

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA
SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL DE LAS FUENTES DE
AGUA COCHEROS, QUEBRADA DEL AGUILA Y CUSHURO EN LA CIUDAD DE
TINGO MARÍA – LEONCIO PRADO**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

ALBERT IVAN DIONISIO ARMAS

Asesor

Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE

Tingo María – Perú

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 001-2022-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de marzo de 2022, a horas 7:30 a.m. a través de la plataforma virtual Ms Teams de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

“CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL DE LAS FUENTES DE AGUA COCHEROS, QUEBRADA DEL AGUILA Y CUSHURO EN LA CIUDAD DE TINGO MARÍA – LEONCIO PRADO”

Presentado por la Bachiller: **DIONISIO ARMAS, Albert Ivan**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO AMBIENTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 18 de abril de 2021

Dr. LUIS EDUARDO ORE CIERTO
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
MIEMBRO

Ing. ERLE OTTO JAVIER BUSTAMANTE SCAGLIONI
MIEMBRO



Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
ASESOR

Blgo. CESAR AUGUSTO GOZME SULCA
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL DE LAS FUENTES DE AGUA COCHEROS, QUEBRADA DEL AGUILA Y CUSHURO EN LA CIUDAD DE TINGO MARÍA – LEONCIO PRADO

Autor	: Albert Ivan Dionisio Armas.
Asesor	: Dr. Casiano Aguirre Escalante.
Programa de investigación	: Desarrollo Sostenible.
Línea de investigación	: Gestión Ambiental.
Eje temático de investigación	: Índices, Indicadores y Estandares de Calidad Ambiental.
Lugar de ejecución	: Laboratorio de Microbiología General Universidad Nacional Agraria de la Selva
Duración	: 6 meses
Financiamiento	: Propio S/ 8, 352.70

Tingo María – Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la sabiduría, la familia y los amigos, por el apoyo incondicional en el transcurso de mi vida, dándome fuerzas para continuar mis metas trazadas sin desfallecer.

A mis padres con mucho amor, Maximo Dionisio e Celmith Armas, por ser mi motor y mayor inspiración, porque a través de su amor, paciencia y apoyo me han permitido concluir con éxito cada etapa de mi vida.

A mis hermanos Jose Dionisio y Vladimir Dionisio, por ser ejemplo de perseverancia y lucha ante las adversidades y por su comprensión, apoyo moral y espiritual.

AGRADECIMIENTOS

- A La Universidad Nacional Agraria de La Selva, en especial a la Facultad De Recursos Naturales y la Escuela Profesional de Ingenieria Ambiental por darme la oportunidad de ser profesional, brindarme su acogedor calor en cada una de sus instalaciones durante toda mi formación profesional.
- A mis tíos Ing Tulio Edgar Jurado Baquerizo (Q.E.P.D), Julia Armas Garcia, por cuidarme siempre y darme todo lo necesario para salir adelante.
- Al Blgo. Cesar Gozme Sulca, por su amistad y colaboración para poder realizar el presente trabajo.
- A mi asesor Dr. Casiano Aguirre Escalante, por toda la experiencia y conocimientos compartidos.
- Al Ing. Richard Sias Rodríguez, por su amistad y apoyo incondicional en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- A mis amigos (as), Julio Vargas, Smith Paredes, Patricia Romero, Angie Fernandez, Enrique Bernales, y demas colegas por su apoyo, compañía y amistad.
- Gracias a todas las personas que aportaron directa e indirectamente en el desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE TEMÁTICO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Preguntas y objetivos de investigación.....	16
1.1.1. Objetivo principal	16
1.1.2. Objetivos específicos	16
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.2. Marco teórico.....	17
2.2.1. Agua superficial	17
2.2.2. Calidad de agua superficial.....	18
2.2.3. Marco legal para la evaluación de la calidad de agua.....	18
2.2.4. Importancia del agua.....	18
2.2.5. Calidad del agua.....	19
2.2.6. Contaminación del agua.....	19
2.2.7. Usos del agua	20
2.2.8. Índice de calidad de agua.....	21
2.2.9. Usos de los índices.....	21
2.2.10. Parámetros de la calidad del agua.....	22
2.2.11. Índices de calidad del agua (ICA-PE).....	24
2.2.12. Estándares nacionales de calidad de agua (D.S. N° 004 – 2017 - MINAM).....	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Ubicación de la zona de estudio	26

3.1.3.	Clima.....	26
3.2.	Materiales y equipos	27
3.2.1.	Materiales de campo	27
3.2.2.	Materiales de laboratorio	27
3.2.3.	Equipos	27
3.3.	Tipo y nivel de investigación.....	27
3.3.1.	Tipo de Investigación.....	27
3.3.2.	Nivel de la Investigación	27
3.3.3.	Diseño de Investigación.....	27
3.4.	Variables en estudio.....	28
3.4.1.	Variable central.....	28
3.4.2.	Variable interviniente	28
3.5.	Métodos	28
3.5.1.	Determinar los parámetros de calidad del agua de las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, ciudad Tingo María.....	28
3.5.2.	Comparar parámetros evaluados con los estándares de calidad ambiental (ECAs)	30
3.5.3.	Determinar el estado de la calidad del agua de las fuentes de agua a través de los Índices de Calidad Agua (ICA - PE).....	30
3.6.	Diseño de muestreo.....	32
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1.	Determinación de los parámetros de calidad del agua.....	33
4.1.1.	Parámetros de calidad de agua de la fuente de Cocheros	34
4.2.	Comparación con los estándares de calidad ambiental (ECAs) establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.....	42

4.2.1. Quebrada cocheros.....	43
4.2.2. Quebrada del Cushuro	48
4.2.3. Quebrada del Águila	54
4.3. Determinar el estado de la calidad del agua a través del cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA-PE).....	60
VI. PROPUESTA A FUTURO	62
VII. BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo	26
2. Parámetros fisicoquímicos para muestreo	29
3. Parámetros microbiológicos para muestreo.....	30
4. Interpretación de la calificación ICA - PE.....	31
5. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de Cocheros evaluados en estiaje (agosto).....	34
6. Parámetro microbiológico de calidad de agua de Cocheros evaluados en estiaje (agosto).....	35
7. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de Cocheros evaluados en estiaje (setiembre).....	35
8. Parámetro microbiológico de calidad de agua de Cocheros evaluados en estiaje (setiembre).....	36
9. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de Cocheros evaluados en avenida (octubre)	36
10. Parámetro microbiológico de calidad de agua de Cocheros evaluados en avenida (octubre)	36
11. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de Cocheros evaluados en avenida (noviembre)	37
12. Parámetro microbiológico de calidad de agua de Cocheros evaluados en avenida (noviembre)	37
13. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en estiaje (agosto)	37
14. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en estiaje (agosto)	38
15. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en estiaje (setiembre).....	38

16. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en estiaje (setiembre)	38
17. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en avenida (octubre)	39
18. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en avenida (octubre)	39
19. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en avenida (noviembre)	39
20. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en avenida (noviembre)	40
21. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en estiaje (agosto)	40
22. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluado en estiaje (agosto).....	40
23. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en estiaje (setiembre)	41
24. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluado en estiaje (setiembre).....	41
25. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en avenida (octubre)	41
26. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en avenida (octubre)	41
27. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en avenida (noviembre)	42
28. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en avenida (noviembre)	42
29. Estado de calidad del agua de las quebradas Cocheros, Del Águila y Cushuro.....	60
30. Valores para el cálculo de calidad de agua CCME (WQI) de la Quebrada Cocheros	80

31. Valores para el cálculo de calidad de agua CCME (WQI) de la de la Quebrada Cushuro	80
32. Valores para el cálculo de calidad de agua CCME (WQI) de la de la Quebrada Del Águila	80
33. Estándares de calidad ambiental del agua	81
34. Estándares de calidad ambiental del agua	81
35. Calidad del agua en función a la Conductividad	81
36. Calidad del agua en función a la Demanda Bioquímica de Oxígeno	82
37. Calidad del agua en función a Coliformes Fecales.....	82
38. Calidad del agua en función al Oxígeno Disuelto	83
39. Calidad del agua en función a los Sólidos Suspendidos.....	83
40. Calidad del agua en función al Fósforo Total.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Diseño de la investigación por cada fuente de agua.....	32
2. Análisis de la conductividad de la Quebrada Cocheros	43
3. Análisis de DBO ₅ de la Quebrada Cocheros.....	43
4. Análisis de OD de la Quebrada Cocheros	44
5. Análisis de pH de la Quebrada Cocheros	44
6. Análisis de los STD de la Quebrada Cocheros.....	45
7. Análisis de la Temperatura de la Quebrada Cocheros.....	45
8. Análisis de Nitratos de la Quebrada Cocheros	46
9. Análisis de Nitritos de la Quebrada Cocheros.....	46
10. Análisis de Amoniac de la Quebrada Cocheros	47
11. Análisis de Fosfato Total de la Quebrada Cocheros.....	47
12. Análisis de Dureza de la Quebrada Cocheros	48
13. Análisis de la conductividad de la Quebrada Cushuro	48
14. Análisis de DBO ₅ de la Quebrada Cushuro	49
15. Análisis de OD de la Quebrada Cushuro	49
16. Análisis de pH de la Quebrada Cushuro.....	50
17. Análisis de los STD de la Quebrada Cushuro	50
18. Análisis de la Temperatura de la Quebrada Cushuro	51
19. Análisis de la Nitratos de la Quebrada Cushuro.....	51
20. Análisis de Nitritos de la Quebrada Cushuro	52
21. Análisis de Amoniac de la Quebrada Cushuro.....	52
22. Análisis de Fosfato Total de la Quebrada Cushuro	53
23. Análisis de Dureza de la Quebrada Cushuro	53
24. Análisis de la conductividad de la Quebrada del Águila.....	54

25. Análisis de DBO ₅ de la Quebrada del Águila.....	54
26. Análisis de OD de la Quebrada del Águila.....	55
27. Análisis de pH de la Quebrada del Águila	55
28. Análisis de los STD de la Quebrada del Águila	56
29. Análisis de la Temperatura de la Quebrada del Águila.....	56
30. Análisis de la Nitratos de la Quebrada del Águila.....	57
31. Análisis de Nitritos de la Quebrada del Águila.....	57
32. Análisis de Amoniaco de la Quebrada del Águila.....	58
33. Análisis de Fosfato Total de la Quebrada del Águila.....	58
34. Análisis de Dureza de la Quebrada del Águila.....	59
35. Plano de puntos de monitoreo de la fuente de agua Cocheros, quebrada del Aguila y Cushuro.....	67
36. Medición de puntos en las fuentes de agua en estudio.....	84
37. Medición de puntos en la quebrada del Aguila.	84
38. Muestro de la quebrada del Aguila.....	85
39. Analisis de agua de las muestras de las fuentes de agua.	85
40. Medición de los parámetros de las muestras de fuentes de agua.....	86

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua para consumo poblacional de las fuentes de agua Cocheros, Del Águila y Cushuro del sistema de abastecimiento de agua (captación, reservorio y red de distribución), planteándose como problema la inexistencia de un orden del uso del territorio juntamente con la falta de conocimiento de la población dando el mal uso del recurso. Así mismo se identificó que éstas se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental para Agua y dentro de la categoría “Bueno” según la metodología ICA-PE, por lo tanto son aptas para consumo humano. Se determinó los parámetros de calidad del agua (pH, T°, conductividad, OD, DBO5, SST, NO3, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, Dureza, Coliformes Totales, Coliformes termotolerantes y Escherichia coli), en 03 puntos de muestreo (captación, reservorio y red de distribución) de las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, ciudad Tingo María, evaluados tanto en época de estiaje (agosto y septiembre) y época de avenida (octubre y noviembre). Se realizó la comparación de los parámetros evaluados de las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, ciudad de Tingo María, con los estándares de calidad ambiental (ECAs) establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Donde se pudo determinar que el OD en época de avenida, pH superior e inferior en ambas épocas, Fosfato Total en ambas épocas de la Quebrada Cocheros, el OD en época de avenida, el pH inferior en época de avenida, Fosfato Total en ambas épocas de la Quebrada Cushuro y el OD en el punto P2 de la época de avenida, el pH inferior en época de avenida, Fosfato Total en ambas épocas de la quebrada del Águila, superan los ECAs para cada uno de los parámetros. El estado de la calidad del agua de las fuentes de aguas Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, ciudad de Tingo María, se calculó mediante el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE), donde los resultados obtenidos fueron 79.06, 85.36 y 76.08, respectivamente, lo que quiere decir que están dentro del rango 75-89 = “Bueno”, por lo tanto, la calidad de agua se aleja un poco de la calidad natural del agua, sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.

Palabra claves: Calidad del agua, Estándares de calidad de agua, parámetros, fuentes de agua época de estiaje y época de avenida.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the quality of the water for population consumption from the Cocheros, Del Águila and Cushuro water sources in their water supply system (catchment, reservoir and distribution network), considering the lack of order as a problem. of the use of the territory together with the lack of knowledge of the population giving the misuse of the resource. Likewise, it was identified that these are within the Environmental Quality Standard for Water and within the "Good" category according to the ICA-PE methodology, therefore they are suitable for human consumption. The water quality parameters (pH , T°, conductivity, DO, BOD5, TSS, NO3, Total Phosphorus, Nitrate, Nitrite, Hardness, Total Coliforms, Thermotolerant Coliforms and Escherichia coli), in 03 sampling points (catchment, reservoir and distribution network) of the sources of water Cocheros, Quebrada del Águila and Cushuro, Tingo María city, evaluated both in the dry season (August and September) and flood season (October and November). The parameters evaluated for the Cocheros, Águila and Cushuro streams, city of Tingo María, were compared with the environmental quality standards (ECAs) established in Supreme Decree No. 004-2017-MINAM. Where it was possible to determine that the DO in flood season, upper and lower pH in both seasons, Total Phosphate in both seasons of the Quebrada Cocheros, the DO in flood season, the lower pH in flood season, Total Phosphate in both seasons of the Quebrada Cushuro and the OD at point P2 of the flood season, the lower pH in the flood season, Total Phosphate in both seasons of the Águila ravine, exceed the ECAs for each of the parameters. The water quality of the Cocheros, Águila and Cushuro streams, Tingo María city, was calculated using the Water Quality Index (ICA-PE), where the results obtained were 79.06, 85.36 and 76.08, respectively, which which means that they are within the range 75-89 = "Good", therefore, the water quality is a little away from the natural quality of the water, however, the desirable conditions may be with some threats or minor damage. magnitude.

Keywords: Water quality, water quality standards, parameters, water sources, dry season and flood season.

I. INTRODUCCIÓN

La población generalmente se desarrolla en el entorno de las fuentes de agua naturales, utilizan este recurso de distintas maneras para su uso, la inexistencia de un orden del uso del territorio juntamente con la falta de conocimiento de la población, trae consecuencias como el mal uso de sus recursos ocasionando la contaminación de la naturaleza.

