de la concentración de fosfato existente en el agua puede producirse la eutrofización. Tan sólo 1 g de fosfato-fósforo ($\text{PO}_4\text{-P}$) provoca el crecimiento de hasta 100 g de algas, cuando estas algas mueren, los procesos de descomposición dan como resultado una demanda de oxígeno de alrededor de 150g (Pütz, 2011). El fósforo es esencial para el crecimiento de los organismos y puede ser el nutriente limitador de la productividad primaria de un cuerpo en el agua (Díaz et al., 2015).

El nitrógeno está compuesto particularmente como nitrato e iones de amonio, es requerido por las células de las plantas en la síntesis de proteínas, de clorofila y de hormonas. Cada una de estas sustancias se necesita para que sobrevivan las

plantas. Es importante considerar los nitratos en el tratamiento del agua porque en concentraciones mayores de 10 mg/L como N (45 mg/L como NO_3), se ha comprobado que producen una enfermedad en los niños llamada metahemoglobinemia. Las concentraciones de nitrato en efluentes de aguas residuales pueden variar entre 0 y 20 mg/L (Sierra, 2011).

El fosfato y nitrato en exceso puede causar un crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas, asfixiando cursos de agua y el uso de grandes cantidades de oxígeno, todo ello se hace referencia como la eutrofización. Los fosfatos y nitratos no son directamente tóxicos para seres humanos o animales a menos que están presentes en concentraciones muy altas (Torres, 2010).

2.2.14. Importancia del recurso hídrico

La mayor parte de la tierra está cubierta por agua, alrededor del 70% está ocupado por agua dulce y los océanos. La gran mayoría es agua, sin embargo, en formas no disponibles para los ecosistemas terrestres o de agua dulce. Menos del 3 por ciento es agua dulce, la mayoría de los cuales no son potable para beber, o fácilmente disponible para el riego de cultivos. Y de ese 30%, más de dos tercios están bloqueados en glaciares y capas de hielo, lagos de agua dulce y ríos. Siendo el agua un recurso natural esencial para mantener la vida y el medio ambiente (Adesuyi et al., 2015).

En la actualidad la seguridad y la protección del agua del río son de suma importancia ya que es la forma más barata como fuente de suministro de agua para consumo humano. Si las sustancias contaminantes en los ríos podrían estar contenidas dentro de la capacidad de auto-purificación de los ríos, no sería necesario un tratamiento avanzado para el agua. Sin embargo, este no es el caso normal y muchos ríos son demasiado contaminada (Sulaiman et al., 2014). Donde la urbanización está teniendo lugar a un ritmo acelerado de crecimiento, el aumento de la actividad económica y la industrialización siempre resulta con mayor demanda de agua (Solaraj et al, 2010)

2.3. Hipótesis.

2.3.1. Hipótesis de investigación

La concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica no cumple con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

2.3.2. Hipótesis nula (H₀)

La concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica cumple con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

2.4. Definición de términos

Alcantarillado: Sistema de transporte (tuberías, canales, etc.) utilizado para evacuar las aguas residuales desde su fuente de origen (lluvias, viviendas, industria, etc.) hasta la planta de tratamiento o hasta una corriente receptora. Los alcantarillados se dividen en tres categorías.

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.

Carga orgánica: Producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

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.

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

Efluentes domésticos: Residuos producidos por los asentamientos humanos y colectividades, incluyen principalmente aguas negras de las ciudades urbanas.

Estándar de Calidad Ambiental (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.

Eutrofización: Es el proceso natural de enriquecimiento de nutrientes que se lleva a cabo en un cuerpo de agua. El crecimiento biológico resultante, principalmente de algas, muere en el epilimnio y se sedimenta al pasar al hipolimnio, en donde se descompone y agota el oxígeno 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.

Límite Máximo Permisible (LMP): Miden la concentración de ciertos elementos, sustancias y/o aspectos físicos, químicos y/o biológicos que se encuentran en las emisiones, efluentes o descargas generadas por una actividad productiva en particular, pues son a través de ellos que se puede afectar el aire, el agua o el suelo.

La fijación de dichos límites tiene como finalidad proteger al ambiente y la salud humana de ciertos elementos y/o sustancias que puedan representar un riesgo para ellas, pero a diferencia de los ECA los LMP establecen un límite aplicable a las emisiones, efluentes o descargas al ambiente, individualizando los límites por actividad productiva. Así, los LMP son exigibles y su cumplimiento es obligatorio para cada una de las personas o empresas de cada sector.

Entre los sectores para los que se han establecido LMP tenemos: transportes y comunicaciones, minería, hidrocarburos, electricidad, construcción y saneamiento,

industria cementera, de curtiembres y papel, así como la industria pesquera, entre otros.

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).

Nutriente: Los nutrientes son sustancias necesarias para las funciones del metabolismo y fotosíntesis en las plantas incluyendo los macro nutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) y micro nutrientes (Fe, Mn, B, Cu, Mo, Zn y Si). Un exceso de oferta de nutrientes a las plantas en el medio ambiente puede causar el crecimiento excesivo de plantas y algas. Éste proceso es llamado eutrofización.

pH: Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución, el cual indica la concentración de iones hidrógeno $[\text{H}]^+$ presentes en determinadas disoluciones.

Rio: Es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado, rara vez es constante a lo largo del año, y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente.

Temperatura: magnitud física que indica la intensidad de calor o frío de un cuerpo, objeto o del medio ambiente en general, medido por un termómetro.

Vertimientos: Es la disposición controlada o no de un residuo líquido doméstico, industrial, urbano agropecuario, minero, etc. Los colectores son tubos colocados a lado y lado de las quebradas, evitando que los antiguos botaderos de alcantarillado continúen arrojando los vertimientos a los cauces. A su vez, los interceptores recogen de los colectores al estar ubicados a lado y lado del río. Estos interceptores se encargan del transporte final de los vertimientos a las plantas de tratamientos donde una vez acondicionada el agua residual, se incorpora al río.

2.5. 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:

2.5.1. Variable Independiente:

- Parte urbana del río Ichu

2.5.2. Variables Dependientes:

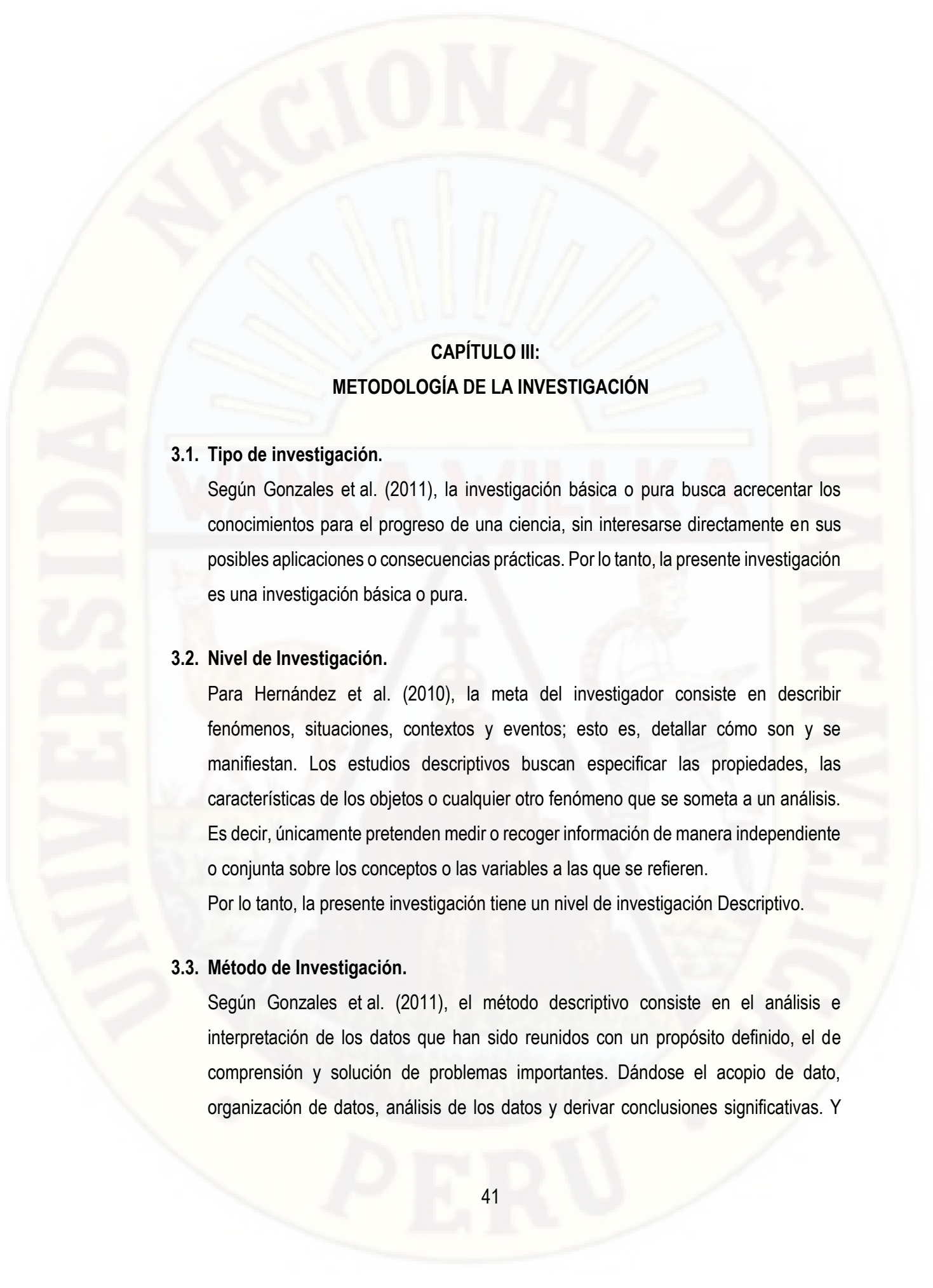
- Concentración de fosfatos y nitratos

2.5.3. Variables intervinientes

- Temperatura, conductividad eléctrica, pH y oxígeno disuelto.

2.6. Definición Operativa de Variables e indicadores

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALORIZACIÓN
Variable dependiente: Fosfatos Nitratos	Son parámetros físicos químicos importantes del agua que están presentes por diferentes factores en los ríos como es por descargas de aguas residuales, fertilizantes y el uso de detergentes comerciales, siendo muy solubles en el agua debido a su alta polaridad.	Contaminantes físicos químicos	➤ Concentración de Nitratos ➤ Concentración de Fosfatos	mg/L mg/L
Variable independiente: e: Parte urbana del río Ichu	El Ichu es un río que está sufriendo un fuerte impacto por las diversas actividades humanas siendo unas de ellas las descargas residuales y la aplicación de detergentes dañando el nivel ecológico que este presentaba.	Actividades antropogénicas	Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)	Categoría 3 del ECA para agua



CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.

Según Gonzales et al. (2011), la investigación básica o pura busca acrecentar los conocimientos para el progreso de una ciencia, sin interesarse directamente en sus posibles aplicaciones o consecuencias prácticas. Por lo tanto, la presente investigación es una investigación básica o pura.

3.2. Nivel de Investigación.

Para Hernández 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.

Por lo tanto, la presente investigación tiene un nivel de investigación Descriptivo.

3.3. 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

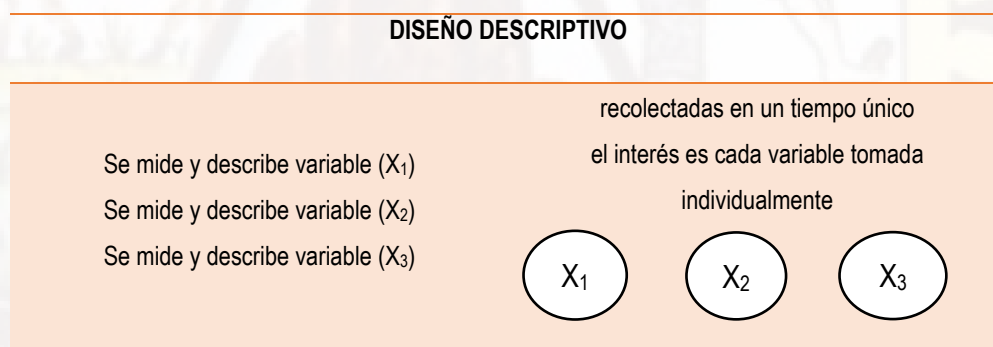
también se utilizará el método hipotético deductivo para contrastar la hipótesis y así validar su veracidad o no.

Por lo tanto, la presente investigación utiliza el Método Descriptivo e hipotético-deductivo.

3.4. Diseño de Investigación.

Según Hernández 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.

Tabla 4. Fórmula del diseño descriptivo



Fuente: Hernández R, Fernández C, Baptista

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

3.5. Población, Muestra, Muestreo.

3.5.1. 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 cuenca del río Ichu, siendo su nacimiento en el Nevado de Chonta y desembocando en el Río Mantaro alberga a diferentes ciudades como Huancavelica, Yauli, Acoria.

Por lo tanto, para esta investigación la población es toda la parte urbana del río Ichu de la ciudad de Huancavelica, desde aguas arriba de la captación de agua potable de la empresa EMAPA-HVCA hasta la altura del puente de Santa Rosa.

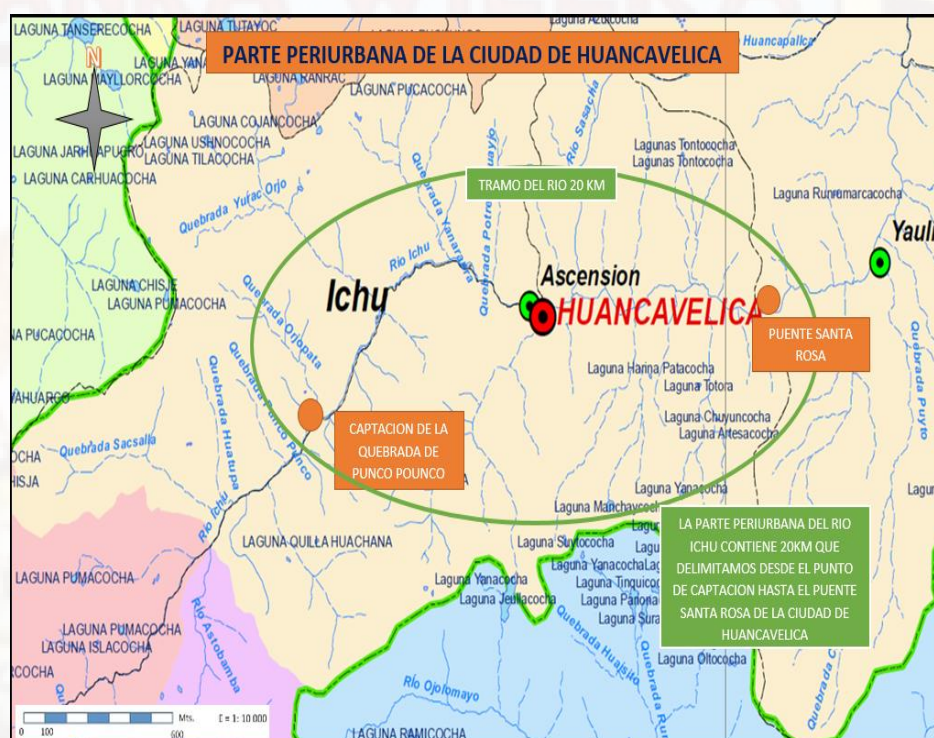


Figura 4. Zona de intervención de la presente investigación

Fuente: elaboración propia

3.5.2. Muestra

Según Gonzales et al. (2011), la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta, sin embargo, posee las principales características de

aquella. Esta es la principal propiedad de la muestra (poseer las principales características de la población) la que hace posible que el investigador, que trabaja con la muestra, generalice sus resultados a la población.

