



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN
MEDIANTE ESPECTROMETRÍA DEL RÍO KELLUYO Y SUS
TRIBUTARIOS - PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. IVÁN PEDRO SALAMANCA CHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A mis padres, Modesto y Fidelia de quienes he recibido siempre su confianza, apoyo y compañía en este lindo amabilidad. También a veces complicado que llamamos vida. A mis hermanas Sonia, Rolando, Edgar, Dora y Rubén por su apoyo incondicional y desinteresado.

A todo ellos. Muchas gracias.

IVÁN PEDRO SALAMANCA CHOQUE



AGRADECIMIENTOS

A mi institución, Universidad Nacional del Altiplano, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme dado la oportunidad de escalar un peldaño más, en el campo del conocimiento.

A mis jurados, M.Sc. Audberto Millones Chafloque, Dr. Victoriano Rolando Apaza Campos y Mg. Roberto Alfaro Alejo.

A mi Director de Tesis, D. Sc. Germán Belizario Quispe, por el apoyo incesante en la elaboración y concepción de este proyecto.

A mis familiares por el apoyo económico y motivacional incesante.

A mis compañeros y amigos, por compartir sus conocimientos, experiencias y anécdotas.

Y a todos los demás colaboradores que de forma directa e indirecta ayudaron en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

IVÁN PEDRO SALAMANCA CHOQUE



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 13

ABSTRACT..... 14

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15

1.1.1. Problema general 17

1.1.2. Problemas específicos 17

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 17

1.3. OBJETIVOS..... 18

1.1.3. Objetivo general 18

1.1.4. Objetivos específicos 18

1.4. HIPÓTESIS 19

1.1.5. Hipótesis general 19

1.1.6. Hipótesis específicas 19

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES..... 20

2.1.1. Antecedentes internacionales 20



2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	22
2.1.3.	Antecedentes locales	24
2.2.	MARCO TEÓRICO	29
2.2.1.	Calidad de agua por método de espectrometría.....	29
2.2.2.	Nivel de contaminación de aguas	42

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	ZONA DE ESTUDIO	60
3.1.1.	Lugar de estudio	60
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTREO	61
3.2.1.	Población	61
3.2.2.	Muestra	62
3.3.	MÉTODOS	63
3.3.1.	Método de investigación.....	63
3.3.2.	Nivel de investigación	63
3.3.3.	Diseño de la investigación.....	64
3.3.4.	Tipo de estudio	64

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	ANÁLISIS DE DATOS	66
4.2.	PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO KELLUYO	81
4.3.	CONTAMINANTES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO KELLUYO.....	91
4.4.	NIVEL DE CONTAMINANTES DE LAS AGUAS DEL RÍO KELLUYO	92



V. CONCLUSIONES.....	96
VI. RECOMENDACIONES	98
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS.....	103
Anexo 01. Parámetros del agua.	103
Anexo 02. Fotografías.....	108
Anexo 03. Planos	110
Anexo 04. Fichas de ensayos de laboratorio.....	112

Área: Ingeniería y Tecnología

Línea: Orientación, Territorial y Medio Ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25 de junio del 2021



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Radiación ultra violeta	32
Tabla 2. Materiales y ensayos de espectrometría.....	42
Tabla 3. Estaciones hidrométricas en la cuenca del Titicaca.....	45
Tabla 4. Factores que afectan la temperatura de agua	48
Tabla 5. La población de la cuenca Kelluyo.....	61
Tabla 6. Coordenadas de los puntos de muestreo de la investigación.	63
Tabla 7. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-01.	66
Tabla 8. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-02.	67
Tabla 9. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-03.	68
Tabla 10. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-04.	69
Tabla 11. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-05.	70
Tabla 12. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-06).....	71
Tabla 13. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-07).....	72
Tabla 14. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-08).....	73
Tabla 15. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-09).....	74
Tabla 16. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-10).....	75
Tabla 17. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-11).....	76
Tabla 18. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-12).....	77
Tabla 19. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-13).....	78
Tabla 20. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-14).....	79
Tabla 21. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-15).....	80
Tabla 22. Parámetros físicos y químicos del agua del río Kelluyo.....	90
Tabla 23. Selección de los parámetros que afecta la calidad de las aguas del río Kelluyo	91



Tabla 24. Nivel de parámetros físico y químicos de las aguas del río Kelluyo, 2020...	93
Tabla 25. El promedio de los parámetros físico y químicos de las aguas del río Kelluyo.	93
Tabla 26. Valores de los parámetros físico y químicos de las aguas en los puntos de muestreo del río Kelluyo, 2020.....	95
Tabla 27. Parámetros del río Kelluyo	103



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de niveles de energía en una molécula	30
Figura 2. Espectro electromagnético	30
Figura 3. Transmitancia y absorbancia	32
Figura 4. La medición de absorbancias de la luz visible y ultravioleta.....	36
Figura 5. Absorción de los pigmentos	37
Figura 6. Efecto del pH en la absorción de HNTS	37
Figura 7. Desplazamiento del máximo de absorción y descenso de absorbancia cuando el HNTS	38
Figura 8. Curva de calibración.....	39
Figura 9. Esquema de las partes de un espectrofotómetro de absorción atómica de flama.	41
Figura 10. Esquema de las partes de un espectrofotómetro de absorción molecular ultravioleta visible.....	41
Figura 11. Efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre los peces en el río....	52
Figura 12. Fluctuación de pH en un perfil de 24 horas, tomado en río de peces.....	55
Figura 13. Ubicación de río Kelluyo ver anexo 03.....	60
Figura 14. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo en el punto P-01.....	67
Figura 15. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del tramo ramificado (P-02).....	68
Figura 16. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo de la curva río Verde (P-03).	69
Figura 17. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del Desvió Tulacollo y/o río Verde (P-04).	70



Figura 18. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del pozo (P-05).	71
Figura 19. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo de la Zona Tulacollo (P-06).	72
Figura 20. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del río Ramificado (P-07).	73
Figura 21. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo de la Zona Sector Mita (P-08).	74
Figura 22. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del centro poblado de Tulacollo (P-09).	75
Figura 23. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo de la zona río abajo (P-10).	76
Figura 24. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del Sector Jiménez (P-11).	77
Figura 25. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del Sector Juculaca (P-12).	78
Figura 26. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del desvío Kapia Pusuma (P-13).	79
Figura 27. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del Sector Kapia (P-14).	80
Figura 28. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del Ito 31 Frontera Binacional (P-15).	81
Figura 29. Histograma de parámetro nitratos de las aguas del río Kelluyo.	82
Figura 30. Histograma de parámetro de nitritos de las aguas del río Kelluyo.	82



Figura 31. Histograma de parámetro de parámetros de fosfatos de las aguas del río Kelluyo.....	83
Figura 32. Histograma de parámetro de sulfatos de las aguas del río Kelluyo	84
Figura 33. Histograma de parámetro de las temperaturas de las aguas del río Kelluyo	84
Figura 34. Histograma de parámetro del pH de las aguas del río Kelluyo	85
Figura 35. Histograma de parámetro de la conductividad. de las aguas del río Kelluyo	86
Figura 36. Histograma de parámetro del oxígeno disuelto (OD) de las aguas del río Kelluyo.....	87
Figura 37. Histograma de parámetro de oxígeno disuelto (%) de las aguas del río Kelluyo	87
Figura 38. Histograma de parámetro de solidos totales disueltos (STD) de las aguas del río Kelluyo	88
Figura 39. Histograma de parámetro de demanda biológica de oxígeno (5) de las aguas del río Kelluyo	89
Figura 40. Histograma de parámetro de coliformes totales de las aguas del río Kelluyo	90



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANA : Autoridad Nacional del Agua.

PELTB: Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca.

ALA : Administración Local del Agua.

AAA : Autoridad Administrativa del Agua.



RESUMEN

En la presente investigación titulada “evaluación de los niveles de contaminación mediante espectrometría del río Kelluyo y sus tributarios – Puno” se tiene como finalidad evaluar las variaciones espaciales en la calidad del agua superficial, es un aspecto importante para evaluar los cambios temporales de la contaminación de los ríos debido a aportes naturales o antropogénicos de fuentes puntuales y difusas, teniendo como cuyo propósito es estimar la calidad de los parámetros físico y químico de las aguas del río Kelluyo y sus tributarios mediante ensayo de espectrometría; para lo cual se planteó el análisis físicos y químicos por el método de espectrometría ultravioleta-visible, esto con la finalidad de determinar los contaminantes y el nivel de contaminación que afecta las vidas acuáticas en mencionado río. En donde se analizaron los datos de calidad del agua superficial para 12 parámetros físico-químicos recolectados de 15 estaciones de monitoreo en el río Kelluyo durante el año de 2020, principalmente en la época de estiaje. Los resultados de ensayos de laboratorio de análisis físico químico del agua por el método de espectrometría ultravioleta-visible, se tiene como resultado, que cinco de doce parámetros físico-químicos afectan la calidad de las aguas del río Kelluyo, superan los límites permisibles; Fosfatos (mg/L) 6.24, pH (pH) 8.70, OD (mg/L) 8.56, OD% (%) 83.05 y STD (mg/L) 415.00. Esto indica que existe la contaminación de las aguas del río Kelluyo y viene afectando las vidas acuáticas a lo largo de la cuenca.

Palabras clave: agua superficial, calidad de agua, contaminación, Kelluyo, parámetros.



ABSTRACT

In the present investigation titled "Evaluation of the levels of contamination by means of spectrometry of the river Kelluyo and its tributaries - Puno" the purpose is to evaluate the spatial variations in the quality of the surface water, it is an important aspect to evaluate the temporal changes of the contamination of rivers due to natural or anthropogenic contributions from point and diffuse sources, the purpose of which is to estimate the quality of the physical and chemical parameters of the waters of the Kelluyo River and its tributaries by means of a spectrometry test; For which the physical and chemical analysis was proposed by the ultraviolet-visible spectrometry method, this in order to determine the pollutants and the level of contamination that affects the aquatic lives in the mentioned river. Where the surface water quality data were analyzed for 12 physical-chemical parameters collected from 15 monitoring stations in the Kelluyo River during the year 2020, mainly in the dry season. The results of laboratory tests of analysis have physical chemical of the water by the method of ultraviolet-visible spectrometry, it is as a result, that five of twelve physical-chemical parameters verify the quality of the waters of the Kelluyo River, exceed the permissible limits; Phosphates (mg/L) 6.24, pH (pH) 8.70, DO (mg/L) 8.56, DO% (%) 83.05 and STD (mg/L) 415.00. This indicates that there is contamination of the waters of the Kelluyo River and has been affecting aquatic lives throughout the basin.

Keywords: surface water, water quality, pollution, Kelluyo, parameters.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel nacional la contaminación de los ríos consiste en la incorporación al agua de materiales considerados como extraños, tales como: productos químicos, microorganismos, aguas residuales y residuos industriales y otros. Estas materias actúan perjudicando la calidad del agua, de forma que la hacen inútil para muchos de los usos que se llevan a cabo diariamente. El problema de la disponibilidad del agua se agrava por la contaminación de los ríos por las actividades mineras, que arrojan metales pesados y químicos a las cuencas hídricas, por ejemplo, lo que afecta a las comunidades aledañas a la zona de explotación. Otra de las causas que producen la disminución del recurso hídrico son los efectos del cambio climático en los últimos 40 años, causando la pérdida de más del 20 por ciento de la superficie de los glaciares y una disminución del 20 por ciento del caudal del río Amazonas, así como la sedimentación de los territorios y los trasvases de aguas. Los ríos Machángara, Guallabamba, Esmeraldas y Guayas en Ecuador, tienen tramos declarados biológicamente muertos, según un estudio difundido (Ibañez Esquivel, 2012).

A nivel nacional uno de los mayores problemas que enfrenta la humanidad es la pérdida de la biodiversidad y la degradación de los recursos naturales, por efecto de la actividad humana sobre la naturaleza. Ante esta situación en primera instancia es necesario encontrar un método que permita poner un valor económico ambiental al recurso involucrado para que ambos grupos asuman responsabilidad sobre el recurso que utilizan (Moreira Guerra, 2017).



La consecuencia de esta contaminación va más allá de criterios meramente técnicos, ya que afecta también al nivel de paisaje y por ende al potencial turístico de la región, calidad de vida, salud de los pobladores, la actividad turística y economía de la región. Las primeras consecuencias de contaminación por residuos sólidos, se manifiestan actualmente, mediante la aparición y desarrollo de procesos eutróficos localizados, así como de problemas sanitarios. El presente trabajo, de acuerdo a lo planteado, será un aporte para toda la población y para que los programas de saneamiento básico que se vienen desarrollando puedan cumplir el funcionamiento de los mismos, a fin de que sean realmente efectivos y que respondan a las necesidades reales de la población y de su medio ambiente (Moreira Guerra, 2017).

Las diversas actividades domésticas e industriales de la ciudad generan una serie de desechos orgánicos y sustancias tóxicas que por descuido o por mal manejo vierten a los ríos, generando grandes problemas ecológicos y de la salud. Es el caso de la población de la ciudad de Sullana, cuya salud está en riesgos por causa de una turbia amenaza. El río Chira, considerado el segundo más caudaloso de la cuenca del Pacífico, constituye la única fuente de abastecimiento de agua dulce para el consumo humano, que viven en bajo Chira o cerca de sus riberas. Todas las aguas residuales y sustancias cargadas muchas veces con bacterias van directamente a la red de alcantarillado doméstico pública, sin tratamiento previo y poniendo en grave riesgo a los pobladores y usuarios pues finalmente terminan en las aguas del río Chira. Al problema de la contaminación en el río Chira se suma la abundante presencia de Lirio acuático llamado también Jacinto, la cual, al pudrirse, impide el desarrollo de la vida en el agua, pérdida de fauna y aves, malos olores, peces contaminados y pérdida de capacidad turística (Nizama Elias, 2016).



1.1.1. Problema general

¿Cuál es la calidad del agua en función a sus parámetros físico y químicos en el río Kelluyo y sus tributarios?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles es la concentración de los parámetros físicos químicos de las aguas del río Kelluyo a lo largo del cauce de toda la cuenca?
- ¿Cuáles son los contaminantes que afectan la calidad de las aguas del río Kelluyo a lo largo del cauce de la cuenca?
- ¿Cuál es el nivel de contaminación físicos y químicos de las aguas del río Kelluyo al largo del cauce de la cuenca?

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación, presenta la contaminación del río Kelluyo afluente al lago Titicaca. Por lo general, se disminuye las producciones de peces, la ganadería, etc. A la vez, viene afectado a la población de las zonas aledañas, por lo cual, el consumo de aguas contaminadas por el ser humano y animales está conllevando al deterioro de la calidad de vida de los pobladores de la zona aledaña, así como las influencias de las enfermedades gastrointestinales, diarreas, etc. Lo cual nos acredita la evaluación necesaria, respecto al río afluente a nuestro lago Titicaca.

El presente trabajo contribuirá para la mejora de calidad de vida del poblador rural en dicha zona aledaña, definiendo la calidad de las aguas del río indirectamente contribuyera a combatir la pobreza mitigando las enfermedades de la población beneficiaria. Por cual este presente trabajo se abarca como aporte para el beneficio de la zona aledaña. Donde, el lago Titicaca tiene condiciones excepcionales de belleza natural,



con una altitud superior a los 3820 msnm, con ecosistemas propias de fauna y la flora acuática propia de la zona. La Totora es un elemento central de los ecosistemas del lago, junto a las aves, constituyen de mucha importancia para la población. A nivel mundial es evidente el incremento del deterioro de la calidad de las aguas de los ríos. Por otro lado, los datos obtenidos de las estaciones de monitoreo, generalmente son irregulares en tiempo y calidad, por lo que la información puntual generada carece de confiabilidad al pretender generar estrategias para el adecuado manejo de los recursos acuáticos y para el control de la contaminación, por lo que debe generarse información de series históricas.

Por lo general se hizo un estudio en cuanto a los parámetros que presentaran los parámetros físicos y químicos, de los metales pesados según corresponda por la sedimentación de la formación geológica.

Sabiendo que los pobladores de la zona aledaña de Kelluyo consumen el agua contaminada. En rasgos generales no tienen agua bien tratada, aun así, no tienen un estudio técnico realizado para su mejora de calidad de vida.

1.3. OBJETIVOS

1.1.3. Objetivo general

Analizar la calidad de los parámetros físico y químico de las aguas del río Kelluyo y sus tributarios mediante ensayo de espectrometría.

1.1.4. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físicos y químicos de las aguas del río Kelluyo a lo largo del cauce de la cuenca.



- Indagar los contaminantes que afectan la calidad de las aguas del río Kelluyo a lo largo del cauce de la cuenca.
- Determinar el nivel de contaminantes de los parámetros físicos y químicos de las aguas del río Kelluyo a lo largo del cauce de la cuenca.

1.4. HIPÓTESIS

1.1.5. Hipótesis general

La calidad del agua en función a sus parámetros físicos y químicos de las aguas del río Kelluyo no cumple el 80% de los parámetros para uso poblacional.

1.1.6. Hipótesis específicas

- Los parámetros que afecta la calidad de las aguas del río Kelluyo en todo el cauce son los parámetros químicos superando los límites máximos permisibles.
- Los mayores contaminantes que afectan la calidad de las aguas del río Kelluyo son los desecho orgánicos e inorgánicos.
- El nivel de contaminación de los parámetros físicos y químicos de las aguas del río Kelluyo es aceptable según las normas vigentes.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

La contaminación aumentó en la mayoría de los ríos de África, Asia y América Latina entre 1990 y 2010, por lo que cientos de millones de personas están en riesgo de contraer enfermedades que pueden ser letales, entre ellas cólera, según alerta la ONU. La contaminación también amenaza a la producción de alimentos y a las economías, según el informe Snapshot of the World's Water Quality (Panorama de la Calidad del Agua del Mundo), lanzado esta semana por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA (Rojas, 2016).

El río Danubio lleva acumulando contaminación desde 1999 con los residuos químicos que fluían desde fabricas serbias que fueron bombardeadas durante los ataques de las fuerzas de la OTAN. También ha sido receptor de aguas residuales, pesticidas químicos sin tratamiento. Otra causa de la contaminación del Danubio es el crecimiento del transporte fluvial que aparentemente se duplicará en los próximos años (ONU, 2017).

Río Grande es la segunda cuenca más grande de estados unidos. Proporciona agua a regiones áridas tanto de ese país como México, donde se denomina río Bravo. Su actual estado, es la consecuencia de la construcción de presas y canales de riego desviar el agua a los campos cultivados y ciudades, provocando grandes sequias en la zona (ONU, 2017).



El 21% de la población vietnamita que aprovecha el río Mekong está expuesta a un nivel más alto de arsénico según estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que es de 10ppb (partes por mil millones). No se encuentra solamente en el agua subterránea, sino que también en el agua embotellada, agua del grifo, incluso en el pescado, según información revelada por el Ministerio de Sanidad de Vietnam (Asociación Española de Desalación y Reutilización, 2014).

Después de examinar las aguas de los pozos que se encuentran a lo largo del río Mekong, el cual atraviesa los territorios de Laos, Camboya y Vietnam, el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y los gobiernos de dichos países han llegado a la conclusión de que 1,7 millones de personas se encuentran en riesgo de envenenamiento por arsénico, cuyas consecuencias a largo plazo incluyen lesiones y el cáncer de piel (Asociación Española de Desalación y Reutilización, 2014).

Río Yangtze, se trata del tercer río más largo del mundo, atravesando China durante casi 4.000 kilómetros. A su paso se ha creado la central eléctrica más grande del mundo poniendo en peligro numerosas especies. Según la organización ecologista WWF, el río recibe cada año 14.200 toneladas de agua contaminada (Asociación Española de Desalación y Reutilización, 2014).

Ukpatu et al., (2018) estudiaron nueve variables físico químicas: temperatura, pH, TSS, TDS, OD, dureza del agua, Na y variaron significativamente entre la estación lluviosa y seca ($p < 0.05$), mientras que seis variables: DBO₅ THC, Ni, K, Cu y Zn no fueron significativamente diferentes ($p > 0.05$) entre las dos temporadas.

Balmaseda y García (2013), evaluaron la aptitud de las aguas de la cuenca del río Naranjo, en la provincia Las Tunas, Cuba, con fines de riego. Para el estudio, se tomaron seis puntos representativos de la cuenca (tres superficiales y tres subterráneos). El



muestreo se hizo en dos momentos, húmedo y seco. La calidad se definió en base a los criterios de FAO y otros indicadores específicos para el riego. Las aguas de las fuentes subterráneas son no aptas para el riego de los cultivos agrícolas y las superficiales tienen restricciones ligeras a moderadas. Existe peligro de alcalinización de los suelos producto de las concentraciones de bicarbonato en las aguas. Por otra parte, el sodio de las aguas puede pasar a la solución del suelo y sustituir al calcio y el magnesio causando la degradación de los suelos

Mohanty y Nayak (2017), analizaron los datos de calidad del agua superficial para 15 parámetros físico-químicos recolectados de 7 estaciones de monitoreo en un río durante los años de 2014 a 2016. Empleando la técnica de análisis de componentes principales para evaluar las correlaciones estacionales de los parámetros de calidad del agua, mientras que la técnica de análisis de factores principales se utilizó para extraer los parámetros más importantes para evaluar las variaciones estacionales de la calidad del agua de los ríos. El análisis muestra que un parámetro que es más importante para contribuir a la variación de la calidad del agua para una temporada puede no serlo para otra temporada, excepto la alcalinidad, que es siempre el parámetro más importante para contribuir a las variaciones de la calidad del agua para las tres estaciones.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Tras obtener resultados para ambas concentraciones se observa que, el tramo del río Chili comprendido desde Chilina (punto 1) hasta Arancota (punto 22) presenta una calidad de agua muy buena ya que los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno no exceden de 2.9 mg/L (valor máximo según la Organización Mundial de la Salud), aguas debajo de Arancota (punto 23) hasta el pueblo tradicional Los Tunales (punto 26) el agua presenta una calidad aceptable ya que los valores de la DBO se encuentran entre 3.0 y 5.0



mg/L. A partir de la Iglesia de Congata (punto 27) hasta el Puente Uchumayo (punto 42) la calidad del agua es mala ya que la Demanda Bioquímica de Oxígeno toma valores mayores a 6.0 mg/L superando también los Estándares de Calidad Ambiental. Los valores del Oxígeno Disuelto en todos los puntos se encuentran en niveles aceptables, 4.1 a 7.9 mg/L según la Organización Mundial de la Salud (Pérez Manrique, 2017).

El estudio se realizó en la cuenca del río Mashcón – Cajamarca, durante los meses de enero a mayo del año 2018, con la finalidad de determinar las actividades antrópicas y la calidad del agua. Para lo cual se evaluaron las actividades humanas usando como base el estudio del ZEE, la observación directa, un protocolo de muestreo, así como también algunas variables hidromorfológicas; se tomaron muestras de agua en 40 locaciones distribuidas a lo largo de la cuenca, con mediciones in situ haciendo uso del sensor multiparámetro WTW MULTI 3430 para medir parámetros físico-químicos y muestras de agua ex situ usando (Kits Hach-Lange LCK) para parámetros químicos, también se realizó la recolección de macroinvertebrados en 20 locaciones (haciendo uso del método de muestreo de patada). De acuerdo a los resultados, en lo que respecta a la evaluación y comparación de las actividades antrópicas, se determinó las siguientes actividades, presencia de letrinas, desagües que dan directamente al curso del río, deslizamiento de tierras, actividad agropecuaria en media y gran extensión, uso de aguas como lavaderos improvisados de ropa y vehículos, extracción de madera al borde del río, canteras, urbanización sin orden, presencia de pastizales, además del común arrojado de basura en las aguas del río. También Los resultados de los análisis físico-químicos fueron procesados mediante Figuras de barras, se aplicó el índice de calidad de agua (PRATI), índice biológico “Biological Monitoring Working Party Score” (BMWP) para macroinvertebrados y una correlación entre los resultados de todos los parámetros físico-químicos. Los resultados indican que el 82.2% de las locaciones poseen una calidad de



agua “excelente” (PRATI). Según el (BMWP) un 45% de locaciones poseen un estado ecológico tipificado como “regular” (Calla Navarro, 2019).

Los ríos contaminados a nivel nacional son el Chumbao, Chincheros y Santo Tomas (Apuímac), Ragra (Pasco), Lurín, Mala y Cañete (Lima), Santa (Ancash), Chira (Piura), Viru (La Libertad), Nanay e Itaya (Loreto), Huallaga (San Martín) y Tumbes. Todos presentan altos niveles de coliformes. En tanto, las muestras extraídas en las cuencas hídricas del San Juan (Pasco), Pisco (Ica), Huancane, Coata, Crucero, Azángaro y Ayaviri – Pucara (Puno), Madre de Dios (Cusco, Puno y Madre de Dios), Tuhuamano y Acre (Madre de Dios), Rímac y Chillón (Lima), Moche y Viru (La Libertad), Chilitor (Arequipa) arrojaron la presencia de cobre, plomo, zinc, aluminio, hierro, manganeso, arsénico, níquel y cadmio. Respecto de los depósitos naturales de agua, el Lago Titicaca (Puno) es el más contaminado, seguido de la laguna Patarcocha (Pasco) y del lago Chinchaycocha (Junín y Pasco). En los dos primeros se hallaron coliformes, mientras que en el otro cobre, plomo y zinc (Autoridad Nacional del Agua, 2012).

2.1.3. Antecedentes locales

El estudio abarcó alrededor de 35 km de tramo en el río Suchez a partir de su desembocadura, con un rango altitudinal entre los 3 904 y 3 844 m.s.n.m. caracterizaron los cuerpos de agua en función a su contenido de sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, iones mayores (sulfatos, sodio, potasio, calcio y magnesio) y pH. En las aguas del río Suchez encontraron que los sólidos suspendidos son bajos (< a 5 mg/L), con tendencia a incrementar a medida que hay menos pendiente, en la desembocadura; sin embargo, los sólidos totales alcanzan los valores más elevados en relación a otras zonas del sector 240 mg/L. El anión más importante son los sulfatos (32.0-24.0 mg/L) y el calcio es el catión predominante (24.0-16.0 mg/L), otros iones cuantificados fueron sodio (6.4-



6.9 mg/L) y magnesio (5.1-3.4 mg/L). Según Navarro y Maldonado (2004), las aguas presentan altos contenidos de sulfatos y bicarbonatos, el calcio, sodio y sílice son secundarios en importancia. El estado de contaminación por mercurio de la cuenca, así como el riesgo que este metal representa para la salud de los pobladores locales agrava la situación de los conflictos en la región. Es necesario identificar el estado de contaminación de los ecosistemas locales, así como el riesgo a la salud que representa para los seres humanos. En este marco la ONG Agua Sustentable ha contratado los servicios de la Asociación Fauna gua para realizar el análisis de información secundaria disponible sobre el estado de contaminación de la cuenca (Casilla Quispe, 2014).

El estudio se realizó en el distrito de Ananea, centro poblado La Rinconada, en cuatro zonas: A ubicado en la quebrada del centro poblado Lunar de Oro, zona B en la parte baja de la quebrada del poblado de la Rinconada, zona C en la parte media Pampas de Molino y zona D en el ingreso de la laguna Rinconada. Los objetivos del estudio fueron: Identificar y cuantificar la concentración de mercurio (Hg) en aguas superficiales del C.P Rinconada, Identificar y cuantificar la concentración de mercurio en sedimentos del C.P Rinconada y Determinar los parámetros físicos más importantes; pH, Temperatura, Sólidos disueltos totales, Transparencia y Oxígeno disuelto en aguas superficiales del C.P Rinconada. El estudio se ejecutó desde durante octubre del 2014 a marzo del 2015, las muestras de agua superficial y sedimentos se tomaron en las cuatro zonas señaladas y las muestras se analizaron por el método de fluorescencia atómica EPA 245.2 en el laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Mayor de San Andrés de la Paz Bolivia. Resultados: la concentración de mercurio en aguas superficiales de la quebrada del centro poblado Lunar (A) con 0.00014 mg/L, en la parte baja de la quebrada del poblado de la Rinconada (B) de 0.00018 mg/L, en la zona media de Pampas de Molino (C) fue 0.00013 mg/L y en el ingreso de la laguna Rinconada (D) con 0.00015 mg/L, los



valores fueron menores a los Límites Permisibles y estadísticamente similares entre zonas ($P > 0.05$) (Ccancapa Salcedo, 2015).