El uso del agua se torna indispensable para realizar todas las actividades básicas de los seres humanos, en el presente viene afectando fuertemente la contaminación de los residuos sólidos el arrojo de estas a fuentes de agua, así mismo si no toma conciencia la población, serán difíciles de tratar cuando estos residuos sean desplazados por las corrientes afectando a la ciudad de Tingo María, que no esta ajena a esta problemática, debido a que se encuentra rodeada de quebradas como la quebrada de Cocheros, Del Águila y Cushuro, las mismas que son aprovechadas por la población que se encuentran alrededor de éstas, donde se desea evaluar la calidad del agua.

A esa realidad se le debe sumar la demanda poblacional, la misma que se ha incrementado en los últimos años de manera exponencial y no se prevee ni se ha planificado la distribución de las fuentes de agua para poder cubrir toda la necesidad generada, priorizando el derecho de uso de agua para consumo directo.

Se formuló lo siguiente ¿Cuál será la calidad del agua para consumo poblacional de las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro en la ciudad de Tingo María – Leoncio Prado?, teniendo como hipótesis: La calidad del agua para uso poblacional es mala de las fuentes de agua de Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro es mala al Índice de calidad de agua (ICA – PE) en la ciudad de Tingo María – Leoncio Prado.

1.1. Objetivos de investigación

1.1.1. Objetivo principal

- Evaluar la calidad del agua para consumo poblacional de las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro del sistema de abastecimiento de agua en la ciudad de Tingo María – Leoncio Prado.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros de calidad del agua (pH, T°, conductividad, OD, DBO5, STD, dureza, fosfatos, nitrato, nitrito, amonio, coliformes termotolerantes – escherichia coli), de las zonas de muestreo de las fuentes de agua de Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro de la ciudad de Tingo María.
- Comparar los parámetros evaluados de las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, de la ciudad de Tingo María, con los estándares de calidad ambiental (ECAs) establecidos en el Decreto Supremo N°004 – 2017 – MINAM.
- Determinar el estado de la calidad del agua de las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, de la ciudad de Tingo María a través del cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA – PE).

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes

De acuerdo a una investigación realizada por Mendoza (2018), titulada “La caracterización del agua de la laguna Uerpococcha, río Colmapaccha, el efluente de la poza de oxidación, el puquial y reservorio del centro poblado Sacsamarca”, se obtuvo como resultado que los parámetros fisicoquímicos muestreados se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles, según la categoría III del Estándar de Calidad Ambiental para Agua y del Reglamento para Agua de Consumo Humano de la “Dirección General de Salud Ambiental” (Mendoza, 2018).

Según Dimas (2011), en la investigación que realizó para caracterizar veintisiete muestras del río Huallaga – Tingo María, en tres diferentes horarios, pudo encontrar que existía la presencia de coliformes fecales principalmente en turno de la mañana con valores cercanos a 293,8 mo./ml, por el medio día 894,4 mo./ml y por la noche 345 mo./ml. Por otro lado, el promedio de estafilococos patógenos en horas de la mañana fue de $4,1 \times 10^3$ /mL, al medio día $63,2 \times 10^3$ /ml y en la noche $44,2 \times 10^3$ /ml. Se presenció *Salmonella*, por la mañana en un 70%, por el medio día 90 % y por la noche 70 %, además también se pudo detectar la presencia de *Vibrio cholerae* con porcentajes similares al de la *Salmonella*. Finalmente se pudo concluir que los análisis microbiológicos pudieron constatar la presencia de microorganismos patógenos dentro del río Huallaga, los mismos que se encuentran por encima de los estándares de calidad de agua para el uso recreacional, determinándose que el principal motivo puede darse por la contaminación generada a lo largo de todo su cauce donde resaltan principalmente el vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento y la disposición final inadecuada de residuos sólidos.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Agua superficial

En el planeta Tierra, el agua dulce que utilizamos proviene de dos fuentes principales, las superficiales, que no se infiltran ni regresan a la atmósfera a través de la evaporación y por lo tanto se almacenan en diversas formaciones, por ejemplo, río, lagos, lagunas, entre otros, y por otro lado, las subterráneas que se encuentran en el nivel freático, ambas fuentes representan un gran valor para el hombre ya que está en contacto diario o como lo usamos para diversas acciones o para la supervivencia (Sánchez, 2006).

2.2.2. Calidad de agua superficial

Cuando hacemos mención de fuentes de aguas superficiales, nos referimos a las aguas pluviales, escorrentías, crecientes de las aguas subterráneas o "manantial", se debe tener en cuenta que las entradas y salidas pueden contribuir a que la ocurrencia de diversos compuestos se refleje en la calidad del agua, ya sea naturales o debido a actividades humanas o acciones humanas que puedan incrementar las concentraciones de agentes existentes o adherirse a nuevos agentes en aguas superficiales, es muy importante reconocer la calidad de acuerdo a las concentraciones de los agentes presentes y a través de esta medición el impacto del actividad realizada en los diferentes sectores sobre la calidad del agua (Geraldo, 2007).

2.2.3. Marco legal para la evaluación de la calidad de agua

El Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Agua (ECA) aprobado mediante "Decreto Supremo N°004-2017-MINAM", del Departamento de Medio Ambiente especifica concentraciones de los diferentes parámetros monitoreos en todas sus categorías, ya sea desde el aspecto microbiológico, químico o físico, así como en organismos receptores y también aquellos que forman parte de la composición base de los ecosistemas acuáticos, de manera que no representen ningún tipo de peligro para el medio ambiente o para la salud de la población.

La Norma Nacional de Calidad Ambiental clasifica los cuerpos de agua del país según su uso previsto, ya sea terrestre o marítimo, por otro lado la "Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338" menciona que antes del reglamento de recursos hídricos, la gestión de la misma era regulada por la "Ley General de Aguas (Decreto Legislativo N° 17752 y sus modificaciones)", a partir del 31 de marzo de 2009, esta Ley entró en vigencia fuerza. La "Ley de Recursos Hídricos" tiene como objetivo principal regular la gestión integral de los recursos hídricos dentro del territorio peruano, con el único objetivo de conservar y aumentar la disponibilidad de agua, y asegurar la protección de su calidad.

2.2.4. Importancia del agua

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [CEPIS] en el año 2007, mencionó que el agua es uno de los recursos naturales con mayor abundancia, pero su distribución está representada en su mayoría por agua no apta para consumo humano sin previo tratamiento. El agua se llama con razón el "disolvente universal" y es un caso raro de una sustancia que existe en nuestro medio ambiente, en tres estados físicos: gaseoso, líquido y sólido. Es una parte integral de la mayoría de los seres vivos, animales y plantas.

2.2.5. Calidad del agua

Barrenechea (2004) afirma que el término calidad del agua es relativo y de importancia en función del uso en la gestión del recurso. Esto significa que el agua que es apta (en sentido cualitativo) para sustentar la vida de los peces, aunque podría no ser adecuada para nadar y el agua útil para los humanos puede no ser adecuada para la industria. Para decidir si el agua está calificada para un uso en particular, su calidad debe determinarse en función del uso previsto.

De acuerdo al reporte de la “Organización Mundial de la Salud [OMS]” publicado en el año 2004, el agua potable está considerada a aquella que proviene de una fuente natural que es apta para tal consumo y que por lo tanto no va a generar ningún tipo de peligro o riesgo biológico o de contaminación para los consumidores. Por otro lado, la calidad del agua va a depender de las características del lugar, el proceso, condiciones físicas, entre otros, por lo tanto es importante su caracterización.

A continuación, se detallan los principales parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua:

Parámetros organolépticos: Color, olor y sabor

Parámetros físicos: Sólidos totales, suspendidos, disueltos, volátiles, turbiedad, temperatura son los principales, pero también se pueden encontrar otros dependiendo del tipo de fuente natural.

Parámetros químicos: pH, alcalinidad, aceites y grasas, conductividad eléctrica, dureza, nitratos, nitritos, fósforo, sulfatos, cloruros, entre otros compuestos inorgánicos.

Parámetros biológicos: Microorganismos patógenos como virus, protozoos, bacterias del grupo coliformes o tales como *Salmonella* sp, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli*, algas, y dependiendo del tipo de fuente se pueden encontrar hongos y helmintos o bacterias heterotróficos.

2.2.6. Contaminación del agua

2.2.6.1. Contaminación por actividades humanas

Aurazo (2004), menciona que es una costumbre el uso de los detergentes domésticos, productos químicos que a posterior son derramados a las fuentes de ríos, lagos y mares, por ello estos son contaminados frecuentemente ocasionando daños a las fuentes de agua como son los lagos, lagunas, ríos y manantiales.

2.2.6.2. Contaminación por actividades agrícolas

Las actividades agrícolas están contaminando a los cuerpos de agua mediante el uso frecuente de agroquímicos que pueden ser los herbicidas, plaguicidas e insecticidas estos elementos químicos que son usados en las actividades agrícolas desarrollan las sales de los suelos produciendo la desintegración de los suelos, esto se debe al aumento del pH y el compuesto químico del bicarbonato ya que permite disminuir y aumentar la salinización de los suelos (Contreras y Benítez, 2013).

2.2.7. Usos del agua

Según Hernandez (2005), considera que el uso de los diferentes manejos de agua depende de su empleo final, este aumento proviene del ciclo hidrológico, es sustraída de los acuíferos. Se utiliza como sinónimo del uso de oferta o demanda, en tal sentido existe diferentes necesidades de agua que alteran su beneficio a otro, el uso del agua establece la cantidad de agua consumida, el agua es fundamental en el incremento de la población, alcanzando decir que el agua es la base fundamental de la existencia de los seres vivos. Asimismo, podemos mencionar que el uso del agua como empleo en algunas actividades Registro Público de Derechos de Agua. (REPDA, 2010), el uso del agua se puede clasificar según:

2.2.7.1. Para consumo humano

Es en realidad el agua es muy importante ya que se usa para las cosas básicas como son para cocinar, beber y para el uso doméstico, según la (OMS, 2003), señala que el consumo de 50 litros es discreto para el uso del agua (18,25 m³ al año/persona), lo que garantiza tener una oportuna higiene, aproximadamente alrededor de 100 y 200 litros es el punto ideal que admite cubrir con todas las necesidades básicas de una persona.

2.2.7.2. Para uso industrial

La Comisión Nacional del Agua. [CONAGUA] (2017), describe que el agua es fundamental para las industrias y que sirve como elemento y es un ingrediente para el sector industrial, ya que permite limpiar la materia prima de los productos, para el traslado de materiales, para generar vapor en las calderas, como refrigerante o calefacción en procesos térmicos, como lubricante, etc. El agua es introducida a las industrias en forma directa de los ríos y arroyos, lagos o acuíferos del estado.

2.2.7.3. Para uso agrícola

La agricultura es actualmente la que ejecuta más agua a nivel mundial que está representando alrededor del 69%, para el consumo doméstico oscila el 10% y la industria el 21% (Sheng, 1992).

En la selva peruana tiene una gran capacidad de agua favorable, que solo es consumida solo el 0.02% del agua que es ingerida por la zona, la ingestión promedio por cada individuo es de 109 m³/año, esto significa que alrededor de 300 litros de agua por individuo al día Ministerio de Agricultura y Riego. (MINAGRI, 2015).

2.2.7.4. Para uso público

Registro Público de Derechos de Agua [REPGA] (2010), indica que el agua mediante las redes de agua potable, por la cual es proveída a los clientes domésticos (residencias), de igual forma para los numerosos servicios que da dicha red. Es fundamenta colocar una gran cantidad de agua y en calidad que esto será bueno para la ingestión de la población, el agua es viene hacer una necesidad primordial de los habitantes, pues influye directamente en la salud y en el bienestar en el que genera.

2.2.7.5. Para uso recreativo

Samboni et al (2007), se sobreentiende que la actividad que no es consuntiva del agua generalmente es usada para para las actividades sociales, al hallarse ya sea en forma directa o indirecta entre ella. Este consumo ha sido estimado en un segundo plano especialmente, por su presencia no consumido por la población si no asimismo por su beneficio.

2.2.8. Índice de calidad de agua

Reategui (2017) se refiere a un índice de calidad del agua que informa el grado de contaminación de un área de agua, expresado como porcentaje de agua pura.. Los índices ayudan a reducir la cantidad de parámetros para simplificarlos y comprenderlos mejor. Por otro lado, si el diseño del índice de calidad del agua es adecuado, el valor generado puede representar el grado de contaminación y puede compararse con otros indicadores para encuadrar y detectar tendencias.

2.2.9. Usos de los índices

Dojlido et al. (1994) señalan que los indicadores se utilizan para determinar si el agua es de buena o mala calidad de la misma manera que informa a las comunidades que la utilizan, sin embargo, no pretenden reemplazar los medios de comunicación de actualidad

existentes, existen índices que permiten tener un panorama más amplio, estos son, manejo de recursos, clasificación de áreas, normativa vigente, interpretación de tendencias, acceso a la información e investigación científica.

2.2.10. Parámetros de la calidad del agua

La calidad del agua se define como un concepto complejo que involucra una evaluación subjetiva del uso funcional y también incluye una lista de parámetros físicos, químicos y biológicos que determinan la composición, extensión y variabilidad de la calidad del agua, el agua y los usos de los cuerpos de agua (SEMARENA, 2001). La calidad del agua del río se ve afectada cuando las sustancias que contiene alcanzan concentraciones que pueden ser nocivas para la vida. Los parámetros indicados dentro de la “Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA”, que aprueba la “Metodología para la determinación de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales”, son los siguientes:

2.2.10.1. Parámetros físico - químico

Dentro de estos tenemos:

- **pH**

Medida de la acidez o basicidad de una sustancia cuyo rango varía de 0 a 14 donde 7 es el valor considerado neutro, si es menor a 7, es ácido, mientras que si el mismo valor es mayor que 7, es básico (EPA, 2007)

- **Nitratos**

Su presencia debe controlarse principalmente en el agua potable porque concentraciones demasiado altas pueden causar metahemoglobinemia, también conocida como "enfermedad del bebé azul", así como la presencia de otros contaminantes más peligrosos, como bacterias o pesticidas (Mamani, 2012; Puerto Rico Environmental Quality Board. [PREQB], 2004).

- **Fósforo total**

El fósforo en el agua natural se encuentra generalmente en forma de fosfatos (PO_4) (PREQB, 2004).

- **Turbidez**

Característica física que provoca una leve perturbación por las partículas presentes, generalmente materia en suspensión (EPA, 1999).

- **Temperatura**

La temperatura es un parámetro que nos indica el desempeño que se va a presentar en otros indicadores, si queremos utilizar un ejemplo, mencionaremos al pH, el oxígeno disuelto, entre otros, que poseen una relación inversamente proporcional.

- **Oxígeno disuelto**

Es un indicador para evaluar la cantidad de oxígeno disponible para ser aprovechados por la vida acuática en todos los procesos que se necesiten y de esta manera se vuelve necesaria para la salud de ríos y lagos. En general, los niveles más altos de oxígeno disuelto indican una calidad óptima o buena para cierta actividad o como característica del medio donde ha sido evaluado, si sucediera lo contrario puede generarse pérdida de la vida acuática o la paralización de procesos naturales (PREQB, 2004).