Por lo tanto, para esta investigación la selección de la muestra es del tipo no probabilística, considerando como muestra los 6 puntos de monitoreo en toda la parte urbana del río Ichu, desde aguas arriba de la captación de agua potable de la empresa EMAPA-HVCA hasta la altura del puente de Santa Rosa. (**ver anexo 3.1**)

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). La ubicación de estos puntos de monitoreo incluirán los siguientes aspectos:

- Aguas arriba de la captación de agua potable de la empresa EMAPA-HVCA, que servirá como punto de referencia o “blanco”.
- Aguas arriba de la confluencia con importantes afluentes laterales (cuerpos de agua laterales y trasvases), un punto en el río principal.
- Un punto de monitoreo por debajo de fuentes contaminantes puntuales y difusas. En cuencas hidrográficas densamente pobladas es necesario la priorización de los puntos de monitoreo, estableciendo puntos representativos por tipo de fuente contaminante.

Los puntos de muestreo o monitoreo identificados son los siguientes:

Tabla 5. Determinación de los puntos de monitoreo para la recolección de muestras

N°	Puntos de monitoreo	Coordenadas	Referencia Geográfica
1	PM-B	Latitud: 12°48'11.13"s Longitud: 75° 2'53.33"o Altitud: 3800 m.s.n.m.	Punto de referencia o blanco, Aguas arriba de la captación de agua potable de la empresa EMAPA-HVCA
2	PM-1	Latitud: 12°46'24.67"s Longitud: 75° 1'11.34"o Altitud: 3750 m.s.n.m.	Altura camal municipal (Chuñuranra)
3	PM-2	Latitud: 12°46'43.43"s Longitud: 74°59'38.49"o Altitud: 3700 m.s.n.m.	Altura del terminal terrestre de Ascensión
4	PM-3	Latitud: 12°47'13.03"s Longitud: 74°58'46.48"o Altitud: 3680.6 m.s.n.m.	Altura puente del Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho (Ascensión)
5	PM-4	Latitud: 12°46'54.11"s Longitud: 74°57'52.48"o Altitud: 3650 m.s.n.m.	Altura del puente del ejercito de Huancavelica (San Cristóbal)
6	PM-5	Latitud: 12°47'3.56"s Longitud: 74°56'25.67"o Altitud: 3600 m.s.n.m.	Altura del puente de Santa Rosa.

Fuente: elaboración propia



Figura 5. Zona de intervención de la presente investigación puntos de monitoreo para la recolección de muestras

Fuente: elaboración propia

3.5.3. Técnicas de Muestreo

Según Hernández et al. (2010), la elección de una técnica de muestreo de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. Como es la técnica de muestreo no probabilístico.

Por lo tanto, esta investigación tiene la técnica de muestreo no probabilístico donde se selecciona las muestras en base a un conocimiento y juicio profesional (muestreo discrecional).

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Según Gonzales et al. (2011), la observación es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. Dentro de la cual está la observación científica que consiste en observar con un objetivo claro, definido y preciso.

Una de sus modalidades es la observación estructurada es la que se realiza con la ayuda de elementos técnicos apropiados, tales como: fichas, cuadros, tablas, etc, por lo cual se los la denomina observación sistemática. Teniendo como recursos auxiliares: fichas, récords anecdóticos, grabaciones, fotografías, listas de chequeo de datos, escalas, etc.

Por lo tanto, la presente investigación recolecto sus datos mediante la técnica observacional estructurada, con un recurso auxiliar que son las fichas de recolección de datos (**ver anexo 4**).

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Según Gonzales et al. (2011), en toda investigación se aplica un instrumento para medir las variables contenidas en la hipótesis. Esta medición es efectiva cuando el instrumento de recolección de datos realmente representa a las variables que el investigador tiene en mente, de lo contrario la medición es deficiente y por lo tanto la investigación pierde interés. Así, a pesar de que no existe medición perfecta, por ser prácticamente imposible representar fielmente las diversas variables, se debe acercar lo más posible a la fiel representación de las variables a observar.

Por lo tanto, para la presente investigación se utilizó los instrumentos como el Hach DR 2800 (para medir la concentración de fosfatos y nitratos), un Multiparámetro (para medir el oxígeno disuelto, conductividad, pH y temperatura) y la Ficha de registro de datos en campo y laboratorio.

Hach DR 2800: El espectrofotómetro DR 2800 es un espectrofotómetro del espectro visible, con un rango de longitud de onda de 340 a 900 nm (precisión de longitud de onda $\pm 1,5$ nm), para análisis de laboratorio y de campo. Se suministra con un juego completo de programas de aplicación y un soporte en múltiples idiomas. El espectrofotómetro DR 2800 contiene los modos de aplicación siguientes: Programas almacenados (tests preinstalados), Programas de códigos de barras, Programas del usuario, Programas favoritos, Modo Longitud de onda única, Modo longitud de onda múltiple y Modo lapso de tiempo. El espectrofotómetro DR 2800 suministra lecturas digitales en unidades directas de concentración, absorbancia con una precisión fotométrica de 0,005 Abs a 0,0–0,5 Abs o porcentaje de transmitancia. Cuando se selecciona un método creado o programado por el usuario, los menús y mensajes que aparecen en pantalla guían al usuario por el análisis en cuestión.

Este sistema de menús también puede generar informes, para evaluaciones estadísticas de las curvas de calibración creadas y para realizar pruebas de diagnóstico del instrumento.



Fotografía 1. Espectrofotómetro Hach DR2800 y sus celdas de medición.

Multiparámetro: La sonda de la serie PHC101 es una sonda de pH de combinación de relleno de gel no rellenable que lleva un sensor de temperatura incorporado. La sonda PHC10101 o PHC10103 estándar incluye un cable de 1 o 3 m (3,28 o 9,84 pies) que está diseñado para su uso en el laboratorio. La sonda PHC10105, PHC10110, PHC10115 o PHC10130 reforzada incluye un cable de 5, 10, 15 o 30 m (16,40, 32,81, 49,21 o 98,42 pies) que está diseñado para su uso en el campo. La sonda proporciona mediciones del pH de aguas residuales, agua potable y aplicaciones acuosas generales. La sonda no es adecuada para su uso con disolventes orgánicos ni muestras con un pH inferior a 2.



Fotografía 2. Multiparámetro HACH CO HQ40d

Ficha de recolección de datos:

El fichaje es una técnica auxiliar de todas las demás técnicas empleada en investigación científica; consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales, debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación por lo cual constituye un valioso auxiliar en esa tarea, al ahorra mucho tiempo, espacio y dinero.

ANEXO N° 3: FICHA DE REGISTRO DE DATOS EN CAMPO Y LABORATORIO												
CUENCA: RIO ICHU												
REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio												
Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C	mg/l	µS/cm	mg/l	mg/l

Firma del responsable del monitoreo

Figura 6. Ficha de recolección de datos

3.7. Procedimiento de Recolección de Datos.

Según Hernández et al. (2010), recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico. Donde la fuente del dato será proporcionada por las muestras de agua recolectadas en el río Ichu parte periurbano de la ciudad de Huancavelica, siguiendo el protocolo nacional de monitoreo de los recursos hídricos superficiales y se llevara a laboratorio para su respectivo análisis.

3.7.1. Parámetros de monitoreo y medición

3.7.1.1. Parámetros físico-químicos

Los parámetros físico-químicos estudiados en la parte investigadora son los siguientes.

- Variables estudiadas
 - Concentración nitratos
 - Concentración fosfatos
- Covariables o intervinientes
 - Temperatura
 - pH
 - Conductividad eléctrica
 - Oxígeno disuelto

3.7.2. Métodos de análisis de parámetros

Los métodos de análisis de parámetros de campo y parámetros de laboratorio se realizaron usando técnicas adecuadas para cada caso. Se basó principalmente métodos establecidos por la USEPA (U.S. Environmental Protection Agency).

3.7.2.1. Temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.

Para determinar la temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto de las muestras de agua se utilizó un multiparametro Hach CO Hq40d, midiendo dichos parámetros con 3 sondas diferentes.

Procedimiento de medición:

- El multiparámetro se calibró con soluciones buffer para el pH, que son ácida, neutra y alcalina, asimismo se calibró la sonda de conductividad eléctrica con una solución de conductividad de 1413 uS/cm.
- Se procedió a realizar la limpieza con agua destilada en cada una de las sondas.
- Se procedió a realizar la medición in situ con las sondas de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.
- Se presionó el botón medición y procede la lectura.
- Después las sondas se lavaron con agua destilada y se secó con papel tisú, quedando limpio para hacer otra medición.



Fotografía 3. Mutiparámetro Hach CO Hq40d.



Fotografía 4. Buffer de calibración del multiparámetro Hach.

3.7.2.2. Fosfato

Para determinar la concentración de fosfatos en el río Ichu se utilizó los siguientes materiales y equipos; pipetas, vasos precipitados y un espectrofotómetro Hach DR 2800.

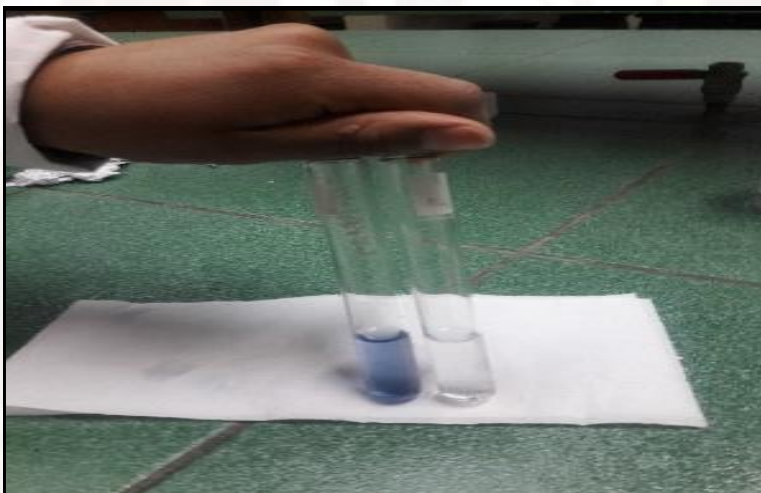
El procedimiento para la medición de la concentración de fosfato fue la siguiente.

- Se encendió el equipo y se seleccionó el almacenamiento de programas.
- Se seleccionó la prueba de 535 P, phosphate NT.
- Se llenó la celda de muestra cuadrada con 5 ml de agua de río, seguidamente se añadió el contenido de una almohadilla de polvo de reactivo de fosfato 3 (Phosver 3) y se tapó.
- Durante unos 20 segundos se agitó vigorosamente la celda hasta que expire el temporizador.
- Durante dos minutos, el período de reacción del sustrato comienza y con la presencia de fosfato se tornó un color azul.

- Llenar en la segunda celda de muestra 5 ml de muestra de agua del río, para muestra en blanco.
- Inserte la muestra en blanco en el soporte de la celda y presionar ZERO en la pantalla.
- Seguidamente insertar la muestra preparada en el soporte de la celda del espectrofotómetro y presionar MEDIR en la pantalla.



Fotografía 5. Reactivos PHOSVER 3.



Fotografía 6. Tubos de ensayo con la muestra blanca y la muestra con el reactivo PHOSVER 3.



Fotografía 7. Medición de la muestra con el equipo Hach DR 2800.

3.7.2.3. Nitrato

Para determinar la concentración de nitratos en el río Ichu se utilizaron los siguientes materiales y equipos; pipetas, vasos precipitados y un espectrofotómetro Hach DR 2800.

El procedimiento para la medición de la concentración de nitratos mediante el método (METODO 8171 Método de Reducción de Cadmio, USEPA) fue la siguiente.

- Se encendió el equipo y seleccionamos el almacenamiento de programas.
- Seleccionamos la prueba de 353 N, Nitrate MR PP.
- Llenamos la celda de muestra cuadrada con 10 ml de muestra de agua de río, seguidamente se añadió el contenido de una almohadilla de polvo de reactivo de nitrato 5 (nitrover 5) y se tapó.
- Durante un minuto se agitó vigorosamente la celda hasta que expiró el temporizador.
- Durante cinco minutos, comenzó el período de reacción del sustrato y con la presencia de nitrato se tornó un color ámbar.

- Se llenó en la segunda celda de muestra cuadrada 10 ml de muestra de agua del río, para muestra en blanco.
- Se insertó la muestra en blanco en el soporte de la celda y presionamos ZERO en la pantalla.
- Seguidamente insertamos la muestra preparada en el soporte de la celda del espectrofotómetro y presionamos MEDIR en la pantalla.



Fotografía 8. Reactivo NITRAVER 5.



Fotografía 9. Añadiendo almohadilla de polvo NITRAVER 5 a la celda.



Fotografía 10. Agitando celda con reactivo NITRAVER 5.



Fotografía 11. Comparando la coloración de la muestra en blanco y la celda con el reactivo.

3.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

3.8.1. Técnicas de procesamiento de datos

Según Gonzales et al. (2011), el marco de referencia de un estudio estadístico conlleva:

- Definir la unidad de observación (elemento sobre el que vamos a registrar los datos). Las unidades de observación pueden tener existencia natural, como una persona o una cosa - elementos tangibles, o pueden estar definidas artificialmente, como las distintas áreas de una empresa.
- Determinar qué vamos a medir (lo que vamos a observar).
- Definir si el relevamiento de datos se hace sobre la totalidad (población) o sobre una muestra. Si el análisis se realiza en base a una muestra, el objetivo es obtener conclusiones acerca de la población. Por lo tanto, la muestra debe ser representativa de la población del cual fue extraída.

Se utilizó el estadígrafo de la prueba Z mayor para 30 muestras, cuyo objetivo es determinar la existencia de la hipótesis nula o la hipótesis de investigación, evaluando una población normalmente distribuida con una confiabilidad del 95%. Por lo tanto, para la presente investigación se hizo la prueba Z.

3.8.2. Análisis de datos

Según Hernández et al. (2010), una vez que los datos estén debidamente ordenados en una matriz limpia de errores, el investigador procede a analizarlos. El análisis de los datos se efectúa sobre la matriz de datos utilizando un programa computacional, siguiendo los siguientes pasos.

- Paso 1: Seleccionar un programa estadístico en la computadora (ordenador) para analizar los datos.
- Paso 2: Ejecutar el programa: SPSS, Minitab, Stats, SAS u otro equivalente.
- Paso 3: Explorar los datos: a) Analizar descriptivamente los datos por variable. b) Visualizar los datos por variable.
- Paso 4: Analizar mediante pruebas estadísticas la hipótesis planteada.

- Paso 5: Realizar análisis adicionales.
- Paso 6: Preparar los resultados para presentarlos (tablas, gráficas, cuadros, etcétera).

Por lo tanto, para la presente investigación se utilizó el software Minitab, para el análisis de los datos con la estadística inferencial, siguiendo los pasos ya mencionados.

- Para el tratamiento previo de datos se usó Microsoft office Excel
- Para el análisis estadístico se utilizó el software Minitab.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Presentación de Resultados.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en el monitoreo de las aguas del río Ichu en 6 diferentes puntos de monitoreo durante los meses de enero a septiembre del 2018. Donde se analizó los parámetros fosfatos y nitratos en laboratorio.

4.1.1. Parámetros de laboratorio

4.1.1.1. Fosfato

Las concentraciones de fosfato presentadas en la **tabla 6**, muestran los valores registrados en los diferentes puntos de monitoreo a lo largo de las diferentes fechas. en las que se observó valores dentro del rango como valor mínimo de 0.21 mg/L y máximo de 4.76 mg/L, cuyos datos tienen una evidente fluctuación en su concentración. Presentando valores más altos en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre entre los puntos de monitoreo PM-B a PM-5 con un promedio de 1.68 mg/L, esto puede deberse a la disminución del caudal del río Ichu en estos meses, como también, al vertimiento de aguas residuales, desechos domésticos, productos de limpieza y a la descarga de detergentes por el lavado de ropas en este río que es utilizado por la población, ya que se evidencia según el **gráfico 1** que a menor caudal aumenta la concentración de fosfatos presentes en el agua.