La contaminación del agua, es uno de los problemas ambientales más importantes que afecta a nuestro planeta. Esta contaminación procede de diversas fuentes, siendo una de ellas de origen geoquímico a partir de los minerales por causas de erosión, lluvias, etc. son arrastradas hacia el agua. Actualmente la mayor contaminación es de origen antropogénico, como resultado ocasiona desequilibrio ecológico y efectos adversos en los suelos, agua, vegetales, animales y el hombre. También origina enfermedades con secuelas genéticas representando una carga para los sistemas locales de asistencia en salud. El diagnóstico a medio y largo plazo de los recursos hídricos, muestra que la contaminación del agua será un problema cada vez más frecuente, el riesgo es que se produzca una crisis de agua, generando controversias sociales, sectoriales, regionales y transfronterizas. Actualmente en el Perú, vemos que la minería, así como ha generado consecuencias positivas para la economía, también causa diversos problemas en el medio ambiente, afectado a la población que vive en los alrededores, a lo largo del cauce de los ríos donde se desarrolla, produciendo una alteración ecológica que afecta a todos los seres vivos (Aguilar et al., 2010, como se citó en Ccancapa Salcedo, 2015).

Las calidades del agua de los principales ríos de Puno se encuentran en malas condiciones debido a factores naturales y en parte a vertimientos municipales y residuos sólidos, así lo demuestra el resultado del monitoreo participativo de calidad del agua realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) que fue presentado este jueves y viernes en la provincia de Puno y Ayaviri (Autoridad nacional del Agua, 2012).

La cuenca Pasto Grande presenta serios problemas debido a que sus aguas son ácidas y a la presencia de metales pesados generalmente ocasionados por la formación



geológica de origen volcánico que predomina en el ámbito de influencia del embalse. Así mismo se aclara que existe presencia de metales pesados tales como hierro, plomo, manganeso y arsénico. En cuanto a la situación de la cuenca del río Ilave, se pudo comprobar que sus aguas tienen una ligera contaminación en la parte alta del río Chungurune. Se ha detectado presencia de metales pesados como arsénico, manganeso y hierro. La ANA aclara que esta situación es por un factor netamente natural (Autoridad Nacional del Agua, 2012).

Según ANA (2012), la contaminación ambiental de la cuenca del río Ramis es producto de la explotación minera informal de distintos sectores del distrito de Ananea: La Rinconada y Cerro Lunar (donde actúan invasores de las concesiones mineras de la Corporación Minera Ananea), Pampa Blanca, Chaquiminas, Ancoccala y Huachani (donde se encuentran invasores de las concesiones de CENTROMIN Perú) y la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto (CESAMP).

El río Pataqueña pierde su transparencia, cuando por un costado recibe descarga de aguas turbias color beige oscuro lechoso, que salen del interior del campamento de la minera por la cuenca denominada Azufrini. Los peces que bajan de la altura vivos finalmente mueren, cuando se encuentran con la contaminación.

La cuenca del río Coata tiene una realidad más preocupante puesto que a la presencia de metales pesados como plomo y hierro se suma la ubicación de residuos sólidos y vertimientos de aguas residuales municipales, proveniente de los principalmente centros urbanos. En el caso de la cuenca del río Ilpa, sus aguas se encuentran en buenas condiciones. “Gran parte de la contaminación la hace el mismo ser humano, según la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (Autoridad Nacional del Agua, 2012).



El río Ayaviri tiene un caso similar que ocurre en las cuencas de los ríos Llallimayo, Santa Rosa, Ayaviri y Pucará en el Distrito de Ayaviri donde el resultado del monitoreo participativo ejecutado por la ANA demuestra una contaminación de las aguas es por causas naturales, de vertimientos de aguas residuales municipales y residuos sólidos. Los ríos Llallimayo y Azufrini se encuentran alteradas por presencia de aluminio, manganeso, hierro y cobalto. En tanto que las aguas del río Pataqueña se encuentra en buen estado ya que no supera los valores de los ECAS-agua de la categoría 3 “Aguas de riego de vegetales y bebida de animales” (Autoridad Nacional del Agua, 2012).

El río Chacapalca, en su nacimiento, se encuentra contaminada por aluminio, hierro, manganeso y cobre; sin embargo, aguas abajo están limpias. También es de buena calidad las aguas de los ríos Macarimayo, Santa Rosa, Ayaviri y Pucará (Autoridad Nacional del Agua, 2012).

Pari-Huaquisto et al. (2020), aplicaron técnicas como la toma de muestras de aguas superficiales en cinco puntos estratégicos, programando dos campañas de muestreo; uno en época de lluvias (marzo) y otro en época seca (junio). Las concentraciones de metales pesados se determinaron mediante el método de Espectrometría; los resultados muestran que las concentraciones más altas se registraron en el punto de muestreo M-1 tanto para la estación seca como para la lluviosa. Estas concentraciones están muy por encima de los Estándares de Calidad Ambiental (WQS) peruanos para el agua.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Calidad de agua por método de espectrometría

2.2.1.1. Espectrometría

La espectrometría UV-visible es una técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución. Se basa en que las moléculas absorben las radiaciones electromagnéticas y a su vez que la cantidad de luz absorbida depende de forma lineal de la concentración (Abril Díaz et al., 2017).

La espectrometría UV y visible es una de las herramientas más poderosas y útiles para el análisis cuantitativo. Las principales características de este método son; su amplia aplicación en sistemas orgánicos y bioquímicos; su sensibilidad razonable, sus límites de detección relativamente altos; su selectividad moderada a alta; su exactitud y precisión razonables, así como su rapidez y conveniencia (Martínez Cartajena, 2013).

El estudio a nivel bioquímico de cualquier biomolécula requiere la utilización de técnicas analíticas que permitan su determinación cualitativa y cuantitativa, así como su caracterización físico-química y biológica. Uno de los métodos más sencillos, accesibles, útiles y utilizados es la espectrometría, en general, y la espectrometría Ultravioleta-visible, en particular. Se pueden identificar y cuantificar biomoléculas en solución y en muestras biológicas (Abril Díaz et al., 2017).

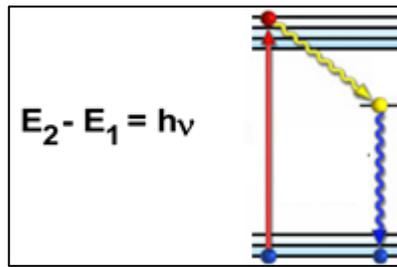


Figura 1. Diagrama de niveles de energía en una molécula

Fuente: (Abril Díaz et al., 2017)

La absorción de energía luminosa hace que la molécula pase desde un estado fundamental (E_1) a otro excitado (E_2). Posteriormente la molécula relaja su energía mediante distintos mecanismos (vibración, rotación, etc.) (Abril Díaz et al., 2017).

En espectroscopia el término luz no sólo se aplica a la forma visible de radiación electromagnética, sino también a las formas UV e IR, que son invisibles. En espectrofotometría de absorbancia se utilizan las regiones del Ultravioleta (UV cercano, de 195-400 nm) y el visible (400-780 nm) (Abril Díaz et al., 2017).

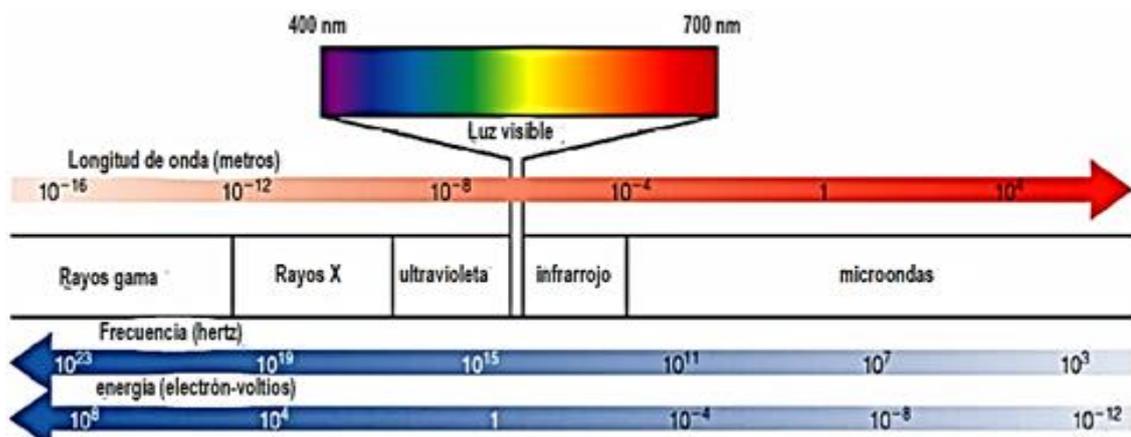


Figura 2. Espectro electromagnético

Fuente: (Abril Díaz et al., 2017)



En esta región se utilizan lámparas de deuterio, xenón y de mercurio. Para espectrometría de absorción una lámpara de arco rellena de deuterio produce un espectro continuo con algunas líneas de emisión superpuestas. La intensidad de emisión es adecuada para llevar a cabo espectrometría de absorción en el intervalo de 190 a aproximadamente 320 nm. (Las longitudes de onda más cortas no se utilizan en este trabajo, ya que absorben por sí mismas en este intervalo) (Martínez Cartajena, 2013).

La región UV se define como el rango de longitudes de onda de 195 a 400 nm. Es una región de energía muy alta. Provoca daño al ojo humano, así como quemadura común. Los compuestos con dobles enlaces aislados, triples enlaces, enlaces peptídicos, sistemas aromáticos, grupos carbonilos y otros heteroátomos tienen su máxima absorbancia en la región UV, por lo que ésta es muy importante para la determinación cualitativa y cuantitativa de compuestos orgánicos. Diversos factores -como pH, concentración de sal y el disolvente- que alteran la carga de las moléculas, provocan desplazamientos de los espectros UV (Abril Díaz et al., 2017).

2.2.1.2. Principios de medición

La Espectrometría Ultravioleta-Visible, es un método óptico de análisis, que tiene como principio de medición la absorción y transmisión de la energía radiante emitida por una fuente de luz, que atraviesa una sustancia. El método es espectroscópico porque se basa en la medida de la intensidad y de la longitud de onda de la energía radiante. La región del espectro electromagnético que aplica es la Ultravioleta-Visible que va desde 10nm hasta 780nm (Metas & Metrólogos Asociados, 2007, como se citó en Taipei Echevarría, 2014).

El intervalo de longitudes de onda consideradas para la técnica de espectrometría de Ultravioleta -Visible son:

1. De 190 a 326nm longitud de onda de la radiación generada por lámpara de deuterio para la región de ultravioleta (Taípe Echevarría, 2014).
2. De 326 a 1100nm longitud de onda de la radiación generada por lámpara de tungsteno para la región del visible (Taípe Echevarría, 2014).

Tabla 1. Radiación ultra violeta

Longitud de onda aproximada	Color de luz que se absorbe	Color de luz que se refleja o ve
390-435	Violeta	Amarillo verdoso
435-490	Azul	Amarillo
490-580	Verde	Rojo
580-595	Amarillo	Azul
595-650	Naranja	Azul verdoso
650-780	Rojo	Verde azulado

Fuente: Elaboración propia

2.2.1.3. Transmitancia y absorbancia

Cuando un rayo de luz de una determinada longitud de onda de intensidad I_0 incide perpendicularmente sobre una disolución de un compuesto químico que absorbe luz o cromóforo, el compuesto absorberá una parte de la radiación incidente (I_a) y dejará pasar el resto (I_t), de forma que se cumple: $I_0 = I_a + I_t$ (Abril Díaz et al., 2017).

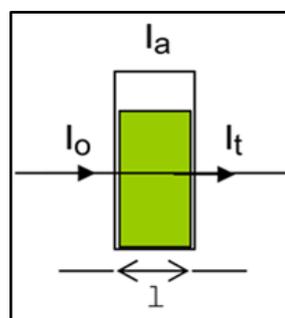


Figura 3. Transmitancia y absorbancia

Fuente: (Abril Díaz et al., 2017)



I_0 : Es la intensidad de la radiación incidente, mientras que, la intensidad de la radiación transmitida es I . La relación I/I_0 es conocida como la transmitancia. Matemáticamente, la absorbancia se relaciona con la transmitancia mediante la siguiente ecuación (Aponte Huaman & Calderon Daviran, 2014).

La transmitancia (T) de una sustancia en solución es la relación entre la cantidad de luz transmitida que llega al detector una vez que ha atravesado la muestra, I_t , y la cantidad de luz que incidió sobre ella, I_0 , y se representa normalmente en tanto por ciento: $\% T = I_t/I_0 \times 100$. La transmitancia nos da una medida física de la relación de intensidad incidente y transmitida al pasar por la muestra. La relación entre $\%T$ y la concentración no es lineal, pero asume una relación logarítmica inversa (Abril Díaz et al., 2017).

La absorbancia (A) es un concepto más relacionado con la muestra puesto que nos indica la cantidad de luz absorbida por la misma, y se define como el logaritmo de $1/T$, en consecuencia: $A = \log 1/T = -\log T = -\log I_t/ I_0$. Cuando la intensidad incidente y transmitida son iguales ($I_0 = I_t$), la transmitancia es del 100% e indica que la muestra no absorbe a una determinada longitud de onda, y entonces A vale $\log 1 = 0$ (Abril Díaz et al., 2017).

La cantidad de luz absorbida dependerá de la distancia que atraviesa la luz a través de la solución del cromóforo y de la concentración de la misma luz (Abril Díaz et al., 2017).

2.2.1.4. Ley de Lambert-Beer

La ley de Beer-Lambert sirve como base para el análisis cuantitativo mediante medidas de absorbancia. Esta medida de la absorbancia se realiza a la longitud de onda correspondiente al pico de máxima absorción. La ley de Beer Lambert sostiene que la

concentración de una sustancia en solución es proporcional a la absorbancia (A), de la disolución. Cuando una radiación monocromática pasa a través de una disolución homogénea en una celda, la intensidad de la radiación emitida depende de la longitud de la celda (l) y de la concentración (c) de la disolución (Aponte Huaman & Calderon Daviran, 2014).

Esta ley expresa la relación entre absorbancia de luz monocromática (de longitud de onda fija) y concentración de un cromóforo en solución:

$$A = \log \frac{I_0}{I} = \varepsilon * c * l \quad (1)$$

Donde:

I: Es el camino que recorre la radiación al atravesar la muestra (normalmente es 10mm).

c: Es la constante de absortividad molar, depende de la naturaleza de la molécula y la longitud de onda de la radiación.

ε: Es la constante de absortividad molar, depende de la naturaleza de la molécula y la longitud de onda de la radiación.

Según Abril Díaz et al. (2017), la ley de Lambert-Beer se cumple para soluciones diluis; para valores de c altos, ε varía con la concentración, debido a fenómenos de dispersión de la luz, agregación de moléculas, cambios del medio.



2.2.1.5. Instrumentación para la medición de absorbancias de la luz visible y Ultravioleta: espectrofotómetro UV-visible

Según Martínez Cartajena (2013), la medición de absorbancia de la luz por las moléculas se realiza en unos aparatos llamados espectrofotómetros. Aunque pueden variar en diseño, en especial con la incorporación de ordenadores para el análisis de datos, todos los espectrofotómetros constan, de:

- Una fuente de energía radiante: lámpara de deuterio y tungsteno.
- Un monocromador para la selección de radiaciones de una determinada longitud de onda: filtros, prismas, redes de difracción.
- Un compartimento donde se aloja un recipiente transparente (cubetas o tubos) que contenga la muestra Pueden ser de vidrio, cuarzo o plástico transparente. Para medir en UV se deben usar las de cuarzo o sílice fundido, porque el vidrio no transmite la radiación UV.
- Un detector de luz y un amplificador convertidor de las señales luminosas en señales eléctricas.
- Un registrador o sistema de lectura de datos.

Desde el punto de vista operativo, el primer paso es seleccionar la fuente de luz y longitud de onda a la que se va a realizar la medida. Hay espectrofotómetros de un solo haz (con una sola celdilla para alojar la cubeta con la muestra) y de doble haz (con dos celdillas para dos cubetas); en nuestro caso se trabaja con los de un solo haz. Se mide primero la absorbancia del disolvente (conocido como blanco) y al que se le asigna el valor de cero mediante el ajuste del mando, de forma que la intensidad incidente y transmitida sean iguales ($I_0 = I_t$), y por tanto la absorbancia es cero. A continuación, se

pone en la celdilla la cubeta con la muestra y se lee la absorbancia de ésta (Martínez Cartajena, 2013).

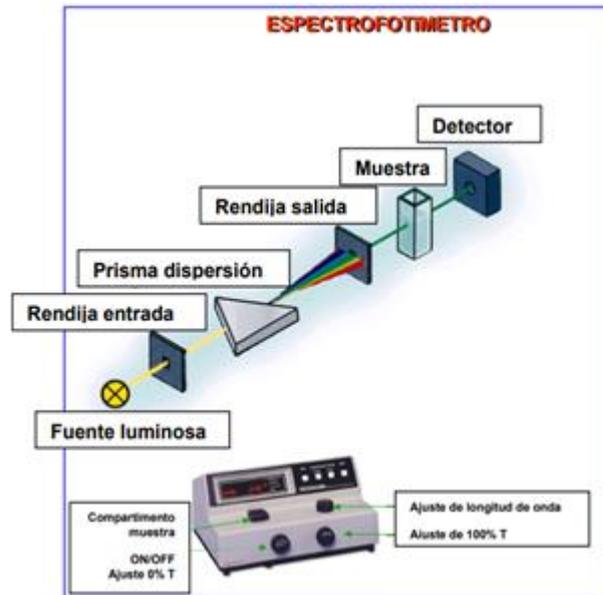


Figura 4. La medición de absorbancias de la luz visible y ultravioleta

Fuente: (Abril Díaz et al., 2017)

2.2.1.6. Obtención de un espectro de absorción

El espectro de absorción es una representación gráfica que indica cantidad de luz absorbida (ϵ) a diferentes valores de λ (Abril Díaz et al., 2017).

A partir de una solución diluida de un compuesto, cuya absorbancia máxima entra dentro del rango de medida del espectrofotómetro, se verá el valor de absorbancia a diferentes longitudes de onda frente a un blanco que contenga el disolvente de la solución de la muestra a caracterizar. A partir del espectro de absorción se obtendrá el valor de λ al que el compuesto presenta la mayor absorbancia (λ_{max}). Dicho λ se utilizará a la hora de hacer determinaciones cualitativas y cuantitativas del compuesto. El espectro de

absorción de un cromóforo depende, fundamentalmente, de la estructura química de la molécula (Abril Díaz et al., 2017).

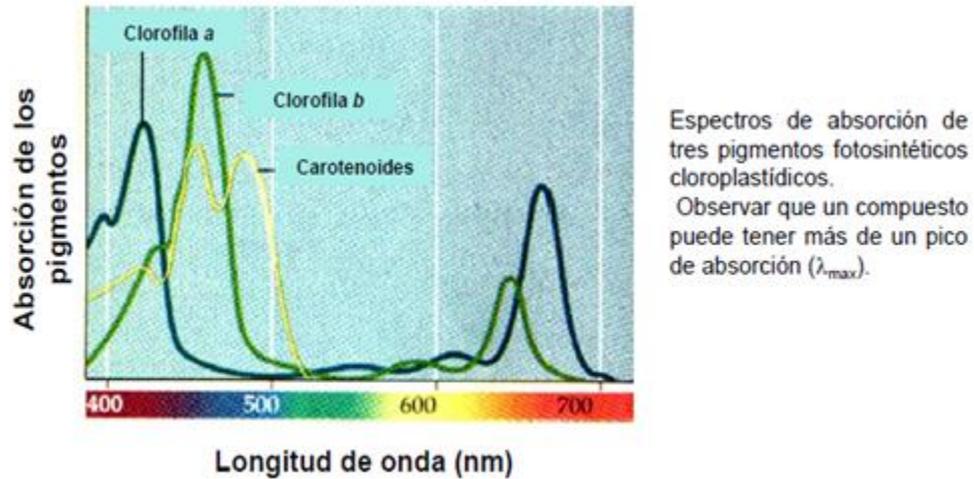


Figura 5. Absorción de los pigmentos

Fuente: (Abril Díaz et al., 2017)

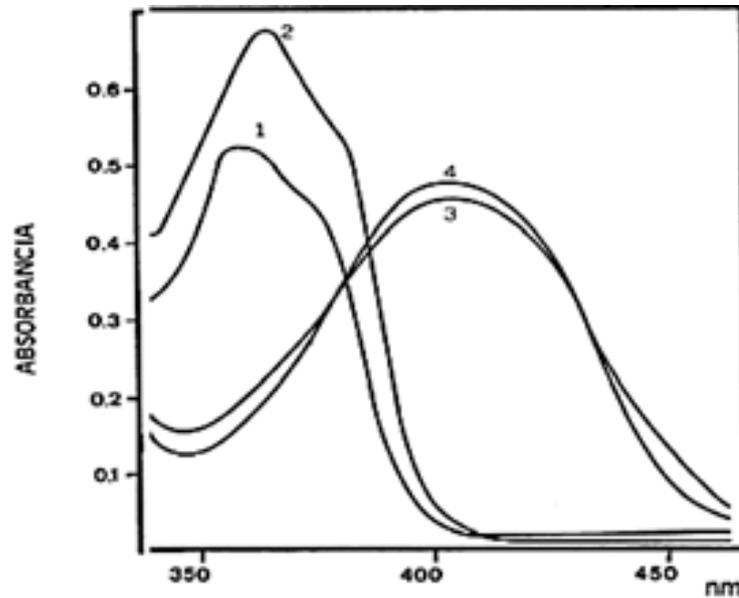


Figura 6. Efecto del pH en la absorción de HNTS

Fuente: (Abril Díaz et al., 2017)

Efecto del pH en la absorción de HNTS. Espectros 1 y 2 en medio ácido (máximo de absorción a 370 nm); espectros 3 y 4 en medio básico (máximo a 410 nm).

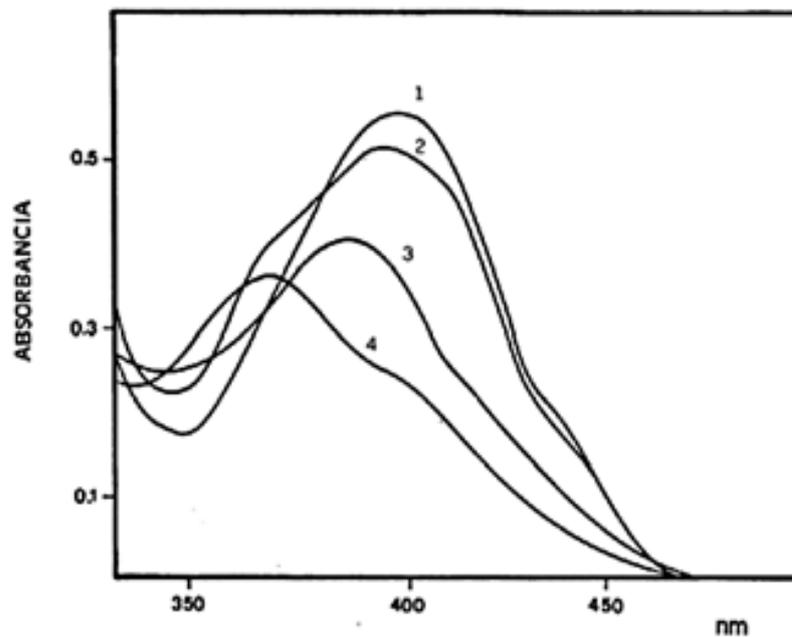


Figura 7. Desplazamiento del máximo de absorción y descenso de absorbancia cuando el HNTS

Fuente: Abril Díaz et al. (2017).

2.2.1.7. Curvas de calibrado

En el análisis cuantitativo espectrométrico se prepara una curva de calibración que relaciona la absorbancia con la concentración de varias disoluciones estándar de concentraciones conocidas. Curva de calibración en el análisis instrumental. Interpolación de la señal obtenida por el instrumento para hallar la concentración del analito en la muestra problema (Aponte Huaman & Calderon Daviran, 2014).

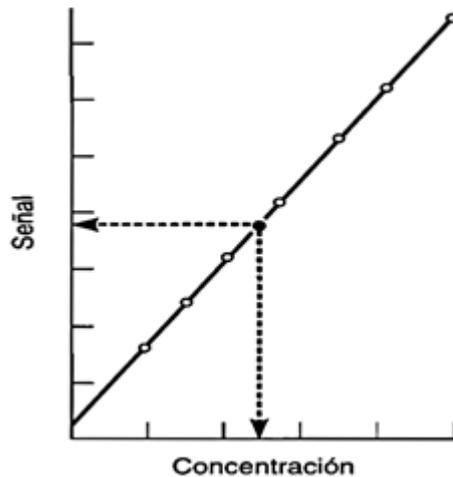


Figura 8. Curva de calibración

Fuente: Flores Mariños (2016).

Las soluciones estándar se miden en el espectrofotómetro bajo las mismas condiciones que las utilizadas posteriormente para las muestras desconocidas. Una vez graficada la curva de calibración, la concentración del analito se obtiene por interpolación. Para asegurar la fiabilidad de los resultados, estos pueden acompañarse de un análisis estadístico que cuantifica los errores asociados a cada punto de la recta, a la pendiente y ordenada en el origen de la recta (Aponte Huaman & Calderon Daviran, 2014).

Para obtener una curva de calibrado de un compuesto se preparan soluciones de diferentes concentraciones del mismo, determinándose para cada una de ellas el valor de absorbancia a λ_{\max} . Estos valores de absorbancia se representan en el eje de abscisas (eje de x) y los de concentración en el eje de ordenadas (eje de y). Se observará que, a bajas concentraciones, el aumento de concentración se corresponde con un incremento lineal en la absorbancia (zona de cumplimiento de la ley de Lambert-Beer). A concentraciones altas la linealidad se pierde y se observa que la línea se aplana, por lo que las medidas son poco fiables (Abril Díaz et al., 2017).



La representación de Lambert-Beer, $A = \epsilon \cdot c \cdot l$, nos permitirá calcular el valor del coeficiente de extinción molar, que corresponde a la pendiente de la recta (Abril Díaz et al., 2017).

2.2.1.8. Equipo espectrofotometría de absorción atómica y molecular

UV-VIS

Los instrumentos espectroscópicos característicos constan de:

- Una fuente estable de energía radiante como por ejemplo una lámpara de cátodo hueco en la absorción atómica o una lámpara de deuterio y wolframio en la absorción molecular,
- Un recipiente transparente para contener la muestra,
- Un monocromador, que es un dispositivo que aísla una región restringida del espectro para la medida,
- Un detector de radiación, que convierte la energía radiante en una señal utilizable,
- Un sistema de procesamiento y lectura de la señal, que visualice la señal detectada en una escala de medida, en una pantalla de osciloscopio, en un medidor digital o en un registrador.

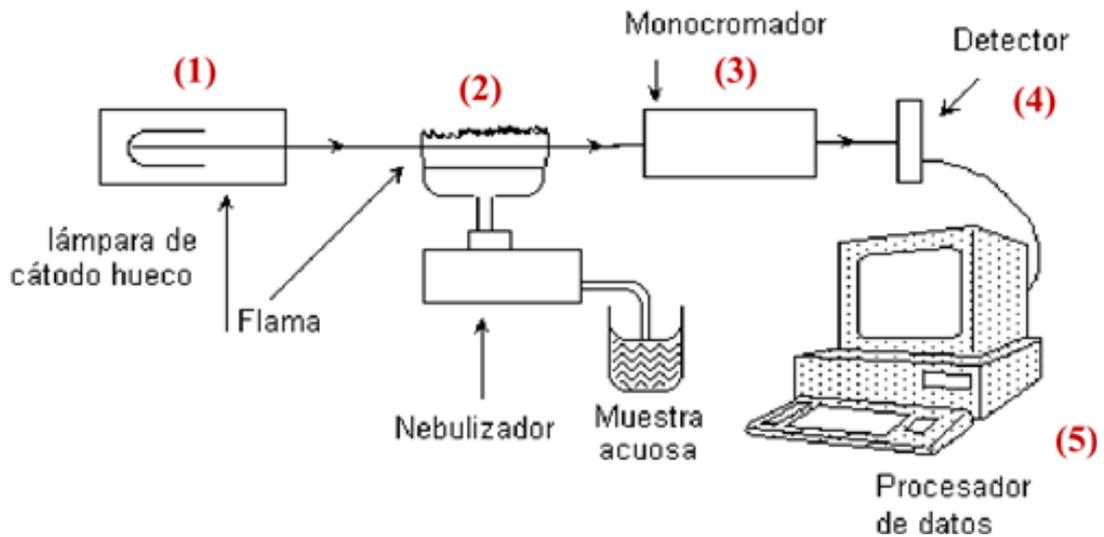


Figura 9. Esquema de las partes de un espectrofotómetro de absorción atómica de flama.