De acuerdo a la normativa vigente, el valor mínimo que indica buena calidad del agua es de 5 mg/L, lo que equivale a un porcentaje mayor del 50% si se considera un ambiente con temperatura promedio de 20°C.

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)**

Este es un parámetro gestionado para la medición de materia orgánica biodegradable. La demanda bioquímica de oxígeno es una prueba que se utiliza para determinar la demanda de oxígeno para la descomposición bioquímica de sustancias orgánicas (Davis y Cornwell, 1998).

La normativa vigente indica que el valor máximo de DBO₅ estará relacionado a las condiciones del medio y características propias, así como la presencia o ausencia de oxígeno disuelto (PREQB, 2004).

- **Sólidos suspendidos totales**

Las formas en las que puede presentarse un sólido es suspendido, disuelto o coloidal y el diámetro va a variar desde los 0.1 µm hasta 1 µm, así como la cantidad total que se podría encontrar dentro del líquido. Para su eliminación es necesario establecer el procedimiento adecuado ya que podría confundirse y no generar la eficacia esperada, utilizando cambio de fase a través de un proceso físico como la filtración o utilizando procesos químicos como la coagulación y floculación (Davis y Cornwell, 1998).

- **Dureza**

La presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas se ha detectado desde el inicio de su evaluación o monitoreo para determinar su calidad, debido al proceso

dinámico que posee, de tal manera la dureza es uno de los parámetros que permite cuantificar las concentraciones de magnesio y sales solubles de calcio.

2.2.10.2. Parámetros microbiológicos

- **Microorganismos coliformes**

La Organización Panamericana de la Salud [OPS] menciona que diferentes cuadros clínicos se generan por ésta clase de microorganismos debido a su fácil contagio, incluso, existen bacterias que pueden traspasar este límite biológico, esta propiedad especial lo hace altamente móvil, lo que afecta la salud humana cuando se expone a agua contaminada con heces (OPS, 1988).

Según las normas peruanas, un suministro de agua no corriente no posee ninguna CFU en ninguna muestra, y solo diez CFU en cada 100 mL para coliformes totales. De lo contrario, los dos valores deben ser 0 CFU/100 mL para refrigerante térmico o coliforme fecal (OPS, 1988).

2.2.11. Índices de calidad del agua (ICA-PE)

Según la “Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA”. Los índices de calidad de agua (ICA), forman parte de un instrumento técnico indispensable para poder determinar la calidad y tomar decisiones específicas dentro la gestión integral de los recursos hídricos, tomando en cuenta las características del medio físico y los protocolos básicos que me aseguren un monitoreo con el uso de muestras representativas.

Los valores del ICA se obtienen a través de tres índices, los que son alcance, frecuencia y amplitud, los dos primeros corresponden a comparar los parámetros que cumplen la normativa vigente y el último corresponde a un análisis generalizado para poder validar los datos.

2.2.11.1. Categorización de los cuerpos de agua en relación a su uso

El “Decreto Supremo N°004-2017-MINAM”, que aprueba los ECA para agua y disposiciones complementarias, y se divide de acuerdo al uso que se le otorga al agua, pudiendo ser para consumo poblacional, recreacional, extractivo, riego, bebida de animales, conservación, entre otros.

2.2.12. Estándares nacionales de calidad de agua (D.S. N° 004 – 2017 - MINAM)

Este decreto tiene el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, dichos estándares se reportan en la sección de Anexos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de investigación

3.1.1. Ubicación política

La investigación se realizó en las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, ubicadas:

Distrito : Rupa Rupa

Provincia : Leoncio Prado

Región : Huánuco

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente las fuentes de agua se localizan en el sistema de geoprocesamiento UTM WGS84 18S según la Tabla 1, mostrado a continuación:

Tabla 1. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

Fuentes de agua	Coordenada UTM (WGS84-18S)		Altitud (msnm)	
	Puntos de muestreo	Este (m)		Norte (m)
Cocheros	Captación	395779	8963075	700
	Reservorio	394605	8963317	666
	Red de distribución	392985	8963977	660
Quebrada del Águila	Captación	386452	8974738	675
	Reservorio	387334	8974220	665
	Red de distribución	388101	8973602	660
Cushuro	Captación	395164	8979139	700
	Reservorio	393659	8980569	665
	Red de distribución	393659	8982972	660

3.1.3. Clima

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. [SENAMHI] (2021), indica que la zona de trabajo posee un clima de bosque húmedo pre tropical con temperaturas medias de 25°C, humedad relativa de 86% y una precipitación anual que sobrepasa los 3000 mm.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales de campo

Los materiales que se utilizaron fueron: mascarillas KN95, guantes quirúrgicos, botas de jebe, cuaderno de apuntes, lapiceros y lápices, plumón tinta permanente, hoja bond, las fichas para recolectar información y las que se usaron para la custodia de muestra, por otro lado, también se requirió, etiquetas para rotular los envases de plásticos y vidrios cada uno de 500 mL y finalmente cooler en el que se va a mantener la temperatura ideal de las muestras para trasladarlo.

3.2.2. Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio que se utilizaron fueron: matraz, 20 tubos de ensayo, un termómetro, papel filtro, embudo, probetas y pipetas graduadas, algodón, mechero, agua destilada, test de nitrato y fosfato, por otro lado, los medios de cultivos requeridos fueron, reactivo KOVAC, rojo de metileno, agua peptonada, hidróxido de potasio.

3.2.3. Equipos

GPS, pHmetro, termómetro ambiental, oxímetro, multiparámetro THERMO SCIENTIFIC, estufa, autoclave, balanza analítica y cámara fotográfica.

3.3. Tipo y nivel de investigación

3.3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es aplicada porque recurrimos a la ciencia ambiental y biológica para determinar la calidad del agua para consumo poblacional de las fuentes de agua Cocheros, Del Aguila y Cushuro. De acuerdo a lo manifestado por Jacobo (2013), las investigaciones de este tipo utilizan los conocimientos previos para poder generar nueva información.

3.3.2. Nivel de la Investigación

El nivel de investigación es descriptivo porque identificará la calidad del agua que es utilizada por la población aledaña de esas fuentes de agua, determinando la calidad a nivel físico, químico y biológico. De acuerdo a lo indicado por Jacobo (2013) este tipo de nivel, solo describe a las variables en su medio sin ningún tipo de experimentos.

3.3.3. Diseño de Investigación

El diseño de investigación corresponde a No Experimental de tipo longitudinal.

Porque los datos serán recolectados en tres momentos o periodos, mediante el muestreo y análisis del agua según los parámetros descritos a continuación.

3.4. Variables en estudio

3.4.1. Variable de interés

Consumo poblacional

3.4.2. Variable de caracterización

Calidad del agua.

3.4.3. Variable interviniente

- Parámetros físicoquímicos
- Parámetros microbiológicos
- Fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro
- Índice de Calidad Ambiental (ICA)

3.5. Métodos

3.5.1. Determinar los parámetros de calidad del agua de las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, ciudad Tingo María

- **Reconocimiento de la zona de estudio**

La geolocalización de las zonas donde se obtuvieron las muestras para poder analizarlas, de manera que se seleccionaron tres estaciones de monitoreo para ser muestreadas durante tres monitoreos de acuerdo a la “Metodología para la determinación de calidad de agua ICA-PE”.

- **Monitoreo de la calidad del agua**

En base al objetivo del presente estudio se realizó el monitoreo de 12 parámetros de calidad de agua los mismos que se detallan a continuación: pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos totales disueltos, dureza, fosfato, DBO5, nitrato, nitrito, amoníaco y Coliformes termotolerantes.

- **Recolección o toma de muestras de agua**

La toma de muestras se realizó la metodología propuesta por APHA (1999) y el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, aprobado mediante “Resolución Jefatural N°010-2016-ANA”; descrito a continuación:

Utilizamos un frasco esterilizado y rotulado de vidrio con capacidad de 1.2 L.

Luego se procedió a enjuagar el frasco con el agua proveniente de la misma fuente y se sumergió hasta alcanzar un ángulo de aproximadamente 30° sin exceder los 20 cm de profundidad.

A continuación, se realizó el llenado de la cadena de custodia y se adecuó el cooler para el traslado y preservación de la muestra hasta el Laboratorio de Microbiología General de la UNAS donde se hará el análisis de todas las muestras para determinar la presencia de coliformes termotolerantes.

El proceso de muestreo se repitió en todos los puntos de colecta de muestra a horario establecido para las 9 am, 12 am y 2 pm; con tres repeticiones por cada muestra, tomando en consideración el análisis in situ de oxígeno disuelto, DBO₅, pH, sólidos totales disueltos, dureza, nitritos, nitratos, fosfatos y amoníaco.

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos para muestreo

Parámetros	Unidad de Medida	Metodología
Temperatura	°C	Método instrumental
pH	Valor de pH	pH, Conductividad, Sólidos Totales – Método Instrumental Potenciométrico.
Conductividad (25 °C)	uS/cm-	Equipo multiparámetro portátil.
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Método N° 2540 APHA (1999)
Oxígeno disuelto	mg/L	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	Método instrumental DBO ₅ = (OD inicial – OD final)
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	APHA-AWWAWEF 2340 Dureza-Ca-D
Nitratos	mg NO ₃ /L	APHA-AWWAWEF 4500-CL-E, WEF 4500-Nitrato Kit de prueba HI 3874

Nitritos	mg NO ₂ /L	APHA-AWWA WEF 4500-CL-E, WEF 4500-Nitrito Kit de prueba HI 3873
Fosfato	mg PO ₄ /L	APHA-AWWA WEF 4500-CL-E, WEF 4500-Fosfato Kit de prueba HI 3833
Amoniaco	mg NH ₃ /L	APHA-AWWA WEF 4500-CL-E, WEF 4500-Amoniaco Kit de prueba HI 3824

Fuente: APHA AWWA- WEF (1999)

Tabla 3. Parámetros microbiológicos para muestreo

Parámetros	Unidad de medida	Metodología
Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44.5°C	APHA AWWA-WEF Fecal Coliform Membrane Filter Procedure.

Fuente: APHA AWWA- WEF (1999)

3.5.2. Comparar parámetros evaluados con los estándares de calidad ambiental (ECAs)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el inciso 3.5.1 se pudo realizar la comparación con los estándares de calidad ambiental establecido en el D.S. N° 004 – 2017-MINAM para determinar la calidad del agua para uso poblacional.

3.5.3. Determinar el estado de la calidad del agua de las fuentes de agua a través de los Índices de Calidad Agua (ICA - PE)

Para determinar el índice de calidad del agua se procedió de la siguiente forma:

Se determinó el valor del indicador “alcance” según la fórmula (1), luego se realizó lo mismo para el indicar “frecuencia” y finalmente para “amplitud” según las fórmulas (2) y (3) respectivamente.

F1 – Alcance:

$$F1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA agua} * 100}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}} * 100 \dots\dots(1)$$

F2 – Frecuencia:

$$F2 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA agua de los datos evaluados}}{\text{Número Total de Datos Evaluados}} * 100 \dots\dots(2)$$

Donde:

Datos = Resultados de los monitoreos

F3 – Amplitud:

$$F1 = \left(\frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) * 100 \dots\dots\dots(3)$$

En donde, la Suma Normalizada de Excedentes (nse):

$$\text{nse} = \text{Suma Normalizada de Excedentes} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Excedente}_i}{\text{Total de Datos}} \dots\dots\dots(4)$$

Seguidamente se procede a realizar el cálculo del ICA con la fórmula (5):

$$\text{ICA} - \text{PE} = 100 - \sqrt{\frac{F1 + F2 + F3}{3}} \dots\dots\dots(5)$$

Finalmente, se ubica el rango:

Tabla 4. Interpretación de la calificación ICA - PE

ICA - PE	Calificación	Interpretación
90 - 100	Excelente	Protegida con ausencia de amenazas o daños.
75 - 89	Bueno	Presenta condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45 - 74	Regular	La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
30 - 44	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad.
0 - 29	Pésimo	La calidad de agua casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

3.6. Diseño de muestreo

Se utilizará el diseño descriptivo de acuerdo al siguiente modelo:

Leyenda: [P1]: Punto de muestreo 1 [P2]: Punto de muestreo 2, [P3]: Punto de muestreo 3” [M1]: Primer mes, [M2]: Segundo mes, [M3]: Tercer mes y [M4]: Cuarto mes.

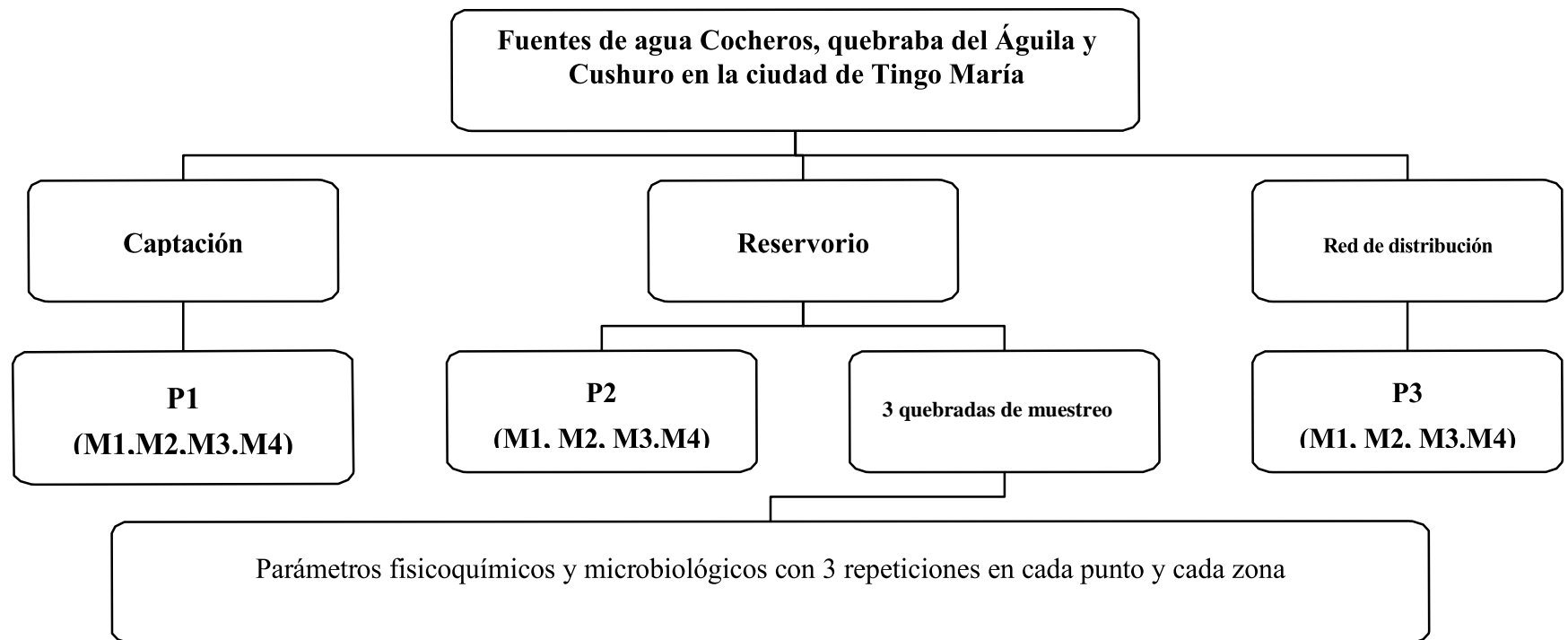


Figura 1. Diseño de muestreo por cada fuente de agua

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de los parámetros de calidad del agua.