Se observó también con respecto a los diferentes puntos de monitoreo, que las concentraciones de fosfatos en el río Ichu presentan un aumento de

concentraciones a través de cada punto, según la trayectoria del río aguas abajo desde el PM-B hasta el PM-5, debido a que según la trayectoria del río se presenta un aumento en el número de vertimientos de aguas residuales y residuos orgánicos e inorgánicos.

en cuanto al análisis de las concentraciones de fosfatos alrededor de las fechas de muestreo (enero a septiembre) en los diferentes puntos de monitoreo se obtuvo un valor promedio total de 1.17 mg/L y de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3, esta concentración está por encima del estándar establecido, el cual esto podría ser una voz de alerta, ya que esta sobre 1 mg/L del límite establecido.

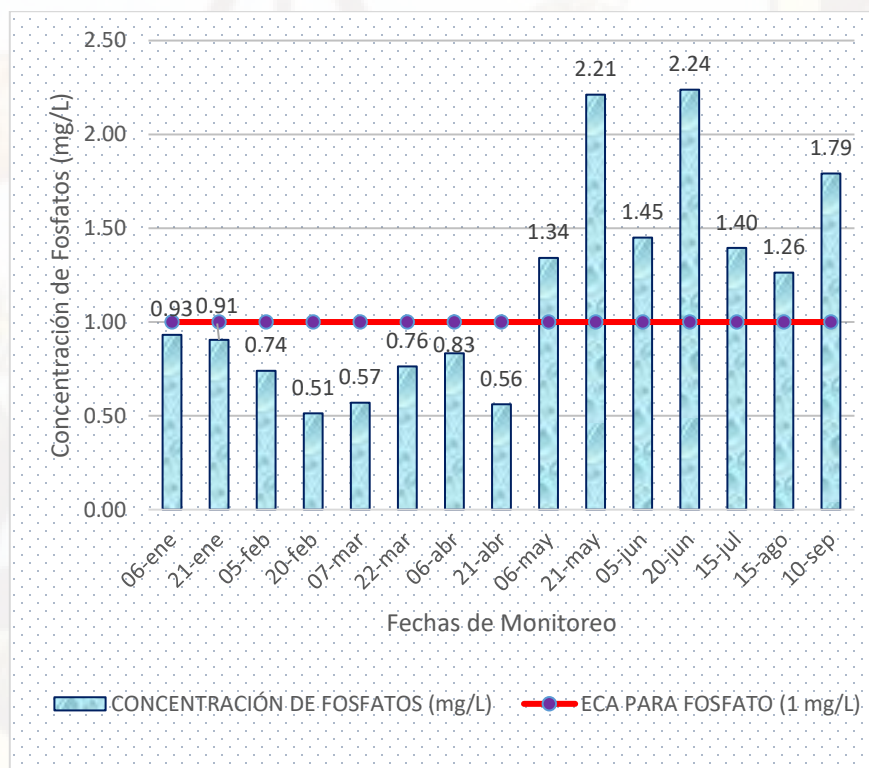
Tabla 6. Resultados de la concentración de fosfatos presentes en el río Ichu

FECHAS	FOSFATOS (mg/L)					
	Punto de monitoreo					
	PM-B	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
06/01/2018	0.96	1.19	0.54	0.62	0.93	1.35
21/01/2018	0.22	0.51	0.37	2.01	1.31	1.01
05/02/2018	0.21	0.25	0.52	0.73	0.72	2.01
20/02/2018	0.26	0.41	0.52	0.6	0.58	0.71
07/03/2018	0.65	0.48	0.57	0.8	0.52	0.4
22/03/2018	0.64	0.68	0.54	1.6	0.73	0.39
06/04/2018	1.23	0.79	0.46	0.59	0.61	1.32
21/04/2018	0.45	0.58	0.67	0.28	0.95	0.44
06/05/2018	0.88	0.69	0.85	1.55	1.49	2.59
21/05/2018	0.64	1.71	1.49	1.48	4.47	3.48
05/06/2018	1.54	0.68	0.65	1.28	1.96	2.59
20/06/2018	0.75	0.59	4.76	1.19	2.91	3.23
15/07/2018	0.8	0.52	1.37	0.84	1.89	2.95
15/08/2018	0.42	0.85	0.58	1.08	1.84	2.81
10/09/2018	0.51	1.12	1.58	1.89	2.15	3.5
PROMEDIO TOTAL	1.17 mg/L					

En el **gráfico 1**, se observa que las concentraciones de fosfatos en el río Ichu, con respecto a los diferentes meses de monitoreo, presentan un aumento progresivo, desde el mes de enero a septiembre, siendo estos valores 0.93 mg/L a 1.79 mg/L respectivamente. Y este aumento que se

evidencia a través de cada mes es debido al caudal del río Ichu, ya que en los meses de enero, febrero, marzo y abril se presentan constantes precipitaciones aumentando así el caudal del río y con esto la disminución de la concentración de fosfatos. Sucediendo lo contrario en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, ya que en estos meses el caudal disminuye evidentemente y con esto el aumento en la concentración de fosfatos.

Así mismo en el gráfico 1 se observa que las concentraciones más altas de fosfatos se dieron en los meses de mayo, junio y septiembre, con valores de 2.21 mg/L, 2.24 mg/L y 1.79 mg/L respectivamente, estando estas concentraciones excesivamente por encima del Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3.



Gráfica 1. Comparación de la concentración de fosfatos con los ECAS.

En cuanto a las variables intervinientes se observó que el pH y el oxígeno disuelto del gráfico 7 del **anexo 2** tuvieron un ligero aumento en el transcurso de los meses, coincidiendo con el incremento en la concentración de los fosfatos, siendo estos valores promedio de pH y oxígeno disuelto, 8.20 y 7.85 mg/L respectivamente, así mismo, se observó que la temperatura se encuentra generalmente controlada de acuerdo al clima de Huancavelica y a las influencias del entorno, siendo el valor promedio de la temperatura 12.17 °C, a esto hay que agregar que las mediciones se realizaron en el transcurso de la mañana de 10 am a 12 m. Así mismo la variable interviniente de conductividad eléctrica, valores medidos en las diferentes fechas de monitoreo tuvieron un evidente aumento en el transcurso de los meses, coincidiendo con el incremento en la concentración de los fosfatos, tal como se evidencia en la gráfica 8 del **anexo 2**, siendo el valor promedio de 455.54 ($\mu\text{S/cm}$).

4.1.1.2. Nitrato

Los resultados obtenidos en la **tabla 7**, muestran las concentraciones de nitratos en los diferentes puntos de monitoreo a lo largo de las diferentes fechas. Obteniendo todos estos valores dentro del rango como valor mínimo de 0.2 mg/L y máximo de 4.6 mg/L, cuyos datos tienen una evidente fluctuación en su concentración. Se observó también que las concentraciones de nitratos están muy por debajo de lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3. Pero se puede observar que los valores en los diferentes puntos de monitoreo, alrededor de las diferentes fechas de muestreo, presentan un aumento de concentraciones a través de cada punto, según la trayectoria del río aguas abajo desde el PM-B hasta el PM-5, debido a que según la trayectoria del río se presenta un aumento en el número de vertimientos de aguas residuales y residuos orgánicos e inorgánicos. Se observa también que los

valores más altos en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre entre los puntos de monitoreo PM-B a PM-5 con un promedio de 2.71 mg/L, esto puede deberse a la disminución del caudal del río Ichu en estos meses, como también, al vertimiento de aguas residuales, desechos domésticos, productos de limpieza y a la descarga de detergentes por el lavado de ropas en este río que es utilizado por la población.

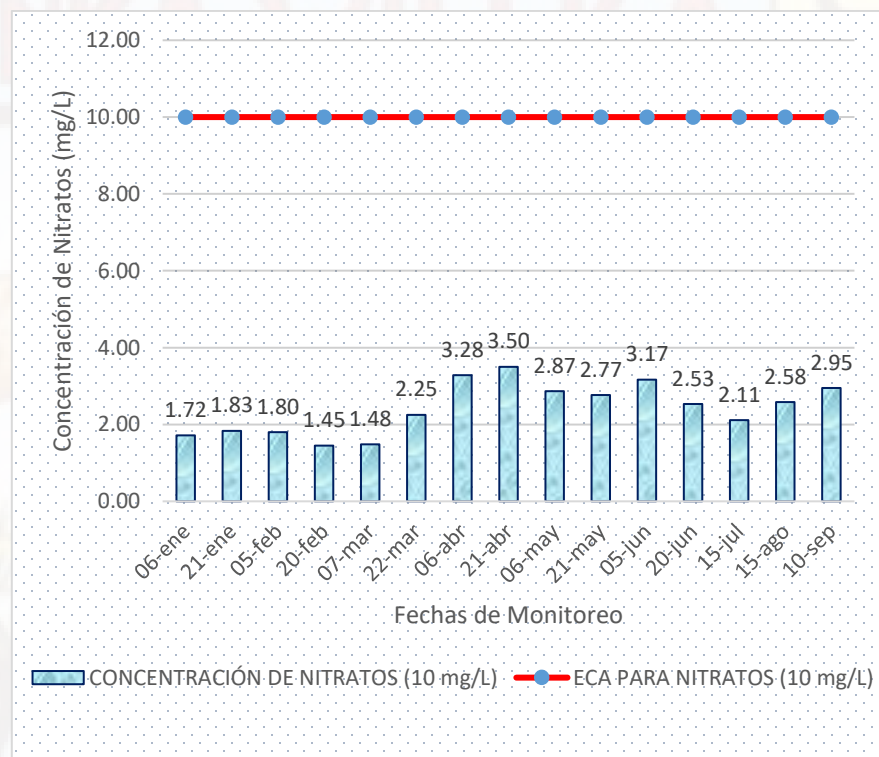
Tabla 7. Resultados de la concentración de nitratos presentes en el río Ichu

FECHAS	NITRATOS (mg/L)					
	Punto de monitoreo					
	PM-B	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
06/01/2018	0.6	1.1	2.1	2.1	2.4	2
21/01/2018	0.9	1.9	2.1	1.4	2.2	2.5
05/02/2018	0.5	1.7	2.1	2.7	1.1	2.7
20/02/2018	0.7	1.8	1	2.1	1.2	1.9
07/03/2018	0.2	1.6	1.5	2.1	2.3	1.2
22/03/2018	2	2.6	2.3	2.3	2.2	2.1
06/04/2018	3.1	2	3	3.4	4.6	3.6
21/04/2018	2.8	3	3.3	3.9	4	4
06/05/2018	1.3	3	3.8	3.1	3.2	2.8
21/05/2018	2.2	1.7	3.5	3.1	2.9	3.2
05/06/2018	2.6	2.7	3.9	3.9	2.3	3.6
20/06/2018	0.9	2.4	2.6	3.3	3.7	2.3
15/07/2018	0.98	2.1	2.5	3.1	2.3	1.7
15/08/2018	2.5	1.4	2.6	1.9	3.8	3.3
10/09/2018	1.7	2.4	2.8	2.1	4.2	4.5
PROMEDIO TOTAL	2.42 mg/L					

En el **gráfico 2**, se observó que las concentraciones de nitrato están muy por debajo de lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3. Pero se observa que las concentraciones de nitratos tienen un aumento ligero a través de los meses de enero a septiembre, con valores de 1.72 mg/L a 2.95 mg/L respectivamente. En cuanto a los meses con menor precipitación, mayo, junio, julio, agosto y septiembre, las concentraciones de nitrato en los diferentes puntos de monitoreo tuvieron

valores ligeramente más altos a diferencia de los meses anteriores de enero, febrero, marzo y abril.

Así mismo en el **gráfico 2** se observa que las concentraciones más altas de nitratos se dieron en los meses de abril, junio y septiembre, con valores de 3.50 mg/L, 3.17 mg/L y 2.95 mg/L respectivamente, estando estas concentraciones muy elevadas a diferencia de los demás meses de muestreo, pero a pesar de ello no sobrepasan el valor límite del estándar establecido.



Gráfica 2. Comparación de la concentración de nitratos con los ECAS

En cuanto a las variables intervinientes se observó que el pH y el oxígeno disuelto en la gráfica 9 del **anexo 2** tuvieron un ligero aumento en el transcurso de los meses, coincidiendo con el incremento en la concentración de los nitratos, siendo estos valores promedio de pH y

oxígeno disuelto, 8.20 y 7.85 mg/L respectivamente, de los meses de lluvia a los meses secos, así mismo, se observó que la temperatura se encuentra generalmente controlada de acuerdo al clima de Huancavelica y a las influencias del entorno, siendo el valor promedio de la temperatura 12.17 °C, a esto hay que agregar que las mediciones se realizaron en el transcurso de la mañana de 10 am a 12 m. Así mismo la variable interviniente de conductividad eléctrica, los valores medidos en las diferentes fechas de monitoreo tuvieron un evidente aumento en el transcurso de los meses, coincidiendo con el incremento en la concentración de los nitratos de los meses de lluvia a los meses secos, tal como se evidencia en la gráfica 10 del **anexo 2**, siendo el valor promedio de 455.54 ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

4.2. Análisis de datos

Para poder realizar un adecuado análisis de datos, es necesario cumplir con algunos requisitos previos para poder garantizar la validez de los resultados, por ello es indispensable conocer si la información obtenida en el proceso de recolección de datos tiene un comportamiento mediante una distribución normal. Según si se cumplen o no estos supuestos se optarán por realizar pruebas paramétricas o no paramétricas que servirán para hacer nuestra prueba de hipótesis.

4.2.1. Prueba de normalidad de datos

Para poder comprobar la normalidad de nuestros datos obtenidos se utilizó la prueba de Anderson Darling, debido a que presenta un mejor comportamiento y es mucho más eficiente que las demás pruebas, para ello se utilizó el software Minitab, para la prueba de hipótesis Z.

4.2.1.1. Prueba de normalidad para fosfatos

Paso 1: Planteamiento de hipótesis

Ho: las concentraciones de fosfatos siguen una distribución normal

Ha: las concentraciones de fosfatos no siguen una distribución normal

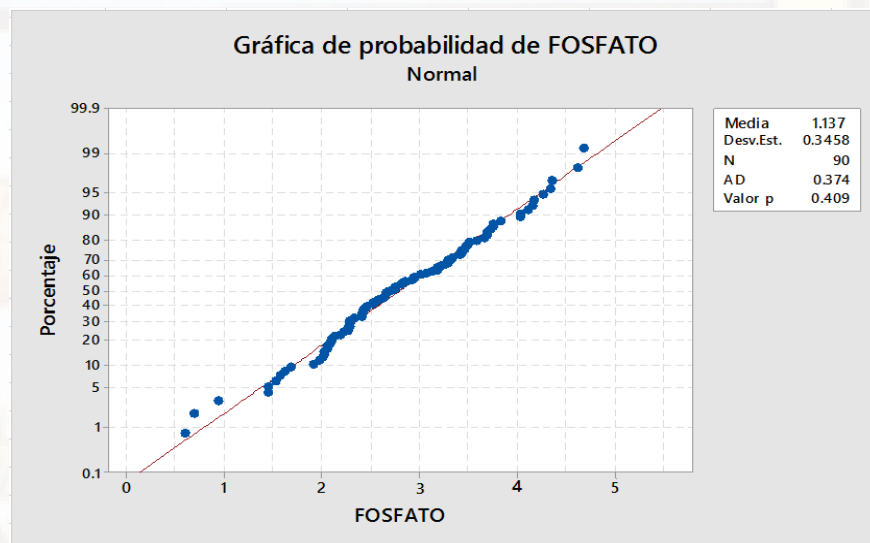
Para poder aceptar o rechazar nuestras hipótesis planteadas se calcula el P valor.