Fuente: Flores Mariños (2016).

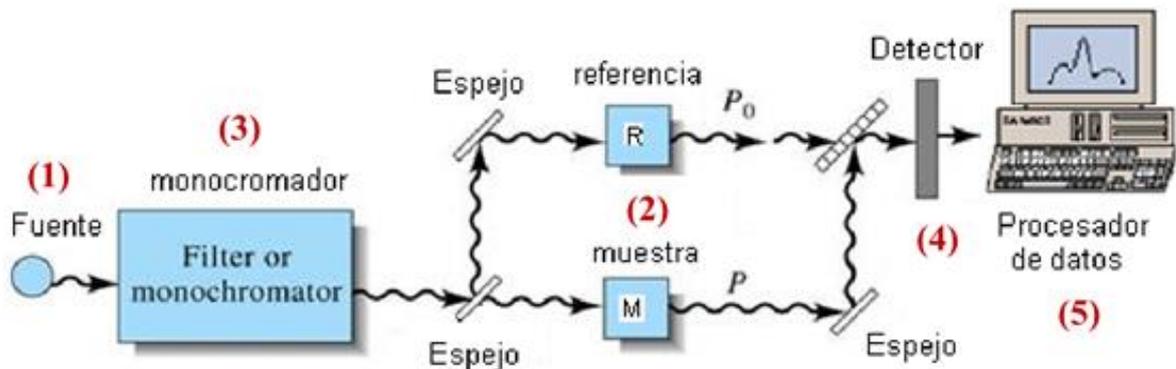


Figura 10. Esquema de las partes de un espectrofotómetro de absorción molecular ultravioleta visible.

Fuente: Harris, 2003, como se citó en Flores Mariños (2011).

2.2.1.9. Listado del material necesario

Tabla 2. Materiales y ensayos de espectrometría.

Material de uso general	Material para cada grupo	Reactivos	Ensayos
Espectrofotómetro.	Gradillas con tubos de ensayo.	Espectros de absorción	Glucosa.
Agitador de tubos de ensayo.	Juego de pipetas (0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0 y 25.0 ml).	Solución de p-nitrofenol 0,20 mM en agua destilada.	Glucosa oxidasa
Balanza.	Pre pipetas (dos juegos).	Solución de NaOH 0,50 N.	Peroxidasa
pH metro.	Probetas (100 y 250 ml).	Solución de p-nitrofenol de concentración desconocida.	Fenol
Tijeras	Vasos de precipitado (100 y 500 ml).	Solución de flavín mononucleótido (FMN) 0,25 M en agua destilada.	4 amino-antipirina
	Frasco lavador con agua destilada.	Ditionito sódico.	Tampón fosfato
	Recipientes para muestras biológicas de 50 ml.		Nitrito potásico
	Papel de filtro.		Sulfanilamida
	Papel de parafilm.		Dicloruro de N-naftol-1-etilendiamino
	Rotulador para vidrio.		Ácido clorhídrico
	Pipetas Pasteur de plástico (cuatro).		
	Guantes de latex.		

Fuente: Abril Díaz et al. (2017).

2.2.2. Nivel de contaminación de aguas

Aunque no es un parámetro propio de la calidad del agua es importante enunciarlo debido a las graves consecuencias que ocasiona la contaminación bien sea de origen



industrial, agrícola o por pesticidas. Estas últimas son los más frecuentes y pueden alcanzar los estanques vía escorrentía o por el viento. Según Boyd y Lichtkoppler (1979), los niveles de toxicidad aguda para muchos insecticidas de uso común están en el orden de los 5 a los 10 microgramos por litro y concentraciones mucho más bajas pueden ser tóxicas luego de una exposición prolongada. Aun cuando los peces no mueran se puede producir a largo plazo daños irreversibles a las poblaciones de peces de medios contaminados con pesticidas y además puede afectar la cadena tráfica del estanque y por consiguiente el crecimiento de los peces (Rodríguez y Anzola, 2001).

Finalmente, es importante cuando se va a escoger el terreno para el establecimiento de un proyecto de acuicultura, verificar que la Cuenca que va abastecer los estanques esté libre de contaminación (Rodríguez y Anzola, 2001).

2.2.2.1. Alcances

El alcance de la presente investigación se circunscribe a realizar la evaluación de calidad de agua, tributario del Lago Titicaca a partir de la caracterización físico-química de muestras de aguas superficiales y de sedimentos; además de una caracterización a través de índices bióticos extendidos.

2.2.2.2. Características de cuencas hidrográficas

- Se basan en parámetro de clasificación como la localización geográfica (coordenadas y altitudes máximas, medias y mínimas), la longitud y diferencia de altitud del curso principal, la superficie y perímetro de la cuenca, el análisis de la curva hipsométrica, el rectángulo equivalente, el coeficiente de compacidad y el tiempo de concentración (Gonzales y Alejo, 2008).



- Los ríos en las cuencas pueden tener contaminación “puntual” o “difusa”. El término "contaminación" aplicado a un río suele evocar la imagen de una tubería que descarga aguas residuales de una fábrica o de un alcantarillado municipal. Por supuesto, estas llamadas fuentes "puntuales" de contaminación afectan en gran medida la calidad del agua. La contaminación difusa se define un poco más ampliamente que la contaminación no puntual, con múltiples fuentes puntuales distribuidas, como drenes subterráneos en tierras agrícolas o fugas de alcantarillado en tierras urbanas, consideradas como fuentes difusas (Davies-Colley, 2013).
- **ZONA 1:** Se limita a la cuenca del río Kelluyo, que afluente al lago Titicaca, es menor ramal. Ella se extiende en la vertiente occidental y suroccidental del lago, al sur de Puno, entre 5585 y 3820 m de altitud. La curva hipsométrica muestra que esta zona es madura, con propensión moderada a la erosión en la cabecera y a la inestabilidad en la parte baja.

2.2.2.3. Principales ríos tributarios

- Los principales ríos que desembocan en el lago Titicaca están en territorio peruano: el Ramis y Huancané al norte, el Coata y el Illpa al oeste, Zapatilla al suroeste e al suroeste de Kelluyo. En el lado boliviano los ríos más importantes son el Huaycho, el Suhez y el Keka al norte y este; y el catarí y el Tiahuanacu al sur. De todos los tributarios del lago, el más importante es sin duda el Ramis, que abarca el 26% de Cuenca. El lago Titicaca está conformado por los lagos Mayor y Menor, este último también denominado laguna de Huiñay Marca. En la parte sur de esta laguna se halla el nacimiento del río Desaguadero.
- Los Ríos tributarios son cinco dentro de los cuales se encuentra el río en estudio, el cual posee su propia estación hidrométrica.

Tabla 3. Estaciones hidrométricas en la cuenca del Titicaca

Rio	Estación hidrométrica	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (m.s.n.m)
Ilave	Puente Ilave (SI)	16°05'00''	69°38'00''	3825
Ramis	Puente Ramis (SI)	15°15'00''	69°52'00''	3813
Huancané	Puente Huancané (SI)	15°12'00''	69°47'00''	3814
Suchez	Escoma (SI)	15°39'00''	69°08'00''	3817
Coata	Puente Maravillas (SI)	16°26'00''	70°08'00''	3823
Zapatilla	Puente Zapatilla	16°15'00''	68°50'00''	3824
Caspa	Sin estación hidrométrica	16°25'00''	69°50'00''	3825
Palermo salado	Sin estación hidrométrica	16°13'25''	69°29'31''	3831
Kelluyo	Desaguadero	16°46'59''	69°15'38''	3904

Fuente: Elaboración propia

2.2.2.4. Características climáticas

El clima local en el departamento de Puno está profundamente afectado por la altitud, la proximidad al lago Titicaca y la topografía local. El clima es frío y seco. En las épocas de mayor frío (junio a agosto), hay fuerte incidencia de las heladas, en este tiempo las temperaturas mínimas pueden registrarse a 15° C bajo cero. Las granizadas son más frecuentes en las primeras lluvias de cada año, y coinciden con los meses de septiembre y octubre, en condiciones normales puede presentarse en pleno verano.

2.2.2.5. Descripción de la flora y fauna acuática

- La rica diversidad biológica en especies de flora y fauna silvestre, proporciona al poblador las condiciones para su desarrollo, dentro de las costumbres tradicionales y formas de vida actuales. La flora del lago se compone de plancton y macrófitas. El plancton está constituido de clorofilas (algas verdes) y diatomeas (algas pardo-amarillentas), así como cianobacterias fijadoras de nitrógeno. Las macrofitas agrupan a 15 especies, siendo las más características el llachu (*Elodea potamogeton*) y la totora verde (*Schoenoplectus totora*). Estas especies se presentan en zonas poco profundas y



se diferencian, precisamente, según la profundidad en que se desarrollan. Así se tiene al Grupo Orilla, Grupo Myriophyllum-Elodea (a 1-2m), Grupo *Schoenoplectus totora* (2.5-4.5m), Grupo Characea (hasta 15 m), Grupo de plantas Flotantes (genero Lemma y Azolla).

- La totora (*Schoenoplectus totora*) y el llachu constituyen un elemento fundamental en la alimentación del ganado de las zonas ribereñas del lago; la totora además tiene mucha importancia en las actividades de la población como son su uso en la construcción de viviendas, embarcaciones, techos, alimentación, además posibilita la existencia de los pobladores, brindándoles la base para sus asentamientos, embarcaciones, materia prima para artesanía, entre otros.

2.2.2.6. Parámetros de Calidad de agua

La calidad del agua de un río está dada por el conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas del medio acuoso y por sus interacciones con los organismos vivos que lo habitan (Davies-Colley, 2013).

Con respecto al cultivo de organismos acuáticos, cualquier característica del agua que afecte de un modo u otro el comportamiento, la reproducción, el crecimiento, los rendimientos por unidad de área, la productividad primaria y el manejo de las especies acuáticas, es un variable de calidad de agua. En este documento se analizan los factores ambientales más importantes que afectan a la comunidad biótica de un estanque y la forma de controlarlos para obtener los mejores rendimientos. De forma arbitraria, estos factores se han dividido en tres grupos: físicos, químicos y biológicos, pero debe tenerse en cuenta que, en la naturaleza, o sea en la práctica, estos no están separados debido a que no se puede separar la producción de oxígeno (factor químico) de la intensidad de luz incidente (factor físico); la producción de desechos metabólicos (factor químico) y estos



a su vez con la densidad de población (factor biológico) y las prácticas de alimentación. Se exponen informaciones sobre el recurso agua, repasando el ciclo hidrológico en la biosfera y resaltando el hecho de la presencia de sustancias contaminantes que son recogidas por el agua en su circulación a través del ciclo; también se estudian los factores a considerar en la elección de un cuerpo de agua para un proyecto acuícola y la importancia de analizar el estado de la cuenca mirando manejo de suelos, presencia de contaminantes, tipos de explotación de la cuenca y presencia de obras civiles y su funcionalidad. A continuación, en el documento se tratan los parámetros físicos y químicos, detallando su incidencia en otros parámetros y sus efectos en la cantidad y calidad de los organismos que viven en un cuerpo de agua (Rodríguez & Anzola, 2001).

Los parámetros estudiados son: temperatura; salinidad; intensidad de luz incidente; evaporación; turbidez; y color. En cuanto a los parámetros químicos, los aquí analizados son: oxígeno disuelto, considerando fuente de O_2 y efecto de la disminución de O_2 sobre los organismos del estanque; potencial de hidrógeno o pH; dióxido de carbono; alcalinidad total y dureza total; compuestos nitrogenados; sulfuro de hidrógeno; ciclo del fósforo y contaminantes. Así mismo, dentro de este tema se explican los correctivos a la calidad del agua por remoción del CO_2 , alcalinidad, disminución de turbidez, control de pH, O_2 disuelto, aireación del agua y fertilización para incremento de producción natural (fertilización inorgánica, métodos de aplicación y fertilización orgánica). En cuanto a los parámetros biológicos tales como relaciones tróficas, biocenosis establecidas, capacidad de reciclaje de nutrientes, auto producción y auto depuración de estos, en el documento se tratan desde la óptica de cadena alimenticia con consideraciones sobre: productores o autótrofos, consumidores o heterótrofos, algas planctónicas, peces herbívoros, peces carnívoros y depredadores de segundo orden; el bentos de un estanque; y los efectos del

suministro de alimento sobre la calidad del agua en un estanque (Rodríguez y Anzola, 2001).

2.2.2.6.1. Parámetros físicos

A. Temperatura

La temperatura es un parámetro básico para los seres vivos. Un aumento anormal de la temperatura del agua suele tener su origen en el vertido de aguas usadas en procesos industriales de intercambio de calor. Este parámetro se determina por medio de un termómetro in situ (Pérez Manrique, 2017).

La temperatura rige algunos parámetros físicos, químicos y biológicos, tales como la evaporación y la solubilidad de los gases. Dentro de los biológicos están los procesos metabólicos como la respiración, nutrición, actividad de las bacterias en la descomposición de la materia orgánica, etc. de ahí la necesidad de conocer y evaluar los cambios de temperatura del agua (Rodríguez y Anzola, 2001).

Según Rodríguez y Anzola (2001), hay dos grupos de factores que afectan la temperatura del agua:

Tabla 4. Factores que afectan la temperatura de agua

Aumenta la temperatura del agua	Reduce la temperatura del agua
<ul style="list-style-type: none">• Radiación solar y del cielo• Calor atmosférico• Condensación de vapor de agua• Conducción de calor del fondo• Calor de reacciones químicas• Calor de fricción producido por• Movimiento de las partículas del agua	<ul style="list-style-type: none">• Radiación devuelta• Conducción de calor a la atmósfera.• Conducción de calor al fondo• Evaporación.

Fuente: Según Welch (1952)



La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles (DIGESA, 2016).

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (DIGESA, 2016).

Las temperaturas elevadas pueden dar lugar conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática. Temperatura recomendable es de 15°C-35°C (DIGESA, 2016).

B. Conductividad

Es un parámetro que mide la capacidad del agua para conducir la electricidad por lo que está estrechamente ligada a la concentración de sustancias disueltas. Es indicativa de la presencia de iones. Se determina in situ mediante electrometría con un electrodo conductimétrico (Pérez Manrique, 2017).

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición (DIGESA, 2016).

El agua pura tiene muy poca conductividad, por lo que la medida de la conductividad de un agua nos da una idea de los sólidos disueltos en la misma (DIGESA, 2016).



La conductividad eléctrica, indica la presencia de sales en el agua, lo que hace aumentar su capacidad de transmitir una corriente eléctrica, propiedad que se utiliza en mediciones de campo o de laboratorio, expresadas en micro Siemens/l ($\mu\text{S/l}$) (DIGESA, 2016).

2.2.2.6.2. Parámetros químicos

A. Nitratos y nitritos

Según Nizama Elias (2016), los nitratos y especialmente los nitritos son indeseables en las aguas potables ya que pueden causar la enfermedad conocida como metahemoglobinemia. Como el nitrito es isoelectrónicamente similar al oxígeno, si la concentración de nitritos en los fluidos corporales es muy alta, los nitritos ocupan el lugar del oxígeno en la hemoglobina y bajo ciertas circunstancias se puede presentar una condición de anoxia.

Según Nizama Elias (2016), debido a los escurrimientos agrícolas, donde se emplean cantidades exageradas de fertilizantes nitrogenados, ya no es raro encontrar aguas superficiales y hasta los mantos acuíferos subterráneos con niveles anormales de nitrógeno en sus diferentes formas químicas, especialmente como nitratos.

B. Fosfatos

De acuerdo a DIGESA, (2016), indica Los fosfatos son nutrientes para las plantas. Tienen aplicaciones industriales diversas y como fertilizantes. Los vertidos de fosfatos a las aguas naturales pueden causar eutrofización.

De la utilización de los fosfatos y nitratos, presentes en la materia orgánica de la basura, de los detergentes hechos a base de fosfatos ocurre el proceso eutrofización, que



son arrastrados o arrojados a los ríos y Lagos son un problema muy grave para las aguas estancadas cerca de los centros urbanos o agrícolas. Durante las épocas cálidas la sobrecarga de estos productos químicos, que sirven de nutrientes, genera el crecimiento acelerado de vegetales como algas, cianobacterias, lirios acuáticos y lenteja de agua, las cuales al morir y ser descompuestas por las bacterias aeróbicas provocan el agotamiento del oxígeno disuelto en la capa superficial de agua y causan la muerte de los diferentes tipos de organismos acuáticos que consumen oxígeno, en las aguas de los lagos y ríos. Lago eutrófico es aquel de poca profundidad y poco contenido de oxígeno disuelto cual baja de 9 mg/L a 4 mg/L lo cual afecta negativamente y de inmediato a los organismos. Cuando el nivel baja a 2 mg/L todos los animales han muerto y Hay una significativa elevación de la DBO (DIGESA, 2016).

C. Sulfatos

Según Nizama Elias (2016), el sulfato es el resultado de la oxidación del ácido sulfhídrico H₂S originalmente presente en el agua o en el acuífero. Altos niveles de este compuesto no presentan toxicidad, pero si problemas en la calidad y usos del agua.

Según Casilla Quispe (2014), los sulfatos se producen de forma natural en las aguas subterráneas y están a menudo presentes en los suministros de agua potable para uso doméstico. Los niveles normales de sulfatos y sulfuro de hidrógeno no tienen efecto sobre las personas que ingieren estas sustancias. Sin embargo, cuando la cantidad de sulfatos excede los niveles normales, las personas pueden sufrir efectos en su salud, en particular problemas gastrointestinales.

D. Oxígeno disuelto (OD)

Es un parámetro indicativo de la calidad del agua. Se determina in situ mediante electrodo de membrana o por el método yodométrico, para lo cual será necesario fijar el oxígeno tomando precauciones de no arrastrar ni disolver oxígeno del aire durante la manipulación de la muestra (Pérez Manrique, 2017).

El nivel de oxígeno disuelto (OD) presente en un estanque de acuicultura es el parámetro más importante en la calidad del agua. Si no hay una buena concentración de oxígeno disuelto los organismos pueden ser vulnerables a enfermedades, parásitos, o morir por falta de este elemento. Además, se ha comprobado que no aceptan el alimento (Durán, 2016).

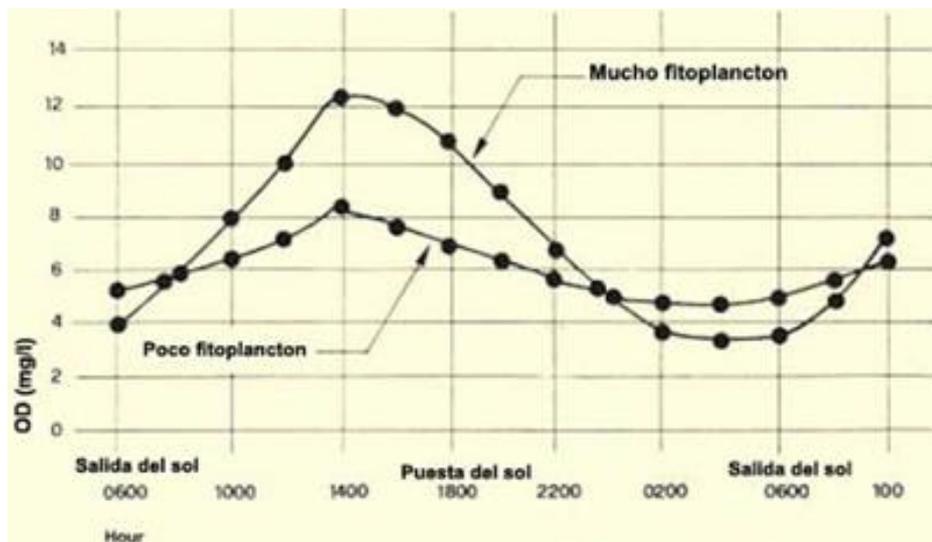


Figura 11. Efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre los peces en el río

Fuente: Elaboración propia

Cuando se presentan niveles bajos de oxígeno, lo cual conlleva a la pérdida de este insumo, afectando el crecimiento y la tasa de conversión alimenticia. En la figura 4 se presenta el efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre los peces en estanque (Rodríguez & Anzola, 2001).



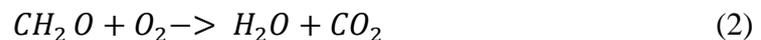
Los valores de porcentaje de saturación de OD de 80-120% se consideran excelentes y valores menores a 60% se consideran malos, se recomienda concentraciones no menores al 80% (DIGESA, 2016).

- **Fuente de oxígeno**

El oxígeno es disuelto en el agua por difusión desde la atmósfera y por la fotosíntesis. La difusión desde la atmósfera es producida cuando se presentan vientos o por medios artificiales (Rodríguez & Anzola, 2001).

La creación de turbulencia por medios artificiales incrementa el contacto entre el agua y el aire, lo cual permite captación de oxígeno por parte del agua (Rodríguez & Anzola, 2001).

Según Rodríguez & Anzola (2001), el oxígeno primeramente es removido del agua por la respiración lo cual es esencialmente lo inverso al proceso fotosintético:



Durante el día con la fotosíntesis se produce oxígeno que es removido del agua por la demanda respiratoria de los animales, mientras que, durante la noche, tanto plantas como animales continúan respirando sin que haya nuevos aportes de oxígeno al agua. El oxígeno es también removido del agua como un resultado de ciertas reacciones químicas inorgánicas referidas también como demanda química de oxígeno (Rodríguez & Anzola, 2001).

- **Efecto de la disminución de oxígeno sobre los organismos de un estanque**

Los organismos acuáticos generalmente no se alimentan cuando se presentan niveles bajos de oxígeno y cuando esto ocurre la mayoría de las especies de peces suben



a la capa superficial del agua a tomar oxígeno y se observan boqueando constantemente. Este comportamiento, por ejemplo, no se presenta en los camarones, quienes permanecen en el fondo del estanque y cuando el oxígeno disuelto está muy bajo pueden llegar a morir y descomponerse sin atraer la atención. En cambio, los peces generalmente flotan en la superficie y de esta manera son observados fácilmente. Las bajas en el nivel de oxígeno generalmente suceden durante las épocas de altas temperaturas (verano). Así mismo el metabolismo de los organismos presentes en el estanque se incrementa en esta época y demandan más oxígeno. Paradójicamente también corresponde a la época de mayor iluminación solar, cuando se incrementa la fotosíntesis y la producción de oxígeno (Rodríguez & Anzola, 2001).

Un exceso de fitoplancton puede ocasionar una deficiencia de oxígeno bajo las siguientes circunstancias: si durante el día prevalecen vientos fuertes y altas temperaturas mientras que la noche es tranquila y cálida. Las pérdidas de oxígeno durante el día serán grandes y quedarán pocas reservas para la noche, a la vez la demanda de oxígeno por parte de los organismos será alta debido a mayor temperatura y más actividad metabólica que demanda oxígeno (Rodríguez & Anzola, 2001).

E. Potencial de hidrogeno o pH

Según Rodríguez & Anzola (2001), el agua químicamente pura se encuentra disociada en iones (H^+) y (OH^-), de tal forma que su composición es la siguiente:



El valor del pH está dado por la concentración del ión hidrógeno E indica si el agua es ácida o básica y se expresa en una escala que varía entre 0 y 14. Si el pH es 7 indica que es neutra, o sea que no es ni ácida ni básica. Un agua con pH por debajo de 7

es ácida y por encima de 7 es básica. Los cambios de pH en un mismo cuerpo de agua están relacionados con la concentración dióxido de carbono, el cual es fuertemente ácido. Los organismos vegetales demandan dióxido de carbono durante la fotosíntesis, es así que este proceso determina en parte la fluctuación de pH y por tanto se eleva durante el día y disminuye en la noche (Rodríguez & Anzola, 2001).

Es bien conocido que la presencia de dióxido de carbono en aguas ácidas acentúa su acidez, lo que origina en peces como la trucha alteraciones de la osmoregulación como consecuencia de una acidificación de la sangre. Aguas ácidas ricas en hierro pueden producir una precipitación de hidróxido férrico en las branquias de los peces (Cachapeiro, 1984).

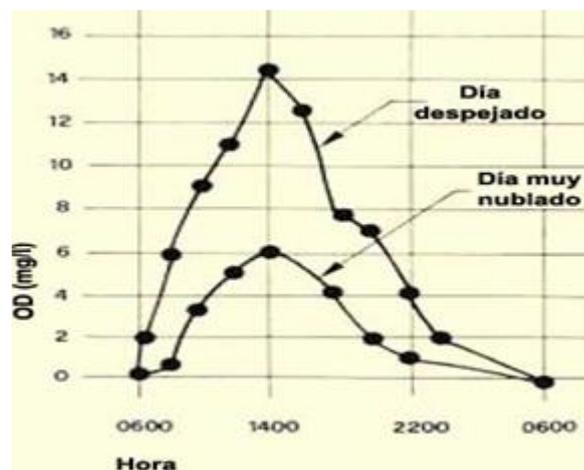


Figura 12. Fluctuación de pH en un perfil de 24 horas, tomado en río de peces.

Fuente: Elaboración propia

- Efecto del pH sobre los peces

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica.



Las aguas ácidas irritan las branquias de los peces. las cuales tienden a cubrirse de moco llegando en algunos casos a destrucción histológica del epitelio. Así mismo. la presencia de dióxido de carbono acidifica más el agua causando alteraciones de la osmorregulación y acidificando la sangre. Cachafeiro (1984) señala la peligrosidad de las aguas ácidas ricas en hierro, al producirse un precipitado de hidróxido férrico en las branquias de los peces y éstas adquieren como consecuencia un color marrón oscuro y mueren por asfixia (Rodríguez & Anzola, 2001).

Los límites básicos de pH también afectan el epitelio branquial al segregar mucus apareciendo hipertrofia de las células basales y en períodos de larga exposición termina por producir una verdadera destrucción histológica. Cachafeiro (1984) afirma que las lesiones del cristalino y córnea son habituales en las truchas mantenidas durante un período de siete días a un pH de 9.8. Eicher (1947) demostró que truchas expuestas a un pH de 10.2 durante pocos días experimentaban una necrosis de la aleta dorsal y caudal y se generaba ceguera total (Rodríguez & Anzola, 2001).

Finalmente, el pH juega un papel muy importante con respecto al amoníaco que es un producto muy tóxico, el cual en pH ácido se transforma en ion amonio (forma ionizada) la cual no es tóxica. Lo contrario ocurre en pH alcalinos (Rodríguez & Anzola, 2001).

Según la EPA los valores recomendados son de 6.5 a 8.5 unidades de pH

El pH recomendable:6.5 y 9.5 según la OMS. se recomienda el pH más aceptable de 6.5-8.5 (DIGESA, 2016).



F. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La DBO₅ expresan la materia orgánica en términos generales, pero no indican su composición, la cual es muy variada. Como su origen proviene de organismos, y sus productos de degradación o de metabolismo, se puede afirmar que la componen proteínas, carbohidratos y lípidos y/o sus productos de degradación: aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes, más otros componentes propios de los vegetales como pigmentos (DIGESA, 2016).

DBO: Es el parámetro de contaminación orgánica. Es el resultado de la degradación de tres tipos de materiales: materiales orgánicos carbónicos (microorganismos aerobios), nitrógeno oxidable (nitrosomas y nictrobacter), compuestos químicos reductores (se oxidan con el OD) (DIGESA, 2016).

Dado que la materia orgánica no sólo son carbohidratos, una manera más práctica de analizar el consumo de oxígeno en la degradación de la materia orgánica en general, es medir los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), se recomienda 15 mg/L (DIGESA, 2016).

G. Coliformes totales

El grupo coliforme está formado por todas las bacterias Gram. Negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C y desarrollándose en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos (DIGESA, 2016).

Pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo, aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua.



Basados en la normativa de Tailandia se establece como estándar 5000 NMP/100 ml (DIGESA, 2016).

H. Sólidos totales disueltos (STD)

Es una medida de la cantidad de material disuelto en el agua. Este material puede incluir los siguientes: carbonato, bicarbonato, cloruro, sulfato, fosfato, nitrato, calcio, magnesio, sodio, iones orgánicos, y otros iones. Ciertos niveles de estos iones en el agua son necesarios para la vida acuática. Los cambios en concentraciones del TDS pueden ser dañinos debido a que la densidad del agua determina el flujo del agua hacia y desde las células de un organismo. Sin embargo, si las concentraciones del TDS son demasiado altas o demasiado bajas, el crecimiento de [...] la vida acuática puede ser limitado, y la muerte puede ocurrir (Fluence, 2021).