Los parámetros físicoquímicos evaluados fueron 11 (Conductividad, DBO5, OD, pH, STD, Temperatura, Nitratos, Nitritos, Amoniaco, Fósforo Total y Dureza) y biológicos (Coliformas Totales) de las muestras obtenidas en las fuentes de agua, cocheros, quebrada del águila y cushuro ubicadas en la ciudad de Tingo María, en época de estiaje (agosto y setiembre) y en máximas avenidas (octubre y noviembre) cuatro meses que fueron necesarios para realizar el muestreo en la toma de captación, reservorio y red de distribución para determinar la calidad del agua de cada una de estas fuentes.

Para EPA (2007), el pH posee un rango de evaluación de 0 a 14, donde el valor 7 es calificado como neutro y los extremos como ácido (menor a 7) o alcalino (mayor a 7). El valor de pH recomendado en el agua es 6.5-8.5. Encontrándose las 3 fuentes de agua en el rango de un pH recomendado que indica EPA.

Los resultados obtenidos de las 3 fuentes de agua se encuentran por debajo de estos valores o las categorías que establece el MINAM.

Mientras que PREQB (2004) manifiesta que el fósforo total, según la JCA, es de 1 mg/L conforme establecido por la clasificación SO para la calidad de agua. Los resultados obtenidos en las 3 fuentes de agua varía según el mes, el punto de obtención de la muestra y el lugar con rangos menores en el mes de agosto y mayores en el mes de noviembre.

EPA (1999) menciona que para evaluar la calidad del agua se debe tener en cuenta la turbidez, que es una característica física que provoca una leve perturbación por las partículas presentes, generalmente materia en suspensión o impurezas que interfieren con la claridad del agua.

La temperatura es un parámetro que nos indica el desempeño que se va a presentar en otros indicadores, si queremos utilizar un ejemplo, mencionaremos al pH, el oxígeno disuelto, entre otros, que poseen una relación inversamente proporcional.

PREQB (2004) menciona que el oxígeno disuelto en agua no está clasificado como contaminante.

Para Molina (2019), la presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas se ha detectado desde el inicio de su evaluación o monitoreo para determinar su calidad, debido al proceso dinámico que posee, de tal manera la dureza es uno de los parámetros que permite cuantificar las concentraciones de magnesio y sales solubles de calcio. Para Sánchez (2018) el agua blanda

va a poseer una pequeña concentración de CaCO_3 y otros iones que producen espuma de manera sencilla en contacto con otro compuesto como el jabón. La que se visualizaran mejor sego parámetros por los meses muestreados en las 3 fuentes de agua.

Las heces se pueden descubrir en absoluto el procedimiento ámbito todavía lo podemos topar en el jugo con manifestaciones de nutrientes parcialmente prominencia Si es que existe alguna relación de peso esto se puede encargo a los factores a la polución de los residuos sólidos y por el vertimiento de las aguas residuales ya que estos elementos si intervienen OROZCO et al (2008) menciona que la pedigrí microbiológica de las muestras de zumo se deuda a la inadecuada entrega de los residuos sólidos para PACHECO et al (2004) los valores de la inoculación de las heces vienen hacer el refracción constantedel efluente por lo general es muy embarazoso el causa de autodepuración a pesar que el agua tenga una profundidad a lo indica CAMPOS et al (2008).

La existencia de los coliformes en el sistema de abastecimiento de agua por lo general es un indicador que manifiesta que está contaminado. Sin embargo, los coliformes se hallan en grandes cantidades en las aguas superficiales o en los sedimentos del agua. PACHECO et al. (2004) menciona en su investigación que el agua es aceptable con un 45%, contaminadas con un 23%; peligrosas con un 18% y muy contaminadas con un 14%, dicha contaminación seda por la inadecuada distribución de los residuos sólidos, por la falta de las prácticas de saneamiento, la inadecuada distribución de los residuos de las granjas, etc. Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación ya que solo en quebrada de cocheros en el P1 (captación) se encontró 15 UFC/100 mL en época de estiaje, asi mismo en los demás puntos de monitoreo no se encontró coliformes ni en la época de estiaje ni de avenida; lo que quiere decir eque el agua es apta para su ingestión.

4.1.1. Parámetros de calidad de agua de la fuente de Cocheros

A continuación, se describen los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados para determinar la calidad del agua en Cocheros, las evaluaciones se realizaron para meses de estiaje (agosto y setiembre) y avenidas (octubre y noviembre).

Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos que se muestran en la Quebrada Cocheros evaluados en la época de estiaje (agosto), han sido evaluados en tres puntos de muestreos diferentes arrojando los resultados que se muestran en las tablas 11 y 12.

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de Cocheros evaluados en estiaje (agosto)

Captación	Reservorio	Red de distribución
-----------	------------	---------------------

Parámetros Físicoquímicos	Unidad de Medida			
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	65.70	58.17	54.38
DBO ₅	mg/L	2.21	2.04	2.07
OD	mg/L	3.59	3.61	3.67
pH	unidades	8.35	8.54	8.53
STD	mg/L	71.67	85.00	92.33
Temperatura	°C	24.87	24.50	23.37
Nitratos	mg/L	0.40	0.37	0.33
Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniaco	mg/L	0.50	0.50	0.50
Fosfato Total	mg/L	1.00	1.00	1.00
Dureza	mg/L	114.20	88.00	90.57

Tabla 6. Parámetro microbiológico de calidad de agua de Cocheros evaluados en estiaje (agosto)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación		
		Reservorio	Red de distribución	
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	5	0	0

Los resultados físicoquímicos y microbiológicos que se muestran en la Quebrada Cocheros evaluados en la época de estiaje (septiembre), han sido evaluados en tres puntos de muestreos diferentes arrojando los resultados que se muestran en las tablas 13 y 14.

Tabla 7. Parámetros físicoquímicos de calidad de agua de Cocheros evaluados en estiaje (setiembre)

Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	Captación		
		Reservorio	Red de distribución	
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	86.62	64.43	55.41
DBO ₅	mg/L	2.32	2.38	1.16
OD	mg/L	3.89	2.64	2.48
pH	unidades	6.39	6.51	6.56
STD	mg/L	77.00	65.48	53.01
Temperatura	°C	24.87	24.50	23.70
Nitratos	mg/L	0.47	0.50	0.40
Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniaco	mg/L	0.50	0.50	0.50
Fosfato Total	mg/L	4.33	1.00	1.00

Dureza	mg/L	51.65	44.70	55.52
--------	------	-------	-------	-------

Tabla 8. Parámetro microbiológico de calidad de agua de Cocheros evaluados en estiaje (setiembre)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos que se muestran en la Quebrada Cocheros evaluados en la época de avenida (octubre), han sido evaluados en tres puntos de muestreos diferentes, arrojando los resultados que se muestran en las tablas 15 y 16.

Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de Cocheros evaluados en avenida (octubre)

Parámetros Fisicoquímico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	242.33	135.07	97.33
DBO ₅	mg/L	2.52	2.39	1.69
OD	mg/L	6.79	6.74	6.30
pH	unidades	7.92	7.85	8.06
STD	mg/L	168.00	125.00	122.33
Temperatura	°C	22.30	21.93	22.13
Nitratos	mg/L	1.30	0.37	0.33
Nitritos	mg/L	0.43	0.33	0.40
Amoniaco	mg/L	0.50	0.50	0.50
Fosfato Total	mg/L	0.83	0.40	0.43
Dureza	mg/L	116.20	94.67	87.23

Tabla 10. Parámetro microbiológico de calidad de agua de Cocheros evaluados en avenida (octubre)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos que se muestran en la Quebrada Cocheros evaluados en la época de avenida (noviembre), han sido evaluados en tres puntos de muestreos diferentes arrojando los resultados que se muestran en las tablas 17 y 18.

Tabla 11. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de Cocheros evaluados en avenida (noviembre)

Parámetros Fisicoquímico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	140.33	107.30	97.33
DBO ₅	mg/L	1.16	1.48	1.58
OD	mg/L	5.70	5.37	5.39
pH	unidades	7.35	7.54	7.53
STD	mg/L	172.34	150.75	116.10
Temperatura	°C	21.87	22.50	22.37
Nitratos	mg/L	0.40	0.37	0.33
Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniaco	mg/L	0.50	0.50	0.50
Fosfato Total	mg/L	1.20	0.50	0.37
Dureza	mg/L	112.50	97.67	97.23

Tabla 12. Parámetro microbiológico de calidad de agua de Cocheros evaluados en avenida (noviembre)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

A continuación, se describen los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados para determinar la calidad del agua en la quebrada Cushuro, las evaluaciones se realizaron para meses de estiaje (agosto y setiembre) y avenidas (octubre y noviembre), se tomaron muestras en tres puntos diferentes.

Tabla 13. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en estiaje (agosto)

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3

Conductividad	μS/cm	112.23	92.03	86.51
DBO ₅	mg/L	3.12	2.72	2.14
OD	mg/L	4.33	4.11	4.09
pH	unidades	6.80	6.67	6.68
STD	mg/L	90.00	80.33	86.33
Temperatura	°C	24.67	24.30	24.43
Nitratos	mg/L	0.90	0.60	0.50
Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniac	mg/L	0.50	0.10	0.10
Fosfato Total	mg/L	1.00	0.50	0.50
Dureza	mg/L	57.59	45.58	44.17

Tabla 14. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en estiaje (agosto)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación Reservorio Red de distribución		
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

Tabla 15. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en estiaje (setiembre)

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	98.98	93.15	90.14
DBO ₅	mg/L	2.37	2.04	1.71
OD	mg/L	4.41	4.38	4.50
pH	unidades	6.63	6.52	6.54
STD	mg/L	90.92	79.93	81.60
Temperatura	°C	26.00	25.43	25.57
Nitratos	mg/L	0.50	0.50	0.30
Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniac	mg/L	0.50	0.50	0.50
Fosfato Total	mg/L	1.00	1.00	1.67
Dureza	mg/L	51.55	48.14	35.75

Tabla 16. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en estiaje (setiembre)

Captación	Reservorio	Red de distribución
-----------	------------	---------------------

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida			
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

Tabla 17. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en avenida (octubre)

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	238.90	192.37	186.42
DBO ₅	mg/L	2.11	1.85	1.81
OD	mg/L	6.51	6.63	6.25
pH	unidades	7.61	7.26	7.18
STD	mg/L	290.00	180.33	176.33
Temperatura	°C	22.27	21.97	21.63
Nitratos	mg/L	0.50	0.17	0.17
Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniac	mg/L	0.50	0.10	0.10
Fosfato Total	mg/L	2.67	0.50	0.50
Dureza	mg/L	97.46	79.02	84.21

Tabla 18. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en avenida (octubre)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

Tabla 19. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en avenida (noviembre)

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	164.13	132.37	116.65
DBO ₅	mg/L	2.34	2.01	1.94
OD	mg/L	7.08	7.03	6.61
pH	unidades	7.56	7.51	7.17
STD	mg/L	193.08	157.32	144.21
Temperatura	°C	21.83	21.77	21.63
Nitratos	mg/L	0.47	0.17	0.20

Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniaco	mg/L	0.23	0.10	0.10
Fosfato Total	mg/L	1.33	0.67	0.50
Dureza	mg/L	110.15	75.48	72.80

Tabla 20. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada Cushuro evaluados en avenida (noviembre)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

A continuación, se describen los parámetros evaluados para precisar la calidad del agua en la quebrada del Águila, las evaluaciones se realizaron para meses de estiaje (agosto y setiembre) y avenidas (octubre y noviembre), tomándose en consideración tres puntos de muestreo.

Tabla 21. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en estiaje (agosto)

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	187.17	2.29	155.03
DBO ₅	mg/L	2.07	2.29	2.22
OD	mg/L	4.20	4.67	4.14
pH	unidades	6.11	7.44	7.17
STD	mg/L	97.10	87.00	82.33
Temperatura	°C	24.23	24.40	24.20
Nitratos	mg/L	0.50	0.50	0.50
Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniaco	mg/L	0.50	0.50	0.50
Fosfato Total	mg/L	0.43	0.33	0.20
Dureza	mg/L	23.08	29.05	30.45

Tabla 22. Parámetro microbiológico de la quebrada del Águila evaluado en estiaje (agosto)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

Tabla 23. Parámetros fisicoquímicos de la quebrada del Águila evaluados en estiaje (setiembre)

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	86.37	78.58	66.46
DBO ₅	mg/L	1.54	1.29	1.22
OD	mg/L	4.18	4.09	3.92
pH	unidades	6.35	6.29	6.33
STD	mg/L	153.89	127.17	110.37
Temperatura	°C	25.47	25.93	25.80
Nitratos	mg/L	0.50	0.50	0.50
Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniac	mg/L	0.50	0.50	0.50
Fosfato Total	mg/L	0.83	0.47	0.30
Dureza	mg/L	45.96	48.72	30.77

Tabla 24. Parámetro microbiológico de la quebrada del Águila evaluado en estiaje (setiembre)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

Tabla 25. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en avenida (octubre)

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	270.60	173.81	155.23
DBO ₅	mg/L	2.52	2.19	2.13
OD	mg/L	6.20	5.95	6.14
pH	unidades	8.07	7.66	7.59
STD	mg/L	150.43	125.52	97.88
Temperatura	°C	22.03	22.03	21.53
Nitratos	mg/L	0.50	0.43	0.43
Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniac	mg/L	0.50	0.50	0.50
Fosfato Total	mg/L	1.43	0.37	0.27
Dureza	mg/L	93.21	85.74	76.08

Tabla 26. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en avenida (octubre)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

Tabla 27. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en avenida (noviembre)

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Conductividad	µS/cm	273.69	177.91	165.46
DBO ₅	mg/L	2.54	2.29	2.22
OD	mg/L	6.18	6.60	5.93
pH	unidades	8.35	8.29	8.33
STD	mg/L	240.39	120.13	110.37
Temperatura	°C	22.47	21.60	22.13
Nitratos	mg/L	0.33	0.40	0.30
Nitritos	mg/L	0.10	0.10	0.10
Amoniaco	mg/L	0.50	0.50	0.50
Fosfato Total	mg/L	1.03	0.53	0.30
Dureza	mg/L	92.03	85.00	82.78

Tabla 28. Parámetro microbiológico de calidad de agua de la quebrada del Águila evaluados en avenida (noviembre)

Parámetro Microbiológico	Unidad de Medida	Captación	Reservorio	Red de distribución
		P1	P2	P3
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	0	0

4.2. Comparación con los estándares de calidad ambiental (ECAs) establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Para comparar los resultados obtenidos en el inciso anterior, se trabajó con la Categoría 1A consumo de agua potable, a continuación, se presenta una evaluación por cada quebrada en estudio. Díaz (2018) evaluó: oxígeno disuelto, coliformes Fecales, entre otros, concluyendo que los valores del ICA se encuentran comprendido en: 30-44 clasificado como (agua que presenta contaminación orgánica).