Si:

$P \text{ valor} > NS(\alpha)$, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

$P \text{ valor} < NS(\alpha)$, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

Paso 2: comprobando los datos en el software Minitab para un nivel de significancia de 95 % o α igual a 0.05.



Gráfica 3. Prueba de normalidad para fosfatos donde p valor es de 0.409.

Paso 3: se observa que el $P \text{ valor} = 0.409 > 0.05$; Entonces no se tiene evidencia estadística suficiente para decir que los datos no se ajustan a una distribución normal, por lo tanto, se acepta la Hipótesis nula (H_0), concluyendo así que los datos cumplen una distribución normal.

4.2.1.2. Prueba de normalidad para nitratos

Paso 1: Planteamientos de hipótesis

Ho: las concentraciones de nitratos siguen una distribución normal

Ha: las concentraciones de nitratos no siguen una distribución normal

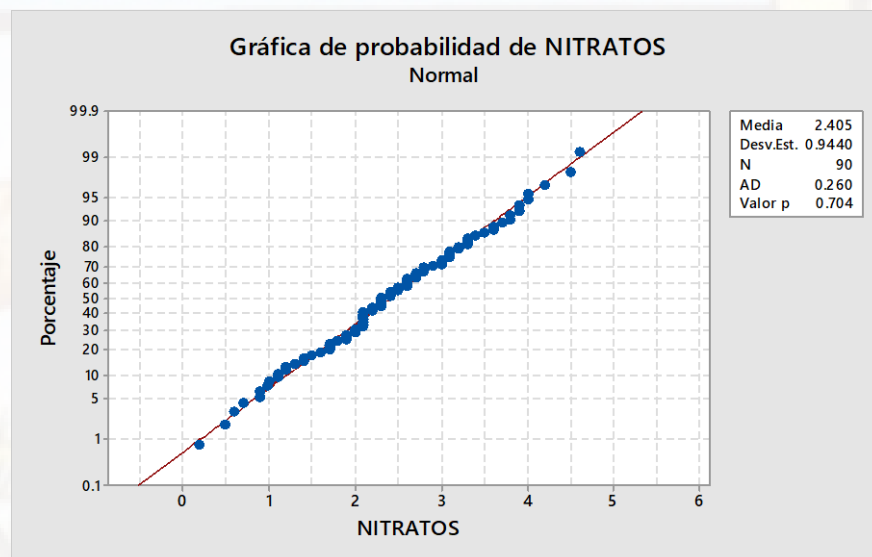
Para poder aceptar o rechazar nuestras hipótesis planteadas se calcula el P valor.

Si:

$P \text{ valor} > NS(\alpha)$, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

$P \text{ valor} < NS(\alpha)$, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

Paso 2: Comprobando los datos en el software Minitab para un nivel de significancia de 95 % o α igual a 0.05.



Gráfica 4. Prueba de normalidad para nitratos donde p valor es de 0.704.

Paso 3: Se observa que el $P \text{ valor} = 0.704 > 0.05$; Entonces no se tiene evidencia estadística suficiente para decir que los datos no se ajustan a una distribución normal, por lo tanto, se acepta la Hipótesis nula (H_0), concluyendo así que los datos cumplen una distribución normal.

4.2.2. Contrastación de hipótesis de investigación con la prueba de Z

4.2.2.1. Prueba de hipótesis para fosfatos

Paso 1: Determinación de la hipótesis nula (H_0) y alternativa (H_a):

H_0 : La concentración de fosfatos en el río Ichu no cumplen con el estándar de calidad ambiental para agua, categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

H_a : La concentración de fosfatos en el río Ichu cumplen con el estándar de calidad ambiental para agua, categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

Por lo tanto, definimos de la siguiente manera:

$$H_0: \mu \geq 1 \text{ mg/L}$$

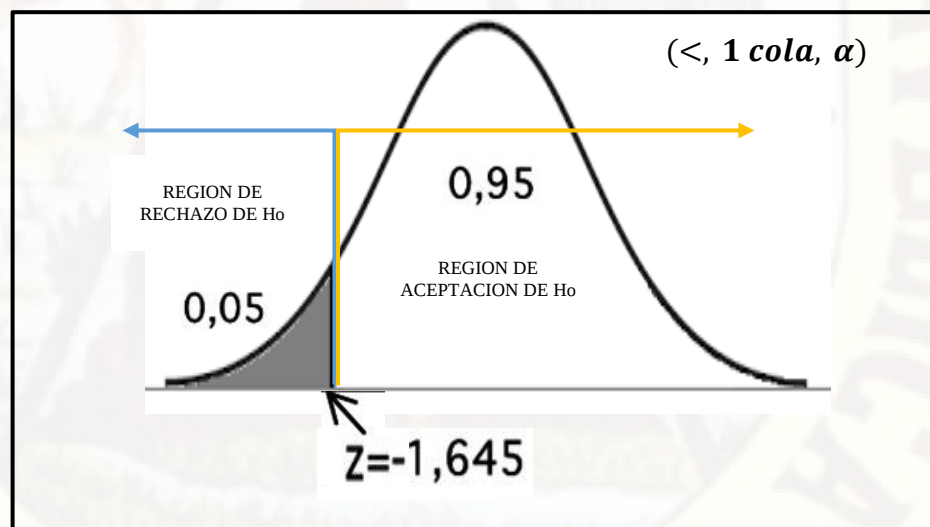
$$H_a: \mu < 1 \text{ mg/L}$$

Paso 2: Nivel de significancia para el estudio:

$$\alpha = 0.05$$

Paso 3: Determinación de la región de rechazo:

A partir de nuestras hipótesis planteadas la $H_a (<)$ nos indica una cola a la izquierda, con un nivel de confianza al 95%. Por lo tanto, el Z crítico de intervalo será igual a -1.645.



Gráfica 5. Campana de gauss para la prueba de hipótesis para fosfatos

Paso 4: Cálculo del estadígrafo de prueba:

Para calcular el estadígrafo de prueba de Z se usó la siguiente formula:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$\bar{x}$ = Media muestral

μ = valor hipotético de μ

s = desviación estándar

n = tamaño de la muestra

Por lo tanto, tenemos los siguientes valores:

Tabla 8. Estadística descriptiva de los datos de fosfatos

FOSFATOS	
Media	1.1673333
Desviación estándar	0.93173488
Varianza de la muestra	0.86812989
Mínimo	0.21
Máximo	4.76
Numero de datos	90
Nivel de confianza(95.0%)	95 %

Obteniendo el valor del estadígrafo de prueba:

$$Z = 1.703771554$$

Paso 5: Concluyendo:

El estadístico de prueba cae dentro de la región de aceptación de la H_0 . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, que la concentración de fosfatos en el rio Ichu no cumplen con el estándar de calidad ambiental para agua, categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

4.2.2.2. Prueba de hipótesis para nitratos

Paso 1: Determinación de la hipótesis nula (H_0) y alternativa (H_a):

Ho: La concentración de nitratos en el río Ichu cumple con el estándar de calidad ambiental para agua, categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

Ha: La concentración de nitratos en el río Ichu no cumple con el estándar de calidad ambiental para agua, categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

Por lo tanto, definimos de la siguiente manera:

$$H_0: \mu \geq 10 \text{ mg/L}$$

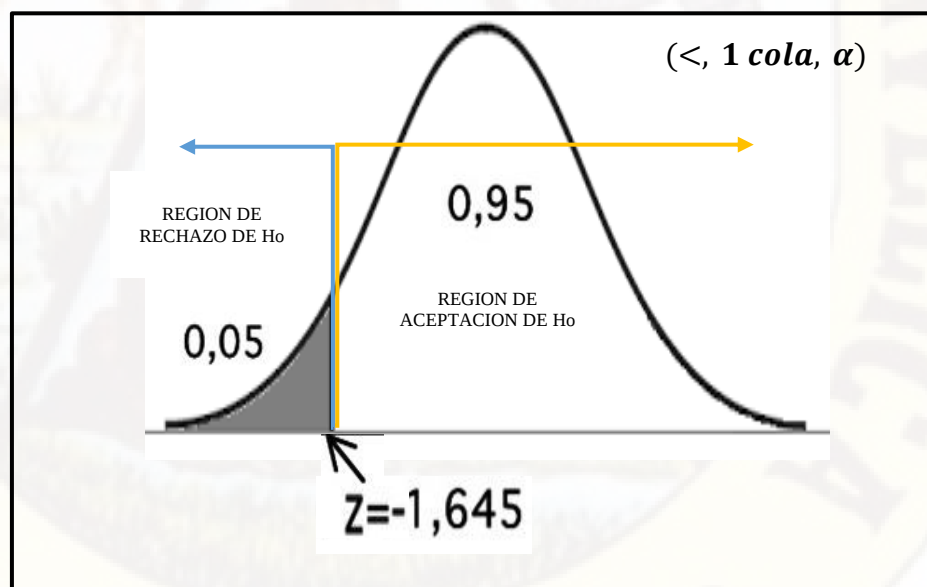
$$H_a: \mu < 10 \text{ mg/L}$$

Paso 2: Nivel de significancia para el estudio:

$$\alpha = 0.05$$

Paso 3: Determinación de la región de rechazo:

A partir de nuestras hipótesis planteadas la $H_a (>)$ nos indica una cola a la derecha, con un nivel de confianza al 95%. Por lo tanto, el Z crítico de intervalo será igual a 1,645.



Gráfica 6. Campana de gauss para la prueba de hipótesis para nitratos

Paso 4: Cálculo del estadígrafo de prueba:

Para calcular el estadígrafo de prueba de Z se usó la siguiente formula:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$\bar{x}$ = Media muestral

μ = valor hipotético de μ

s = desviación estándar

n = tamaño de la muestra

Por lo tanto, tenemos los siguientes valores:

Tabla 9. Estadística descriptiva de los datos de nitratos

NITRATOS	
Media	2.40533333
Desviación estándar	0.94395677
Varianza de la muestra	0.89105438
Mínimo	0.2
Máximo	4.6
Numero de datos	90
Nivel de confianza (95.0%)	95 %

Obteniendo el valor del estadígrafo de prueba:

$$Z = - 76.32694$$

Paso 5: Concluyendo:

El estadístico de prueba cae dentro de la región de rechazo de la H_0 . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna, que la concentración de nitratos en el rio Ichu cumplen con el estándar de calidad ambiental para agua, categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

4.3. Discusión de resultados

La concentración de fosfatos presentes en el río Ichu, estuvo en un promedio total de 1.17 mg/L, siendo este valor por encima del Estándar de Calidad de Ambiental para agua – categoría 3, este resultado concuerda con los estudios encontrados por Tevés (2016), con una concentración de fosfato registrada de 1.052 mg/L, siendo este valor mayor que el estándar establecido y por Olguín et al. (2014), ya que sus concentraciones son significativamente altas con un promedio total de 6.9 mg/L, que sobrepasa su normativa establecida para ese país (USEPA - 0.25 mg/L), asociándose estas altas concentraciones a las descargas puntuales de aguas negras y grises con residuos de detergentes ricos en fosfatos. Así mismo Vásquez (2015), indica que la fuerte contaminación inorgánica, puede deberse a las descargas de aguas que contienen como residuo, detergentes comerciales o domésticos, como también de la materia orgánica proveniente de desechos urbanos y abonos orgánicos o fertilizantes de los cultivos que llegan por escurrimiento agrícola que, en muchos casos, estas fuentes de contaminación son arrastradas o arrojadas a las acequias, canales, arroyos y ríos. Sucediendo lo contrario según Rodríguez et al. (2016), ya que sus valores registrados de concentración fosfatos fueron bajos, llegando su valor más alto de 0.0022 mg/L. este valor fue registrado debido a las precipitaciones intensas y periódicas.

Se observó también en el presente estudio un aumento progresivo de la concentración de fosfatos desde el PM-B (0.68 mg/L) hasta el PM-5 (1.92 mg/L), esto debido a que el río recibe a lo largo de su curso, aguas abajo, una mayor cantidad de residuos municipales o domésticos e insumos inapropiados de diferentes naturaleza, lo que altera de forma negativa la calidad de agua en el río Ichu, causas similares fue registrada por Medina et al. (2013) en el que explica que otro componente importante en la introducción al río de estos elementos nutritivos es el impacto del aumento poblacional a la que se ha visto sometido la ciudad. Así mismo Teves (2016), expresa que este incremento en el contenido de fosfatos es perjudicial ya que, puede generar problemas de agotamiento de oxígeno, debido al exceso de materia orgánica y este

exceso de materia orgánica ocasiona crecimientos rápidos de algas, que pueden eventualmente cubrir la superficie del agua y causar así la eutrofización.

En cuanto al estudio realizado por Chuquimbalqui (2017), sus valores registrados en concentraciones de fosfatos y nitratos fueron 0.28 mg/L y 0.76 mg/L respectivamente, siendo estos valores muy bajos y cumpliendo con los estándares de calidad ambiental para agua, esto se debe a la velocidad de sus aguas del río, a la gran vegetación que existe en márgenes de la misma y al alto grado de oxígeno disuelto que hace posible la autodepuración mediante la descomposición acelerada de la materia orgánica. Sucediendo lo contrario para el río Ichu, ya que la concentración de fosfatos sobrepasa el estándar establecido y en cuanto a la concentración de nitratos, este se encuentra por debajo del estándar establecido.

En el trabajo de investigación de Barrios et al. (2015), se registró valores de concentración de fosfato y nitratos de 0.221 y 1.055 mg/L respectivamente, estando también estos valores por debajo del estándar establecido por la normatividad peruana.

La concentración de nitratos presente en el río Ichu estuvo en un promedio total de 2.42 mg/L, siendo este valor muy por debajo del Estándar de Calidad de Ambiental para agua – categoría 3 y en cuanto a los resultados obtenidos de los puntos de monitoreo, PM-4 y PM-5, en los meses de abril y septiembre se tuvo valores mayores a 4 mg/L. siendo estos valores los más cercanos a los 10 mg/L, pero a pesar de ello estos valores son bastante bajos a comparación con lo encontrado por Olguín et al. (2014), ya que sus valores oscilan entre 8.50 a 10 mg/L, encontrándose cercanos a su normativa vigente en su país, sin embargo reporta que en niveles desde 4 mg/L causan efectos negativos a los ecosistemas e incluso a la salud humana. Así mismo estos valores de concentraciones de nitratos encontrados en el río Ichu, se debe a que según Medina et al. (2013), el recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el cual hará que el nitrógeno este presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos.

Según (Rodríguez et al. (2016), se observó que sus concentraciones de nitratos, se mantuvieron dentro de un rango de 0.64 a 0.81 mg/L. estos valores fueron registrados debido a las precipitaciones intensas y periódicas. Coincidiendo con los datos registrados en la presente investigación para el río Ichu en los meses de enero, febrero, marzo y abril.

En el estudio de Ramírez (2015), se observó también que los niveles de nitratos en el agua de muestreo no presenta en ninguno de los casos concentraciones elevadas. Coincidiendo también con el estudio realizado por Vásquez (2015), ya que sus valores de nitratos varían desde 0.0 mg/L a 1.6 mg/L, siendo estos valores menores a lo establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Debido a que la presencia de nitratos en concentraciones menores a 10 mg/L, estaría asociado a que este ion es muy soluble en el agua debido a su polaridad y así mismo las bajas concentraciones de nitrato se debió a que en los diferentes puntos de monitoreo coincidieron con altos valores de conductividad eléctrica. Coincidiendo este último con los valores registrados para el río Ichu.