La mayor parte del agua potable, según los estándares secundarios de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU., contiene un promedio de entre 200 y 300 mg/L de TDS. No se recomienda el agua con TDS de más de 500 mg/L para el consumo humano, ya que las altas cantidades de TDS en el agua potable pueden afectar negativamente a la palatabilidad (Fluence, 2021).

- Excelente: <300 mg/L
- Bueno: 300-600 mg/L
- Regular: 600-900 mg/L
- Pobre: 900-1,200 mg/L
- Inaceptable > que 1,200 mg/L
- También inaceptable: Extremadamente bajo



2.2.2.7. Características de la contaminación en las fuentes de agua

Según de la Torre Postigo (2015), en términos generales estos elementos contaminantes pueden ser de tipo biológico o tipo físico – químico, aunque de manera más específica se puede mencionar los siguientes:

- Desechos orgánicos.
- Sustancias químicas inorgánicas.
- Compuestos orgánicos.

2.2.2.8. Estándares de calidad ambiental para el agua

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente, en un cuerpo de agua denominado cuerpo receptor. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada. Distribuido en Categoría 1: Poblacional y recreacional, Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales y Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (MINAM, 2017).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. Lugar de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la cuenca del río Kelluyo, en las aguas del mismo río y sus tributarios durante el 2019 en la provincia de Chucuito principalmente, región Puno, sobre los niveles de contaminación de las aguas superficiales del río mediante la espectrometría.

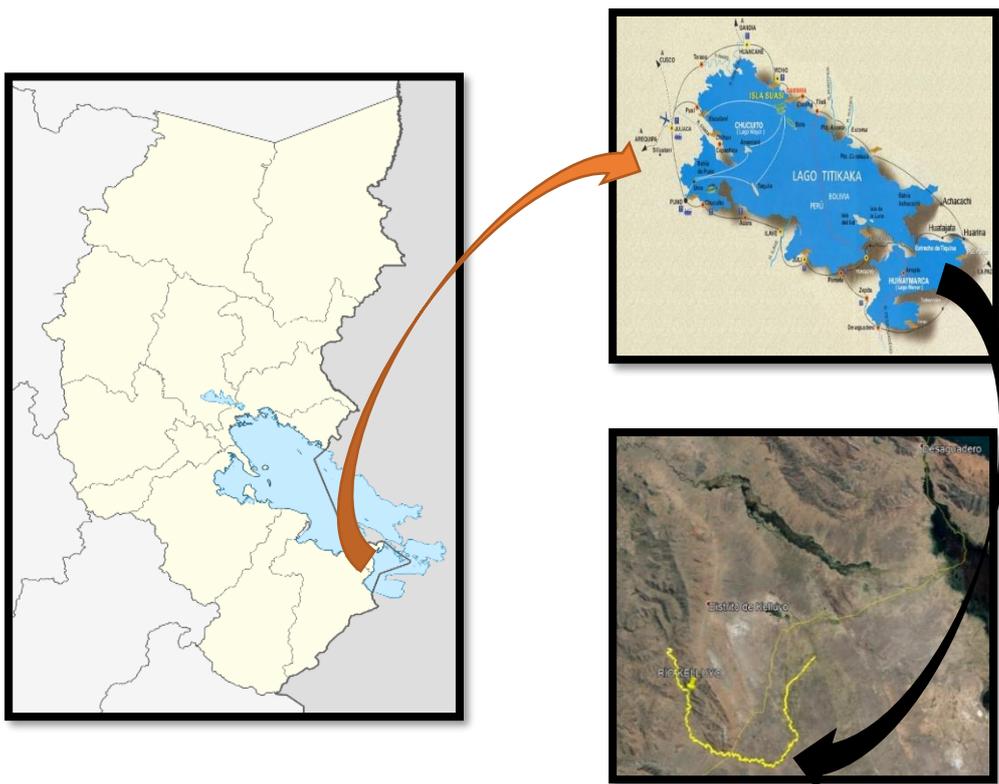


Figura 13. Ubicación de río Kelluyo ver anexo 03.

Fuente: (Wikipedia, s. f)



ZONA 1: Se limita a la cuenca del río Kelluyo, que afluente al lago Titicaca, es menor ramal. Ella se extiende en la vertiente occidental y suroccidental del lago, al sur de Puno, entre 5 585 y 3820 m de altitud. La curva hipsométrica muestra que esta zona es madura, con propensión moderada a la erosión en la cabecera y a la inestabilidad en la parte baja.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTREO

3.2.1. Población

Según Arias (2016), la población o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.

En la presente investigación, como población se consideró los siguientes ríos altiplánicos por lo cual todos estos ríos desembocan al lago Titicaca llevando una gran cantidad de contaminación en la zona ya sea en la flora o fauna.

La población o universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio, por lo que en la presente se consideran como población los principales ríos del departamento de Puno, así como se visualiza en la **Tabla 5**. La población de estudio.

Tabla 5. La población de estudio.

Descripción
Río de Ilave
Río de Ramis
Río de Huancané
Río de Suchez
Río de Coata
Río de Kelluyo

Fuente: Elaboración propia



3.2.2. Muestra

Según Arias (2016), la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible.

Según Borja (2016), es obvio que, si cada uno de los sujetos de estudio de una investigación tuvieran exactamente las mismas características, el tamaño requerido de la muestra sería solamente de uno; pero al no presentarse el caso, necesitamos establecer un tamaño de muestra mayor de uno, pero menor que la población total o universo. El tamaño de la muestra muchas veces se limita por el costo que involucra. Por lo que se utilizó el muestreo intencional en los cauces de la cuenca del río Kelluyo.

Para la toma de muestras de agua, se designaron quince puntos de muestreo ubicados en la cuenca del río Kelluyo, estos puntos fueron determinados en base a un muestreo por conveniencia (Alfaro & Gonzales, 2008) en periodo de octubre a diciembre del 2020 a intervalos de tiempo y espacio determinados. Los puntos de muestreo se aprecian en la



Tabla 6. Coordenadas de los puntos de muestreo de la investigación.

La toma de muestra se realizó en la fecha de 08 de octubre 2020.

Tabla 6. Coordenadas de los puntos de muestreo de la investigación.

Punto de muestra	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
Punto de inicio (P-01)	470074	8148548
Tramo ramificado (P-02)	470089	8148304
Curva río Verde (P-03)	470415	8147694
Desvió Tulacollo y/o río Verde (P-04)	471030	8146835
Pozo (P-05)	470825	8146247
Zona Tulacollo (P-06)	471121	8145274
Río ramificado (P-07)	471907	8144735
Zona sector Mita (P-08)	472177	8143612
Centro poblado de Tulacollo (P-09)	472072	8142763
Zona río Abajo (P-10)	472040	8141736
Sector Jiménez (P-11)	472526	8140451
Sector Jucuapa (P-12)	473536	8139682
Desvió Kapiá Pusuma (P-13)	474702	8139125
Sector Kapiá (P-14)	475757	8138846
Hito 31 Frontera Binacional (P-15)	476549	8138501

Fuente: Elaboración propia

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Método de investigación

Según Pimienta (2017), considera que “esta metodología de investigación está relacionada con hacer filosófica y ciencia desde su raíz. Se basa en la idea de derivabilidad, es decir, la inducción eficiente de explicaciones de otros, siguiendo un conjunto de principios lógicos de inferencia o reglas válidas de deducción” (p.50).

El método deductivo se aplicó en tres pasos, primero: se observa el fenómeno de interés. Segundo: se establecen patrones posibles. Tercero: se construye una teoría.

La presente investigación se iniciará con observaciones directas en el río Kelluyo. Según estas consideraciones en la presente investigación se aplicó el método ductivo.

3.3.2. Nivel de investigación

El presente trabajo de investigación, ha sido desarrollado en base a dos tipos de investigación: Exploratorio y descriptivo.



De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2010), se considera un trabajo de investigación de carácter *exploratorio* a aquellos estudios donde se examinan temas de investigación poco estudiados o que no se han abordado con anterioridad, siendo el caso del presente estudio, ya que no se han encontrado investigaciones sobre la determinación de los niveles de plomo en la zona. Asimismo, es de carácter *descriptivo*, ya que se mide o recoge información de varias maneras sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, y se describe en función a las normas.

3.3.3. Diseño de la investigación

Según Fernández, Hernández y Baptista (2016), se llaman pruebas en las que los grupos de estudio no han sido escogidos al azar ya que a partir de ahora ya están formados de esa manera en algún momento recientemente al investigar. Adoptan las mismas modalidades que los experimentos puros.

El diseño de la presente investigación es *no experimental*.

3.3.4. Tipo de estudio

Por su naturaleza de estudio, corresponde a una investigación de tipo *cuantitativo*, por lo común en los estudios cuantitativos se establece una o varias hipótesis (suposiciones acerca de la realidad), se diseña un plan para someterlas a prueba, se miden los conceptos incluidos en las hipótesis (variables) y se transforman las mediciones en valores numéricos para analizarse posteriormente con técnicas estadísticas y extender los resultados a un universo más amplio o para consolidar las creencias de una teoría (Borja, 2016).



3.3.5. Recolección y análisis de muestras.

La tabla 6 lo puntos de muestreo seleccionados en el río Kelluyo (P-01 a P-15), a través de campañas de muestreo realizadas en octubre (época seca) 2020. Los puntos de muestreo fueron seleccionadas en base a la dinámica flujo de la cuenca, facilidad de acceso, seguridad, flujo permanente de agua, influencia de actividades antrópicas y ubicación de zonas urbanas o rurales. Las muestras fueron tomadas en recipientes de plástico, previamente esterilizados, de 1L, refrigeradas a 4°C y transportadas al laboratorio en coolers plásticos, con monitoreo de temperatura, para control de cadena de frío (ANA, 2016). Posteriormente, caracterización físico-química y microbiológica, Nitratos, Nitritos, Fosfatos, Sulfatos, Temperatura (T), potencial de hidrogeno (pH), Conductividad Electrica (CE), Oxigeno Disuelto (OD), Solidos Totales Disueltos (STD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Coliformes totales (CT), acorde con métodos normalizados por (APHA, 2005).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE DATOS

4.1.1.1. Análisis de datos por punto

En esta investigación se utiliza el método de análisis cuantitativo, a fin de realizar el análisis estadístico inferencial con respecto a las hipótesis planteadas. Para ello, se consideran los datos obtenidos de cada una de las variables y para luego hacer uso de la estadística y realizar inferencias que permitan probar las hipótesis. El estadístico conveniente para ejecutar dichas inferencias se determinará una vez encontrado el tipo de distribución maestra de los datos recolectados.

A) Punto de inicio (P-01)

En el punto de muestreo (P-01), tres parámetros exceden los valores máximos permisibles, Tabla 7. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-01. Los fosfatos con diferencia de 4.61 mg/L, OD (mg/L) 1.02 mg/L y STD 76 mg/L.

Tabla 7. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-01.

Descripción	Resultados	Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	1.40	13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.01	-	0.01
Fosfatos (mg/L)	5.31	0.70	4.61
Sulfatos (mg/L)	177.00	400.00	-
Temperatura (°C)	7.54	Δ3	-
pH (pH)	5.60	9.00	-
Conductividad (μs/cm)	591.00	1,000.00	-
OD (mg/L)	6.02 >	5.00	1.02
OD% (%)	53.72	-	53.72
STD (mg/L)	376.00 <	100.00	276.00
DBO (5)	8.21	10.00	-
Coliformes totales	700.00	2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

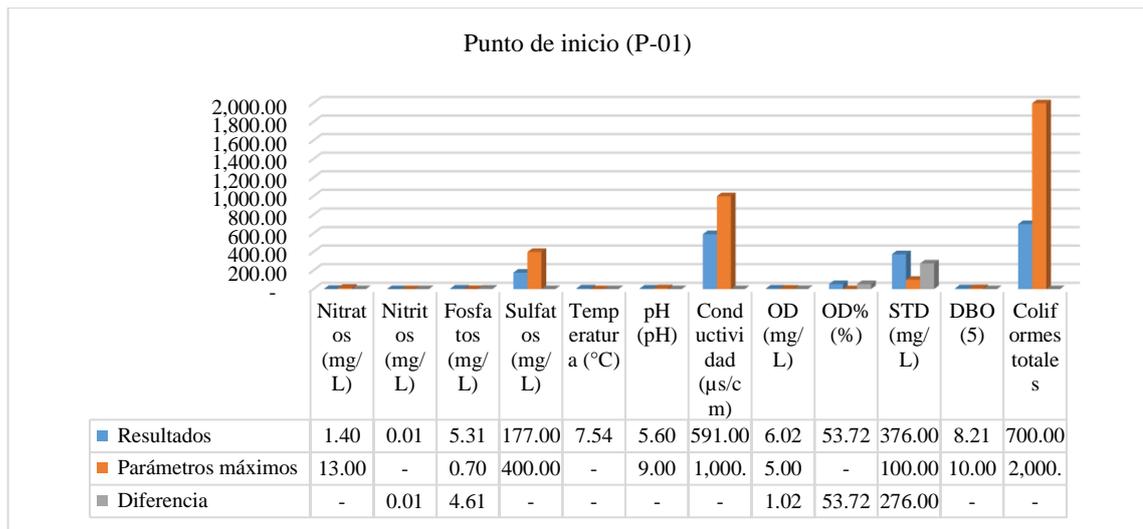


Figura 14. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo en el punto P-01.

Fuente: Elaboración propia

B) Tramo ramificado (P-02)

En el punto de muestreo (P-02) tres de los parámetros del agua exceden los estándares máximas establecidas en las normas (Tabla 8. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-02. Estas son: Fosfatos 3.08 mg/L, OD (mg/L) 1.76 mg/L y STD 62 mg/L.

Tabla 8. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-02.

Descripción	Resultados	Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitrat os (mg/L)	0.90	13.00	-
Nitrit os (mg/L)	0.00	-	0.00
Fosfatos (mg/L)	3.78	0.70	3.08
Sulfatos (mg/L)	143.00	400.00	-
Temperatura (°C)	12.00	Δ3	-
pH (pH)	8.20	9.00	-
Conductividad (µs/cm)	568.00	1,000.00	-
OD (mg/L)	6.76 >	5.00	1.76
OD% (%)	63.00	-	63.00
STD (mg/L)	362.00 <	100.00	262.00
DBO (5)	5.30	10.00	-
Coliformes totales	30.00	2,000.00	-

Fuente: Elaboracion propia

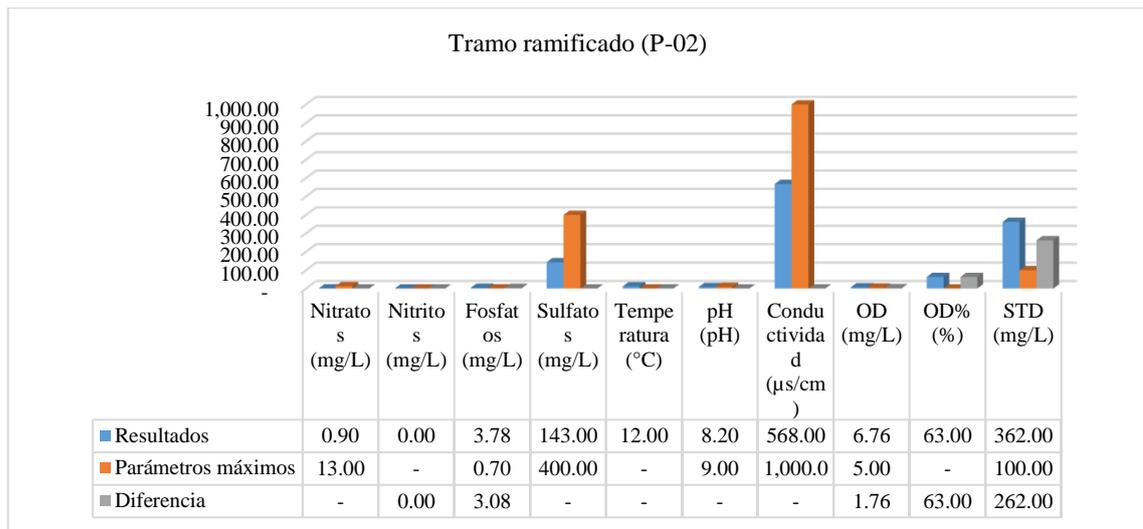


Figura 15. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del tramo ramificado (P-02).

Fuente: Elaboración propia

C) Curva río verde (P-03)

En el punto de muestreo (P-03) se tiene que dos parámetros del agua exceden los parámetros máximos establecidas en las normas (**Tabla 9.** Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-03. OD 2.72 mg/L y STD 270 mg/L).

Tabla 9. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-03.

Descripción	Resultados		Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. Ríos)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	0.25		13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.00		-	0.00
Fosfatos (mg/L)	0.53		0.70	-
Sulfatos (mg/L)	188.00		400.00	-
Temperatura (°C)	9.89		Δ3	-
pH (pH)	8.25		9.00	-
Conductividad (µs/cm)	578.00		1,000.00	-
OD (mg/L)	7.72	>	5.00	2.72
OD% (%)	71.01		-	71.01
STD (mg/L)	370.00	<	100.00	270.00
DBO (5)	4.70		10.00	-
Coliformes totales	700.00		2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

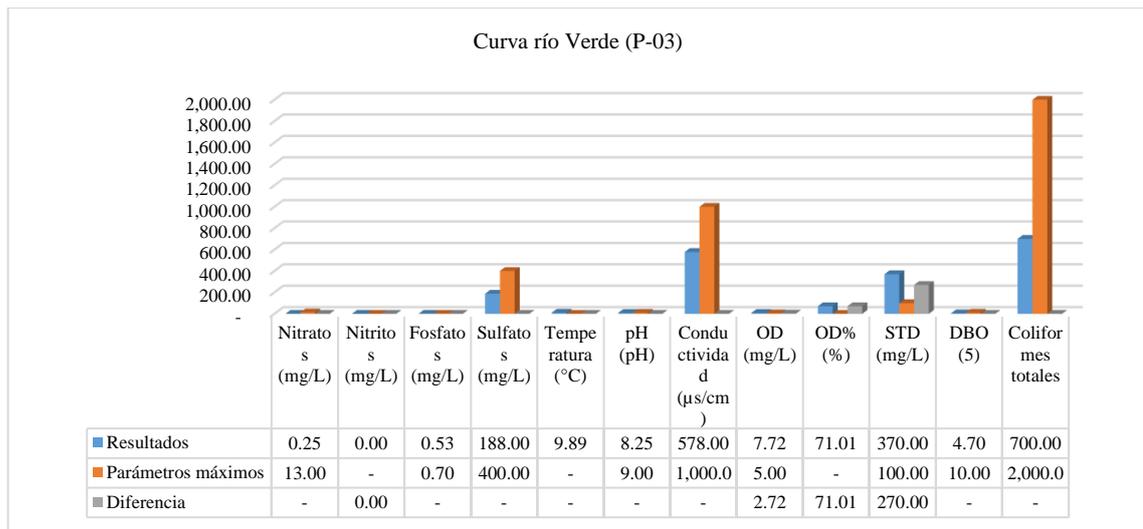


Figura 16. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo de la curva río Verde (P-03).

Fuente: Elaboración propia

D) Desvió Tulacollo y/o río Verde (P-04)

En el punto de muestreo (P-04) se tiene que tres parámetros del agua exceden los parámetros máximos establecidas en las normas vigentes (**Tabla 10.** Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-04. Fosfatos 2.00 mg/L, OD (mg/L) 1.56 mg/L y STD 277 mg/L.

Tabla 10. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-04.

Descripción	Resultados	Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. Ríos)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	1.10	13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.01	-	0.01
Fosfatos (mg/L)	2.70	0.70	2.00
Sulfatos (mg/L)	178.00	400.00	-
Temperatura (°C)	9.32	Δ3	-
pH (pH)	8.29	9.00	-
Conductividad (µs/cm)	591.00	1,000.00	-
OD (mg/L)	6.56 >	5.00	1.56
OD% (%)	56.39	-	56.39
STD (mg/L)	377.00 <	100.00	277.00
DBO (5)	6.60	10.00	-
Coliformes totales	900.00	2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia.

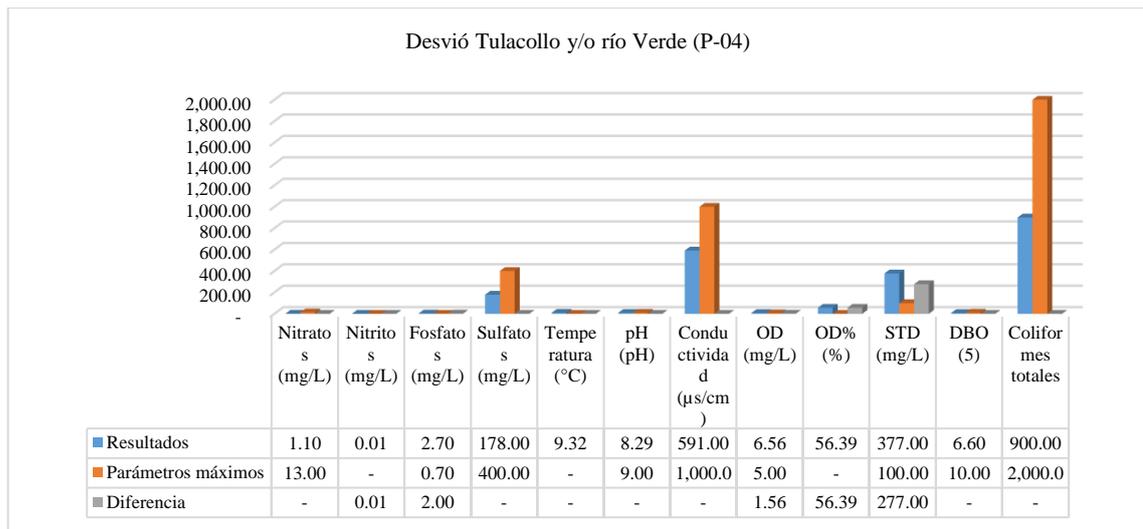


Figura 17. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del Desvió Tulacollo y/o río Verde (P-04).

Fuente: Elaboración propia.

E) Pozo (P-05)

En el punto de muestreo (P-05) se tiene parámetros estudio del agua que exceden los parámetros máximos establecidos en las normas vigentes (Tabla 11. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-05 Fosfatos 5.54 mg/L, OD (mg/L) 0.01 mg/L, STD 299 mg/L y DBO (5) 4.00.

Tabla 11. Parámetros físico y químicos del agua de río Kelluyo en el punto P-05.

Descripción	Resultados	Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. Ríos)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	3.79	13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.01	-	0.01
Fosfatos (mg/L)	6.24	0.70	5.54
Sulfatos (mg/L)	343.00	400.00	-
Temperatura (°C)	11.35	Δ3	-
pH (pH)	8.22	9.00	-
Conductividad (µs/cm)	623.00	1,000.00	-
OD (mg/L)	5.01 >	5.00	0.01
OD% (%)	44.01	-	44.01
STD (mg/L)	399.00 <	100.00	299.00
DBO (5)	14.00	10.00	4.00
Coliformes totales	900.00	2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

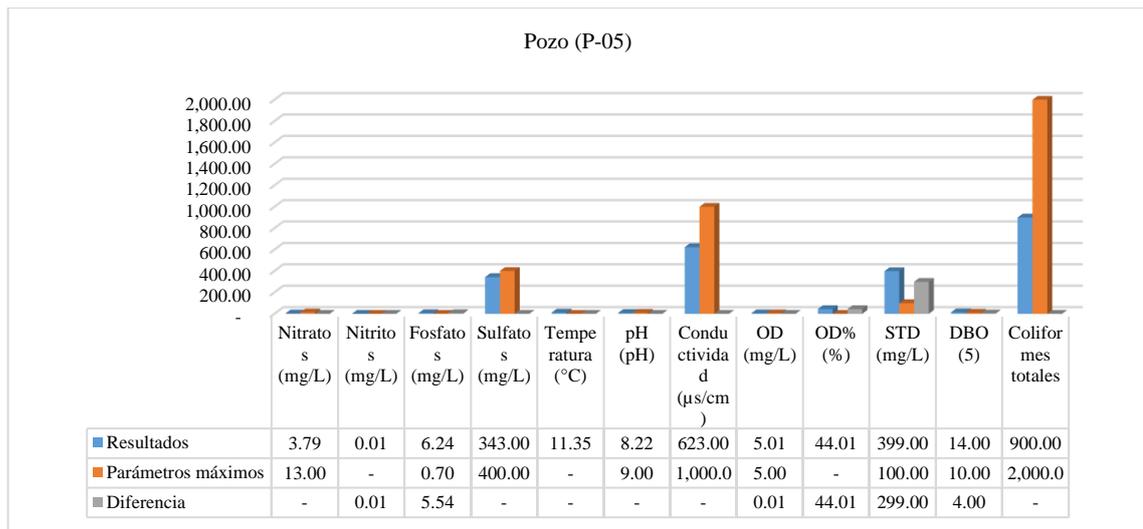


Figura 18. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del pozo (P-05).

Fuente: Elaboración propia

F) Zona Tulacollo (P-06)

En el punto (P-06) del muestreo se tiene que tres características del agua que exceden los parámetros máximos, **Tabla 12.** Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-06). Fosfatos 3.82 mg/L, OD (mg/L) 0.34 y STD 275 mg/L.

Tabla 12. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-06).

Descripción	Resultados	Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	0.89	13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.00	-	0.00
Fosfatos (mg/L)	4.52	0.70	3.82
Sulfatos (mg/L)	204.00	400.00	-
Temperatura (°C)	9.95	Δ3	-
pH (pH)	8.05	9.00	-
Conductividad (µs/cm)	589.00	1,000.00	-
OD (mg/L)	5.34 >	5.00	0.34
OD% (%)	48.79	-	48.79
STD (mg/L)	375.00 <	100.00	275.00
DBO (5)	2.70	10.00	-
Coliformes totales	40.00	2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia.

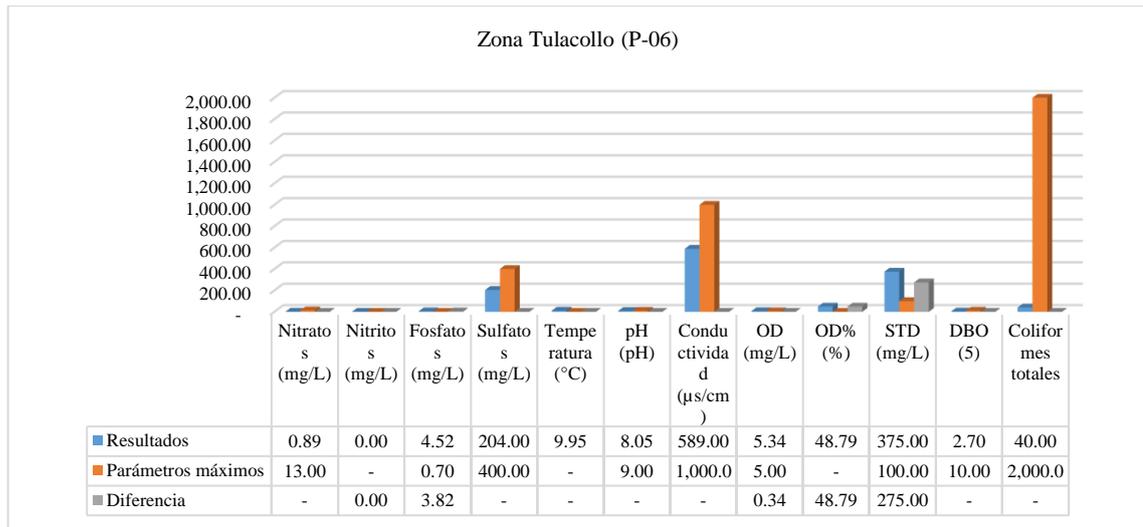


Figura 19. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo de la Zona Tulacollo (P-06).

Fuente: Elaboración propia

G) Río ramificado (P-07)

En el punto (P-07) del muestreo se tiene que cuatro características del agua que exceden los parámetros máximos, **Tabla 13.** Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-07). Fosfatos 2.65 mg/L, pH 1.050 ph OD 0.79mg/L y STD 4 mg/L.

Tabla 13. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-07).

Descripción	Resultados	Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	3.00	13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.00	-	0.00
Fosfatos (mg/L)	3.35	0.70	2.65
Sulfatos (mg/L)	183.00	400.00	-
Temperatura (°C)	11.01	Δ3	-
pH (pH)	8.55	9.00	-
Conductividad (µs/cm)	465.00	1,000.00	-
OD (mg/L)	8.29 >	5.00	3.29
OD% (%)	77.29	-	77.29
STD (mg/L)	304.00 <	100.00	204.00
DBO (5)	3.80	10.00	-
Coliformes totales	40.00	2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia.