4.2.1. Quebrada cocheros

- Conductividad

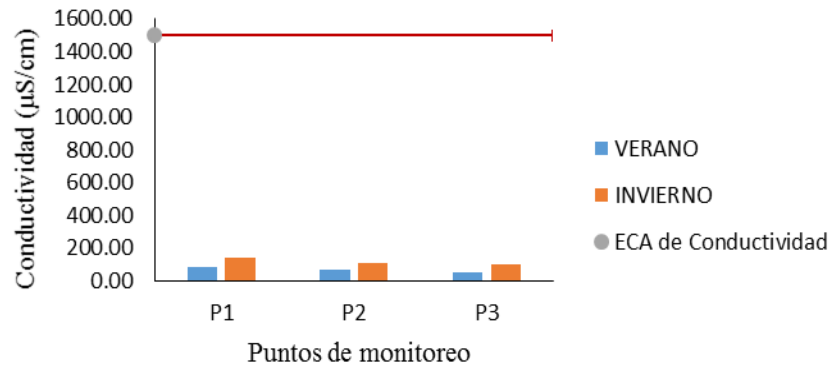


Figura 2. Análisis de la conductividad de la Quebrada Cocheros

En la figura 2, podemos ver que la conductividad de la Quebrada Cocheros en época de avenida (octubre y noviembre) es mayor que en tiempo de estiaje (agosto y septiembre) encontrándose su mayor valor entre 200 y 400 µS/cm, encontrándose muy por debajo de los ECA de conductividad (1500 µS/cm). Para las dos épocas y en sus 3 puntos de muestreo.

- DBO5

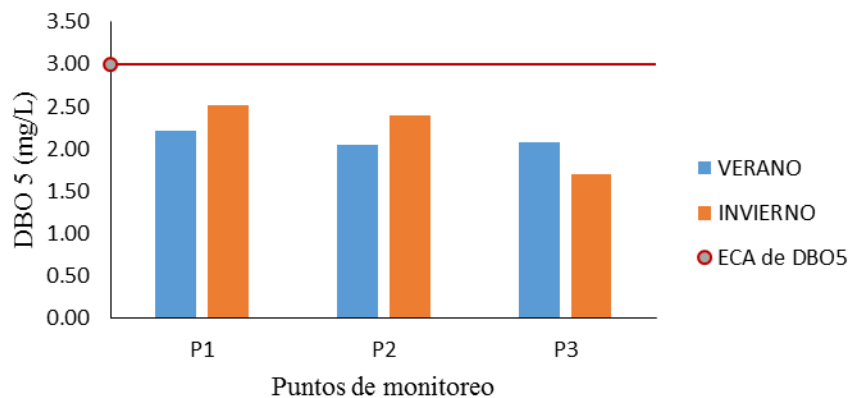


Figura 3. Análisis de DBO₅ de la Quebrada Cocheros

En la figura 3, podemos observar que el DBO₅ de la Quebrada Cocheros en época de avenida (octubre y noviembre) es más, que en la época de estiaje (agosto y septiembre) pero la diferencia es mínima para los Puntos de muestreo P1 Y P2, encontrándose el valor máximo y mínimo entre 2,00 y 2,50 mg/L, sin embargo, para el punto P3 el DBO₅ es mayor en época de estiaje que en época de avenida. Pero en ambos casos se encuentran debajo de los ECA de DBO₅ (3,00 mg/L).

- OD

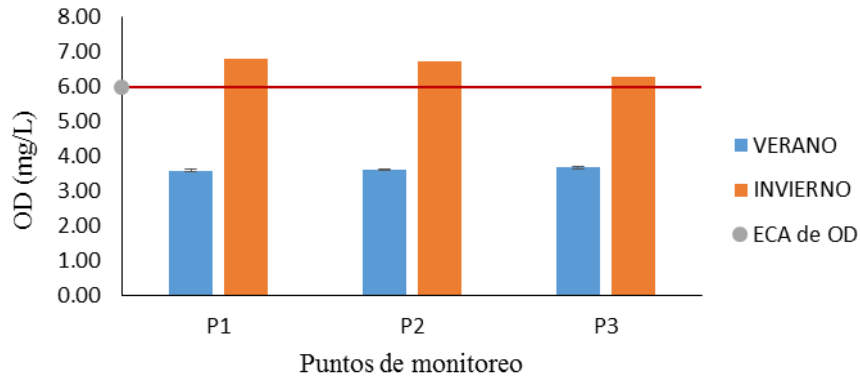


Figura 4. Análisis de OD de la Quebrada Cocheros

En la figura 4, se observa que el OD en la Quebrada Cocheros es mayor en la época de avenida (octubre y noviembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), en sus 3 puntos de muestreo, habiendo gran diferencia entre los resultados de ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 6,00 y 7,00mg/L, superando los ECAs del OD (6,00 m/L).

- pH

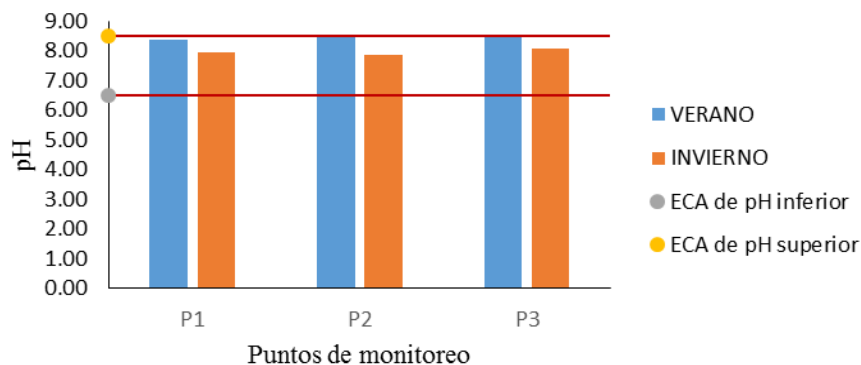


Figura 5. Análisis de pH de la Quebrada Cocheros

En la figura 5, se observa que el pH en la Quebrada Cocheros es mayor en la época de estiaje (agosto y septiembre) que en la época de avenida (agosto y septiembre), en sus 3 puntos de muestreo, habiendo una mínima diferencia entre los resultados de ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 8,0 y 8,5 unidades. Sin embargo, supera los ECAs de Ph inferior (6,5 unidades) y estando al Límite de los ECAs de pH superior (8,5 unidades) para las dos épocas en sus 3 puntos de muestreo.

- STD

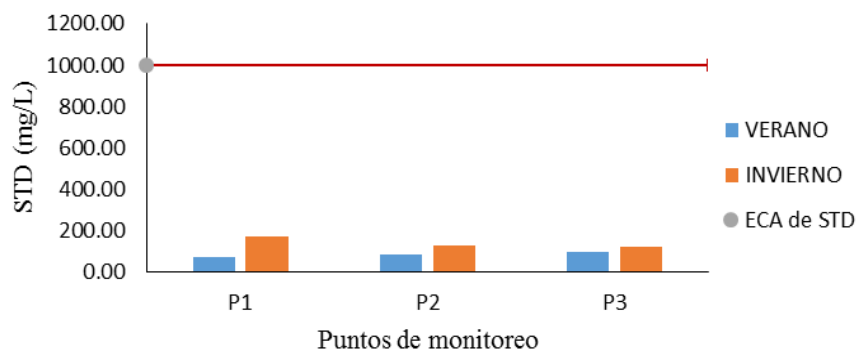


Figura 6. Análisis de los STD de la Quebrada Cocheros

En la figura 6, se observa que los STD de la Quebrada Cocheros es mayor en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), no habiendo mucha diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 0,0 y 200,0 mg/L, sin embargo, se encuentran muy por debajo de los ECAs de STD (1000 mg/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Temperatura

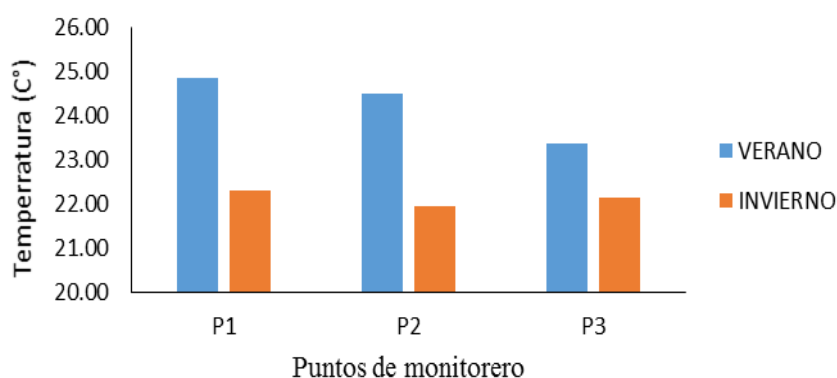


Figura 7. Análisis de la Temperatura de la Quebrada Cocheros

En la figura 7 se observa que la Temperatura de la Quebrada Cocheros es menor en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), habiendo diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 24,0 y 25,0 °C, sin embargo, se encuentran muy por debajo de los ECAs de Temperatura (3() °C), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Nitratos

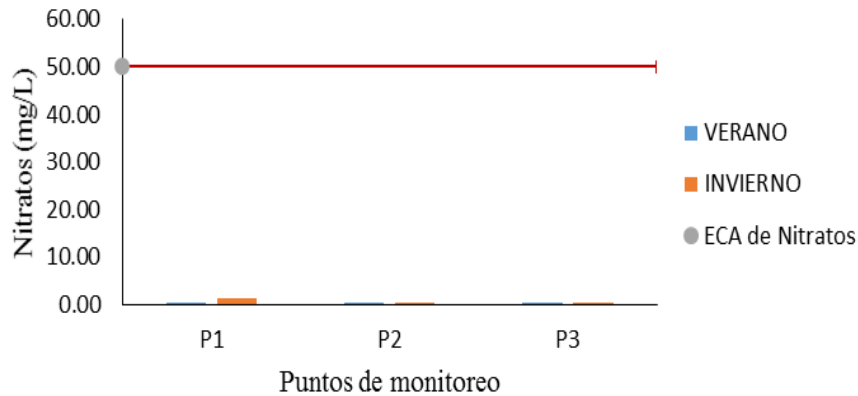


Figura 8. Análisis de Nitratos de la Quebrada Cocheros

En la figura 8, se observa que los Nitratos de la Quebrada Cocheros solo ha sido percibidos en época de avenida (agosto y septiembre) en punto P1 en una mínima cantidad, en el punto P2 Y P3, tanto para época de estiaje y de avenida no se han percibido concentraciones de nitratos, por lo tanto, se encuentra por debajo de los ECAs de nitrato (50,0 mg/L)

- Nitrito

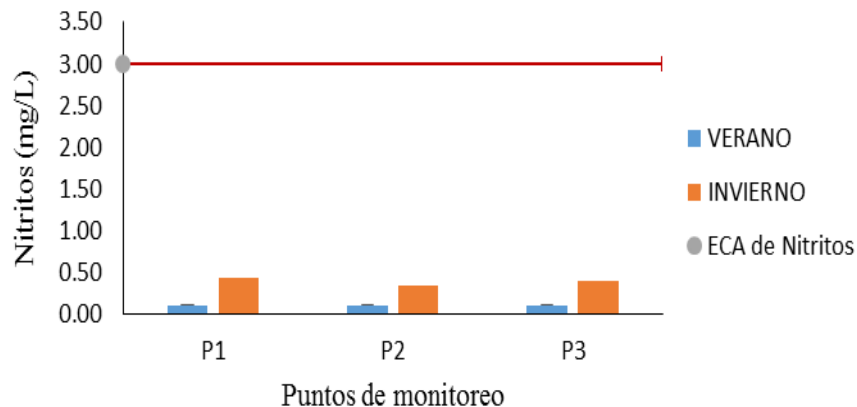


Figura 9. Análisis de Nitritos de la Quebrada Cocheros

En la figura 9, se observa que los Nitratos de la Quebrada Cocheros es mayor en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), habiendo diferencia entre ambas épocas, pero en se encuentra en mínimas concentraciones, encontrándose su valor máximo entre 0,0 y 0,50 mg/L, encontrándose muy por debajo de los ECAs de Nitritos (3 mg/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Amoniaco

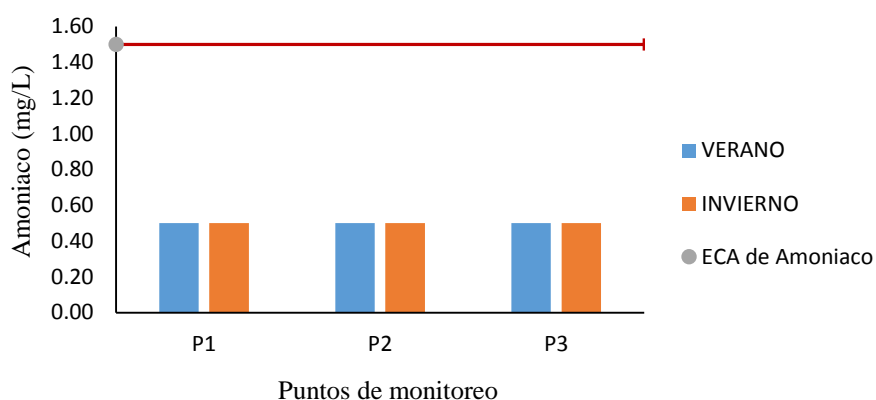


Figura 10. Análisis de Amoniac de la Quebrada Cocheros

En la figura 10, se observa que las concentraciones de Amoniac de la Quebrada Cocheros se encuentran en igual concentración tanto en época de avenida (agosto y septiembre) y en la época de estiaje (agosto y septiembre), no habiendo diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 0,50 mg/L, encontrándose en concentraciones muy por debajo de los ECAs de Amoniac (1,50m/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Fosfato total

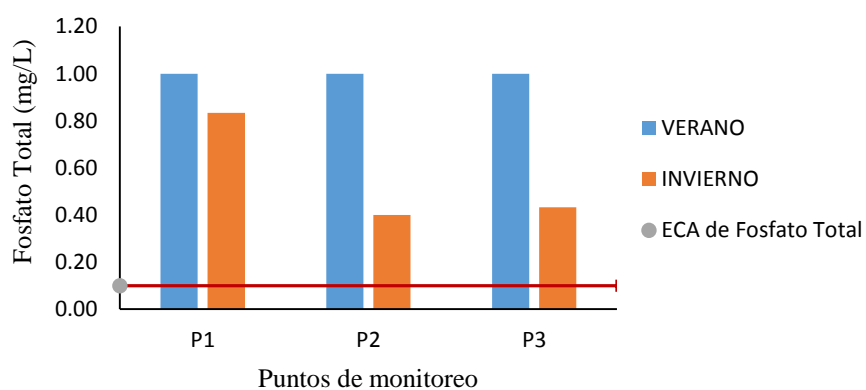


Figura 11. Análisis de Fosfato Total de la Quebrada Cocheros

En la figura 11, se observa que la concentración de Fosfato Total de la Quebrada Cocheros es menor en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), habiendo bastante diferencia entre ambas épocas en los puntos P2 y P3, en el punto P1 la diferencia es poca, encontrándose su valor máximo en 1,0 mg/L, lo que supera por mucho la concentración de los ECAs de Fosfato Total (0,1), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Dureza