CONCLUSIONES

- La Concentración de fosfatos en el río Ichu, tomadas de enero a septiembre, registró un promedio total de 1.17 mg/L, estando este valor por encima de lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3 (1mg/L). este valor indica la disminución de la calidad del agua del río Ichu, ocasionando la pérdida de la vida acuática en la parte urbana del río (aguas abajo), todo ello a consecuencia de vertimientos directos de aguas residuales municipales y desechos domésticos en los diferentes puntos del río, como también por las descargas de productos de limpieza y detergentes por el lavado de ropas en las riveras del río Ichu y entre otras fuentes de contaminación.
- La concentración de nitratos en el río Ichu, tomadas de enero a septiembre, registro un promedio total de 2.42 mg/L, por lo que se concluye que este parámetro no presenta un peligro para la calidad del agua hasta el momento, pero debemos señalar que las aguas del río Ichu podría ser susceptible a la contaminación por nitrato ya que, sus valores van en aumento a consecuencia de la materia orgánica originada por las descargas de aguas residuales domésticas vertidas directamente en el río, así también esta baja concentración se debe a la velocidad de sus aguas del río y al alto grado de oxígeno disuelto que hace posible la autodepuración mediante la descomposición acelerada de la materia
- Se concluye que la concentración de fosfatos, se encuentra por encima de lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3, lo cual sobrepasa los 1mg/L. Y en cuanto a la concentración de nitratos, este se encuentra muy por debajo de lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3, lo cual no sobrepasa los 10 mg/L

RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar el estudio con más parámetros físicos, químicos y/o biológicos para poder determinar su influencia en la calidad del agua del río Ichu, ya que los parámetros de pH, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto, fosfatos y nitratos estudiados no son suficientes.
- Se recomienda realizar un estudio más detallado de la calidad del agua del río Ichu, en diferentes zonas de toda su trayectoria del río, para determinar la variabilidad espacial y temporal de los parámetros, también caracterizar el área para identificar puntualmente las fuentes de contaminación.
- Se recomienda a las autoridades de la provincia de Huancavelica, a tomar más interés en cuanto a la calidad y conservación de los recursos hídricos, en este caso del río Ichu. Así mismo acelerar la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para la ciudad de Huancavelica.

BIBLIOGRAFÍA

- Adesuyi, A. A., Nnodu, V. C., Njoku, K. L., & Jolaoso, A. (2015). Nitrate and phosphate pollution in surface water of Nwaja Creek, Port Harcourt, Niger Delta, Nigeria. *International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences*, 3, 8.
- ANA, & INCLAM. (2015). Evaluación de recursos hídricos en la cuenca de Mantaro. *Autoridad Nacional del Agua*, 1504.
- Araujo, E. R., & Sánchez, V. G. (2010). Evaluación técnico ambiental de los recursos hídricos e hidrobiológicos de las lagunas de Choclococha y Ccochapata, Huancavelica. Vol. 3, Núm. 1 (2010), 3(1), 33–40.
- Arias, E. (2001). *Alcantarillado y Drenaje Pluvial* (Vol. Tomo 1). Lima.
- Barrenechea, A., Cánepa, L., Maldonado, V., & Aurazo, M. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano* (Vol. Tomo 1). Lima.
- Barrios, H., Ccanto, Y., Espinal, G. B., Quispe, S., Sevillano, R. L., & Vargas, J. (2015). *Contaminación en la desembocadura del Río Surco por aguas residuales en la zona de Villa Nicolasa en el Distrito de Chorrillos*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Bojorge, M. G., & Cantoral, E. A. (2016). La importancia ecológica de las algas en los ríos. *Hidrobiológica*, 26(1), 1–8.
- Cavero, M. Y., & Ibañez, M. A. (2011). *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*. Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4468>
- Chuquimbalqui, Y. (2017). *Determinación de parámetros físico – químicos y biológicos del agua del río Tío Yacu, para uso recreacional y riego de vegetales, del distrito de Elías Soplin Vargas – Rioja*. Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba. Recuperado de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2514/INFORME%20DE%20TE%20SIS%20-%202017%20YHEOL.CH.P%20PARA%20CD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Comercio. (2016, enero 15). Diario el Comercio. *Más de cien ríos están contaminados con coliformes o metales*, p. 3.
- Contreras, K., Contreras, J., Corti, M., De Sousa, J., & Escalante, M. (2008). *El agua un recurso para preservar*. Universidad de Los Andes.
- Correo. (2015a, marzo 17). Diario Correo. *Río Ichu está desprotegido ante la contaminación*, p. 2.
- Correo. (2015b, agosto 9). Diario Correo. *Río Ichu, desprotegido de la contaminación*, p. 4.
- Cuellar, J., Ranulfo, B. R., & Delgado, M. A. (2013). *Niveles de contaminación que afectan la calidad de aguas del río Huaura*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho.
- Díaz, W. H., Gonzaga, B., & Contreras, N. (2015). Determinación del coagulante que permita la máxima remoción de fosfatos en agua cruda del río Otún. *Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 26 (AIDIS 98), 1–7.
- Gong, Y., Yu, Z., Yao, Q., Chen, H., Mi, T., & Tan, J. (2015). Seasonal variation and sources of dissolved nutrients in the Yellow River, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(8), 9603-9622. <https://doi.org/10.3390/ijerph120809603>
- Gonzales, A., Oseda, D., Ramírez, F. G., & Gave, J. L. (2011). *Cómo aprender y enseñar investigación científica* (1ra edición). Huancavelica.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta edición). México: McGraw-Hill. Recuperado de www.FreeLibros.com
- Jiménez, D. A. (2013). *Estimación de la concentración de nutrientes en aguas superficiales del río Daule y validación del método de cuantificación de aniones en agua por cromatografía iónica*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Li, L., He, Z., Li, Z., Li, S., Wan, Y., & Stoffella, P. J. (2017). Spatiotemporal change of phosphorous speciation and concentration in stormwater in the St. Lucie Estuary watershed, South Florida. *Chemosphere*, 172, 488-495. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.01.020>

- Medina, L., Castañeda, J., Fermín, I., Pérez, G., & López, F. (2013). Variación espacio-temporal del caudal y el transporte de nutrientes en el río Manzanares. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 52(2), 9.
- MINAM. (2017). Ministerio del Ambiente (MINAM). *Propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Subterránea*. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-aire-y-e-decreto-supremo-n-003-2017-minam-1529835-1/>
- Municipalidad Provincial de Huancavelica. (2017, febrero 16). Municipalidad Provincial de Huancavelica. Recuperado de <http://www.munihuancavelica.gob.pe/es/?p=7568>
- Olguín, E. J., González, R. E., Sánchez, G., Zamora, J. E., & Owen, T. (2014). Contaminación de ríos urbanos: El caso de la subcuenca del río Sordo en Xalapa, Veracruz, México. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 1(2), 178–190.
- ONU. (2014). Organización de las Naciones Unidas (ONU). Recuperado de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>
- ONU. (2015). Organización de las Naciones Unidas (ONU). Recuperado de http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml?fbclid=IwAR1QBF_ITz2Vm5B0F7tVCJncJEIbP2Z2t5qNYbTYZaIGDAI6_gnVUzoX7Ds
- Pacheco, J., & Cabrera, A. (2003). Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas. *Ingeniería*, 7(2), 47-54.
- Pérez, J. K. (2017). *Determinación del índice de calidad del agua del río Moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales - Omo*. Universidad José Carlos Mariategui, Moquegua. Recuperado de http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/299/Julisa_Tesis_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pütz, P. (2011). *Eliminación y determinación de fosfato* (Informe Práctico). United For Water Quality. Recuperado de www.hach-lange.es
- Quílez, D., Aragüés, R., Isidoro, D., & Raúl Fernando. (2017). Tendencias de salinidad, nitrato y fosfato en las aguas superficiales de la cuenca del Ebro, 16.

- Ramirez, Y. (2015). *Determinación de la calidad de agua del centro poblado Chicama-La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Rodríguez, S. C., De Asmundis, C. L., & Martínez, G. C. (2016). Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas. *Agrotecnia*, (24), 30–34.
- Sánchez, L. (2012). Contaminación de las aguas naturales. En *Química Inorgánica y Medio Ambiente* (p. 21). Recuperado de <http://www.uco.es/~iq2sagrl/>
- Salirrosas, P. J. (2013). *Calidad de ecosistema del río Pollo (Otuzco-La Libertad) en base a Indicadores bióticos y abióticos durante Abril-Octubre 2013*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Recuperado de <http://creativecommons.org/licenses/by-ns-sa/2.5/pe/>
- Sierra, C. A. (2011). *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico* (1ra edición). Colombia: Ediciones de la U.
- Sileika, A. S., Stålnacke, P., Kutra, S., Gaigalis, K., & Berankiene, L. (2014). Temporal and Spatial Variation of Nutrient Levels in the Nemunas River (Lithuania and Belarus). *Environmental Monitoring and Assessment*, 122(1-3), 335-354. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-9186-9>
- Solaraj, G., Dhanakumar, S., Rutharvel, K., & Mohanraj, R. (2010). Water quality in select regions of Cauvery Delta River basin, southern India, with emphasis on monsoonal variation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166(1-4), 435-444. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1013-7>
- Sulaiman, R., Ismail, Z., Othman, S. Z., Ramli, A. H., & Shirazi, S. M. (2014). A comparative study of trends of nitrate, chloride and phosphate concentration levels in selected urban rivers. *Measurement*, 55, 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2014.04.035>
- Teves, B. M. T. (2016). *Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Cagra, región Lima* (PhD Thesis). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Recuperado de tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6797
- Torres, L. (2010). *Contaminación y capacidad de autorecuperación del río Sonche, sector de confluencia de las quebradas Santa Lucia y Taquihuayco, distrito de Chachapoyas*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Amazonas.

- UNESCO. (2015). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/naturalsciences/environment/water/wwap/factsandfigures/allfactswwdr3/fact15waterpollution/>
- Vásquez, M. (2015). *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*. Universidad Nacional de Trujillo, Ancash. Recuperado de <http://creativecommons.org/licenses/by-ns-sa/2.5/pe/>
- Wen, Y., Schoups, G., & Van de Giesen, N. (2017). Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/srep43289>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Tablas de resultados

Anexo 2.1: Concentraciones de nitratos, fosfatos de los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río ichu.

Anexo 2.2: Concentraciones de las variables intervinientes en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río ichu.

Anexo 3: Panel fotográfico

Anexo 3.1: Ubicación de los puntos de monitoreo seleccionados

Anexo 3.2: Fotos de los puntos de recolección de muestras

Anexo 3.3: Fotos de medición de parámetros en campo

Anexo 3.4: Fotos de medición de parámetros en laboratorio

Anexo 3.5: Zonas de contaminación en todo el recorrido de la parte urbana del río Ichu

Anexo 4: Procesos de monitoreo según el protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

Anexo 5: Ficha de recolección de datos en campo y laboratorio.

ANEXO 1: TÍTULO: CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS Y NITRATOS EN EL RIO ICHU, PARTE URBANA DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	ANTECEDENTES	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Cuál es la concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu del distrito de Huancavelica, para el período de enero a septiembre del 2018?	Determinar la concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica, para el período de enero a septiembre del 2018.	En los estudios realizados por Liguang <i>et al</i> (2017) señalan en su investigación. "Spatiotemporal Change of Phosphorous Speciation and Concentration in Stormwater in the St. Lucie Estuary Watershed, South Florida" realizado por la Universidad de Florida en los Estados Unidos (USA). Que las variaciones de fosfato en el cambio espacial fueron más altas en las muestras de agua, la variación temporal de las concentraciones de Fósforo Total (TP), Fósforo Total Disuelto (TDP), Partículas Totales de Fósforo (TPP), Fósforo Orgánico Disuelto (DOP) y fosfatos (PO ₄ -P) en las muestras de agua variaron con las estaciones, fueron altas durante las temporadas de verano y otoño, bajas en las temporadas de primavera e invierno. Se observó una variación sustancial de año a año, probablemente debido a diferencias de lluvias. Según Cavero y 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, Trujillo, peru. La cual 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 encontramos 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 OMS (50 mg/l); la presencia de estos iones en concentraciones elevadas acarrearán una fuente de contaminación ambiental y de salud muy latente.	Hipótesis de investigación La concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica no cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA- Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales). Hipótesis nula (H₀) La concentración de fosfatos y nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA- Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).	➤ Variables dependientes - Concentración de fosfatos (mg/l o ppm). - Concentración de nitratos (mg/l o ppm). ➤ Variables independientes - Parte urbana del río Ichu	Tipo de Investigación: Investigación básica o pura Nivel de Investigación: Investigación descriptiva Método de investigación: Método descriptivo e hipotético deductivo Diseño de Investigación: Diseño Transeccional tipo descriptivo Población y Muestra: - Población: Considerada toda la parte urbana de la ciudad de Huancavelica - Muestra: Considerado como muestra los 6 puntos de monitoreo -Técnica de muestreo La técnica de muestreo no probabilístico Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos: - Técnicas: observación estructurada, uso de fichas de registro - Instrumentos: Multiparámetro Espectrofotómetro HACH DR 2800 Ficha de registro
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS ➤ Determinar la concentración de fosfatos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica, para el período de enero a septiembre del 2018. ➤ Determinar la concentración de nitratos en la parte urbana del río Ichu, del distrito de Huancavelica, para el período de enero a septiembre del 2018. ➤ Comparar la concentración de fosfatos y nitratos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua - categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales).				

ANEXO 2: TABLAS DE RESULTADOS

ANEXO 2.1: CONCENTRACIONES DE NITRATOS, FOSFATOS DE LOS DISTINTOS PUNTOS DE MONITOREO DE LA PARTE URBANA DEL RIO ICHU.

Tabla 10. Concentraciones de fosfatos en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río Ichu, Huancavelica.

FECHAS		FOSFATOS (mg/L)						
		N°	Punto de monitoreo					
			PM-B	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
ENERO	06/01/2018	1	0.96	1.19	0.54	0.62	0.93	1.35
ENERO	21/01/2018	2	0.22	0.51	0.37	2.01	1.31	1.01
FEBRERO	05/02/2018	3	0.21	0.25	0.52	0.73	0.72	2.01
FEBRERO	20/02/2018	4	0.26	0.41	0.52	0.6	0.58	0.71
MARZO	07/03/2018	5	0.65	0.48	0.57	0.8	0.52	0.4
MARZO	22/03/2018	6	0.64	0.68	0.54	1.6	0.73	0.39
ABRIL	06/04/2018	7	1.23	0.79	0.46	0.59	0.61	1.32
ABRIL	21/04/2018	8	0.45	0.58	0.67	0.28	0.95	0.44
MAYO	06/05/2018	9	0.88	0.69	0.85	1.55	1.49	2.59
MAYO	21/05/2018	10	0.64	1.71	1.49	1.48	4.47	3.48
JUNIO	05/06/2018	11	1.54	0.68	0.65	1.28	1.96	2.59
JUNIO	20/06/2018	12	0.75	0.59	4.76	1.19	2.91	3.23
JULIO	15/07/2018	13	0.8	0.52	1.37	0.84	1.89	2.95
AGOSTO	15/08/2018	14	0.42	0.85	0.58	1.08	1.84	2.81
SEPTIEMBRE	10/09/2018	15	0.51	1.12	1.58	1.89	2.15	3.5

Tabla 11. Concentraciones de fosfatos en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río Ichu, Huancavelica.