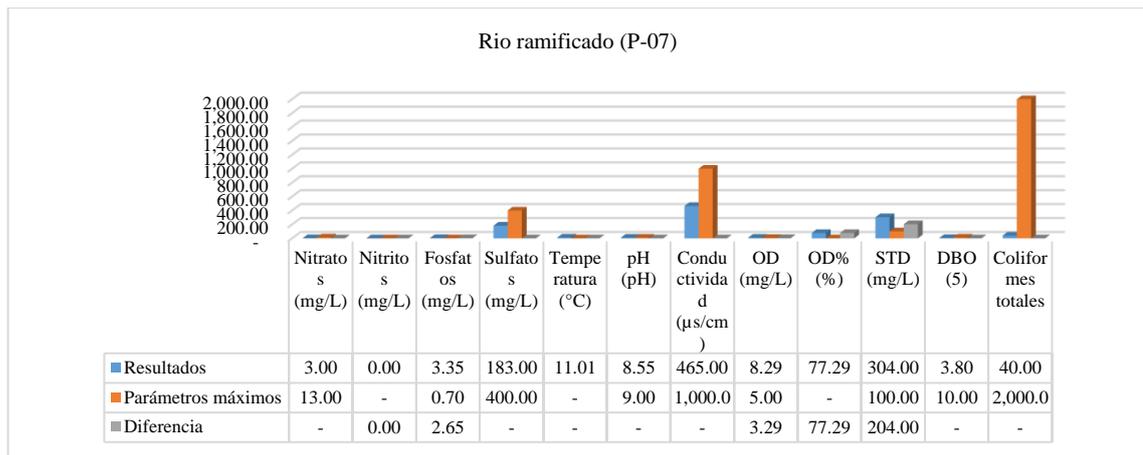


Figura 20. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del río Ramificado (P-07).

Fuente: Elaboración propia

H) Zona Sector Mita (P-08)

En el punto (P-08) del muestreo se tiene que dos características del agua que exceden los parámetros máximos, **Tabla 14.** Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-08). OD (mg/L) 1.99 mg/L y STD 315mg/L

Tabla 14. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-08).

Descripción	Resultados	Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	1.25	13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.00	-	0.00
Fosfatos (mg/L)	0.42	0.70	-
Sulfatos (mg/L)	225.50	400.00	-
Temperatura (°C)	10.76	Δ3	-
pH (pH)	8.35	9.00	-
Conductividad (µs/cm)	648.00	1,000.00	-
OD (mg/L)	6.99 >	5.00	1.99
OD% (%)	66.89	-	66.89
STD (mg/L)	415.00 <	100.00	315.00
DBO (5)	2.34	10.00	-
Coliformes totales	40.00	2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

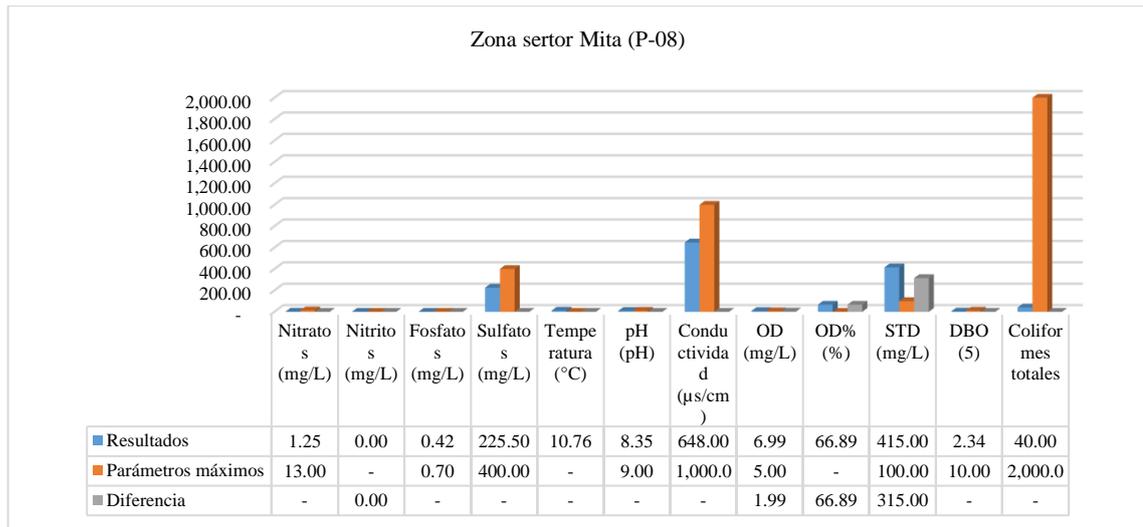


Figura 21. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo de la Zona Sector Mita (P-08).

Fuente: Elaboración propia

I) Centro Poblado de Tulacollo (P-09)

En el punto (P-09) del muestreo se tiene que dos características del agua que exceden los parámetros máximos, **Tabla 15.** Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-09). OD (mg/L) 1.91 mg/L y STD 297 mg/L.

Tabla 15. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-09).

Descripción	Resultados		Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	1.40		13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.03		-	0.03
Fosfatos (mg/L)	0.51		0.70	-
Sulfatos (mg/L)	119.50		400.00	-
Temperatura (°C)	12.50		Δ3	-
pH (pH)	8.10		9.00	-
Conductividad (µs/cm)	619.00		1,000.00	-
OD (mg/L)	6.91	>	5.00	1.91
OD% (%)	64.03		-	64.03
STD (mg/L)	397.00	<	100.00	297.00
DBO (5)	2.30		10.00	-
Coliformes totales	30.00		2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

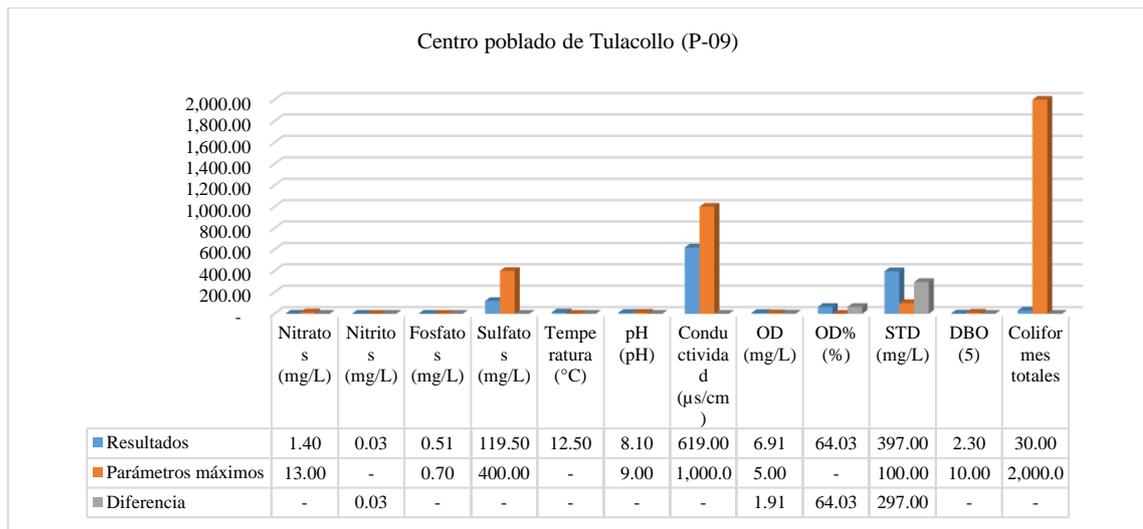


Figura 22. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del centro poblado de Tulacollo (P-09).

Fuente: Elaboración propia

J) Zona Río Abajo (P-10)

En el punto (P-10) del muestreo se tiene que dos características del agua que exceden los parámetros máximos, **Tabla 16.** Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-10). OD (mg/L) 3.01 mg/L y STD 245 mg/L.

Tabla 16. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-10).

Descripción	Resultados		Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	2.00		13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.00		-	0.00
Fosfatos (mg/L)	0.70		0.70	-
Sulfatos (mg/L)	151.00		400.00	-
Temperatura (°C)	8.02		Δ3	-
pH (pH)	8.45		9.00	-
Conductividad (µs/cm)	510.00		1,000.00	-
OD (mg/L)	8.01	>	5.00	3.01
OD% (%)	73.59		-	73.59
STD (mg/L)	345.00	<	100.00	245.00
DBO (5)	7.30		10.00	-
Coliformes totales	30.00		2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

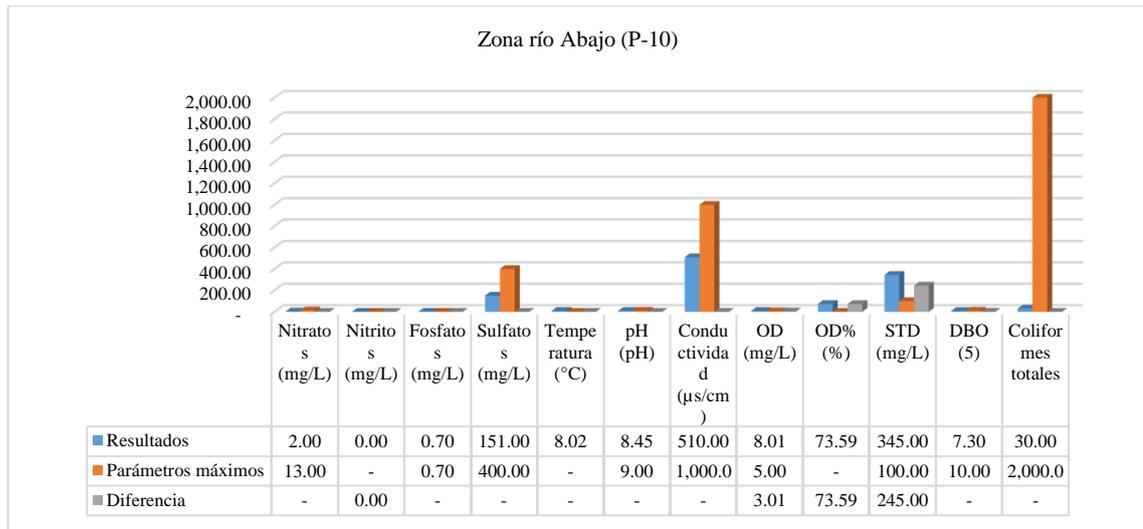


Figura 23. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo de la zona río abajo (P-10).

Fuente: Elaboración propia

K) Sector Jiménez (P-11)

En el punto (P-11) del muestreo se tiene que tres características del agua que exceden los parámetros máximos, **Tabla 17.** Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-11). OD (mg/L) 3.30 mg/L y STD 12 mg/L.

Tabla 17. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-11).

Descripción	Resultados		Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	2.00		13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.01		-	0.01
Fosfatos (mg/L)	0.43		0.70	-
Sulfatos (mg/L)	120.00		400.00	-
Temperatura (°C)	7.01		Δ3	-
pH (pH)	8.33		9.00	-
Conductividad (µs/cm)	495.00		1,000.00	-
OD (mg/L)	8.30	>	5.00	3.30
OD% (%)	79.02		-	79.02
STD (mg/L)	312.00	<	100.00	212.00
DBO (5)	2.18		10.00	-
Coliformes totales	70.00		2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

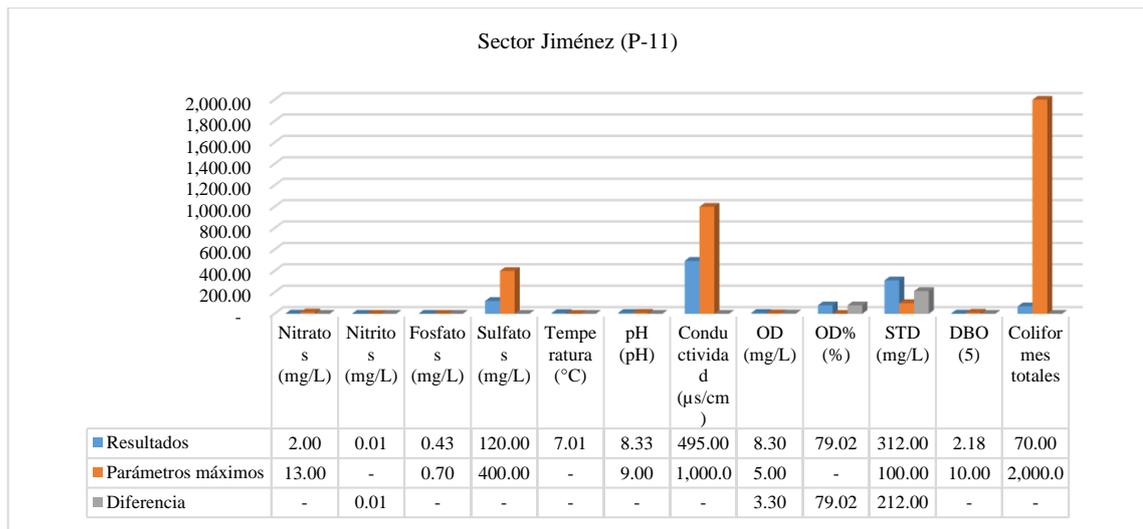


Figura 24. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del Sector Jiménez (P-11).

Fuente: Elaboración propia

L) Sector Juculaca (P-12)

En el punto (P-12) del muestreo se tiene que dos características del agua que exceden los parámetros máximos, **Tabla 18.** Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-12). OD (mg/L) 1.60 mg/L y STD 247 mg/L.

Tabla 18. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-12).

Descripción	Resultados		Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	0.60		13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.01		-	0.01
Fosfatos (mg/L)	0.16		0.70	-
Sulfatos (mg/L)	128.00		400.00	-
Temperatura (°C)	11.15		Δ3	-
pH (pH)	8.50		9.00	-
Conductividad (µs/cm)	540.00		1,000.00	-
OD (mg/L)	6.60	>	5.00	1.60
OD% (%)	61.00		-	61.00
STD (mg/L)	347.00	<	100.00	247.00
DBO (5)	5.78		10.00	-
Coliformes totales	30.00		2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

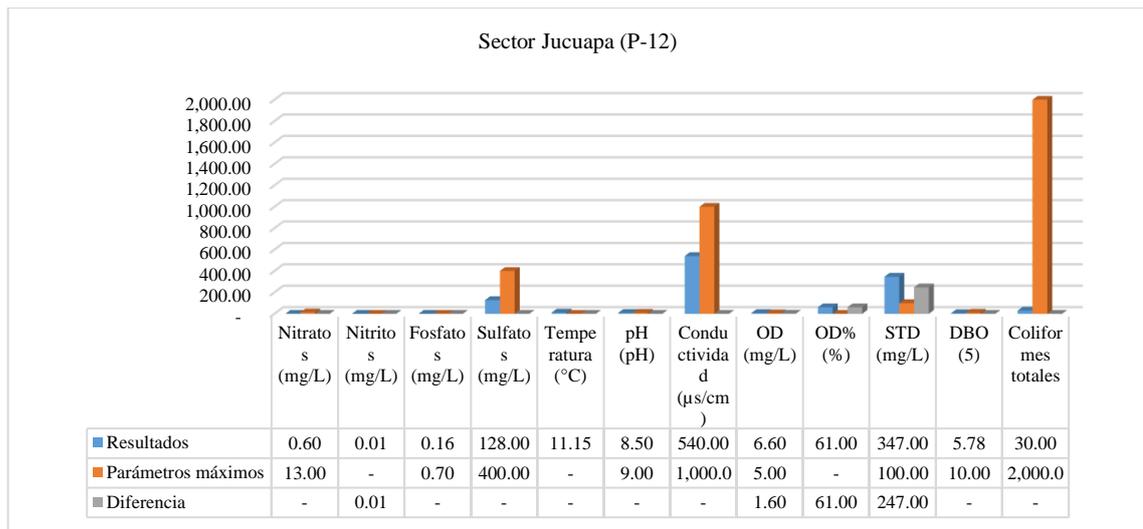


Figura 25. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del Sector Juculaca (P-12).

Fuente: Elaboración propia

M) Desvío Kapia Pusuma (P-13)

En el punto (P-13) del muestreo se tiene que tres características del agua exceden los parámetros máximos, **Tabla 19.** Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-13). fosfatos 0.15 mg/L, OD 3.56 mg/L y. STD (mg/L) 193.00 mg/L

Tabla 19. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-13).

Descripción	Resultados		Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	1.78		13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.01		-	0.01
Fosfatos (mg/L)	0.85		0.70	0.15
Sulfatos (mg/L)	151.00		400.00	-
Temperatura (°C)	12.95		Δ3	-
pH (pH)	8.70		9.00	-
Conductividad (µs/cm)	454.00		1,000.00	-
OD (mg/L)	8.56	>	5.00	3.56
OD% (%)	83.05		-	83.05
STD (mg/L)	293.00	<	100.00	193.00
DBO (5)	3.70		10.00	-
Coliformes totales	700.00		2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

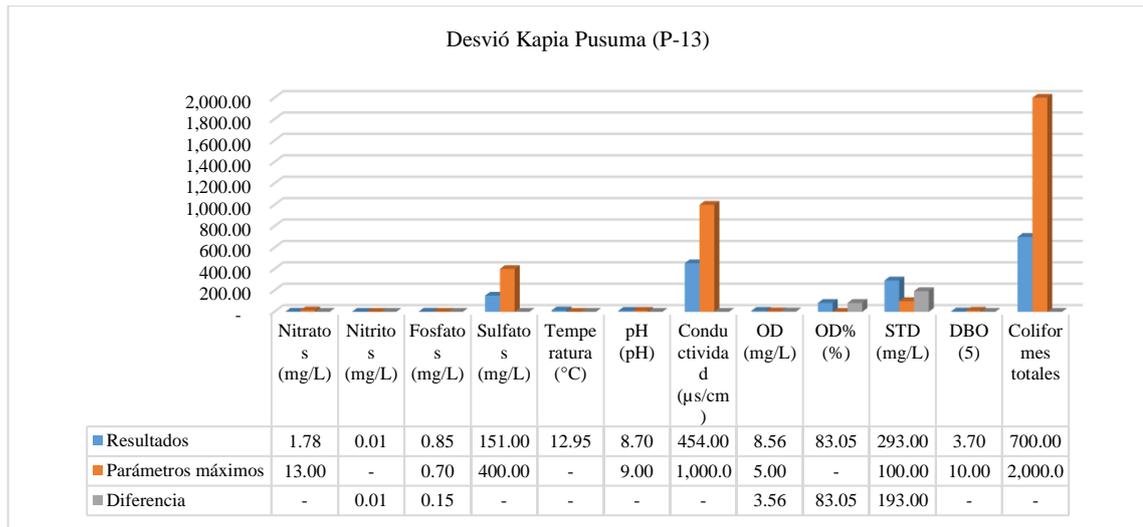


Figura 26. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del desvío Kapia Pusuma (P-13).

Fuente: Elaboración propia

N) Sector Kapia (P-14)

En el punto (P-14) del muestreo se tiene que tres características del agua exceden los parámetros máximos, **Tabla 20.** Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-14). fosfatos 0.13 mg/L, OD (mg/L) 1.99 mg/L, y STD 223 mg/L.

Tabla 20. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-14).

Descripción	Resultados		Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	0.20		13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.06		-	0.06
Fosfatos (mg/L)	0.83		0.70	0.13
Sulfatos (mg/L)	118.00		400.00	-
Temperatura (°C)	13.02		Δ3	-
pH (pH)	8.40		9.00	-
Conductividad (µs/cm)	498.00		1,000.00	-
OD (mg/L)	6.99	>	5.00	1.99
OD% (%)	67.00		-	67.00
STD (mg/L)	323.00	<	100.00	223.00
DBO (5)	3.30		10.00	-
Coliformes totales	30.00		2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

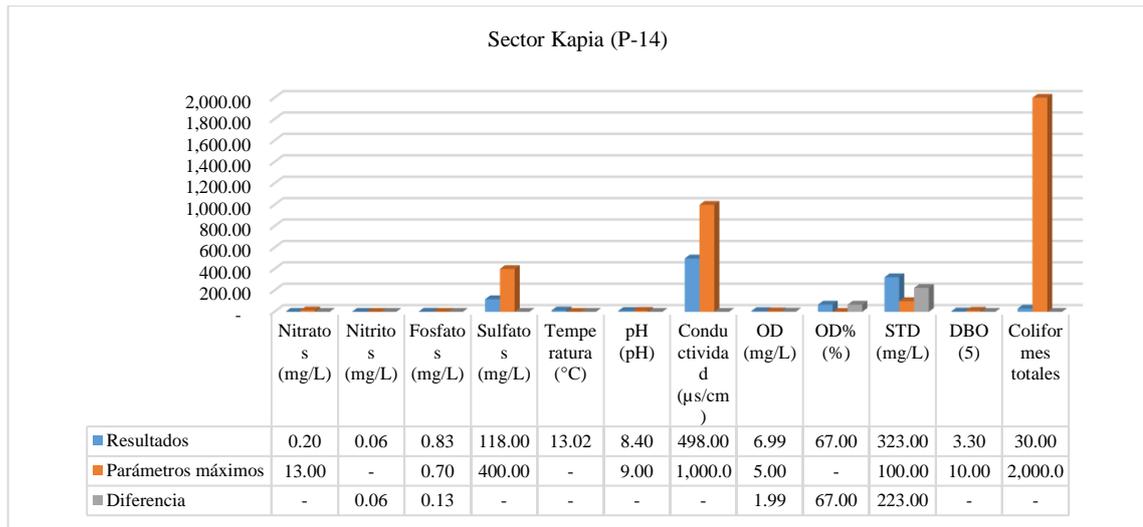


Figura 27. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del Sector Kapia (P-14).

Fuente: Elaboración propia

O) Ito 31 frontera Binacional (P-15)

En el punto (P-15) del muestreo se tiene que dos características del agua exceden los parámetros máximos, **Tabla 21.** Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-15). Fosfatos 0.52 mg/L, OD (mg/L) 2.03 mg/L y STD (mg/L) 163.00 mg/L.

Tabla 21. Parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo (P-15).

Descripción	Resultados	Parámetros máximos (D.S. N° 004-2017-MINAM) (E2. RÍOS)	Diferencia
Nitratos (mg/L)	0.89	13.00	-
Nitritos (mg/L)	0.04	-	0.04
Fosfatos (mg/L)	1.22	0.70	0.52
Sulfatos (mg/L)	184.00	400.00	-
Temperatura (°C)	5.20	Δ3	-
pH (pH)	8.41	9.00	-
Conductividad (µs/cm)	402.00	1,000.00	-
OD (mg/L)	7.03 >	5.00	2.03
OD% (%)	61.00	-	61.00
STD (mg/L)	263.00 <	100.00	163.00
DBO (5)	3.10	10.00	-
Coliformes totales	110.00	2,000.00	-

Fuente: Elaboración propia

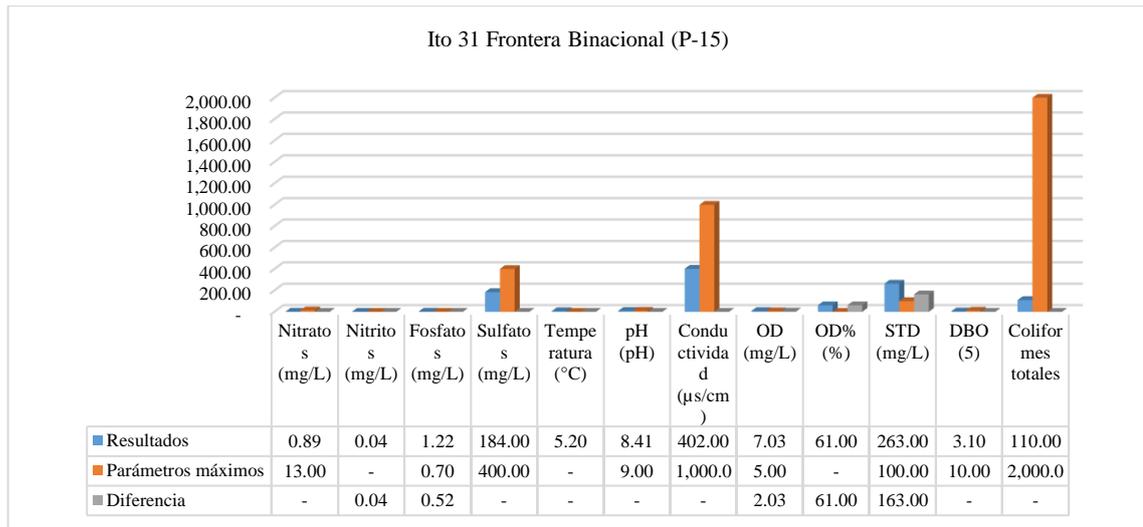


Figura 28. Histograma de los parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo del Hito 31 Frontera Binacional (P-15).

Fuente: Elaboración propia

4.2. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO KELLUYO

Los 12 principales parámetros físico y químicos del agua del río Kelluyo que se determinaron en la presente investigación (Tabla 22. Parámetros físicos y químicos del agua del río Kelluyo., describen la calidad de las aguas del río.

A) Nitratos (mg/L)

Nitratos en el punto de muestreo P-05 es el valor más alto de todos los puntos de muestro en toda la trayectoria del río es de 3.79 mg/L, sin embargo, este valor más alto no supera los valores máximos establecidos en las normas vigentes (10.00 mg/L), por lo que no afectaría negativamente este parámetro en la calidad de aguas superficiales del río en estudio.

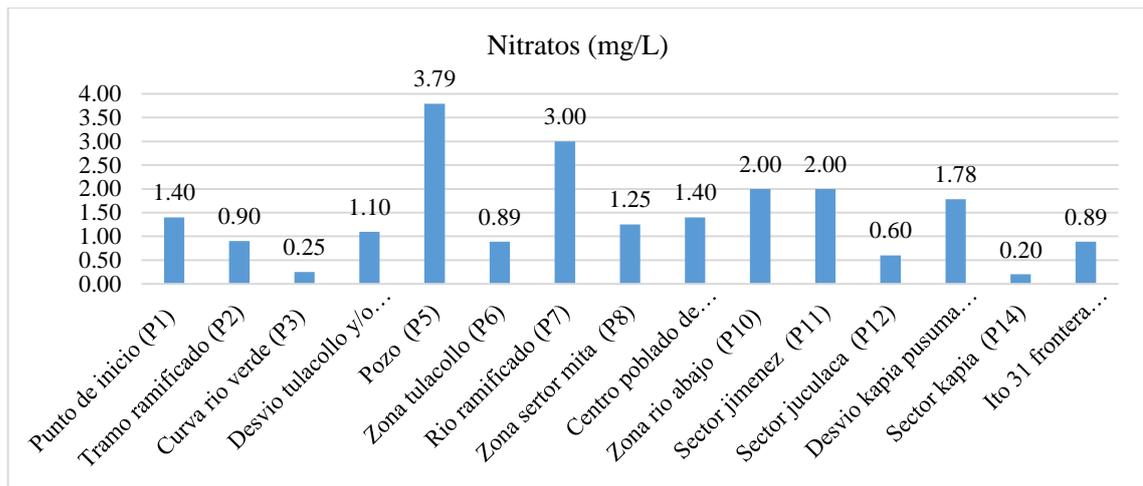


Figura 29. Histograma de parámetro nitratos de las aguas del río Kelluyo.

Fuente: Elaboración propia.

B) Nitritos (mg/L)

Con respecto a nitritos, el mayor valor se encuentra en el punto 14 (0.055 mg/L) de todo el cauce del río Kelluyo; sin embargo, este valor más alto no excede los valores establecidos en las normas vigentes (1.00 mg/L), por lo que se deduce que este parámetro no afecta negativamente la calidad de agua del río.

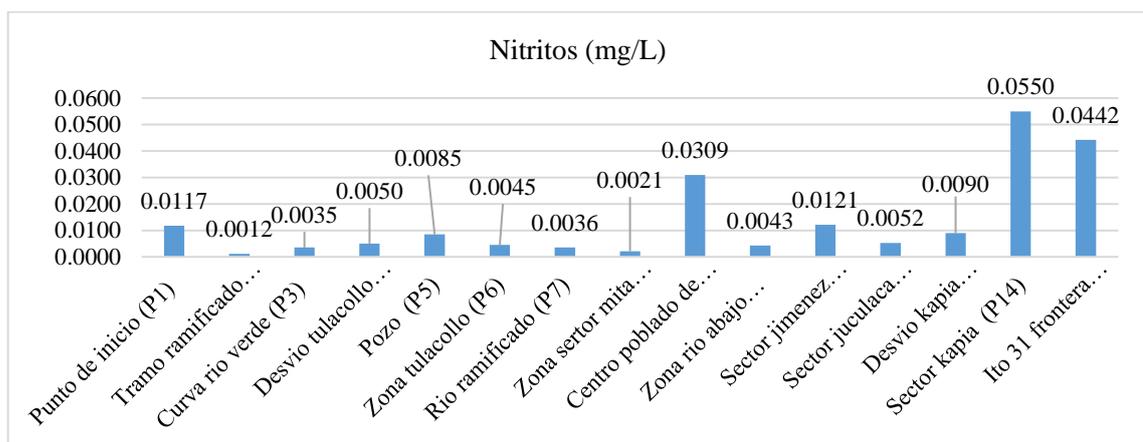


Figura 30. Histograma de parámetro de nitritos de las aguas del río Kelluyo.