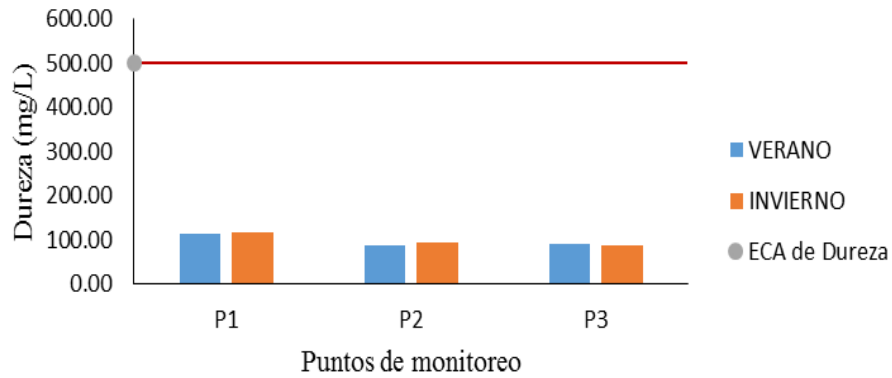


Figura 12. Análisis de Dureza de la Quebrada Cocheros

En la figura 12, se observa que la Dureza del agua de la Quebrada Cocheros se encuentra en concentraciones casi igual tanto en época de avenida (agosto y septiembre) y en la época de estiaje (agosto y septiembre), habiendo una mínima diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo en 100,0 mg/L, encontrándose en concentraciones muy por debajo de los ECAs de Dureza (500m/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

4.2.2. Quebrada del Cushuro

- Conductividad

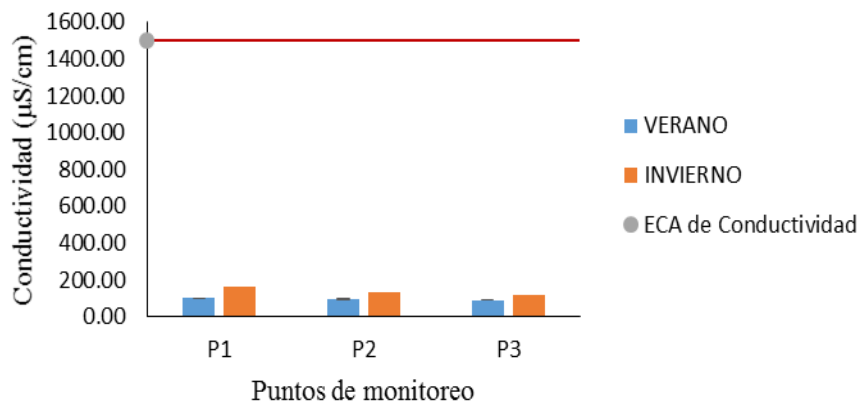


Figura 13. Análisis de la conductividad de la Quebrada Cushuro

En la figura 13, podemos ver que la conductividad de la Quebrada Cushuro en época de avenida (octubre y noviembre) es mayor que en tiempo de estiaje (agosto y septiembre) pero la diferencia es mínima, encontrándose su mayor valor entre 0,0 y 500 µS/cm, encontrándose muy por debajo de los ECA de conductividad (1500 µS/cm). Para las dos épocas y en sus 3 puntos de muestreo.

- DBO5

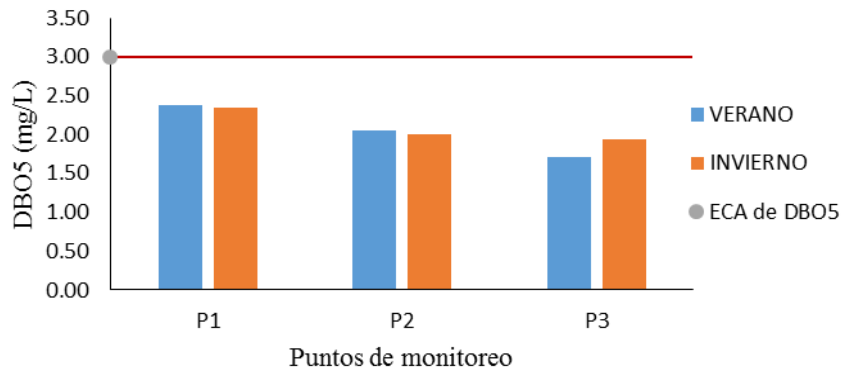


Figura 14. Análisis de DBO₅ de la Quebrada Cushuro

En la figura 14, podemos observar que el DBO₅ de la Quebrada Cushuro época de avenida (octubre y noviembre) es menos, que en la época de estiaje (agosto y septiembre) pero la diferencia es mínima para los Puntos de muestreo P1 Y P2, encontrándose el valor máximo y mínimo entre 2,00 y 2,50 mg/L, sin embargo, para el punto P3 el DBO₅ es mayor en época de estiaje que en época de avenida. Pero en ambos casos se encuentran debajo de los ECA de DBO₅ (3,00 mg/L).

- OD

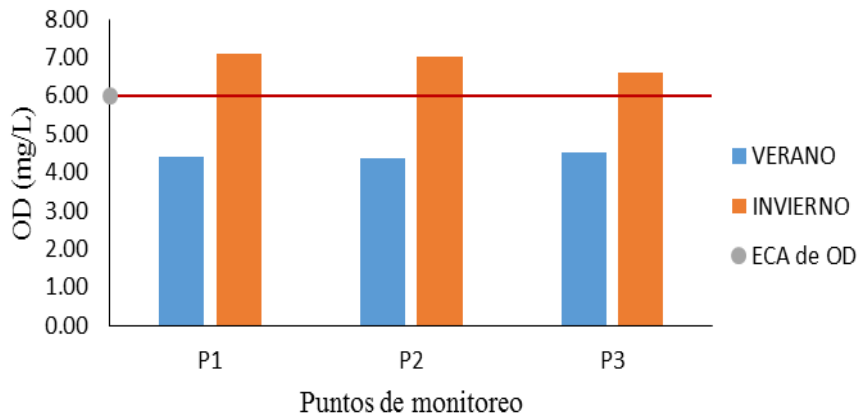


Figura 15. Análisis de OD de la Quebrada Cushuro

En la figura 15, se observa que el OD en la Quebrada Cushuro es mayor en la época de avenida (octubre y noviembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), en sus 3 puntos de muestreo, habiendo gran diferencia entre los resultados de ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 7,00mg/L, superando los ECAs del OD (6,00 m/L).

- pH

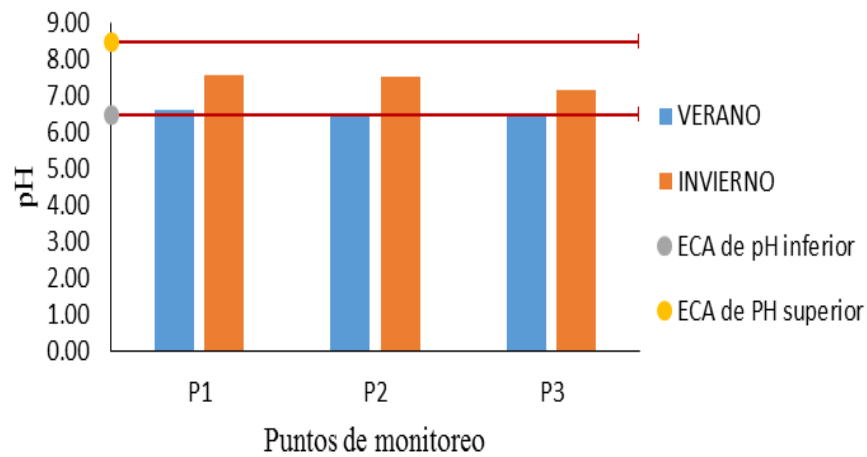


Figura 16. Análisis de pH de la Quebrada Cushuro

En la figura 16, se observa que el pH en la Quebrada Cushuro es mayor en la época de estiaje (agosto y septiembre) que en la época de avenida (agosto y septiembre), en sus 3 puntos de muestreo, habiendo una mínima diferencia entre los resultados de ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 8,0 y 8,5 unidades. Sin embargo, está al límite de los ECAs de Ph inferior (6,5 unidades) y estando por debajo de los ECAs de pH superior (8,5 unidades) para las dos épocas en sus 3 puntos de muestreo.

- STD

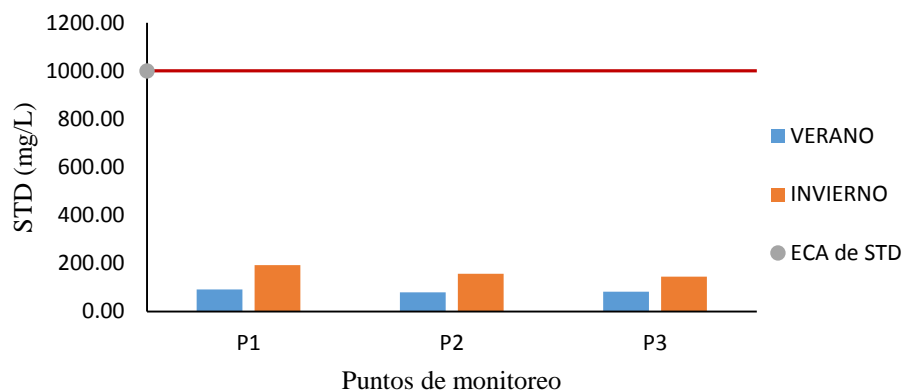


Figura 17. Análisis de los STD de la Quebrada Cushuro

En la figura 17, se observa que los STD de la Quebrada Cushuro es mayor en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), no habiendo mucha diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 0,0 y 200,0 mg/L,

sin embargo, se encuentran muy por debajo de los ECAs de STD (1000 mg/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Temperatura

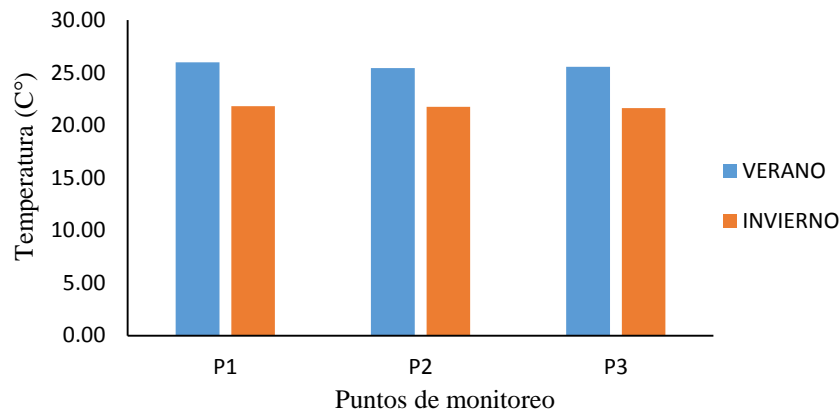


Figura 18. Análisis de la Temperatura de la Quebrada Cushuro

En la figura 18, se observa que la Temperatura de la Quebrada Cushuro es menor en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), habiendo poca diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 25,0 °C, sin embargo, se encuentran debajo de los ECAs de Temperatura (30) °C), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Nitratos

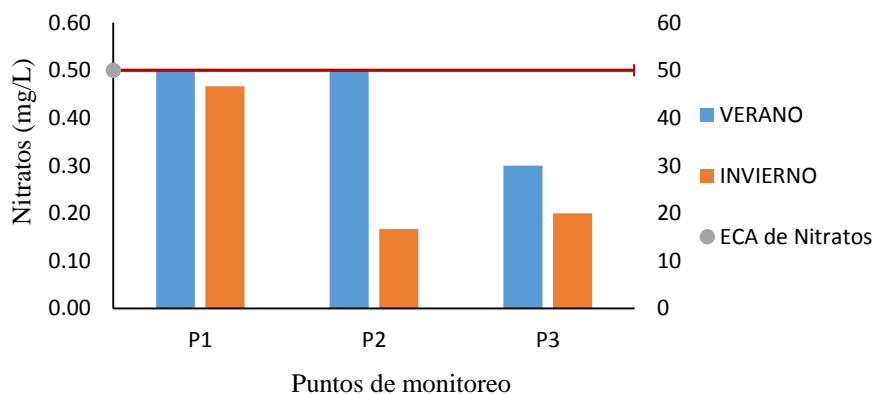


Figura 19. Análisis de la Nitratos de la Quebrada Cushuro

En la figura 19, se observa que los Nitratos de la Quebrada Cushuro es mayor en época de estiaje (octubre y noviembre) que en época de avenida (agosto y septiembre), haciendo una diferencia de concentración en el P3 que es menor en comparación a los otros puntos, demás el

P1 y P2 llegan al límite permitido por los ECAs, mientras tanto en el P3 está por debajo de los ECAs. Sin embargo, se encuentra no supera los ECAs de nitrato (50,0 mg/L)

- Nitritos

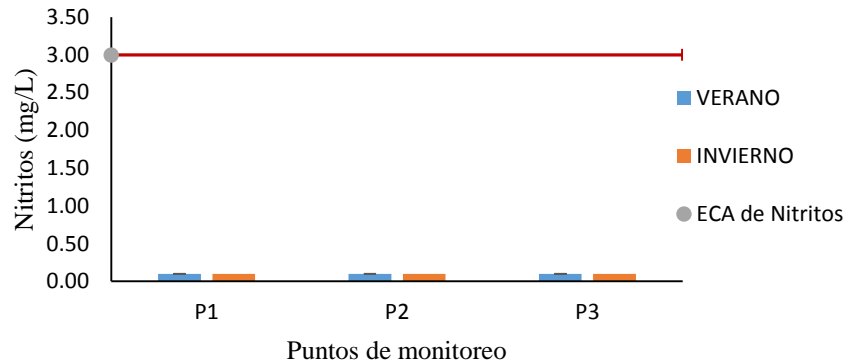


Figura 20. Análisis de Nitritos de la Quebrada Cushuro

En la figura 20, se observa que los Nitratos de la Quebrada Cushuro es igual en época de avenida (agosto y septiembre) y en la época de estiaje (agosto y septiembre), no habiendo diferencia entre ambas épocas, pero en se encuentra en mínimas concentraciones, encontrándose su valor máximo entre 0,05 mg/L, encontrándose muy por debajo de los ECAs de Nitritos (3 mg/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Amoniaco