FECHAS		NITRATOS (mg/L)						
		N°	Punto de monitoreo					
			PM-B	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
ENERO	06/01/2018	1	0.6	1.1	2.1	2.1	2.4	2
ENERO	21/01/2018	2	0.9	1.9	2.1	1.4	2.2	2.5
FEBRERO	05/02/2018	3	0.5	1.7	2.1	2.7	1.1	2.7
FEBRERO	20/02/2018	4	0.7	1.8	1	2.1	1.2	1.9
MARZO	07/03/2018	5	0.2	1.6	1.5	2.1	2.3	1.2
MARZO	22/03/2018	6	2	2.6	2.3	2.3	2.2	2.1
ABRIL	06/04/2018	7	3.1	2	3	3.4	4.6	3.6
ABRIL	21/04/2018	8	2.8	3	3.3	3.9	4	4
MAYO	06/05/2018	9	1.3	3	3.8	3.1	3.2	2.8
MAYO	21/05/2018	10	2.2	1.7	3.5	3.1	2.9	3.2
JUNIO	05/06/2018	11	2.6	2.7	3.9	3.9	2.3	3.6
JUNIO	20/06/2018	12	0.9	2.4	2.6	3.3	3.7	2.3
JULIO	15/07/2018	13	0.98	2.1	2.5	3.1	2.3	1.7
AGOSTO	15/08/2018	14	2.5	1.4	2.6	1.9	3.8	3.3
SEPTIEMBRE	10/09/2018	15	1.7	2.4	2.8	2.1	4.2	4.5

ANEXO 2.2: CONCENTRACIÓN DE LAS VARIABLES INTERVINIENTES EN LOS DISTINTOS PUNTOS DE MONITOREO DE LA PARTE URBANA DEL RIO ICHU.

Tabla 12. Mediciones de pH en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del rio Ichu, Huancavelica.

			pH (iones hidrogeno)					
FECHAS		N°	Punto de monitoreo					
			PM-B	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
ENERO	06/01/2018	1	7.5	7.93	8.46	7.89	8.17	7.6
ENERO	21/01/2018	2	7.8	7.9	7.58	8.1	8.45	7.85
FEBRERO	05/02/2018	3	7.32	7.86	8.56	8.58	7.95	7.67
FEBRERO	20/02/2018	4	7.25	7.45	7.95	7.85	8.15	7.56
MARZO	07/03/2018	5	7.35	7.58	8.52	7.26	8.45	7.85
MARZO	22/03/2018	6	7.5	8.5	7.6	8.2	7.8	8.1
ABRIL	06/04/2018	7	8.08	7.72	8.23	8.33	8.27	7.79
ABRIL	21/04/2018	8	8.17	8.04	8.47	8.73	8.32	7.79
MAYO	06/05/2018	9	8.15	8.18	8.93	8.16	8.64	7.8
MAYO	21/05/2018	10	7.93	8.25	8.94	9.15	8.68	7.58
JUNIO	05/06/2018	11	8.3	8.23	8.23	8.84	9.05	8.44
JUNIO	20/06/2018	12	8.55	8.2	8.68	8.92	8.41	7.6
JULIO	15/07/2018	13	8.5	8.28	8.82	8.96	8.34	7.61
AGOSTO	15/08/2018	14	8.53	8.23	8.73	8.96	9.21	7.63
SEPTIEMBRE	10/09/2018	15	8.49	8.21	8.75	9.12	8.4	7.65

Tabla 13. Mediciones de temperatura en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del rio Ichu, Huancavelica.

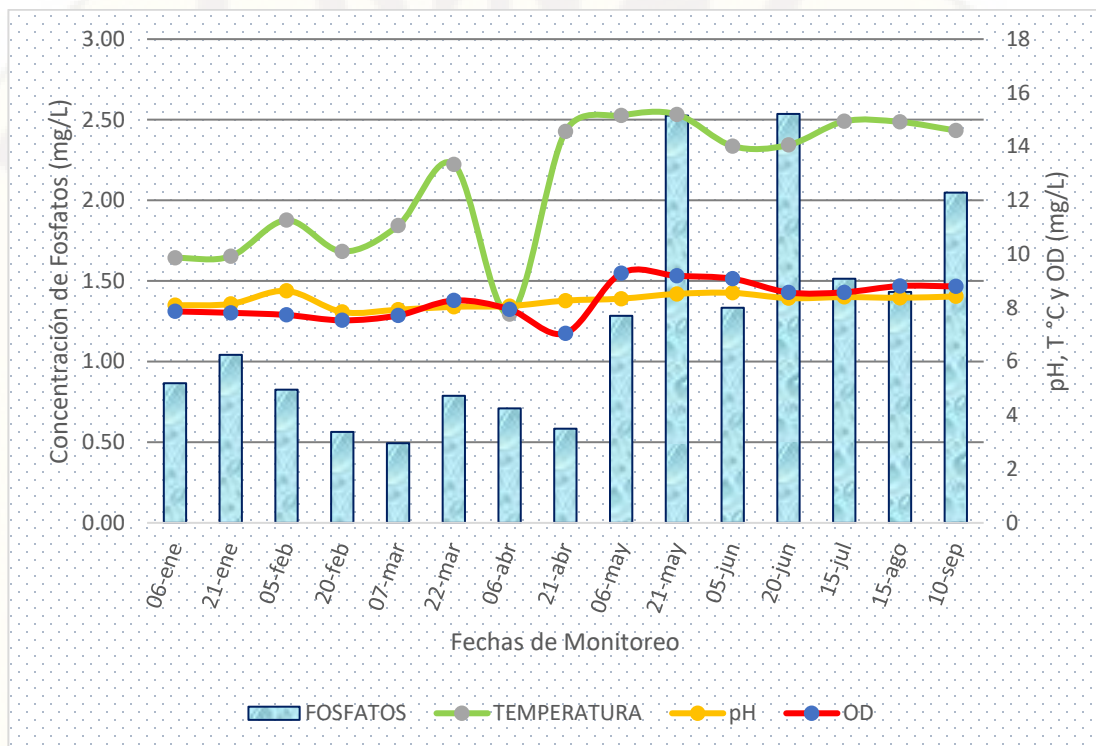
			TEMPERATURA (° Celsius)					
FECHAS		N°	Punto de monitoreo					
			PM-B	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
ENERO	06/01/2018	1	7.2	8.5	9.3	10.2	10.9	10.4
ENERO	21/01/2018	2	7.4	8.8	9.2	9.9	10.6	11.1
FEBRERO	05/02/2018	3	7.5	10.2	10.8	11.4	11.8	12.1
FEBRERO	20/02/2018	4	8.3	9.2	9.5	9.8	10.2	11.8
MARZO	07/03/2018	5	8.7	9.9	10.2	10.7	11.5	13
MARZO	22/03/2018	6	11.5	11.3	12.8	13.8	14.5	14.3
ABRIL	06/04/2018	7	5.2	6.4	7.4	7.8	8.7	8.5
ABRIL	21/04/2018	8	12.6	12.5	14.6	15	15.5	15.2
MAYO	06/05/2018	9	9.6	12.6	14.2	15.3	17.9	15.8
MAYO	21/05/2018	10	9	13	14.6	15.2	17.9	15.3
JUNIO	05/06/2018	11	8.7	12.7	12.7	13.6	14.3	16.8
JUNIO	20/06/2018	12	10.5	13	12.5	13.1	16.4	15.3
JULIO	15/07/2018	13	8.5	13.8	13.8	14.4	17.3	15.4
AGOSTO	15/08/2018	14	8.8	13	13.9	14.4	17.9	15.4
SEPTIEMBRE	10/09/2018	15	8.5	13.2	13.5	14.8	15.1	16.4

Tabla 14. Concentraciones de conductividad eléctrica en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río Ichu, Huancavelica.

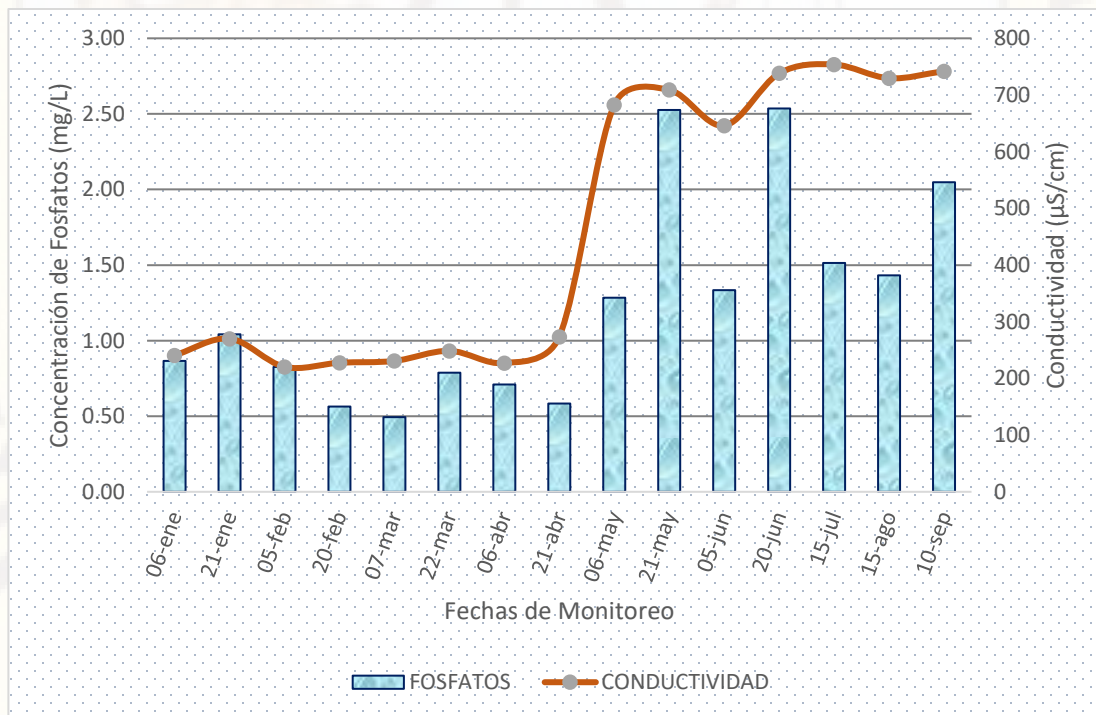
FECHAS		CONDUCTIVIDAD (μ S/cm)						
		N°	Punto de monitoreo					
			PM-B	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
ENERO	06/01/2018	1	158.4	165.3	206.4	245.89	278	308
ENERO	21/01/2018	2	168.45	195.48	235	275	310.5	335
FEBRERO	05/02/2018	3	135.6	158.9	198.5	213.6	256	275
FEBRERO	20/02/2018	4	145.8	168.5	197.6	228.9	257.9	285.4
MARZO	07/03/2018	5	162.6	185.7	205.8	224.9	248.7	289.2
MARZO	22/03/2018	6	145.2	173.2	210.6	258	286	315.6
ABRIL	06/04/2018	7	135.1	164.5	201.5	205.3	269	296
ABRIL	21/04/2018	8	160.1	194.6	246	246	317	364
MAYO	06/05/2018	9	294	550	557	561	808	938
MAYO	21/05/2018	10	296	580	580	573	832	980
JUNIO	05/06/2018	11	297	600	600	598	587	845
JUNIO	20/06/2018	12	291	608	608	609	856	1010
JULIO	15/07/2018	13	328	636	588	592	896	1057
AGOSTO	15/08/2018	14	339	616	513	650	874	995
SEPTIEMBRE	10/09/2018	15	341	621	515	648	872	1054

Tabla 15. Concentraciones de oxígeno disuelto en los distintos puntos de monitoreo de la parte urbana del río Ichu, Huancavelica.

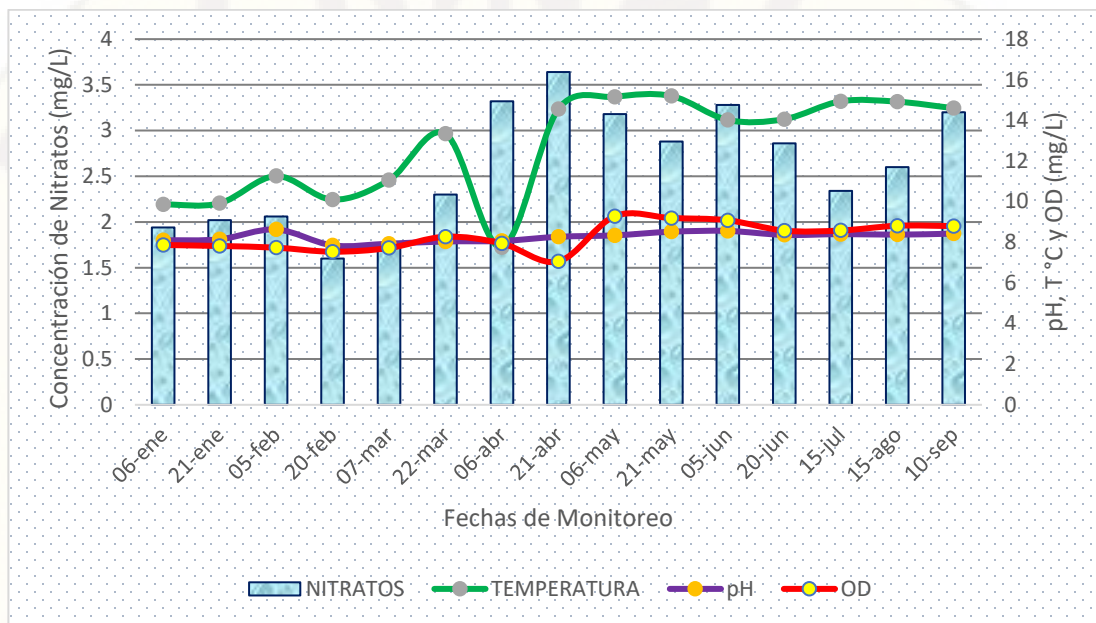
FECHAS		OXÍGENO DISUELTO (mg/L)						
		N°	Punto de monitoreo					
			PM-B	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
ENERO	06/01/2018	1	7.15	7.45	8.65	7.59	8.23	7.42
ENERO	21/01/2018	2	7.85	7.75	8.16	7.5	8.25	7.42
FEBRERO	05/02/2018	3	7.23	7.56	8.12	8.56	7.56	6.88
FEBRERO	20/02/2018	4	6.98	7.15	7.85	8.45	7.45	6.78
MARZO	07/03/2018	5	7.45	8.25	7.68	8.15	7.36	7.15
MARZO	22/03/2018	6	7.42	8.52	7.42	8.65	9.8	6.98
ABRIL	06/04/2018	7	7.77	8.02	7.93	7.87	8.08	7.82
ABRIL	21/04/2018	8	6.85	6.99	7.56	7.12	7.01	6.6
MAYO	06/05/2018	9	7.11	7.09	10.82	10.89	11.51	6.13
MAYO	21/05/2018	10	6.96	7.19	10.8	10.14	11.76	6.07
JUNIO	05/06/2018	11	7.31	7.28	7.28	10.35	9.83	10.67
JUNIO	20/06/2018	12	7.07	7.15	9.72	9.04	10.92	6.04
JULIO	15/07/2018	13	7.19	7.29	9.95	9.5	10.47	5.69
AGOSTO	15/08/2018	14	7.25	7.28	9.83	9.63	11.14	6.19
SEPTIEMBRE	10/09/2018	15	7.18	7.35	9.51	9.68	11.24	6.21



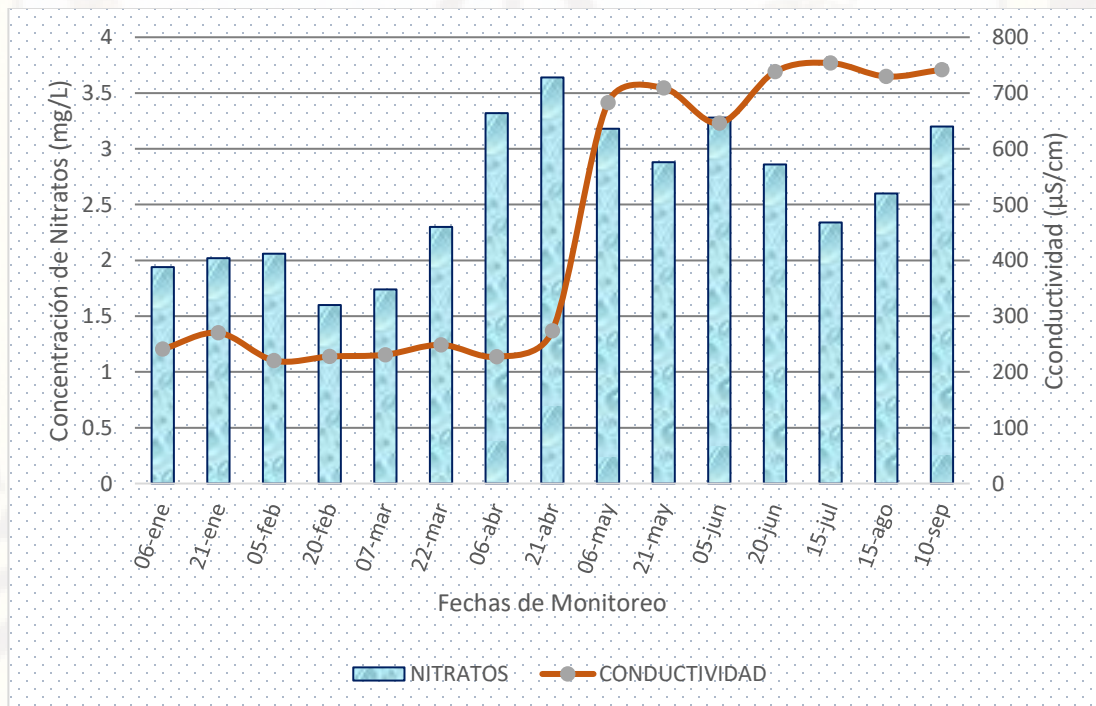
Gráfica 7. Comparación de variables intervinientes con la concentración de fosfatos por fechas.