Fuente: Elaboración propia

C) Fosfatos (mg/L)

Con respecto a fosfatos en la Figura 31. Histograma de parámetro de parámetros de fosfatos se puede observar que en los puntos (P-01, P-02, P-04, P-05, P-06, P-07, P-13 P-14 y P-15) supera el valor máximo permisible del reglamento por lo que esto indica que la mayor parte del río Kelluyo está contaminado por fosfatos y de acuerdo al reglamento el valor que no debe superar los fosfatos es de 0.70 mg/L por lo que las consecuencias podrían ser severas.

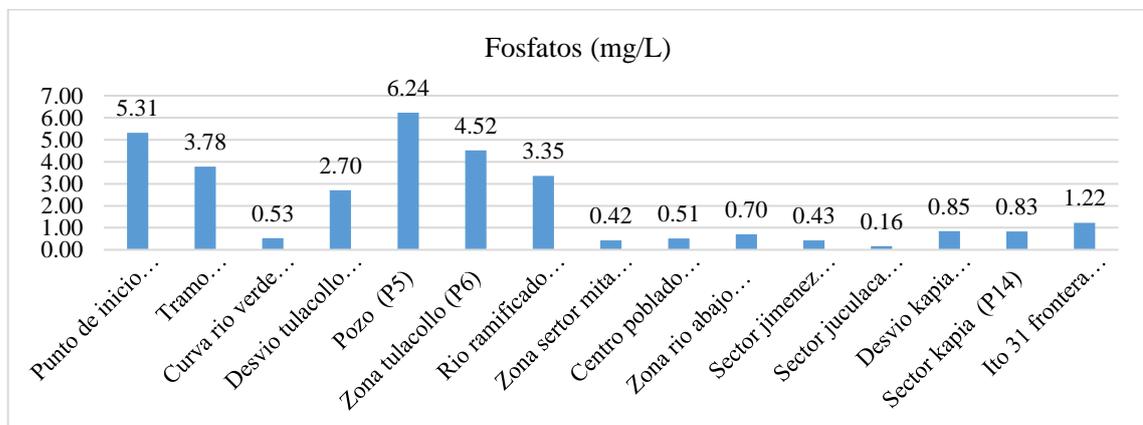


Figura 31. Histograma de parámetro de parámetros de fosfatos de las aguas del río Kelluyo

Fuente: Elaboración propia

D) Sulfatos (mg/L)

Con respecto a sulfatos el mayor valor se encuentra en el punto (P-05) el cual tiene 343.00 mg/L en todo el transcurso del río Kelluyo y de acuerdo al reglamento el valor que no debe superar es de 400.00 mg/L por lo que no se tiene problemas con respecto a este parámetro del agua.

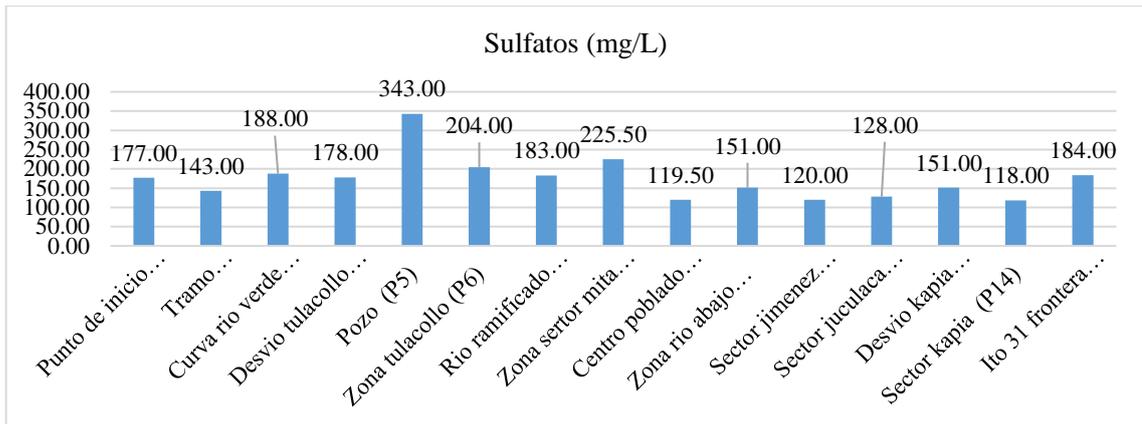


Figura 32. Histograma de parámetro de sulfatos de las aguas del río Kelluyo

Fuente: Elaboración propia

E) Temperatura (°C)

Con respecto a la temperatura el mayor valor se encuentra en el punto (P-14) el cual tiene 13.02°C en todo el transcurso del río Kelluyo y de acuerdo al reglamento el valor que no debe superar es de 25° C por lo que no se tiene problemas con respecto a este parámetro del agua.

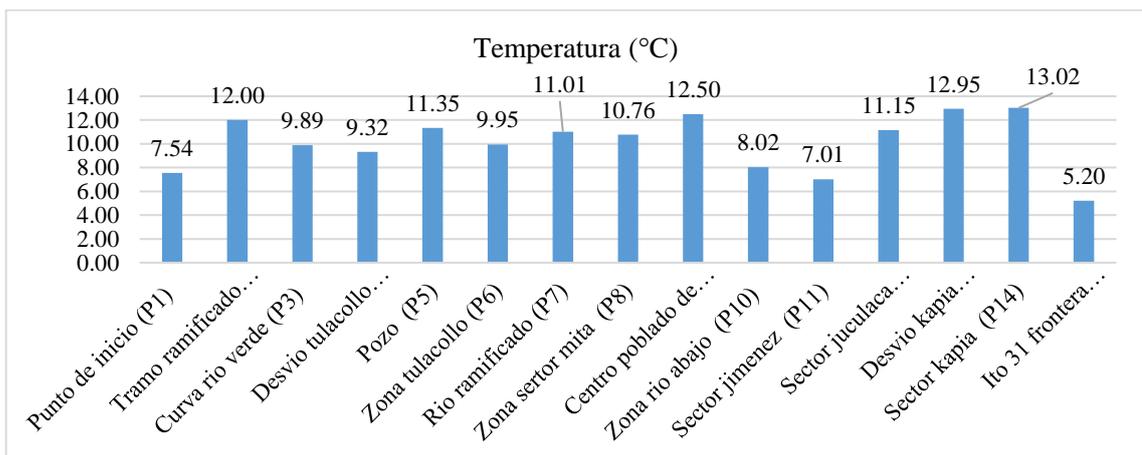


Figura 33. Histograma de parámetro de las temperaturas de las aguas del río Kelluyo

Fuente: Elaboración propia

F) pH (ph)

Con respecto al pH del agua el mayor valor se encuentra en el punto (P-14) el cual tiene 8.70Ph en todo el transcurso del río Kelluyo y de acuerdo al reglamento el valor que no debe superar es de 7.50 Ph por lo que en la mayor parte del Río los valores esta por la sima de valor máximo permisible, este parámetro podría generar problemas.

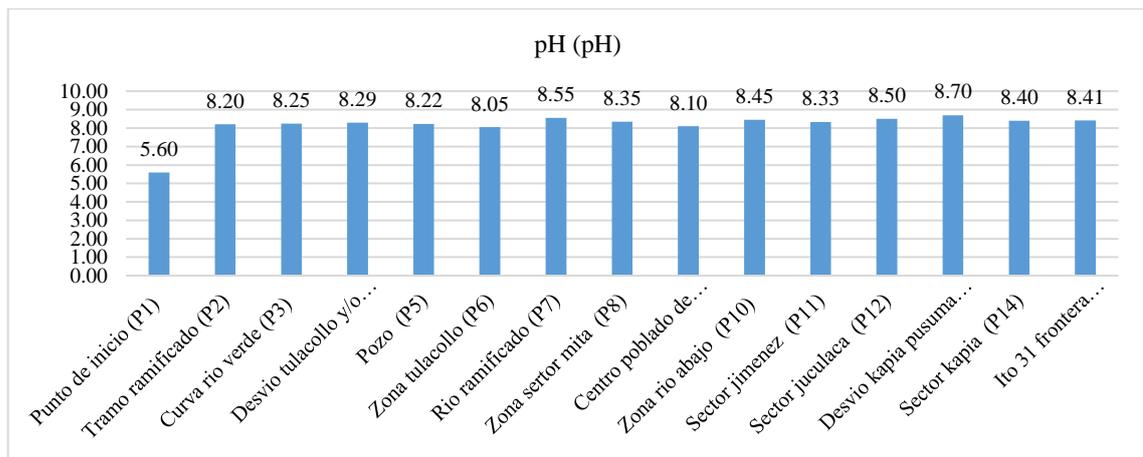


Figura 34. Histograma de parámetro del pH de las aguas del río Kelluyo

Fuente: Elaboración propia

G) Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

Con respecto a la conductividad el mayor valor se encuentra en el punto (P-08) el cual tiene 648 en todo el transcurso del río Kelluyo y de acuerdo al reglamento el valor que no debe superar es de 1000.00 por lo que no se tiene problemas con respecto a este parámetro del agua.

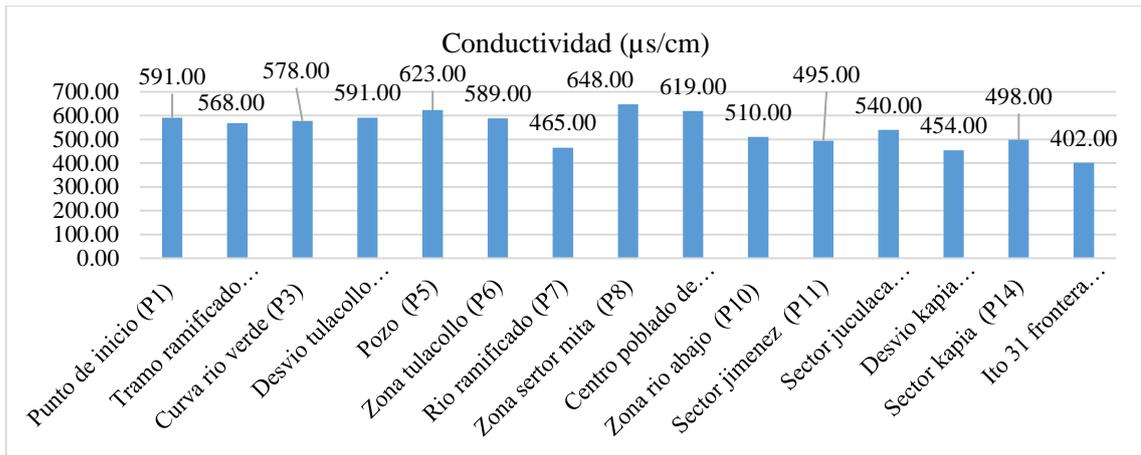


Figura 35. Histograma de parámetro de la conductividad. de las aguas del río Kelluyo

Fuente: Elaboración propia

H) OD (mg/L)

Con respecto al oxígeno disuelto (OD) en la Figura 36. Histograma de parámetro del oxígeno disuelto (OD) se puede observar que en los puntos (P-03, P-07, P-10, P-11, y P-13) supera el valor máximo permisible del reglamento por lo que esto indica que una gran parte del río Kelluyo contiene oxígeno disuelto y de acuerdo al reglamento el valor que no debe superar el oxígeno disuelto de 7.50 mg/L esto indica que el agua es de buena calidad y muy bueno para los peces de la zona.

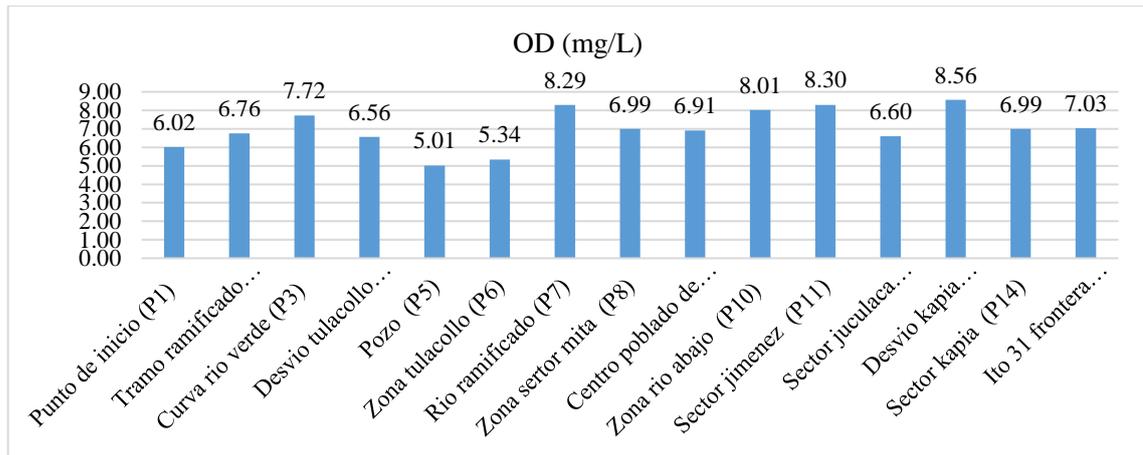


Figura 36. Histograma de parámetro del oxígeno disuelto (OD) de las aguas del río Kelluyo

Fuente: Elaboración propia

I) OD (%)

Con respecto al oxígeno disuelto en porcentaje (OD%) en la Figura 37. Histograma de parámetro de oxígeno disuelto (%) se puede observar que en el punto (P-13) es en el único punto en donde supera el valor máximo permisible del reglamento por lo que esto indica que oxígeno disuelto en porcentaje no será perjudicial para la vida de los peces de la zona.

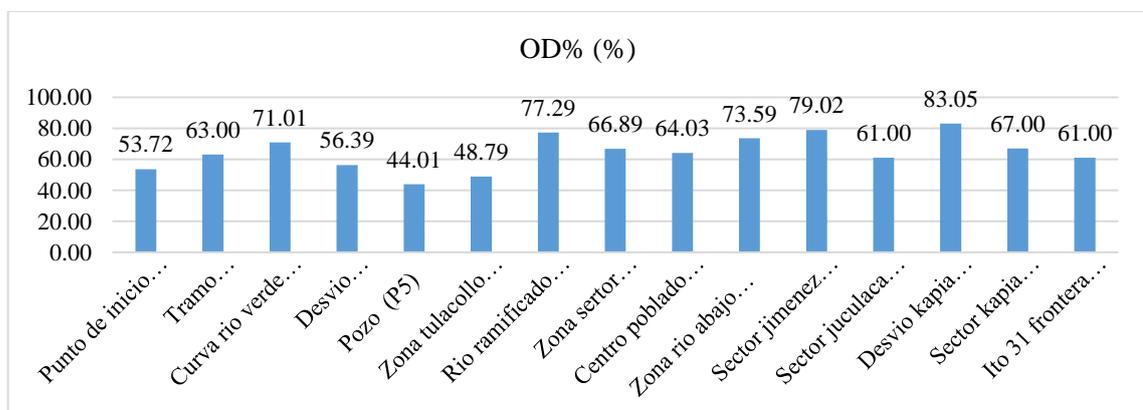


Figura 37. Histograma de parámetro de oxígeno disuelto (%) de las aguas del río Kelluyo

Fuente: Elaboración propia

J) STD (mg/L)

Con respecto a los sólidos totales disueltos (STD) en la Figura 38. Histograma de parámetro de sólidos totales disueltos (STD) se puede observar que en los puntos (P-01, P-02, P-03, P-04, P-05, P-06, P-07, P-08, P-09, P-10, P-11, P-12, y P-14) supera el valor máximo permisible del reglamento por lo que esto indica que una gran parte del río Kelluyo contiene sólidos totales disueltos y de acuerdo al reglamento el valor que no debe superar el sólidos totales disueltos de 300.00 mg/L esto indica que el agua tiene un contenido de exceso de sal y esto es perjudicial para los peces de la zona.

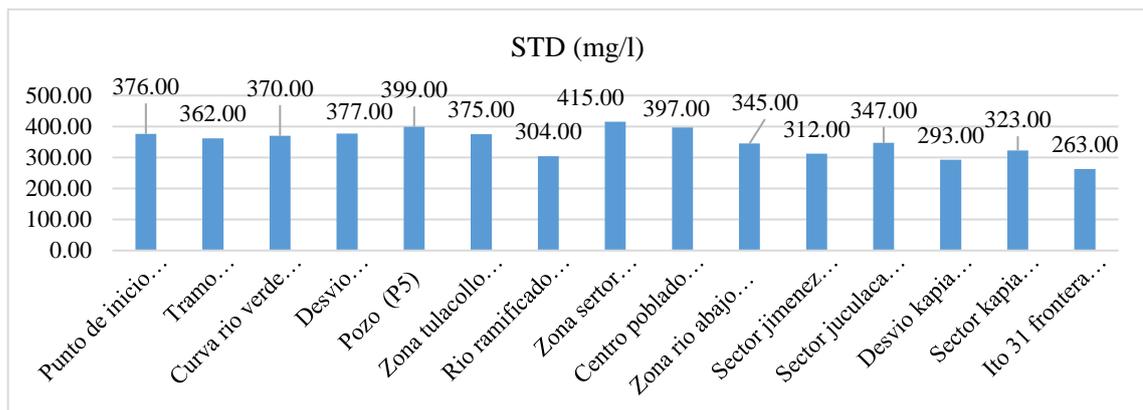


Figura 38. Histograma de parámetro de sólidos totales disueltos (STD) de las aguas del río Kelluyo

Fuente: Elaboración propia

K) DBO (5)

Con respecto a la demanda de oxígeno disuelto (DBO) en la Figura 39. Histograma de parámetro de demanda biológica de oxígeno (5) se puede observar que en los puntos de muestreo ninguno supera el valor máximo permisible del reglamento por lo

que esto indica que una gran parte del río Kelluyo y de acuerdo al reglamento el valor que no debe superar la demanda de oxígeno disuelto es de 15.00 esto indica que el agua es de buena calidad y muy bueno para los peces de la zona.

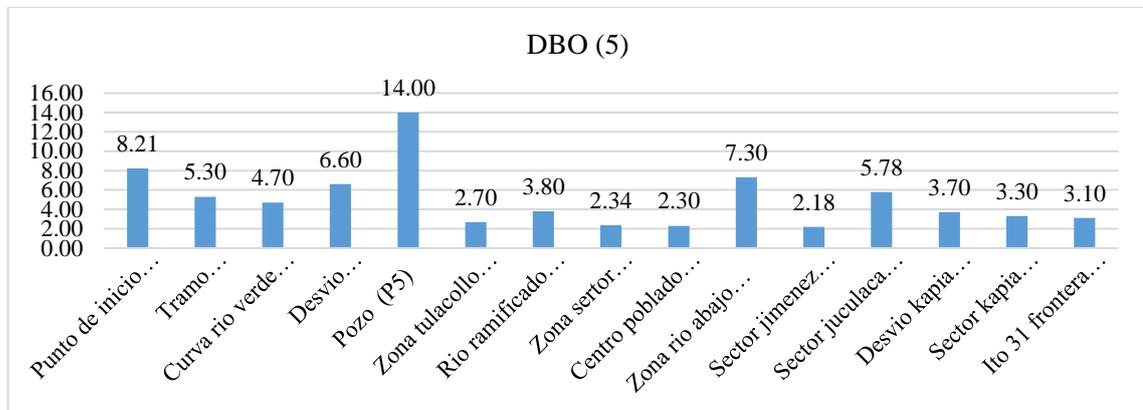


Figura 39. Histograma de parámetro de demanda biológica de oxígeno (5) de las aguas del río Kelluyo

Fuente: Elaboración propia

L) Coliformes totales

Con respecto a coliformes totales el mayor valor se encuentra en los puntos (P-04 y P-05) los cuales tiene como valor máximo de 900.00, esto presenta en todo el transcurso del río Kelluyo, de acuerdo al reglamento el valor que no debe superar es de 2550 por lo que no se tiene problemas con respecto a este parámetro del agua.

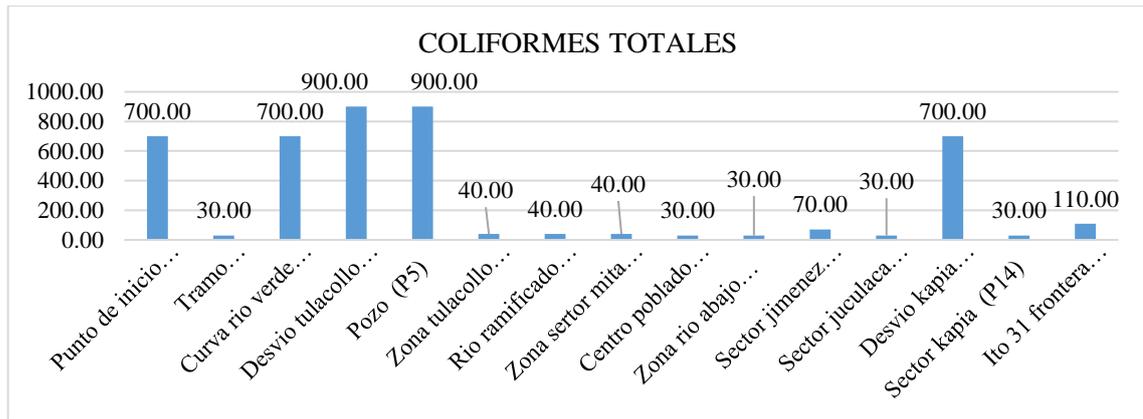


Figura 40. Histograma de parámetro de coliformes totales de las aguas del río Kelluyo

Fuente: Elaboración propia

El resultado de los parámetros físico químicos de las del río Kelluyo se muestran en la **Tabla 22**. Parámetros físicos y químicos del agua del río Kelluyo.

Tabla 22. Parámetros físicos y químicos del agua del río Kelluyo.

N°	Descripción	Parámetros mínimos	Parámetros máximos	Parámetros máximos (reglamento)
01	Nitratos (mg/L)	0.20	3.79	10.00
02	Nitritos (mg/L)	0.0012	0.0550	1.00
03	Fosfatos (mg/L)	0.16	6.24	0.70
04	Sulfatos (mg/L)	118.00	343.00	400.00
05	Temperatura (°C)	5.20	13.02	25.00
06	pH (pH)	5.60	8.70	7.50
07	Conductividad (µs/cm)	402.00	648.00	1000.00
08	OD (mg/L)	5.01	8.56	7.50
09	DOD% (%)	44.01	83.05	80.00
10	STD (mg/L)	263.00	415.00	300.00
11	DBO (5)	2.18	14.00	15.00
12	Coliformes totales	30.00	900.00	2550.00

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

En la investigación de Perez, (2017) los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno no exceden de 2.9 mg/L. Los valores del Oxígeno Disuelto en todos los puntos

se encuentran en niveles aceptables, 4.1 a 7.9 según la Organización Mundial de la Salud. En esta investigación se determinó que la demanda bioquímica de oxígeno tiene un valor máximo de 14 mg/L y de acuerdo al reglamento debe de tener 15 mg/L, por lo que este parámetro se encuentra en condición de aceptable. Según Ukpatu (2018), los valores elevados de DBO pueden ser perjudiciales para la comunidad biológica del sistema acuático si el consumo de oxígeno es lo suficientemente elevado como para provocar condiciones anaeróbicas.

4.3. CONTAMINANTES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO KELLUYO

Los parámetros que afectan la calidad del agua son el fosfato con promedio de 2.10 mg/L, promedio del nivel de pH es de 8.16ph y los sólidos totales disueltos 350.53 mg/L. Los parámetros beneficios del agua para la sobrevivencia de peces en el lugar, por lo que la cantidad del óxido disuelto tiene un 7.01 mg/L, esto es una cantidad aceptable, con respecto a oxígenos disueltos en porcentaje tiene un promedio de 64.65% por lo que esto es aceptable para la sobrevivencia de los peces.

Tabla 23. Selección de los parámetros que afecta la calidad de las aguas del río Kelluyo

N°	Descripción	Parámetros mínimos	Parámetros máximos	Parámetros máximos (reglamento)	Promedio
03	Fosfatos (mg/L)	0.16	6.24	0.70	2.10
06	pH (pH)	5.60	8.70	7.50	8.16
08	OD (mg/L)	5.01	8.56	7.50	7.01
09	OD% (%)	44.01	83.05	80.00	64.65
10	STD (mg/L)	263.00	415.00	300.00	350.53

Fuente: Elaboración propia.



Discusión

En la presente investigación los parámetros de la calidad de agua que exceden los límites permisibles con los que se indican en la **Tabla 23**. Selección de los parámetros que afecta la calidad de las aguas del río Kelluyo, Fosfatos (mg/L) 6.24, pH (pH) 8.70, OD (mg/L) 8.56, OD% (%)83.05 y STD (mg/L) 415.00, los cuales son perjudiciales para la conservación de vidas acuáticas. De acuerdo a la investigación de (Ccancapa Salcedo, 2015). la concentración de mercurio en aguas superficiales de la quebrada del centro poblado Lunar (A) con 0.00014 mg/L, en la parte baja de la quebrada del poblado de la Rinconada (B) de 0.00018 mg/L, en la zona media de Pampas de Molino (C) fue 0.00013 mg/L y en el ingreso de la laguna Rinconada (D) con 0.00015 mg/L, los valores fueron menores a los Límites Permisibles y estadísticamente similares entre zonas ($P > 0.05$)

4.4. NIVEL DE CONTAMINANTES DE LAS AGUAS DEL RÍO KELLUYO

De acuerdo a la investigación realizada para determinar el nivel de contaminación del río Kelluyo y sus tributarios. Se presenta los resultados obtenidos de acuerdo a los parámetros (físico y químico), en la cual se tiene como resultado de los doce parámetros que se consideró necesario, todo esto se detalla en la tabla 24.



Tabla 24. Nivel de parámetros físico y químicos de las aguas del río Kelluyo,
2020.

Tabla 24. Nivel de parámetros físico y químicos de las aguas del río Kelluyo, 2020.

Descripción	Parámetros Mínimos	Parámetros Máximos	Promedio
Nitratos (mg/L)	0.20	3.79	1.43
Nitritos (mg/L)	0.0012	0.0550	0.0134
Fosfatos (mg/L)	0.16	6.24	2.10
Sulfatos (mg/L)	118.00	343.00	174.20
Temperatura (°C)	5.20	13.02	10.11
pH (pH)	5.60	8.70	8.16
Conductividad (µs/cm)	402.00	648.00	544.73
OD (mg/L)	5.01	8.56	7.01
OD% (%)	44.01	83.05	64.65
STD (mg/L)	263.00	415.00	350.53
DBO (5)	2.18	14.00	5.02
Coliformes totales	30.00	900.00	290.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. El promedio de los parámetros físico y químicos de las aguas del río Kelluyo.

Descripción	Porcentaje de los Parámetros	Parámetros Mínimos	Parámetros Máximos	Promedio De Los Parámetros
Nitratos (mg/L)	14.00%	2.00%	37.90%	14.31%
Nitritos (mg/L)	1.17%	0.21%	26.39%	3.16%
Fosfatos (mg/L)	13.17%	11.23%	99.72%	48.27%
Sulfatos (mg/L)	44.25%	29.50%	85.75%	42.53%
Temperatura (°C)	30.16%	20.80%	52.08%	40.99%
pH (pH)	74.67%	74.67%	92.59%	88.80%
Conductividad (µs/cm)	59.10%	40.20%	64.80%	54.33%
OD (mg/L)	80.27%	66.80%	97.15%	88.95%
OD% (%)	67.15%	55.01%	98.78%	81.50%
STD (mg/L)	79.79%	72.29%	98.68%	85.05%
DBO (5)	54.73%	14.53%	93.33%	34.63%
Coliformes totales	27.45%	1.18%	35.29%	11.35%

Fuente: Elaboración propia

Discusión

En la presente investigación el nivel contaminación que se generó es de origen natural por los desechos de los animales que circulan en todo el cauce del río. Asimismo



por la presencia de materiales físico químicos se puede observar que es por origen natural, ya que los iones de sodio y calcio se producen de forma constante por la desintegración de la litósfera en cantidades muy por encima de las que podrían ser asimiladas por la biósfera terrestre como lo refiere (Ponce et al., 2018). En algunos se puede esperar contaminación de origen antropogénico, como por ejemplo relacionado a la construcción de obras viales como lo refiere (Houser & Pruess, 2009), lo cual no es el presente caso.