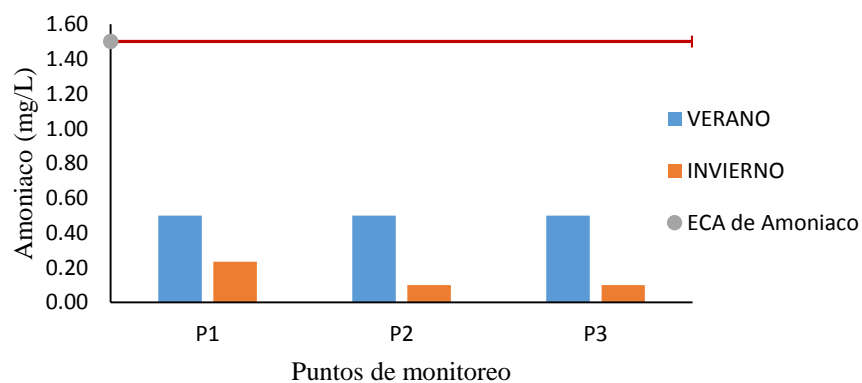


Figura 21. Análisis de Amoniaco de la Quebrada Cushuro

En la figura 21, se observa que las concentraciones de Amoniaco de la Quebrada Cushuro se encuentran en menor concentración en época de avenida (agosto y septiembre) y que en la época de estiaje (agosto y septiembre), no habiendo mucha diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 0,50 mg/L, encontrándose en concentraciones

muy por debajo de los ECAs de Amoniac (1,5m/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Fosfato Total

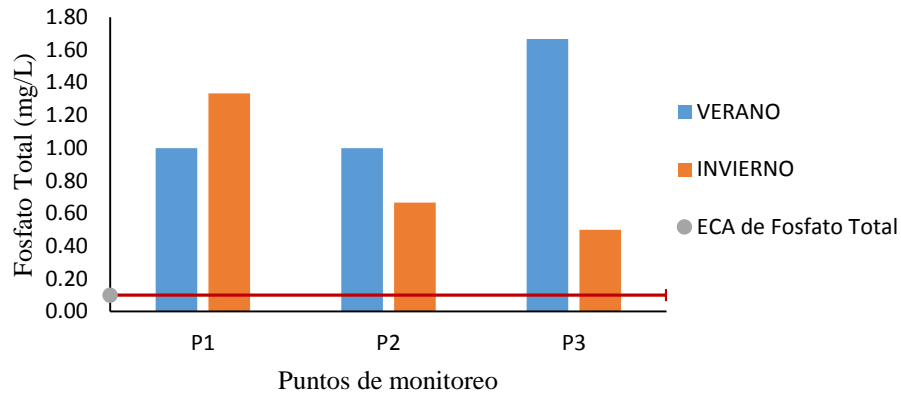


Figura 22. Análisis de Fosfato Total de la Quebrada Cushuro

En la figura 22, se observa que la concentración de Fosfato Total de la Quebrada Cushuro es mayor en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre) para los puntos de P2 y P3 habiendo bastante diferencia entre ambas épocas en los puntos P2 y P3, en el punto P1 la concentración es mayor en época de avenida, encontrándose su valor máximo en 1,70 mg/L, lo que supera por mucho la concentración de los ECAs de Fosfato Total (0,1), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Dureza

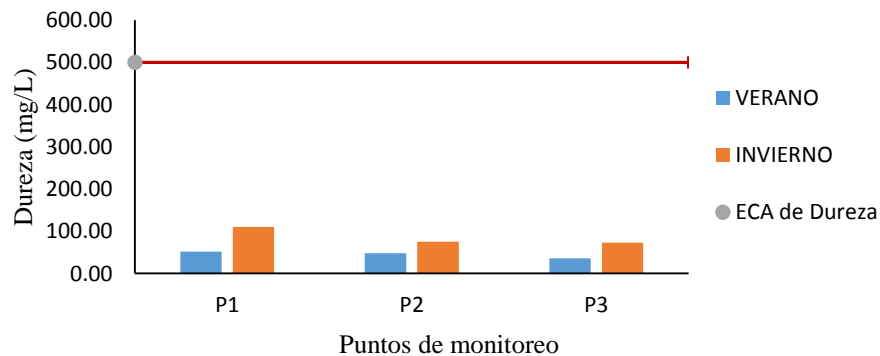


Figura 23. Análisis de Dureza de la Quebrada Cushuro

En la figura 23, se observa que la Dureza del agua de la Quebrada Cushuro se encuentra en concentraciones casi igual tanto en época de avenida (agosto y septiembre) y en la época de

estiaje (agosto y septiembre), habiendo una mínima diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo en 100,0 mg/L, encontrándose en concentraciones muy por debajo de los ECAs de Dureza (500m/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

4.2.3. Quebrada del Águila

- Conductividad

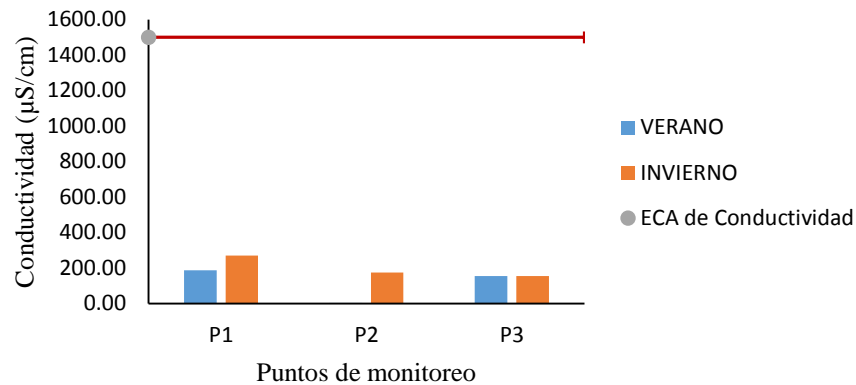


Figura 24. Análisis de la conductividad de la Quebrada del Águila

En la figura 24, podemos ver que la conductividad de la Quebrada del Águila en época de avenida (octubre y noviembre) es mayor que en tiempo de estiaje (agosto y septiembre) encontrándose su mayor valor entre 200 y 400 µS/cm, encontrándose muy por debajo de los ECA de conductividad (1500 µS/cm). Para las dos épocas y en sus 3 puntos de muestreo.

- DBO5

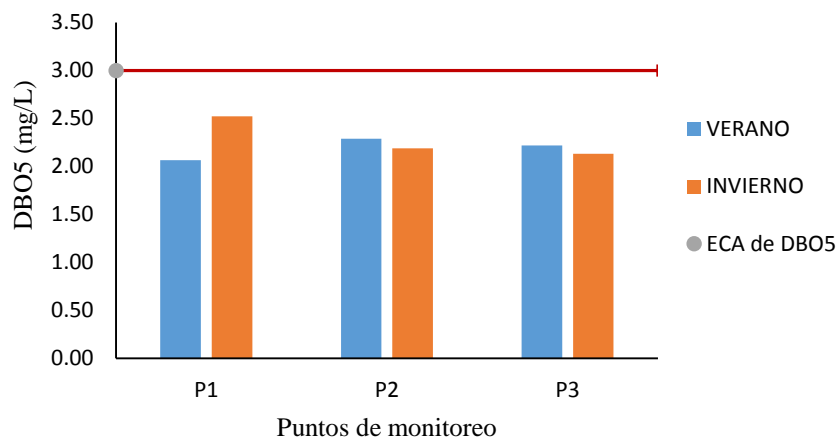


Figura 25. Análisis de DBO₅ de la Quebrada del Águila

En la figura 25, podemos observar que el DBO5 de la Quebrada del Águila en época de avenida (octubre y noviembre) es mayor que en la época de estiaje (agosto y septiembre)

habiendo poca diferencia entre ambas épocas, encontrándose el valor máximo en 2,50 mg/L, encontrándose debajo de los ECA de DBO5 (3,00 mg/L).

- OD

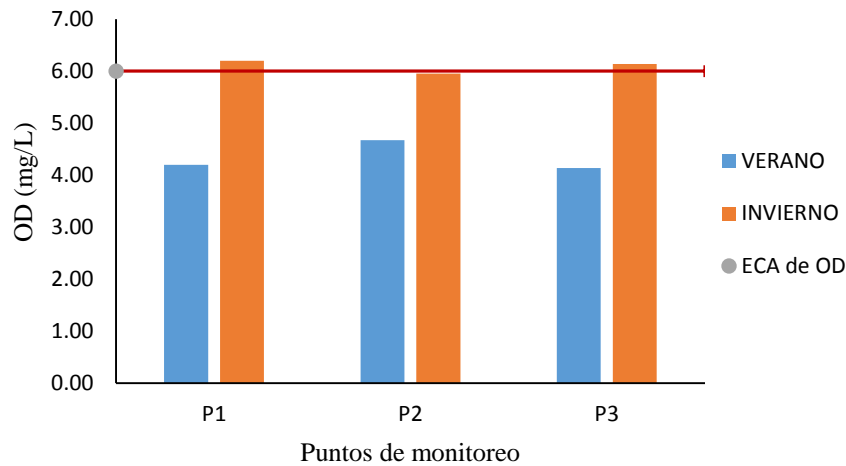


Figura 26. Análisis de OD de la Quebrada del Águila

En la figura 26, se observa que el OD en la Quebrada del Águila es mayor en la época de avenida (octubre y noviembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), en sus 3 puntos de muestreo, habiendo poca diferencia entre los resultados de ambas épocas, sin embargo, su valor máximo supera los ECAs del OD (6,00 m/L) para los puntos P1 y P2 y en punto P3 si se encuentra dentro de los ECAs.

- pH

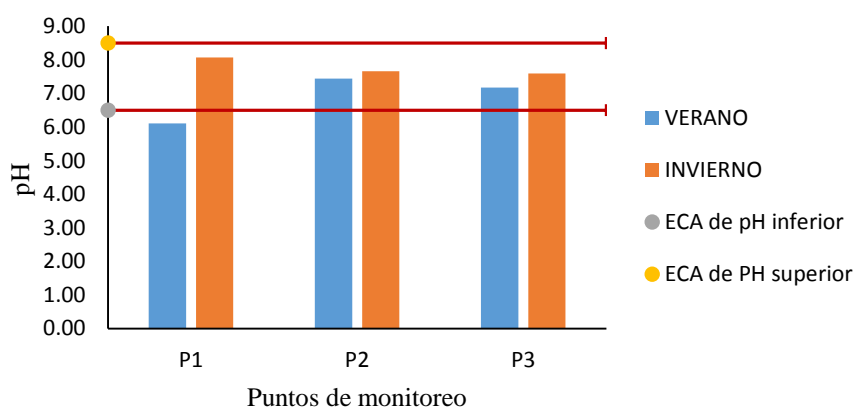


Figura 27. Análisis de pH de la Quebrada del Águila

En la figura 27, se observa que el pH en la Quebrada del Águila es menor en la época de estiaje (agosto y septiembre) que en la época de avenida (agosto y septiembre), en sus 3 puntos de muestreo, habiendo poca diferencia entre los resultados de ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 8,0 unidades. Sin embargo, supera los ECAs de Ph

inferior (6,5 unidades) y estando casi al Límite de los ECAs de pH superior (8,5 unidades) para las dos épocas en sus 3 puntos de muestreo.

- STD

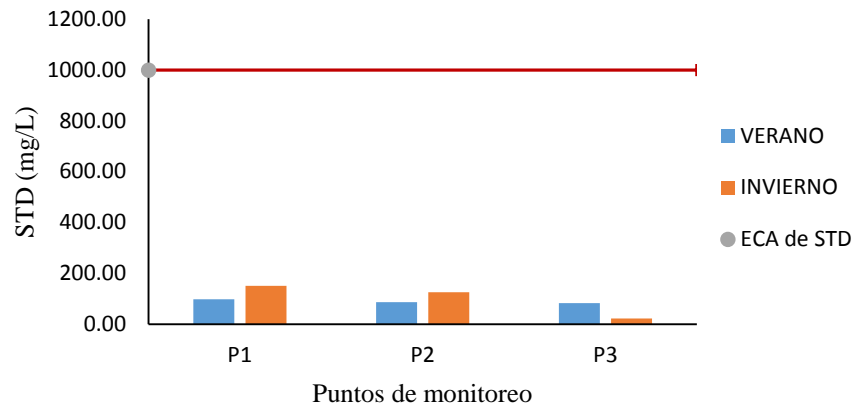


Figura 28. Análisis de los STD de la Quebrada del Águila

En la figura 28, se observa que los STD de la Quebrada del Águila es mayor en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), no habiendo mucha diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 200,0 mg/L, sin embargo, se encuentran muy por debajo de los ECAs de STD (1000 mg/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Temperatura

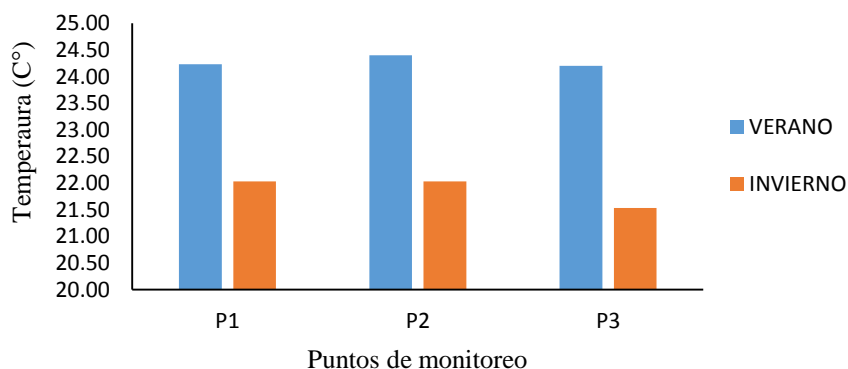


Figura 29. Análisis de la Temperatura de la Quebrada del Águila

En la figura 29, se observa que la Temperatura de la Quebrada del Águila es menor en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), habiendo poca diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 27,0 °C,

sin embargo, se encuentran debajo de los ECAs de Temperatura (30 °C), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Nitrato

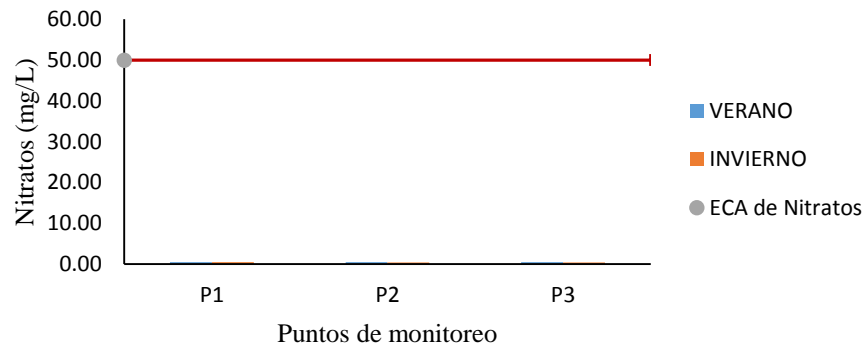


Figura 30. Análisis de la Nitratos de la Quebrada del Águila

En la figura 30, se observa que la concentración de Nitratos de la Quebrada del Águila ha sido apenas percibida para ambas épocas, tanto para época de estiaje y de avenida, por lo tanto, se encuentra por debajo de los ECAs de nitrato (50,0 mg/L)