Gráfica 8. Comparación de variables intervinientes con la concentración de fosfatos por fechas.



Gráfica 9. Comparación de las variables intervinientes con la concentración de nitratos por fechas



Gráfica 10. Comparación de las variables intervinientes con la concentración de nitratos por fechas

ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 3.1: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO SELECCIONADOS



Fotografía 12. Punto de monitoreo PM-B, ubicado Aguas arriba de la captación de agua potable para la empresa EMAPA Huancavelica.



Fotografía 13. Punto de monitoreo PM-1, ubicado a 100 metros aguas abajo del camal municipal de Huancavelica (Chufuranra).



Fotografía 14. Punto de monitoreo PM-1, ubicado a la altura de la zona del terminal terrestre – Ascensión de la ciudad de Huancavelica.



Fotografía 15. Punto de monitoreo PM-2, ubicado a la altura del puente del colegio la Victoria de Ayacucho.



Fotografía 16. Punto de monitoreo PM-4, ubicado a 200 metros abajo del puente del Ejército.



Fotografía 17. Punto de monitoreo PM-5, ubicado a 100 metros antes del puente Santa Rosa.

ANEXO 3.2: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN CADA PUNTO DE MONITOREO



Fotografía 18. Materiales, instrumentos e insumos utilizados para la recolección de muestras, mediciones de campo y análisis en laboratorio.



Fotografía 19. Recojo de muestras PM-B de agua para su análisis en laboratorio.



Fotografía 20. Recojo de muestras PM-1 de agua para su análisis en laboratorio.



Fotografía 21. Recojo de muestras PM-2 de agua para su análisis en laboratorio.



Fotografía 22. Recojo de muestras PM-3 de agua para su análisis en laboratorio.



Fotografía 23. Recojo de muestras PM-4 de agua para su análisis en laboratorio.



Fotografía 24. Recojo de muestras PM-5 de agua para su análisis en laboratorio.

ANEXO 3.3: MEDICIÓN DE PARÁMETROS EN CAMPO



Fotografía 25. Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-B.



Fotografía 26. Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-1.



Fotografía 27. Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-2.



Fotografía 28. Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-3.



Fotografía 29. Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-4.



Fotografía 30. Medición de parámetro de pH, T°C, CE y OD en el punto de muestreo PM-5

ANEXO 3.4: MEDICIÓN DE PARAMETROS EN LABORATORIO



Fotografía 31. Sustracción de 10 ml de muestra para su vaciado a la celda de vidrio para medición de nitrato.



Fotografía 32. Vaciado de los 10 ml con la pipeta a la celda de vidrio para medición de nitrato.



Fotografía 33. Vertido de la almohadilla de polvo Nitraver para medición de nitrato.



Fotografía 34. Medición de nitrato en el espectrofotómetro Hach DR 2800.



Fotografía 35. Puesta en cero del tubo de ensayo para medición de fosfato.



Fotografía 36. Medición de fosfato con la almohadilla de polvo Phosver y el espectrofotómetro Hach DR 2800.

ANEXO 3.5: ZONAS DE CONTAMINACIÓN EN TODO EL RECORRIDO DE LA PARTE URBANA DEL RIO ICHU



Fotografía 37. Caída de los residuos sólidos urbanos directamente al cauce del río Ichu, a través de la pendiente.



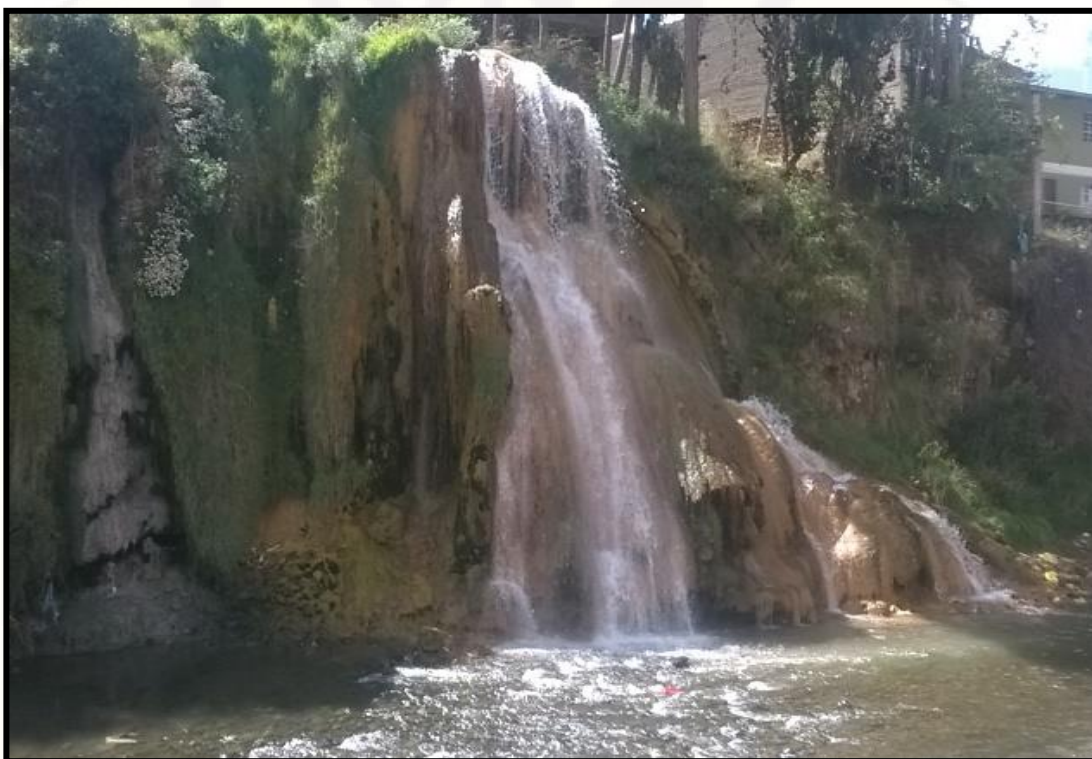
Fotografía 38. Introducción de detergentes y otros contaminantes por el lavado de ropas de la población en el río Ichu.



Fotografía 39. Acumulación de basura en algunas partes del río, debido al arrojo hacia el río por la población.



Fotografía 40. Efluentes de los baños termales que llegan directamente al río, que de una manera u otra contaminan el río Ichu.



Fotografía 41. Efluentes de los baños termales que llegan directamente al río, que de una manera u otra contaminan el río Ichu.



Fotografía 42. Vertimientos de aguas residuales en diferentes puntos, directamente al río sin ningún tratamiento.



Fotografía 43. Vertimientos de aguas residuales en diferentes puntos, directamente al río sin ningún tratamiento.



Fotografía 44. Efluentes del camal municipal con un tratamiento inadecuado, vertidos al río.



Fotografía 45. Efluentes del camal municipal con un tratamiento inadecuado, vertidos al río.



Fotografía 46. Proliferación de algas, provocando la eutrofización de las aguas en algunas partes del río Ichu.



Fotografía 47. Proliferación de algas, provocando la eutrofización de las aguas en algunas partes del rio Ichu.



Fotografía 48. Presencia de canteras alrededor de algunas partes del rio ichu, que alteran el ecosistema del rio.



Fotografía 49. Presencia de canteras alrededor de algunas partes del río ichu, que alteran el ecosistema del río.



Fotografía 50. Evidente cambio de color del río Ichu, debido a los diferentes factores contaminantes.



Fotografía 51. Evidente cambio de color del río Ichu, debido a los diferentes factores contaminantes.

ANEXO 4: PROCESOS DE MONITOREO SEGÚN EL PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

Establecimiento de la red de puntos de monitoreo

El establecimiento de la red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Para 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 realizan a través de herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth Pro, entre otras.

Cuenca e intercuenca

Para el caso de una cuenca hidrográfica e intercuenca, el mapa debe contar con la delimitación de las unidades hidrográficas, ríos, lagos y lagunas, ubicación de infraestructura hidráulica (bocatomas, túneles, embalses), centros poblados y zonas urbanas, red vial, áreas naturales protegidas, pasivos mineros y/o hidrocarburíferos, vertimientos autorizados, captaciones de agua para uso poblacional, fuentes contaminantes puntuales y difusas provenientes de las actividades mineras, industriales, acuícola, agrícola, ganadera, etc. y toda información concerniente al área de evaluación. La ubicación de los puntos de monitoreo deberán incluir los siguientes aspectos:



- En la naciente del recurso hídrico, la cual se ubica generalmente en la cabecera de cuenca donde nacen los ríos, que servirá como punto de referencia o "blanco".
 - En el estuario o zona de la desembocadura del río al mar.
 - Aguas arriba de la confluencia con importantes afluentes laterales (cuerpos de agua laterales y trasvases), un punto en el río principal.
 - Un punto de monitoreo por debajo de fuentes contaminante puntuales y difusas. En cuencas hidrográficas densamente pobladas es necesario la priorización de los puntos de monitoreo, estableciendo puntos representativos por tipo de fuente contaminante.
 - Aguas abajo de la salida de embalses y lagunas.
 - En zonas de protección tales como reservas, parques naturales, etc.
- En caso se cuente con una red de estaciones hidrométricas en la cuenca materia de evaluación, se

Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección

Para ejecutar un monitoreo de manera efectiva, se deberán preparar con anticipación los materiales de trabajo, soluciones estándar de pH, conductividad, formatos (registro de campo y cadenas de custodia) de acuerdo con la necesidad u objetivo del monitoreo. Asimismo, se deberá contar con todos los materiales y equipos de muestreo operativos y debidamente calibrados descritos en el cuadro 3.

Cuadro 3. Materiales y equipos necesarios para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

Medios de transporte	Vehículo para transporte terrestre (camioneta) y acuático (embarcación, zodiac, lancha) ¹
Materiales	Cooler grandes y pequeños, frascos de plásticos y vidrio ² , baldes de plástico transparente de primer uso y limpios (4-20 litros de volumen), guantes descartables ³ , mascarillas ³ , pizetas, refrigerantes
Equipos	GPS, correntómetro, multiparámetro ⁴ , cámara fotográfica, botellas hidrográficas, brazo muestreador
Soluciones y reactivos	Agua destilada, preservantes ² , soluciones estándar (pH, conductividad, etc.)
Formatos	Etiquetas (anexo II), registro de datos de campo (anexo I), cadena de custodia (anexo III)
Permisos	Recursos hídricos marinos y lacustres: DICAPI Embalses: operador hidráulico Otros permisos en caso se requieran en la zona de intervención
Material cartográfico	Mapa hidrográfico o marino según corresponda
Indumentaria de protección	Zapatos de seguridad, botas de jebe cortas, botas de jebe musleras, vestimenta de seguridad con cinta reflectiva (pantalón, polo o camisa de manga larga, casaca, chaleco), lentes, casco, gorra, ponchos impermeables, arnés, chaleco salvavidas
Otros	Plumones indelebles, lápices, cinta adhesiva, papel secante, libreta de campo, sogá, cinta métrica, linterna de mano, pizarra acrílica o tablero

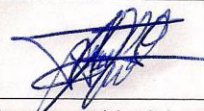
Elaboración propia

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C				
PM-B	AGUAS ARRIBA CAPTACIÓN EMPDA-HUCA	YURUP CEBICA -HUCA	12°48'11.13"	75°2'53.33"	06/01/18	10:00 am	7.5	7.2	7.15	158.4	0.96	0.6
PM-1	ALTURA DEL CAMINO MUNICIPAL	CHUÑURANDU -HUCA	12°46'24.67"	75°1'11.34"	06/01/18	10:30 am	7.93	8.5	7.45	165.3	1.19	2.1
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUCARUMI -HUCA	12°46'43.43"	74°59'38.40"	06/01/18	10:50 am	8.46	9.3	8.65	206.4	0.54	2.2
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIO DE AYACUCHO	ASCENSIÓN -HUCA	12°47'13.03"	74°58'46.48"	06/01/18	11:20 am	7.89	10.2	7.59	254.89	0.62	2.1
PM-4	ALTURA DEL PUENTE DE EJERCITO	SAN CRISTÓBAL -HUCA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	06/01/18	11:40 am	8.17	10.9	8.23	278	0.93	2.4
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSALBA	SANTA ROSA -HUCA	12°47'3.56"	74°56'25.67"	06/01/18	12:20 am	7.6	10.4	7.42	308	1.35	2


 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C	mg/l	µS/cm	mg/l	mg/l
PM-B	AGUAS ARBIZA CAPTACIÓN EMAPA - HUACA	YURUP CCERCCA - HUANCAYUECA	12°48'11.13"	75°2'53.33"	21/01/18	10:10 _{am}	7.8	7.4	7.85	168.45	0.22	0.9
PM-1	ALTURA DEL CAMAL MUNICIPAL	CHUÑURANURA - HUANCAYUECA	12°46'24.67"	75°1'11.34"	21/01/18	10:40 _{am}	7.9	8.8	7.75	195.48	0.51	1.9
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE DE ASCENSIÓN	PUCARUMI - HUANCAYUECA	12°46'43.43"	74°59'38.49"	21/01/18	11:10 _{am}	7.58	9.2	8.16	235	0.37	2.1
PM-3	ALTURA DEL PUENTE DEL COLEGIO VICTORIA DE AYACUCHO	ASCENSIÓN - HUANCAYUECA	12°47'13.03"	74°58'46.48"	21/01/18	11:40 _{am}	8.1	9.9	7.5	275	2.01	1.4
PM-4	ALTURA DEL PUENTE DEL EJERCITO	SAN CRISTOBAL - HUANCAYUECA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	21/01/18	12:20 _{am}	8.45	10.6	8.25	310.5	1.31	2.2
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HUANCAYUECA	12°47'35.61"	74°56'25.67"	21/01/18	12:50 _{am}	7.85	11.1	7.42	335	1.01	2.5

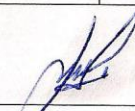

Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C				
PM-B	AGUAS DE LA CAPTACION EMAPA - HUACA	YURAR CERCA - HUANCAYELICA	12°48'11.13"	75°2'53.33"	05/02/18	10:00 am	7.32	7.5	7.23	135.6	0.21	0.5
PM-L	ALTURA DEL COMAL MUNICIPAL	CHUNURANRA - HUANCAYELICA	12°46'24.67"	75°1'11.34"	05/02/18	10:30 am	7.86	10.2	7.56	158.9	0.25	1.7
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE DE ASCENSION	PUCARUMI - HUANCAYELICA	12°46'43.43"	74°59'38.44"	02/02/18	10:50 am	8.56	10.8	8.12	198.5	0.52	2.1
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE AYACUCHO	ASCENSION - HUANCAYELICA	12°47'13.03"	74°58'46.48"	02/02/18	11:20 am	8.58	11.4	8.56	213.6	0.73	2.7
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTOBAL - HUANCAYELICA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	02/02/18	11:50 am	7.95	11.8	7.56	256	0.72	1.1
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HUANCAYELICA	12°47'35.61"	74°58'25.67"	02/02/18	12:30 am	7.67	12.1	6.88	257	2.01	2.7