3.3.5.1. Análisis de datos parámetros

Tabla 26. Valores de los parámetros físico y químicos de las aguas en los puntos de muestreo del río Kelluyo, 2020.

Descripción	Punto de Inicio (P-01)	Tramo Ramificado (P-02)	Curva Río Verde (P-03)	Desvío Tulacollo y/o Río Verde (P-04)	Pozo (P-05)	Zona Tulacollo (P-06)	Río Ramificado (P-07)	Zona Sector Mita (P-08)	Centro Poblado De Tulacollo (P-09)	Zona Río Abajo (P-10)	Sector Jiménez (P-11)	Sector Juculaca (P-12)	Desvío Kapia Pusuma (P-13)	Sector Kapia Binacional (P-14)	Ito 31 Frontera Binacional (P-15)	Parámetros Mínimos		Parámetros Máximos		Promedio
Nitratos (mg/L)	1.40	0.90	0.25	1.10	3.79	0.89	3.00	1.25	1.40	2.00	2.00	0.60	1.78	0.20	0.89	0.20	3.79	3.79	1.43	
Nitritos (mg/L)	0.0117	0.0012	0.0035	0.0050	0.0085	0.0045	0.0036	0.0021	0.0309	0.0043	0.0121	0.0052	0.0090	0.0550	0.0442	0.0012	0.0550	0.0550	0.0134	
Fosfatos (mg/L)	5.31	3.78	0.53	2.70	6.24	4.52	3.35	0.42	0.51	0.70	0.43	0.16	0.85	0.83	1.22	0.16	6.24	6.24	2.10	
Sulfatos (mg/L)	177.00	143.00	188.00	178.00	343.00	204.00	183.00	225.50	119.50	151.00	120.00	128.00	151.00	118.00	184.00	118.00	343.00	343.00	174.20	
Temperatura (°C)	7.54	12.00	9.89	9.32	11.35	9.95	11.01	10.76	12.50	8.02	7.01	11.15	12.95	13.02	5.20	5.20	13.02	13.02	10.11	
pH (pH)	5.60	8.20	8.25	8.29	8.22	8.05	8.55	8.35	8.10	8.45	8.33	8.50	8.70	8.40	8.41	5.60	8.70	8.70	8.16	
Conductividad (µs/cm)	591.00	568.00	578.00	591.00	623.00	589.00	465.00	648.00	619.00	510.00	495.00	540.00	454.00	498.00	402.00	402.00	648.00	648.00	544.73	
OD (mg/L)	6.02	6.76	7.72	6.56	5.01	5.34	8.29	6.99	6.91	8.01	8.30	6.60	8.56	6.99	7.03	5.01	8.56	8.56	7.01	
DOD% (%)	53.72	63.00	71.01	56.39	44.01	48.79	77.29	66.89	64.03	73.59	79.02	61.00	83.05	67.00	61.00	44.01	83.05	83.05	64.65	
STD (mg/L)	376.00	362.00	370.00	377.00	399.00	375.00	304.00	415.00	397.00	345.00	312.00	347.00	293.00	323.00	263.00	263.00	415.00	415.00	350.53	
DBO (5)	8.21	5.30	4.70	6.60	14.00	2.70	3.80	2.34	2.30	7.30	2.18	5.78	3.70	3.30	3.10	2.18	14.00	14.00	5.02	
Coliformes totales	700.00	30.00	700.00	900.00	900.00	40.00	40.00	40.00	30.00	30.00	70.00	30.00	700.00	30.00	110.00	30.00	900.00	900.00	290.00	

Fuente: Elaboración propia



V. CONCLUSIONES

Primero. En la presente investigación se determinó el análisis de la calidad del agua en sus parámetros físicos y químicos, teniendo como resultados que cinco de doce parámetros superan los límites permisibles como; Fosfatos (mg/L) 6.24, pH (ph) 8.70, OD (mg/L) 8.56, OD% (%) 83.05, STD (mg/L) 415.00, esto viene ocurriendo a lo largo de todo el río Kelluyo, estos niveles de contaminación son de origen natural.

Segundo: En esta investigación se determinó los valores máximos y mínimos por cada parámetro física y química y se realizó las diferencias con los valores máximos permisibles de la norma en donde las aguas del río Kelluyo exceden sus límites máximo permisibles por lo que 3 de estos parámetros son perjudiciales para la conservación de vida acuática, fosfatos con una diferencia de 5.54mg/L, pH con 1.20ph y solidos totales disueltos (STD) tiene una diferencia de 115 mg/L, el único parámetro que beneficia la conservación de vidas acuáticas son los óxidos disueltos el cual tiene una diferencia de 1.06mg/L, el resto de los parámetros de calidad de agua están dentro de los máximos límites permisibles, por la diferencia de parámetro que exceden los límites permisibles, el río Kelluyo tiene contaminación de *desecho solidos (aguas residuales)*.

Tercero: En la presente investigación se tiene los siguientes niveles de contaminación, nitrato (mg/L) parámetro 1.431 condición (aceptable), nitritos (mg/L) parámetro 0.267 condición (aceptable), fosfatos (mg/L) parámetro 2.054 condición (no aceptable), sulfatos (mg/L) parámetro 170.133 condición (aceptable), temperatura (°C) parámetro 10.248 condición (aceptable), pH (ph) parámetro 8.170 condición (no aceptable), conductividad (us/cm) parámetro



543.333 condición (aceptable), OD (mg/L) parámetro 7.101 condición (aceptable), OD (%) parámetro 0.656 condición (aceptable), STD (mg/L) parámetro 349.667 condición (no aceptable), DBO (5) parámetro 5.194 condición (aceptable), y finalmente se tiene los coliformes totales parámetro 289.333 condición (aceptable).



VI. RECOMENDACIONES

Primero: para próximas investigaciones se recomienda que con respecto a los parámetros físicos y químicos de las aguas se consideren tomar puntos de muestreo aguas arriba esto con la finalidad de determinar los parámetros del agua de acuerdo a la calidad del ambiente para el agua esto para la conservación de vidas acuáticas en dicho río, nuestra investigación se limitó a la muestra de investigación en donde la muestra de investigación es solamente el río Kelluyo.

Segundo: en el análisis de contaminantes que afectan la calidad del agua se encontraron 3 parámetros que afectan la conservación de vidas acuáticas, por lo que para próximas investigaciones se recomienda tomar en consideración posibles soluciones para contrarrestar estos parámetros que perjudicarían la sobrevivencia de vidas acuáticas.

Tercero: para las siguientes investigaciones con respecto al nivel de contaminación, se recomienda proponer soluciones con respecto a los parámetros que exceden los límites permisibles para la conservación de vidas acuáticas, tener en consideración otras normativas internacionales.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril Díaz, N., Bárcena Ruiz, J. A., Fernández Reyes, E., Galván Cejudo, A., Jorrín Novo, J., Peinado Peinado, J., Meléndez Valdés, F. T., & Túnez Fiñana, I. (2017). *Espectrofotetría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas*.
- Alfaro, R., & Gonzales, V. (2008). *Estadística y probabilidades para ingenieros* (1st ed.). UNA Puno.
- ANA. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Autoridad Nacional del Agua. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/209>
- APHA. (2005). *American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Method 1020*.
- Aponte Huaman, M., & Calderon Daviran, I. F. (2014). *Validación de un método de análisis por espectroscopia de absorción atómica para minerales de plomo en el laboratorio del Grupo Glencore unidad minera Santander Trevali*. (Tesis pregrado) Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo, Peru.
- Arias, F. G. (2016). *El proyecto de investigación Introducción a la metodología científica*.
- Asociación Española de Desalación y Reutilización. (2014). *Ríos más contaminados del Mundo*.
- Autoridad nacional del Agua. (2012). *Informe de rios Contaminados por Actividad Poblacional y Factores naturales*.
- Balmaseda Espinosa, C., & García Hidalgo, Y. (2013). Calidad de las aguas de la cuenca del río Naranjo, municipio Majibacoa, provincia Las Tunas para el riego . In *Cultivos Tropicales* (Vol. 34, pp. 68–73). scielocu .
- Borja, M. (2016). Metodología De La Investigacion Para Ingenieria. In *Metodologia De La Investigacion Para Ingenieria*.



- Calla Navarro, J. A. (2019). *Actividades antrópicas y calidad del agua en la cuenca del río mashcón*. Tesis pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Peru.
- Casilla Quispe, S. (2014). *Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez*. (Tesis pregrado) Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Peru.
- Ccancapa Salcedo, Y. R. (2015). *Contaminación del agua superficial y sedimentos por mercurio en la rinconada, originado por la minería informal (Ananea- Puno)*. (Tesis pregrado) Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Peru.
- Davies-Colley, R. J. (2013). River water quality in New Zealand: an introduction and overview. *Ecosystem Services in New Zealand: Conditions and Trends*. Manaaki Whenua Press, Lincoln, 432–447.
- de la Torre Postigo, C. H. (2015). *Contaminación del agua y pobreza rural: el caso de la cuenca alta del río vilcanota*. Cusco. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- DIGESA. (2016). *Parámetros Organolépticos*.
- Durán, L. E. G. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. *Dinamica Ambiental*, 1, 83–102.
- Flores Mariños, B. M. (2016). *Diseño Y Validación De Un Método De Análisis Por Espectrofotometría Uv-Vis Para Cinc (Ii) Y Mercurio (Ii) En Muestras Acuosas*. Tesis pregrado, Pontifica Universidad Catolica del Peru, Lima, Peru.
- Fluence, C. (2021). *Sólidos Disueltos y Purificación de Agua*.
- Gonzales, V. A. G., & Alejo, R. A. (2008). *Desarrollo de cuencas de alta montaña*. UNA Puno.
- Ibañez Esquivel, G. M. (2012). *Elaboración de un plan de manejo ambiental para la conservación de la sub cuenca del río san pablo en el cantón la maná, provincia de cotopaxi*. (Tesis pregrado) Univercidad Tecnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- Martínez Cartajena, A. S. (2013). Validación de métodos analíticos por



- espectrofotometría para Determinar sulfatos, cianuros y cromo hexavalente en aguas, suelos y lixiviados. In *Universidade Federal do Triângulo Mineiro*. (Tesis pregrado) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- MINAM. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 04-2017*. Ministerio de Ambiente; Peru.
- Mohanty, C. R., & Nayak, S. K. (2017). Assessment of seasonal variations in water quality of Brahmani river using PCA. *Advances in Environmental Research*, 6(1), 53–65. <https://doi.org/10.12989/AER.2017.6.1.053>
- Moreira Guerra, C. (2017). *Evaluación del Nivel de Contaminación del Lago Titicaca por Residuos Sólidos y su Impacto en el Sector Turismo, Municipio de Copacabana 2005 - 2015*. (Tesis pregrado) Univercidad Mayor de San Andres, La Paz, Bolivia.
- Nizama Elias, M. L. (2016). *Evaluación del grado de contaminación del sector urbano del rio Chira por aguas residuales de la ciudad de Sullana, Provincia Sullana Departamento de Piura*. (Tesis posgrado) Univercidad Nacional de Piura, Piura, Peru.
- ONU. (2017). *Calidad del Agua*.
- Pari-Huaquisto, D. C., Alfaro-Alejo, R., Pilares-Hualpa, I., & Belizario, G. (2020). Seasonal variation of heavy metals in surface water of the Ananea river contaminated by artisanal mining, Peru. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 614, 012167. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012167>
- Pérez Manrique, N. (2017). “*Simulación matemática de la interacción entre la Demanda bioquímica de oxígeno (dbo) y el oxígeno disuelto (od) en el río chili con el método de los elementos finitos.*” (Tesis pregrado) Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Peru.
- Ponce, V. M., Oñate-Valdivieso, F., & Cobos-Aguilar, R. (2018). El derecho de la naturaleza de disponer de sus residuos salinos. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 9(3), 1–28.



- Rodríguez, H., & Anzola, E. (2001). *La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura*.
- Rojas, A. G. (2016). *La contaminación aumenta en la mayoría de los ríos de América Latina, África y Asia*.
- Taípe Echevarría, D. E. (2014). *Validación de métodos analíticos para la determinación de Boro, Zinc y Potasio por espectrofotometría en muestras de agua en el centro de investigaciones y control ambiental (CICAM)*. (Tesis pregrado) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Ukpatu, J., Udoinyang, E., & Etim, L. (2018). Seasonality, Collinearity and Quality Assessment of the Physicochemical Properties of Okoro River Estuary, South Eastern Nigeria. *Journal of Scientific Research and Reports*, 19(5), 1–15. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2018/24610>
- Alfaro, R., & Gonzales, V. (2008). *Estadística y probabilidades para ingenieros* (1st ed.). UNA Puno.
- Houser, D. L., & Pruess, H. (2009). The effects of construction on water quality: a case study of the culverting of Abram Creek. *Environmental monitoring and assessment*, 155(1), 431-442.

ANEXOS

Anexo 01. Parámetros del agua.

Tabla 27. Parámetros del río Kelluyo

Título de la tesis	: Evaluación de los niveles de contaminación mediante espectrometría del río Kelluyo y sus tributarios -Puno		
Punto de muestra	: Punto de inicio		
Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	1.4000	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0117	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	5.3140	0.7000	No aceptable
Sulfatos (mg/L)	177.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	7.5400	35-15	Aceptable
pH (ph)	5.6000	6.5-8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	591.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	6.0200	7.0-8.0	Aceptable
OD% (%)	53.7200%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	376.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	8.2100	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	700.0000	5000-100	Aceptable
Punto de muestra	: Tramo ramificado		
Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	0.9000	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0115	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	3.7820	0.7000	No aceptable
Sulfatos (mg/L)	143.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	12.0000	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.2000	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	568.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	6.7600	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	63.00%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	362.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	5.3000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	30.0000	5000 - 100	Aceptable
Punto de muestra	: Curva Río Verde		
Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	0.2500	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0035	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	0.5260	0.7000	Aceptable
Sulfatos (mg/L)	188.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	9,89	35 - 15	No aceptable
pH (ph)	8.2500	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	578.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	7.7200	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	71.01%	80.00%	Aceptable



Título de la tesis : Evaluación de los niveles de contaminación mediante espectrometría del río Kelluyo y sus tributarios -Puno

Punto de muestra : Punto de inicio

STD (mg/L)	370.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	4.7000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	700.0000	5000 - 100	Aceptable

Punto de muestra :Desvió Tulacollo y/o Río Verde

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	1.1000	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0050	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	2.6970	0.7000	No aceptable
Sulfatos (mg/L)	178.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	9.3200	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.2900	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	591.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	6.5600	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	56.39%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	377.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	6.6000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	900.0000	5000 - 100	Aceptable

Punto de muestra : Pozo

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	3.7900	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	3.7900	1.0000	No aceptable
Fosfatos (mg/L)	6.2360	0.7000	No aceptable
Sulfatos (mg/L)	343.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	11.3500	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.2200	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	623.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	5.0100	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	44.01%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	399.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	14.0000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	900.0000	5000 - 100	Aceptable

Punto de muestra : Zona Tulacollo

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	0.9000	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0115	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	3.7820	0.7000	No aceptable
Sulfatos (mg/L)	143.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	12.0000	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.2000	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	568.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	6.7600	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	63.00%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	362.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	5.3000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	30.0000	5000 - 100	Aceptable



Título de la tesis : Evaluación de los niveles de contaminación mediante espectrometría del río Kelluyo y sus tributarios -Puno
Punto de muestra : Punto de inicio

Punto de muestra : Río Ramificado

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	3.0000	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0036	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	3.3500	0.7000	No aceptable
Sulfatos (mg/L)	183.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	11.0100	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.5500	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	465.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	8.2900	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	77.29%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	304.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	3.8000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	40.0000	5000 - 100	Aceptable

Punto de muestra :Zona sector Mita

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
NITRATOS (mg/L)	1.2500	10.0000	Aceptable
Nitratos (mg/L)	0.0021	1.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.4210	0.7000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	225.5000	400.0000	Aceptable
Sulfatos (mg/L)	10.7600	35-15	Aceptable
Temperatura (°c)	8.3500	6.5-8.2	Aceptable
pH (ph)	648.0000	1000.0000	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	6.9900	7.0-8.0	Aceptable
OD (mg/L)	66.89%	80.00%	Aceptable
OD% (%)	415.0000	300.0000	No aceptable
STD (mg/L)	2.3400	15.0000	Aceptable
DBO (5)	40.0000	5000-100	Aceptable

Punto de muestra :Centro poblado de Tulacollo

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	1.4000	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0309	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	0.5080	0.7000	Aceptable
Sulfatos (mg/L)	119.5000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	12.5000	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.1000	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	619.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	6.9100	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	64.03%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	397.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	2.3000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	30.0000	5000 - 100	Aceptable

Punto de muestra :Zona río abajo

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	2.0000	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0043	1.0000	Aceptable



Título de la tesis : Evaluación de los niveles de contaminación mediante espectrometría del río Kelluyo y sus tributarios -Puno

Punto de muestra : Punto de inicio

Fosfatos (mg/L)	0.7020	0.7000	No aceptable
Sulfatos (mg/L)	151.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	8,02	35 - 15	No aceptable
pH (ph)	8.4500	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	510.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	8,01	7.0 - 8.0	No aceptable
OD% (%)	73.59%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	345.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	7.3000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	30.0000	5000 - 100	Aceptable

Punto de muestra :Sector Jiménez

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	2.0000	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0121	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	0.4310	0.7000	Aceptable
Sulfatos (mg/L)	120.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	7.0100	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.3300	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	495.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	8.3000	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	79.02%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	312.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	2.1800	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	70.0000	5000 - 100	Aceptable

Punto de muestra :Sector Juculaca

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	0.6000	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0052	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	0.1600	0.7000	Aceptable
Sulfatos (mg/L)	128.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	11.1500	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.5000	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	540.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	6.6000	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	61.00%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	347.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	5.7800	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	30.0000	5000 - 100	Aceptable

Punto de muestra :Desvió Kapia Pusuma

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	1.7800	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0090	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	0.8510	0.7000	No aceptable
Sulfatos (mg/L)	151.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	12.9500	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.7000	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	454.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	8.5600	7.0 - 8.0	Aceptable



Título de la tesis : Evaluación de los niveles de contaminación mediante espectrometría del río Kelluyo y sus tributarios -Puno

Punto de muestra : Punto de inicio

OD% (%)	83.05%	80.00%	No aceptable
STD (mg/L)	293.0000	300.0000	Aceptable
DBO (5)	3.7000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	700.0000	5000 - 100	Aceptable

Punto de muestra :Sector Kapia

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	0.2000	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0550	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	0.8320	0.7000	No aceptable
Sulfatos (mg/L)	118.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	13.0200	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.4000	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	498.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	6.9900	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	67.00%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	323.0000	300.0000	No aceptable
DBO (5)	3.3000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	30.0000	5000 - 100	Aceptable

Punto de muestra : Hito 31 frontera Binacional

Descripción	Resultados de los ensayos		
	Resultados	Parámetros máximos	Condición
Nitratos (mg/L)	0.8900	10.0000	Aceptable
Nitritos (mg/L)	0.0442	1.0000	Aceptable
Fosfatos (mg/L)	1.2190	0.7000	No aceptable
Sulfatos (mg/L)	184.0000	400.0000	Aceptable
Temperatura (°c)	5.2000	35 - 15	Aceptable
pH (ph)	8.4100	6.5 - 8.2	Aceptable
Conductividad (µs/cm)	402.0000	1000.0000	Aceptable
OD (mg/L)	7.0300	7.0 - 8.0	Aceptable
OD% (%)	61.00%	80.00%	Aceptable
STD (mg/L)	263.0000	300.0000	Aceptable
DBO (5)	3.1000	15.0000	Aceptable
Coliformes totales	110.0000	5000 - 100	Aceptable

Anexo 02. Fotografías.

PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFIA	DESCRIPCIÓN
N° 01	EN LA VISTA FOTOGRAFICA SE OBSERVA. EL MUESTREO PARA DETERMINAR NIVELES DE OXIGENO EN EL RIO KELLUYO



FOTOGRAFIA	DESCRIPCIÓN
N° 02	EN LA VISTA FOTOGRÁFICA SE OBSERVA, LA MEDICION DE LAS DIMENSION DEL RIO KELLUYO.

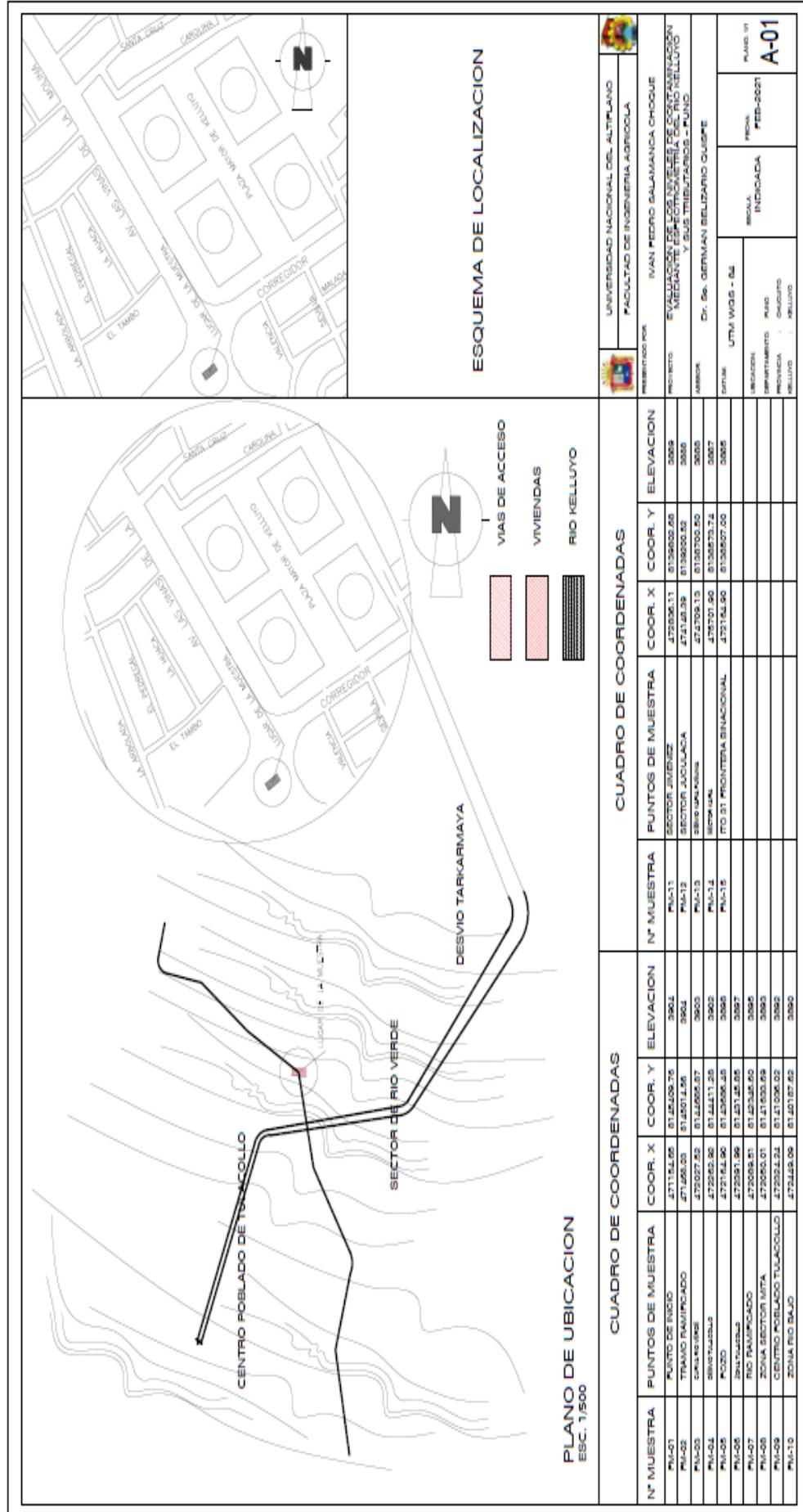


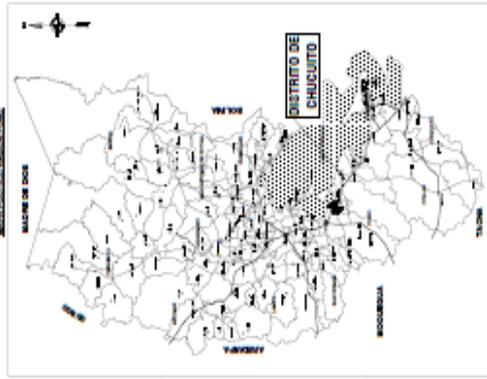
FOTOGRAFIA	DESCRIPCIÓN
N° 03	EN LA VISTA FOTOGRAFICA SE APRECIA LA EXTRACCION DEL AGUA EN EL RIO KELLUYO.



FOTOGRAFIA	DESCRIPCIÓN
N° 04	EN LA VISTA FOTOGRÁFICA SE OBSERVA, LAS MEDICIONES DE LOS NIVELES RESPECTIVAS, DEL RIO KELLUYO.

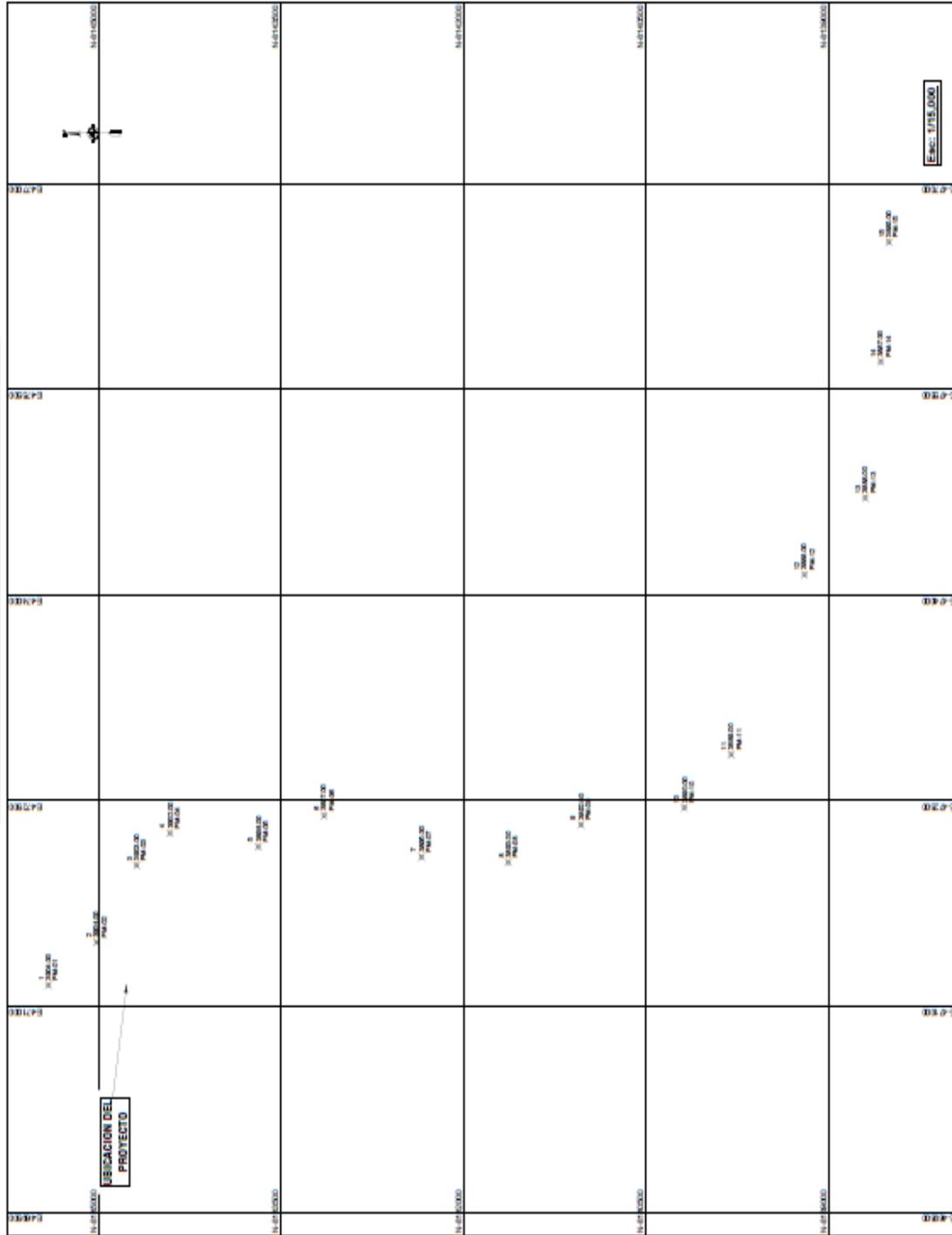
Anexo 03. Planos





	TÍTULO AUTOR FECHA DE ELABORACIÓN INSTITUCIÓN
	TÍTULO AUTOR FECHA DE ELABORACIÓN INSTITUCIÓN

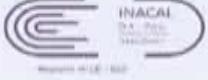
PLANO DE UBICACION DEL PROYECTO



Anexo 04. Fichas de ensayos de laboratorio.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030**



N° DE MUESTRA	01
----------------------	-----------

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	José Luis Bustamante y Rivero Arequipa
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	08/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	06:30:00
FECHA DE RECEPCION	08/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PM-01
CODIGO DE CAMPO	PM-01
LUGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO KILLUYO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	PUNTO DE INICIO
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VEDRO ACARAMELADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENVAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
MOCCIONANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	URB AZURUWI ETAPA CIUDAD JARDIN Mz - 02 LL - 16 AZURUWI JALLIQUIYA - PUNO
TELEFONO	931110807
CORREO ELECTRONICO	hannessa@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENVAYOS			
	RESULTADO	UNIDAD	METODO	ECA
NITRATOS	1.40	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.0117	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
POSFATOS	3.314	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	177.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	7.54	grados celsius	Método Electrotermico	± 3
pH (pH)	6.60	unidad de pH	Método Electrotermico	0.5-0.0
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	591.00	µS/cm	Método Electrotermico	1000
OD (mg/L)	6.02	mg/L	Método Electrotermico	2.5
ODN (%)	63.72	%	Método Electrotermico	
SDO (mg/L)	378.00	mg/L	Método Electrotermico	
ODO (B)	6.71	mg/L	Método de sinteria	10
COLIFORMES TOTALES	700.00	MMP/100ml	Tubos Múltiples	200

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobada mediante D.S. N° 002-2008-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENVAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4EB

El resultado valor numérico, significa que se muestra debajo del límite de cuantificación indicado.
 Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.
 Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.
 Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
 Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe este se considera como aceptado.
 El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua.



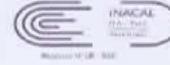
Doris Qalicara Choquepiunta
CQP: 790
Personal Signatario - Químico



Griselda Cusi Goasquin
CBP: 9800
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO AGREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 02

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	José Luis Bustamante y Rivero Arequipa
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	09/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	06:00:00
FECHA DE RECEPCION	09/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PM-02
CODIGO DE CAMPO	PM-02
LUGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO HELLUYO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	TRAMO RAMIFICADO
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE ACALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VORBO ACARAMELADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	URB. AZURUNI III ETAPA CIUDAD JARDINERAS - 102 LT. - 18 AZURUNI JALLUHUYA - PUNO
TELEFONO	811110607
CORREO ELECTRONICO	barmanca@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	METODO	LICA
NITRATOS	0.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.0115	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	3.782	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	143.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	12.00	grados celsius	Método Electrotermico	Δ 3
pH (pH)	8.20	unidad de pH	Método Electrotermico	6.5-8.5
CONDUCTIVIDAD (µm/cm)	565.00	µS/cm	Método Electrotermico	1000
CO ₂ (mg/L)	8.76	mg/L	Método Electrotermico	± 5
ODN (%)	03.00	%	Método Electrotermico	
STO (mg/L)	302.00	mg/L	Método Electrotermico	
BRU (B)	5.50	mg/L	Método de sonda	10
COLIFORMES TOTALES	30.00	UMPF/100ml	Tubo Múltiple	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua apto para consumo humano D.S. N° 002-2008-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4E1

El resultado valor numérico, significa que se muestra debajo del límite de cuantificación indicado.

Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.

Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.

Cualquier encomienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe este se considerará como aceptado.

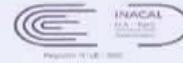
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua.

Doris Quicora Choquepiunta
CQP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cusi Choquepiunta
CQP: 9600
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 03

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	José Luis Bustamante y Rivero Arequipa
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	06/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	06:30:00
FECHA DE RECEPCION	06/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PA 03
CODIGO DE CAMPO	PA 03
LUGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO KELLUYO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	CURVA RIO VERDE
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIDRIO AZCARAMELADO REPROBADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENVASO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	UBI# AZORUMI Y ETAPA CIEZGO JARDIN Mz. 02/11-18 AZORUMI JALLHUAYA - PUNO
TELEFONO	911119207
CORREO ELECTRONICO	lamessasa@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	METODOS	ECA
NITRATOS	0.25	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	12
NITRITOS	0.0010	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	0.528	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	188.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	9.89	grados celsius	Método Electroanalítico	Δ 3
PH (ph)	8.25	unidad de pH	Método Electroanalítico	0.5-0.0
CONDUCTIVIDAD (µm/cm)	378.00	µS/cm	Método Electroanalítico	1000
DO (mg/l)	7.72	mg/L	Método Electroanalítico	± 0.5
ODM (%)	71.01	%	Método Electroanalítico	
STO (mg/l)	370.00	mg/L	Método Electroanalítico	
DBO (D)	4.70	mg/L	Método de ensaie	10
COLIFORMES TOTALES	200.00	UAMFU/100ml	Tubo Múltiple	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados mediante D.S. N° 002-2008-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4B2

El resultado valor numérico, significa que se muestra debajo del límite de cuantificación indicado. Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.

Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.

Cualquier anexo o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe este se considera como aceptado.

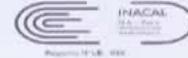
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua.

Doris Quicará Choquepiunta
CQP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cusi Doaquirá
CQP: 9800
Personal Signatario - Microbiólogo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 04

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	José Luis Bustamante y Rivero Arezúaga
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	06/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	10:00:00
FECHA DE RECEPCION	06/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
COORDENADAS DE LABORATORIO	7°42'31"
COORDENADAS DE CAMPO	7M-04
LUGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO XELLYO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	DESVO TULACOLLO YAO RIO VERDE
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE ADECUAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIERO ACARAMELADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	URB. AZRUINI II ETAPA CIUDAD JARDIN MI - OZLI - 16 AZRUINI JALLHUAYA - PUNO
TELEFONO	931110907
CORREO ELECTRONICO	barneveas@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	METODO	ECA
NITRATOS	1.10	mg/L	Método de Espectrofotometría (A visible)	15
NITRITOS	0.005	mg/L	Método de Espectrofotometría (A visible)	
FOSFATOS	2.667	mg/L	Método de Espectrofotometría (A visible)	
SULFATOS	176.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (A visible)	
TEMPERATURA (°C)	9.32	grados celsius	Método Electrotermico	± 3
pH (pH)	8.20	unidad de pH	Método Electrotermico	0.5 a 0.1
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	591.00	µs/cm	Método Electrotermico	1000
CO ₂ (mg/L)	6.56	mg/L	Método Electrotermico	± 5
ODR (%)	56.39	%	Método Electrotermico	
STD (mg/l)	377.00	mg/L	Método Electrotermico	
DBO (5)	6.60	mg/L	Método de ensayo	10
COLIFORMES TOTALES	800.00	MMP100ml	Tubos Múltiples	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aptado mediante D.S. N° 002-2009-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí delimitados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4E2

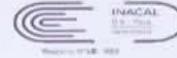
El resultado valor numérico, significa que se muestra debajo del límite de cuantificación indicado.
Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.
Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.
Cualquier enmendado o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe este se considera como aceptado.
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua.

Doris Quicará Choqueplumta
CQP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cusi Choqueira
CBP: 9600
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 05

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	José Luis Bustamante y Rivero Arequipa
PROVINCIA	AZUQUEPANA
REGION	AZUQUEPANA
FECHA TOMA DE MUESTRA	08/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	10:30:00
FECHA DE RECEPCION	08/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PAI-05
CODIGO DE CAMPO	PAI-05
LUGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO BELLOYO - REGION PURO
PUNTO DE MUESTRA	POZO
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCESAMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CUENTAS DE ACALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	FRASCOS DE POLIETILENO Y VORACO ACABAMBLAZO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	EN FRASCOS
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	URB. AZURUMI BETAPOA CUDAO JARDIN Ma - 02 U - 18 AZURUMI JALLHUAYTA - PURO
TELEFONO	831110007
CORREO ELECTRONICO	benbenesaa@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	METODOS	ECA
NITRATOS	3.79	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.0065	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	8.236	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	343.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	11.35	grados celsius	Método Electrotermico	± 3
pH (pH)	8.22	unidad de pH	Método Electrotermico	0.5-0.9
CONDUCTIVIDAD (µmhos)	623.00	µmhos	Método Electrotermico	1000
CO (mg/L)	5.91	mg/L	Método Electrotermico	± 5
DOH (%)	44.01	%	Método Electrotermico	
DTD (mg/l)	399.00	mg/L	Método Electrotermico	
ORO (S)	14.00	mg/L	Método de sonda	10
COLIFORMES TOTALES	900.00	MMP/100ml	Tubo Múltiple	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua apto para consumo humano D.S. N° 003-2009-MINAM. De acuerdo con los permisos aquí determinados, el producto analizado es el siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4E2

El resultado valor numérico, significa que se muestra debajo del límite de cuantificación indicado

Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada

Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio

Cualquier comentario o corrección en el contenido del presente documento lo avisar

Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe vale su contenido como aceptado

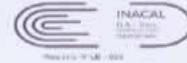
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua

Doris Quicará Choquepiunta
CQP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cusi Choquepiunta
CDP: 9800
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 06

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	Jose Luis Bustamante y Rivero Arequipa
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	08/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	11:15:00
FECHA DE RECEPCION	08/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PA-08
CODIGO DE CAMPO	PA-08
LOGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO KELLITO - REGION PERU
PUNTO DE MUESTRA	ZONA TUCACILLO
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIDRIO ACARAMELADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	URB. AZURUNI II ETAPA CIUDAD JARDIN MI - 02/11 - 18 AZURUNI JALLHUAYA - PUNO
TELEFONO	931110007
CORREO ELECTRONICO	comissioes@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	METODOS	LICA
NITRATOS	0.38	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.0046	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	4.811	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	204.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	8.85	grados celsius	Método Electrotermico	- 6.3
pH (pH)	8.55	unidades de pH	Método Electrotermico	6.5-8.8
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	589.00	µS/cm	Método Electrotermico	1000
OD (mg/L)	5.34	mg/L	Método Electrotermico	± 8
CO2 (%)	48.79	%	Método Electrotermico	
STO (mg/L)	375.00	mg/L	Método Electrotermico	10
DBO (5)	2.70	mg/L	Método de oxígeno	10
COLIFORMES TOTALES	40.00	MPN/100ml	Tubos Múltiples	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante D.S. N° 005-2008-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4ET

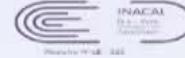
El resultado valor numerico, significa que se muestra debajo del limite de cuantificación indicado
Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada
Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio
Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula
Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe este se considera como aceptado
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua

Doris Qilicán Choquepiunta
COP: 790
Personal Signatario - Químico

Ghelida Cusi Coaquira
COP: 9800
Personal Signatario - Microbiólogo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 07

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	Josa Luis Bustamante y Rivero Arequipa
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	06/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	12:00:00
FECHA DE RECEPCION	06/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PM-07
CODIGO DE CAMPO	PM-07
LOGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO KELLUYO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	RIO RAMIFICADO
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE ACALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIDRIO ACARAMELADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	URB. AZIRURI II ETAPA CIUDAD JARDIN MC - 03 LL - 16 AZIRURI JALLIUYA - PUNO
TELEFONO	931115967
CORREO ELECTRONICO	bennessaa@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADO	UNIDAD	METODO	LCA
NITRATOS	1.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	11
NITRITOS	0.0038	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	3.38	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	183.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	11.01	grados celsius	Método Electrotermico	Δ 3
pH (pH)	8.58	unidad de pH	Método Electrotermico	0.5-0.0
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	485.00	µs/cm	Método Electrotermico	1000
OD (mg/L)	1.26	mg/L	Método Electrotermico	2.5
CO ₂ (mg/L)	77.38	mg/L	Método Electrotermico	
STD (mg/L)	304.50	mg/L	Método Electrotermico	
DBO (g)	3.80	mg/L	Método de síntesis	10
COLIFORMES TOTALES	40.00	MMP/100ml	Tubo Múltiple	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante D.S. N° 002-2005-AMIAN. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APFO para la CATEGORIA 4-B

El resultado valor numerico, significa que la muestra depasa del limite de cuantificacion indicado

Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada

Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorizacion escrita del laboratorio

Cualquier comentario o cuestion en el contenido del presente documento lo anula

Plasado: 15 días hábiles después de entregado el informe este se considera como aceptado

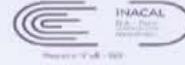
El laboratorio no se hace responsable por la representacion de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua.

Doris Quispe Choquepunta
CQP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cusi Goasquina
CBP: 8600
Personal Signatario - Microbiólogo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA **08**

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	Jose Luis Bustamante y Rivero Arequipa
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	08/05/20
HORA TOMA DE MUESTRA	13:30:00
FECHA DE RECEPCION	08/05/20
FECHA DE ANALISIS	13/05/20
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PA-08
CODIGO DE CAMPO	PA-08
LUGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO KELLUVO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	ZONA SECTOR MITA
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIDRIO ACARAMILLADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	URB. AZORUA II ETAPA CIUDAD JARDIN Mz. D211-14 AZORUA ILLIQUIAYA - PUNO
TELEFONO	91110807
CORREO ELECTRONICO	barrazaes@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	METODOS	BCA
NITRATOS	1.25	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.021	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	0.411	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	225.50	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	10.76	grados celsius	Método Electrotermico	5.3
pH (pp)	8.35	unidad de pH	Método Electrotermico	6.5-9.0
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	640.00	µs/cm	Método Electrotermico	1000
CO (mg/L)	8.99	mg/L	Método Electrotermico	a 5
CO ₂ (%)	86.88	%	Método Electrotermico	
DTD (mg/l)	415.00	mg/L	Método Electrotermico	
SBO (l)	2.34	mg/L	Método de ensayo	10
COCCIFORMES TOTALES	40.00	MPN/100ml	Tubos Múltiples	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante D.S. N° 002-2008-ANRA. De acuerdo con los parámetros aquí delimitados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4E1

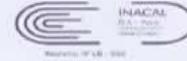
El resultado valor numerico, significa que se muestra debajo del límite de cuantificación indicado
Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada
Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio
Cualquier comentario o corrección en el contenido del presente documento lo anula
Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe este se considera como aceptado
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua

Doris Quicana Choquepunta
COP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cusi Choqueira
CBP: 9600
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 09

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
SUBIERTO	Jose Luis Huastemano y Ivonne Anicama
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	06/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	13:30:00
FECHA DE RECEPCION	06/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	FM-01
CODIGO DE CAMPO	FM-01
LOGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO XELLOYO - REGION PUÑO
PUNTO DE MUESTRA	CENTRO POBLADO DE TULACOLLO
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIDRIO ACARAMELADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDA DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	URB. AZURUNI II ETAPA CIUDAD JARDIN Mz - 02 Lt - 16 AZURUNI JALLHUAYA - PUÑO
TELEFONO	051115567
CORREO ELECTRONICO	barbarasara@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODOS	ECA
NITRATOS	1.40	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	11
NITRITOS	0.0009	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
POSFATOS	0.008	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	119.50	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	12.50	grados celsius	Método Electrotermico	± 0.3
pH (pH)	8.10	unidad de pH	Método Electrotermico	0.3-0.3
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	819.00	µS/cm	Método Electrotermico	1000
OD (mg/L)	8.81	mg/L	Método Electrotermico	± 5
ODM (%)	84.03	%	Método Electrotermico	
FTO (mg/L)	397.00	mg/L	Método Electrotermico	
TBO (s)	2.30	mg/L	Método de ensayar	10
COLORIMETROS TOTALES	30.00	MPY/10cm	Tubos Múltiples	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante D.S. N° 002-2006-ANAN. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4E2

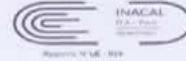
El resultado valor numerico, significa que se muestra debajo del límite de cuantificación indicado
Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada
Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.
Cualquier comentario o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe este se considera como aceptado.
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua.

Doris Quicane Choquepiunta
CCP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cusi Quacquiri
CBP: 8600
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 10

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	Jana Llanos Huastampa y Nuevo Ancaje
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	09/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	14:00:00
FECHA DE RECEPCION	09/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
COORDINADAS LABORATORIO	742-75
COORDINADAS CAMPO	742-75
LUGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO KELUYO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	ZONA RIO ABAJO
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE ALCALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIDRIO ACARAMELADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDA DE MUESTRA PARA ENVAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	URB. AZORURE II ETAPA CIUDAD JAVIER Mz - 02 Lt - 18 AZORURE JALLHUAYTA - PUNO
TELEFONO	81115607
CORREO ELECTRONICO	harmasas@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	METODO	ICA
NITRATOS	2.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.0040	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	0.702	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	151.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	8.02	grados celsius	Método Electrotermico	± 3
pH (pp)	8.46	unidad de pH	Método Electrotermico	± 5-8.0
CONDUCTIVIDAD (µm/cm)	310.00	µS/cm	Método Electrotermico	1500
DO (mg/L)	1.01	mg/L	Método Electrotermico	± 5
DO ₂₀ (%)	73.58	%	Método Electrotermico	
STO (mg/L)	346.00	mg/L	Método Electrotermico	
DBO ₅ (t)	7.30	mg/L	Método de estándar	10
COLIFORMES TOTALES	30.00	AMBY/100ml	Tubos Múltiples	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados mediante D.S. N° 003-2000-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4E2

El resultado valor numérico, significa que se muestra debajo del límite de cuantificación indicado.

Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.

Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.

Cualquier encomienda o conexión en el contenido del presente documento lo anula.

Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe este se considera como aceptado.

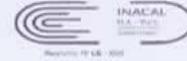
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Centro de Calidad del Agua.

Doris Quicana Choquepiunta
CQP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cusi Choquepiunta
CBP: 8600
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 11

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	José Las Bustamante y Niño Acuña
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	09/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	14:30:00
FECHA DE RECEPCION	09/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	TM-11
CODIGO DE CAMPO	TM-11
LUGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO VELLUYO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	SECTOR JIMENEZ
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE ACALCAG DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIDRIO ACARAMELADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDA DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
INDICANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	URB. AZURUN II ETAPA CIUDAD JARDIN MI - 02111 - 18 AZURUN JALLIQUIAYA - PUNO
TELEFONO	951110007
CORREO ELECTRONICO	tanemasa@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADO	UNIDAD	METODO	ICA
NITRATOS	2.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.0121	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	0.431	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	120.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	7.01	grados celsius	Método Electrotermico	6.3
pH (25)	8.33	unidades de pH	Método Electrotermico	8.3-9.0
CONDUCTIVIDAD (µm/cm)	495.50	µS/cm	Método Electrotermico	1000
OD (mg/L)	4.30	mg/L	Método Electrotermico	2.5
OD5 (N)	79.02	%	Método Electrotermico	
ODT (mg/L)	312.00	mg/L	Método Electrotermico	
OD6 (5)	2.18	mg/L	Método de ensayo	10
COLIFORMES TOTALES	70.00	MBU/100ml	Tubos Múltiples	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante D.S. N° 003-2008-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4.ES

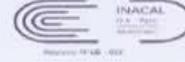
El resultado valor numérico, significa que se muestra debajo del límite de cualificación indicado.
Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.
Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.
Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe este se considera como aceptado.
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua.

Doris Quicará Choquepunkta
COP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cují Choquirá
CIBP: 6600
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 12

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	Jose Luis Bustamante y Rivero Arequipa
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	28/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	15:00:00
FECHA DE RECEPCION	00/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PM-12
CODIGO DE CAMPO	PM-12
LOCAL DE LA MUESTRA	CUENCA RIO HELLUTO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	SECTOR JUCULACA
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE ACIDIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIDRIO ACARAMELADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DONDELO LEGAL	URB. AZURUNI II ETAPA CIUDAD (AREQUIPA) - 10111 - 18 AZURUNI JALLIHUAYA - PUNO
TELÉFONO	931116907
CORREO ELECTRÓNICO	barrosas@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODOS	ICA
NITRATOS	0.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.0002	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	0.16	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	120.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	11.15	grados celsius	Método Electrotermico	± 0.5
pH (pH)	8.00	unidad de pH	Método Electrotermico	0.5-0.0
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	540.00	µs/cm	Método Electrotermico	1000
OD (mg/L)	6.00	mg/L	Método Electrotermico	± 0.5
ODK (%)	61.00	%	Método Electrotermico	
STO (mg/L)	347.00	mg/L	Método Electrotermico	
DBO (h)	5.78	mg/L	Método de sinter	10
COLIFORMES TOTALES	30.00	MMP/100ml	Tubos Múltiples	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados mediante D.S. N° 802-2008-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4B2

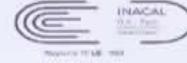
El resultado valor numerico, significa que se muestra debajo del limite de cuantificacion indicado
Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada
Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorizacion escrita del laboratorio
Cualquier reconocimiento o correccion en el contenido del presente documento lo anula
Pasados 15 dias habiles despues de entregado el informe este se considera como aceptado
El laboratorio no se hace responsable por la representacion de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua

Doris Quirós Choquepiunta
CQP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselida Curi Choqueira
CBP: 9800
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 13

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	Jose Luis Bustamante y Fierro Arequipa
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	08/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	15:30:00
FECHA DE RECEPCION	08/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PM-13
CODIGO DE CAMPO	PM-13
LUGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO BELLOSO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	DESERVO YAPA PUSAMA
RESPONSABLE DELA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIDRIO ACARAMBLADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOLICITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	DRB- AZURUHI II ETAPA CIUDAD JARDINERAS - 13 LI - 16 AZURUHI JALLHUAYA - PUNO
TELEFONO	911110801
CORREO ELECTRONICO	barrenas@inacal.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	METODOS	ECA
NITRATOS	1.78	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.008	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	0.881	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	151.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	12.95	grados celsius	Método Electrotermico	± 0.3
pH (pH)	8.70	unidad de pH	Método Electrotermico	± 0.1
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	454.00	µs/cm	Método Electrotermico	1000
OD (mg/L)	8.56	mg/L	Método Electrotermico	± 0.5
ODN (%)	83.35	%	Método Electrotermico	
STO (mg/l)	293.00	mg/l	Método Electrotermico	
DBO (l)	3.70	mg/l	Método de oxígeno	10
COLORIMETROS TOTALES	700.00	HMPTU00ml	Tubos Múltiples	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados mediante D.S. N° 003-2008-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA: COSTA Y SIERRA	APT0 para la CATEGORIA 4E2

El resultado valor numerico, significa que se muestra debajo del límite de cuantificación indicado

Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada

Este Informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio

Cualquier comentario o corrección en el contenido del presente documento lo envíe a:

Passable 15 días hábiles después de entregado el informe esta se considera como aceptado

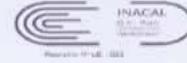
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua.

Doris Quicana Choquepiunta
CQP: 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cusi Choquirá
CIBP: 8800
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 14

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	José Luis Bustamante y Rivero Arequipa
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	08/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	18:00:00
FECHA DE RECEPCION	08/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PM-14
CODIGO DE CAMPO	PM-14
LOCAL DE LA MUESTRA	CUENCA RIO YELUYO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	SECTOR KAPPA
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE ACUALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VERRIO ACAPAMELAZO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CLIENTE
SOCIANTE	Dirección de Estudios
DIRECCION LEGAL	URB. AZURUM III ETAPA CULCABO JARDIN MI - 102 LI - 18 AZURUM JALLUHUYA - PUNO
TELÉFONO	811119007
CORREO ELECTRONICO	barrameda@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	METODOS	ECA
NITRATOS	0.20	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.005	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	0.232	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	118.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	13.00	grados celsius	Método Electrotermico	± 3
pH (pp)	8.40	unidades de pH	Método Electrotermico	± 0.1
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	468.00	µS/cm	Método Electrotermico	1000
NO ₃ (mg/L)	0.96	mg/L	Método Electrotermico	± 5
NO ₂ (%)	87.00	%	Método Electrotermico	
NO ₂ (mg/L)	323.00	mg/L	Método Electrotermico	
NO ₃ (g)	1.30	mg/L	Método de writer	10
COLIFORMES TOTALES	30.00	MPN/100ml	Tubo Multitapas	2000

Teniendo las siguientes consideraciones. Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua apto para consumo humano D.S. N° 002-2009-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA - COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4E3

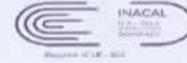
El resultado valor numérico, significa que se muestra debajo del límite de cuantificación indicado.
Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada.
Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.
Cualquier inconformidad o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
Pasados 15 días hábiles después de entregado el informe este se considera como aceptado.
El laboratorio no se hace responsable por la representación de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua.

Doris Quicane Choquepiunta
C.O.P. 790
Personal Signatario - Químico

Griselda Cusi Choquepiunta
C.O.P. 9800
Personal Signatario - Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-030



N° DE MUESTRA 15

DESCRIPCION	INFORMACION GENERAL
DISTRITO	Jose Luis Bustamante y Rivero Arequipa
PROVINCIA	AREQUIPA
REGION	AREQUIPA
FECHA TOMA DE MUESTRA	06/10/2020
HORA TOMA DE MUESTRA	16:30:00
FECHA DE RECEPCION	06/10/2020
FECHA DE ANALISIS	13/10/2020
TIPO DE MUESTRA	AGUAS SUPERFICIALES
CODIGO DE LABORATORIO	PM-15
CODIGO DE CAMPO	PM-15
LOGAR DE LA MUESTRA	CUENCA RIO KILLUYO - REGION PUNO
PUNTO DE MUESTRA	ITO ST FROTERIA BRANCONAL
RESPONSABILIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	ANALISTA QUIMICO
PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRA	SEGUN PROTOCOLO DE MUESTREO DE LABORATORIO CONTROL DE ACALIDAD DEL AGUA - INACAL
FORMA DE PRESENTACION	ENVASE DE POLIETILENO Y VIDRIO ACARAMELADO REFRIGERADO
CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA	SIN PRESERVANTES
CANTIDAD DE MUESTRA PARA ENSAYO	500 ml

DESCRIPCION	INFORMACION DEL USUARIO O CUENTE
SOCITANTE	Dirección de Estudios
DOMICILIO LEGAL	UNB AZURUN III ETAPA CIUDAD JARDINER - D/11 - 16 AZURUN JALLINUYA - PUNO
TELEFONO	81113907
CORREO ELECTRONICO	lanaranza@gmail.com
ENTIDAD	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
	RESULTADOS	UNIDAD	METODO	ECA
NITRATOS	0.85	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	13
NITRITOS	0.0442	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
FOSFATOS	1.219	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
SULFATOS	184.00	mg/L	Método de Espectrofotometría (uv visible)	
TEMPERATURA (°C)	5.50	grados celsius	Método Electrotermico	± 3
pH (pH)	8.41	unidad de pH	Método Electrotermico	0.5-0.0
CONDUCTIVIDAD (µm/cm)	402.00	µS/cm	Método Electrotermico	1000
OD (mg/L)	7.03	mg/L	Método Electrotermico	± 5
ODK (%)	61.00	%	Método Electrotermico	
STO (mg/L)	263.00	mg/L	Método Electrotermico	
SBO (s)	3.10	mg/L	Método de ensillar	10
COLORIMETROS TOTALES	110.00	MMPT/100ml	Tubo Multiple	2000

Teniendo las siguientes consideraciones, Según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante D.S. N° 002-2000-MINAM. De acuerdo con los parámetros aquí determinados, el producto analizado es lo siguiente:

DESCRIPCION	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CUENCA-COSTA Y SIERRA	APTO para la CATEGORIA 4EE

El resultado valor numerico, significa que la muestra obajo del limite de cuantificacion indicado
Los resultados de este informe solo son aplicables a la muestra analizada
Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin la autorizacion escrita del laboratorio
Cualquier comentario o correccion en el contenido del presente documento lo anula
Pasados 15 dias habiles despues de entregado el informe este se considerara como aceptado
El laboratorio no se hace responsable por la representacion de la muestra si no ha sido tomada por el personal del laboratorio de Control de Calidad del Agua

Doris Quicana Choquepunta
COP: 790
Personal Signatario - Quimico

Griselda Cusi Coaquira
CBP: 5800
Personal Signatario - Microbiológico