 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C	mg/l	µS/cm	mg/l	mg/l
PM-B	AGUAS ARRIBA CAPTACIÓN EMPDO - HUCA	YURAP CERCA - HUANCAYEL	12°48'11.13"	75°2'53.53"	20/02/18	10:10 _{am}	7.25	8.3	6.98	145.8	0.26	0.7
PM-1	ALTURA DEL CAMPL MUNICIPAL	CHUÑURANCA - HUANCAYEL	12°46'24.67"	75°1'11.34"	20/02/18	10:30 _{am}	7.45	9.2	7.15	168.5	0.41	1.8
PM-2	ALTURA DEL TERMINO TERRESTRE DE ASCENSION	PUCARUMI - HUANCAYEL	12°46'42.43"	74°59'38.49"	20/02/18	11:00 _{am}	7.95	9.5	7.85	197.6	0.52	1
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE AYACUCHO	ASCENSION - HUANCAYEL	12°47'13.03"	74°58'46.48"	20/02/18	11:30 _{am}	7.85	9.8	8.45	228.9	0.6	2.1
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTOBAL - HUANCAYEL	12°46'54.11"	74°57'52.48"	20/02/18	11:50 _{am}	8.15	10.2	7.45	257.9	0.58	1.2
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HUCA	12°47'35.6"	74°56'25.67"	20/02/18	12:20 _{am}	7.56	11.8	6.78	285.4	0.71	1.9


 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C	mg/l	µS/cm	mg/l	mg/l
PM-B	AGUAS ARriba CAPTACIÓN EMAPA - HUCA	YURAC CERCA - HUANCAYELLO	12°48'11.13"	75°2'53.33"	07/03/18	10:00 am	7.35	8.7	7.45	162.6	0.62	0.2
PM-2	ALTURA DEL CANAL MUNICIPAL	CHUNUPUNDA - HUANCAYELLO	12°46'24.67"	75°1'11.34"	07/03/18	10:30 am	7.98	9.9	8.25	185.7	0.48	1.6
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUCURUMI - HUANCAYELLO	12°46'43.43"	74°59'38.49"	07/03/18	11:35 am	8.52	10.2	7.68	205.8	0.57	1.5
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIANO DE AYACUCHO	ASCENSIÓN - HUANCAYELLO	12°47'13.03"	74°58'46.48"	07/03/18	12:20 am	7.26	10.7	8.15	224.9	0.8	2.1
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTOBAL - HUANCAYELLO	12°46'54.11"	74°57'52.48"	07/03/18	12:40 am	8.45	11.5	7.36	248.2	0.52	2.3
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HUANCAYELLO	12°47'35.6"	74°56'25.67"	07/03/18	1:10 pm	7.85	13	7.15	289.2	0.4	1.2


 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C	mg/l	µS/cm	mg/l	mg/l
PM-B	AGUAS DE ARRIBA CAPTACIÓN EMBAJA-HUACA	YURPAC CERRCITA - HUACA	12°48'11.13"	75°2'53.53"	22/03/18	10:00 am	7.5	11.5	7.42	145.2	0.64	2
PM-1	ALTURA DEL CAMINO MUNICIPAL	CHUNU RANCHA - HUANCAYELLO	12°41'24.67"	75°1'11.34"	22/03/18	10:30 am	8.5	11.3	8.52	173.2	0.68	2.6
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	DUCARUMI - HUANCAYELLO	12°46'43.43"	74°59'38.44"	22/03/18	11:00 am	7.6	12.8	7.42	210.6	0.54	2.3
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE AYACUCHO	ASCENSIÓN - HUANCAYELLO	12°47'13.03"	74°58'46.48"	22/03/18	11:20 am	8.2	13.8	8.65	258.	1.6	2.3
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTÓBAL - HUANCAYELLO	12°46'54.11"	74°57'52.48"	22/03/18	11:50 am	7.8	14.5	9.8	286	0.73	2.2
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HUANCAYELLO	12°47'35.6"	74°56'22.67"	22/03/18	12:10 am	8.1	14.3	6.98	315.6	0.39	2.1

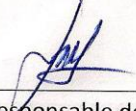

 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C				
PM-B	AGUAS ARRIETA CAPTACIÓN EMPADA - HUCA	YURIMAR OCEROLA - HUANCAYELICA	12°48'11.13"	75°2'53.33"	06/04/18	10:20 am	8.08	5.2	7.77	135. L	1.23	3.6
PM-L	ALTURA DEL CANAL MUNICIPAL	CHUÑUWANDI - HUANCAYELICA	12°46'24.67"	75°11'34"	06/04/18	10:50 am	7.72	6.4	8.02	164.5	0.79	.2
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUCARUMI - HUANCAYELICA	12°46'43.43"	75°59'38.49"	06/04/18	11:20 am	8.23	7.4	7.93	201.5	0.49	3
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE AYACUCHO	ASCENSIÓN - HUANCAYELICA	12°47'13.03"	74°58'46.48"	06/04/18	11:50 am	8.33	7.8	7.87	205.3	0.59	3.4
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTÓBAL HUANCAYELICA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	06/04/18	12:20 pm	8.27	8.7	8.08	269	0.61	4.6
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HUANCAYELICA	12°47'3.56"	74°54'25.67"	06/04/18	12:50 pm	7.79	8.5	7.82	296	1.32	3.6


 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C				
PM-B	AGUAS ARRIBA CAPTACIÓN EMAPA - HUCA	YUPAR CERREDO - HUANCAYUELA	12°48'11.13"	75°2'11.13"	21/04/18	10:10 Am.	8.12	12.6	6.85	160.1	0.45	2.8
PM-1	ALTURA DEL CANAL MUNICIPAL	CHUÑUPAR - HUANCAYUELA	12°46'29.67"	75°1'11.34"	21/04/18	10:40 Am.	8.04	12.5	6.99	194.6	0.58	3
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUEPUMI - HUANCAYUELA	12°46'43.43"	74°59'38.49"	21/04/18	11:10 Am.	8.47	14.6	7.56	246	0.67	3.3
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE DYACUCHO	ASCENCIÓN - HUCA	12°47'13.03"	74°58'41.48"	21/04/18	11:40 Am.	8.73	15	7.12	246	0.28	3.9
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTOBAL - HUCA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	21/04/18	12:10 pm	8.32	15.5	7.01	317	0.95	4
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HUCA	12°47'3.56"	74°56'25.67"	21/04/18	12:30 pm	7.79	15.2	6.6	364	0.44	4


 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C	mg/l	µS/cm	mg/l	mg/l
PM-B	AGUAS DEBIDA CAPTACION EMDAN - HUCA	YURAK CEFERCA - HUANCAYELLU	12°48'11.13"	75°2'52.33"	06/05/18	10.05 am	8.15	9.6	7.11	294	0.88	1.3
PM-L	ALTURA DEL CAMPAL MUNICIPAL	CHUNURANBIA - HUCA	12°46'24.67"	75°1'11.34"	06/05/18	10.35 am	8.18	12.6	7.09	550	0.69	3
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUEARUMI - HUCA	12°46'43.43"	74°59'38.48"	06/05/18	10.55 am	8.93	14.2	10.82	557	0.85	3.8
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE AYACUCHO	ASCENSION - HUCA	12°47'13.03"	74°52'46.48"	06/05/18	11.25 am	8.16	15.3	10.89	561	1.55	3.2
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTOBAL - HUCA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	06/05/18	11.45 am	8.64	17.9	11.51	808	1.49	3.2
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HUCA	12°47'3.56"	74°56'25.67"	06/05/18	12.20 am	7.8	15.8	6.13	938	2.59	2.8

Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C	mg/l	µS/cm	mg/l	mg/l
PM-B	AGUAS PERIÓDICA CAPTACIÓN EMAPA - MVCA	YUPAR CERREJA - MVCA	12°48'11.13"	75°2'53.33"	21/05/18	10.03am	7.93	9	6.96	296	0.64	2.2
PM-1	ALTURA DEL CAMPEL MUNICIPAL	CHUNUPANRA - MVCA	12°46'24.67"	75°1'11.34"	21/05/18	10.25am	8.25	13	7.19	580	1.71	1.7
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUCARUMI - MVCA	12°46'43.43"	74°59'38.49"	21/05/18	10.50am	8.94	14.6	10.8	580	1.49	3.5
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE DVAUCHO	ASCENSIÓN - MVCA	12°47'13.03"	74°58'46.48"	21/05/18	11.20am	9.15	15.2	10.14	573	1.48	3.1
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERZITO	SAN CRISTÓBAL - MVCA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	21/05/18	11.45am	8.68	17.9	11.76	832	4.42	2.9
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - MVCA	12°43'3.56"	74°56'25.67"	21/05/18	12.15m	7.58	15.3	6.07	980	3.48	3.2

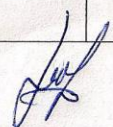
Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C	mg/l	µS/cm	mg/l	mg/l
PM-B	AGUAS ARriba CAPTACION FERIA - MVCA	YUNYAS COERCCO - MVCA	12°48'11.13"	75°2'53.33"	05/06/18	10.00 am	8.3	8.2	7.31	297	1.54	2.6
PM-1	ALTURA DEL CANAL MUNICIPAL	CHUTURBANDA - MVCA	12°44'24.67"	75°1'11.34"	05/06/18	10.25 am	8.23	12.7	7.28	600	0.68	2.7
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUCARU MI - MVCA	12°46'43.43"	74°59'33.49"	05/06/18	10.50 am	8.84	13.6	10.35	598	0.65	3.9
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE AYACUCHO	ASCENSION - MVCA	12°47'13.03"	74°58'46.48"	05/06/18	11.20 am	9.05	14.3	9.83	587	1.28	2.3
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTOBAL - MVCA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	05/06/18	11.40 am	8.44	16.8	10.67	845	1.96	3.6
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTO ROSA	SANTA ROSA - MVCA	12°47'3.56"	74°56'25.67"	05/06/18	12.15 m	7.57	15.1	6.08	985	2.99	2.6

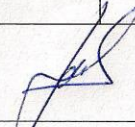

 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C				
PM-B	ANDES ARRIBA CAPTACIÓN EMAPA - HUCA	YURAR OCEALPA - HUCA	12°46'11.13"	75°2'53.33"	20/06/18	10.05 am	8.55	10.5	7.07	291	0.75	0.9
PM-1	ALTURA DEL CAMINO MUNICIPAL	CHUMURANANA - HUCA	12°46'24.67"	75°1'11.34"	20/06/18	10.30 am	8.2	13	7.15	608	0.59	2.4
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUCARUMI - HUCA	12°46'43.43"	74°59'38.44"	20/06/18	10.50 am	8.68	12.5	9.72	608	4.76	2.6
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE AYACUCHO	ASCENSION - HUCA	12°47'13.03"	74°58'46.48"	20/06/18	11.20 am	8.92	13.2	9.04	609	1.19	3.3
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTOBAL - HUCA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	20/06/18	11.40 am	8.41	16.4	10.92	856	2.91	3.7
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HUCA	12°47'3.56"	74°56'25.67"	20/06/18	12.15 m	7.6	15.3	6.04	1010	3.23	2.3

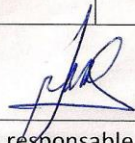

 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C				
PM-B	AGUAS DARIAS CAPTACIÓN EMPEDA - MVCA	MURRA CCARECA - MVCA	12°48'11.13"	75°2'53.33"	15/07/18	10:05 am	8.5	8.5	7.19	328	0.8	0.98
PM-1	ALTURA DEL CANTAL MUNICIPAL	CHUÑURBARD - MVCA	12°46'24.67"	75°1'11.34"	15/07/18	10:30 am	8.28	13.8	7.29	636	0.52	2.1
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUCAPRUMI - MVCA	12°46'43.43"	74°59'38.44"	15/07/18	10:50 am	8.82	13.8	9.95	588	1.37	2.5
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE AVACUCHO	ASCENSION - MVCA	12°47'13.03"	74°58'46.48"	15/07/18	11:20 am	8.96	14.4	9.5	592	0.84	3.1
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTOBAL - MVCA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	15/07/18	11:40 am	8.24	17.3	10.47	896	1.89	2.3
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - MVCA	12°47'3.56"	74°56'25.67"	15/07/18	12:00 pm	7.61	15.4	5.69	1057	2.95	1.7

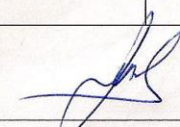

 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C				
PM-B	AGUAS ORRIAS CAPTACIÓN EMPARO - HVCA	YURAR CERRADA - HVCA	12°48'11.13"	75°2'53.33"	15/08/18	10:00 am	8.53	8.8	7.25	339	0.42	2.5
PM-1	ALTURA DEL CAMPO MUNICIPAL	CHUNTO RANERO - HVCA	12°46'24.67"	75°1'11.34"	15/08/18	10:30 am	8.23	13	7.28	616	0.85	1.4
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUCARUMI - HVCA	12°46'43.43"	74°59'38.49"	15/08/18	10:50 am	8.73	13.9	9.83	513	0.98	2.6
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA DE AYACUCHO	ASCENSION - HVCA	12°47'13.03"	74°58'46.48"	15/08/18	11:25 am	8.96	14.4	9.63	650	1.08	1.9
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTOBAL - HVCA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	15/08/18	11:45 am	9.21	17.9	11.14	874	1.84	3.8
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HVCA	12°47'35.6"	74°56'25.67"	15/08/18	12:15 am	7.63	15.4	6.19	995	2.81	3.3

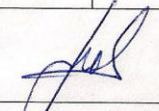

 Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO Y LABORATORIO

CUENCA: RIO ICHU

REALIZADO POR: DAVILA VARGAS, Jenifer; ZUÑIGA ESPINOZA, Flavio

Punto de monitoreo	Descripción origen/ ubicación	Localidad	Coordenadas		Fecha	Hora	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)
			Norte/Sur	Este/Oeste				°C				
PM-B	AGUAS PROPIAS CAPTACIÓN EMPABA - HUACA	YUROR (CERCA) - HUACA	12°48'11.13"	75°2'53.33"	10/09/18	10:00 am	8.49	8.5	7.18	341	0.51	1.7
PM-1	ALTURA DEL CAMAL MUNICIPAL	CHURURANDRA - HUACA	12°46'24.67"	75°1'11.34"	10/09/18	10:30 am	8.21	13.2	7.35	621	1.12	2.4
PM-2	ALTURA DEL TERMINAL TERRESTRE	PUCARUMI - HUACA	12°46'43.73"	74°59'38.49"	10/09/18	10:50 am	8.75	13.5	9.51	515	1.58	2.8
PM-3	ALTURA DEL PUENTE COLEGIO VICTORIA AYACUCHO	AXFUSION - HUACA	12°47'13.03"	74°58'46.48"	10/09/18	11:25 am	9.12	14.8	9.68	648	1.89	2.2
PM-4	ALTURA DEL PUENTE EJERCITO	SAN CRISTOBAL - HUACA	12°46'54.11"	74°57'52.48"	10/09/18	11:40 am	8.4	15.1	11.24	872	2.15	4.2
PM-5	ALTURA DEL PUENTE SANTA ROSA	SANTA ROSA - HUACA	12°47'3.56"	74°56'25.67"	10/09/18	12:00 am	7.65	16.4	6.21	1054	3.5	4.5


 Firma del responsable del monitoreo