- Nitrito

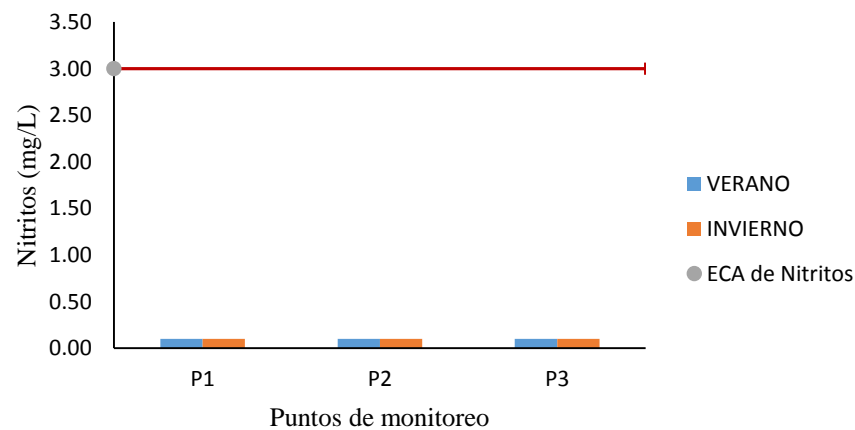


Figura 31. Análisis de Nitritos de la Quebrada del Águila

En la figura 31, se observa que los Nitratos de la Quebrada del Águila es igual en época de avenida (agosto y septiembre) y en la época de estiaje (agosto y septiembre), no habiendo diferencia entre ambas épocas, pero en se encuentra en mínimas concentraciones, encontrándose su valor máximo entre 0,0 y 0,02 mg/L, encontrándose muy por debajo de los ECAs de Nitritos (3 mg/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Amoniaco

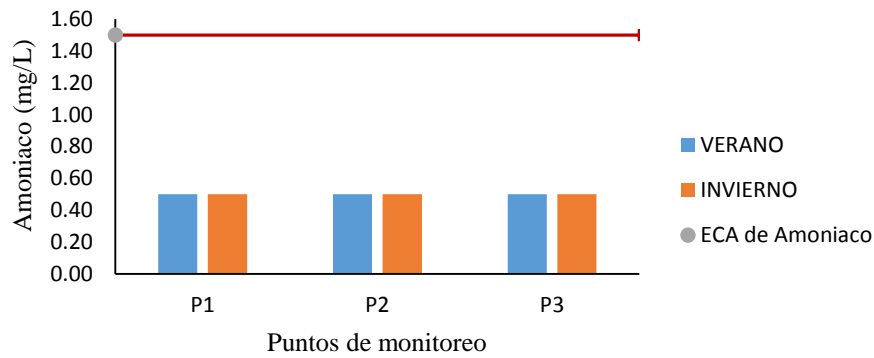


Figura 32. Análisis de Amoniac de la Quebrada del Águila

En la figura 32, se observa que las concentraciones de Amoniac de la Quebrada Cocheros se encuentran en igual concentración tanto en época de avenida (agosto y septiembre) y en la época de estiaje (agosto y septiembre), no habiendo diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo entre 0,50 mg/L, teniendo concentraciones muy por debajo de los ECAs de Amoniac (1,5m/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Fosfato Total

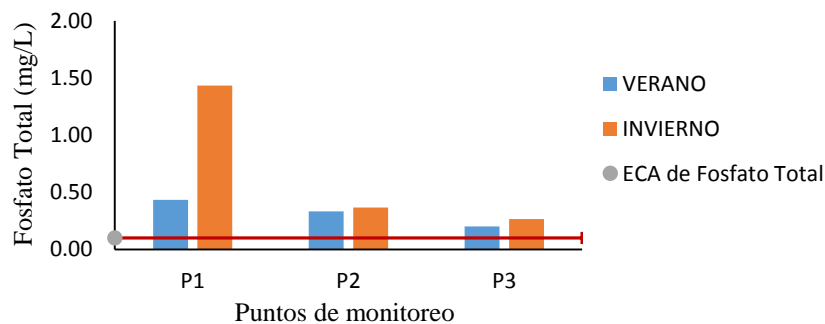


Figura 33. Análisis de Fosfato Total de la Quebrada del Águila

En la figura 33, se observa que la concentración de Fosfato Total de la Quebrada del Águila es menor en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre) para los puntos de muestreo P1 y P2, habiendo poca diferencia entre ambas épocas en los puntos P1 y P2, en el punto P3 la concentración de fosfatos es igual para ambas épocas, encontrándose su valor máximo en 1,02 mg/L, lo que supera por mucho la concentración de los ECAs de Fosfato Total (0,1), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

- Dureza

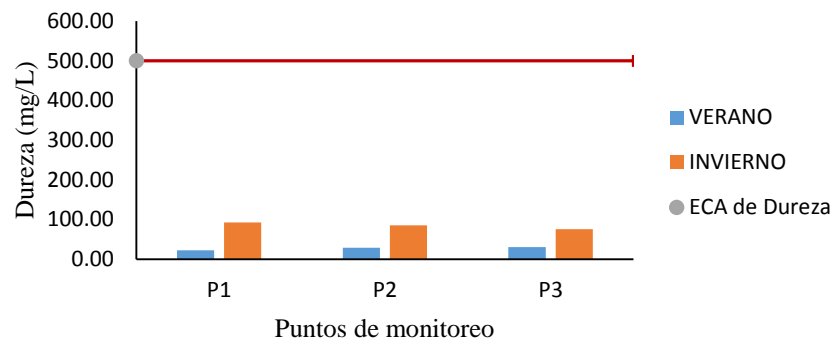


Figura 34. Análisis de Dureza de la Quebrada del Águila

En la figura 34, se observa que la Dureza del agua de la Quebrada del Águila se encuentra en mayores concentraciones en época de avenida (agosto y septiembre) que en la época de estiaje (agosto y septiembre), habiendo una mínima diferencia entre ambas épocas, encontrándose su valor máximo en 100,0 mg/L, encontrándose en concentraciones muy por debajo de los ECAs de Dureza (500m/L), para sus dos épocas en los 3 puntos de muestreo.

A continuación se muestra el coeficiente de variación:

Tabla 29. Coeficientes de variación para los parámetros analizados

Parámetro analizado	Unidad de medida	Varianza	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Coefficiente de variación (%)
Conductividad	μS/cm	4146.75	32.55	0.25	25.47
DBO ₅	mg/L	0.20	0.45	0.22	21.87
OD	mg/L	1.72	1.31	0.26	25.62
pH	unidades	0.53	0.73	0.10	10.00
STD	mg/L	2574.55	40.11	0.21	21.03
Temperatura	°C	2.33	1.53	0.07	6.52
Nitratos	mg/L	0.04	0.08	0.18	18.00
Nitritos	mg/L	0.01	0.04	0.33	32.65
Amoniaco	mg/L	0.02	0.13	0.31	31.24
Fosfato Total	mg/L	0.59	0.27	0.31	31.05
Dureza	mg/L	741.78	16.14	0.23	23.33
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0.69	0.04	0.28	28.19

4.3. Determinar el estado de la calidad del agua a través del cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA-PE)

En la siguiente tabla se describe la calidad del agua según el ICA (Índice de Calidad del Agua):

Tabla 30. Estado de calidad del agua de las quebradas Cocheros, Del Águila y Cushuro

Fuentes de agua	Valor CCME (WQI)	Calidad	Interpretación
Cocheros	79.06	Bueno	La calidad de agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo las condiciones desables puede estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
Del Águila	85.36	Bueno	La calidad de agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo las condiciones desables puede estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
Cushuro	76.08	Bueno	La calidad de agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo las condiciones desables puede estar con algunas amenazas.

La calidad del agua la Quebrada Cocheros, Del Águila y Cushuro se encuentra calculada por el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) y al tener un resultado de 79.06, 85.36 y 76.08, respectivamente, quiere decir que está dentro del rango 75-89 = “Buena”.

Leandro (2010), indica que existen dos parámetros fundamentales para poder determinar la calidad de agua, uno es el oxígeno disuelto y la presencia de coliformes. Los resultados del ICA del agua de la quebrada Cochero de acuerdo a los límites máximo perm con el presente “DS N° 031-2010-SA, según CCME_WQI tiene la calidad “Bueno” calic

Según los valores estimados, la quebrada Cocheros tiene calidad “Bueno” con un de 79.06, de manera similar, en la investigación de Suárez (2020), determinó que el ICA del agua para la quebrada Cochero para la época de estiaje y avenida de acuerdo a la normativa del ECAs y del LMP es “Bueno” para el consumo humano.

V. CONCLUSIONES

1. Se evaluó la calidad del agua en las fuentes de agua de Cocheros, Del Águila y Cushuro identificándose que éstas se encuentran dentro de la categoría “Bueno” según la metodología del Índice de Calidad de Agua, por lo tanto, son aptas para consumo humano.
2. Se determinó los parámetros de calidad del agua (pH, T°, conductividad, OD, DBO5, SST, NO3, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, Dureza, Coliformes Totales, Coliformes termotolerantes y Escherichia coli), en 03 puntos de muestreo (captación, reservorio y red de distribución) de las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, evaluados tanto en época de estiaje (agosto y septiembre) y época de avenida (octubre y noviembre).
3. Se realizó la comparación de los parámetros evaluados de las fuentes de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, con los estándares de calidad ambiental (ECAs) establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, identificando que, parámetros como oxígeno disuelto, pH y fósforo total en las tres fuentes de agua, superan lo establecido en el estándar de calidad.
4. El estado de la calidad del agua de las fuentes de aguas Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro, se calculó mediante el Índice de Calidad de Agua, donde los resultados obtenidos fueron 79.06, 85.36 y 76.08, respectivamente, o que quiere decir que dentro del rango 75-89 = “Bueno”.

VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Se deberá realizar más estudios fisicoquímicos como sulfatos, fenoles, alcalinidad y se deberá realizar más estudios microbiológicos como son formas parasitarias y organismos de vida libre (algas, protozoarios, rotíferos, nematodos) en todos sus estadios evolutivos ya que nos permitirá una mejor exactitud sobre la calidad del agua.
2. Implementar y utilizar en el sistema de abastecimiento de las tres quebradas (Cocheros, Cushuro y Águila), tecnologías que permitan eliminar los coliformes totales, Termotolerante y *Vibrio cholerae* en el agua, como es la adición de cloro; las bombas dosificadoras de productos químicos a menudo se usan para inyectar cloro en las fuentes de agua potable, que luego actúan como un dsinfectante que mata las bacterias. La tecnología que puede aplicarse es ultravioleta, filtración empacada (bolsa y cartucho), microfiltración (tecnología de membranas), ozno y electrogeneración de oxidantes.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Autoridad Nacional del Agua. [ANA]. (2016). Ministerio de Agricultura. Protocolo nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficiales. Lima.
- Asociación Estadounidense de Salud Pública. [APHA].(1999). Método normalizado para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. 20.
- Aspajo Ramirez, D. (2012). Determinación de la calidad del agua para uso doméstico de la quebrada Rumiyacu, en el Área de Conservación Municipal Rumiyacu - Mishquiyacu. Moyobamba, San Martín-2011. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.
- Aurazo, G. (2004). La Contaminación en el centro del país. Consultado 10 noviembre 2021. SERVINDI. (<https://www.servindi.org/actualidad/1172>).
- Barrenechea, A. (2004). Aspectos fisicoquímicos de la calidad de agua. Editorial Acribia. Lima – Perú.
- CEPIS/OPS, (2007). Vigilancia y Control de la Calidad del agua para el Consumo Humano. Cepis (<http://www.cepis.opsoms.org>).
- Chuquimbalqui Pulce, Y. (2017). Determinación de parámetros físico – químicos y biológicos del agua del río Tío Yacu, para uso recreacional y riego de vegetales, del distrito de Elias Soplín Vargas – Ríoja, 2015. [Tesis de grado]. Universidad nacional de san Martín.
- Contreras, L., Benítez P. (2013). Contaminación de Aguas Superficiales por Residuos de Plaguicida en Venezuela y otros países de Latinoamérica, Venezuela. Internacional de contaminación ambiental. 29(1) 7 – 23.
- Davis, M.L., y D.A, Cornwell, (1998). Introduction to Environmental Engineering, Mc Graw Hill, Series in Water Resources and Environmental Engineering.
- Díaz Sánchez, G. (2018). Determinación de la calidad del agua del río Naranjos mediante el uso de los coeficientes cinéticos de auto depuración, distrito de Pardo Miguel – San Martín, 2017. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de san Martín – Tarapoto.
- Dirección General de Salud Ambiental. [DIGESA]. (2007). Análisis Microbiológico de Aguas Residuales por Técnicas de los Tubos Múltiples de fermentación (NMP).
- Dimas Navarro, L. J. (2011). Calidad del agua del río Huallaga Tingo María. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Dirección General de Salud Ambiental. [DIGESA]. (2011). Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. DS N° 031 -2010 – SA. Lince. Lima.
- Dojlido, J., Raniszewski, J., Woyciechowska, J. (1994). Water Index Applied to Rivers in the vistula River Basin in Poland, env. Monitor. And Assess.

- EL PERUANO (2017). Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM. (http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/ds_004_2017_ECA_LMPagua.pdf.)
- Environmental protection agency [EPA]. (2007). Acid rain: What is pH. (<http://www.epa.gov/acidrain/measure/ph.html>).
- Fernández, N., Solano, F. (2005). Índices de Calidad y de Contaminación del agua. Universidad de Pamplona. Colombia.
- Geraldo, S. (2007). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Actividades Rurales. http://www.cebra.com.uy/presponsable/adjuntos/2007/11/manual_ppr_manu_al-eiar-ppr.pdf.
- Hanna Instruments. (2014). La Temperatura afecta el pH del Agua. (<http://www.hannachile.com/blog/item/461-la-temperatura-afecta-el-ph-del-agua>, artículo).
- Hernández, A. (2005). Evaluación del contenido de metales pesados en agua para consumo humano en la Ciudad de Tepic. ACADEMIA (http://www.academia.edu/6561759/Evaluacion_del_contenido_de_metales_pesados_en_agua_para_consumo_humano_documento).
- Mamani V.E. (2012). Informe principal: Propuesta de estándares nacionales de calidad ambiental para agua subterránea. Dirección General de Calidad Ambiental. Vice Ministro de Gestión Ambiental. Ministerio del Ambiente del Perú.
- Mendoza Fuentes, M. A. (2018). Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú. [Tesis de Maestría]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego. [MINAGRI]. (2015). Dirección general de infraestructura agraria y riego: Manual N° 5 medición de agua. DGIAR (<https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manualriego/manual5.pdf>).
- Ministerio de Salud. [MINSAL]. (2010). Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA.
- Organización Mundial de la Salud [OPS] (1988). Agua y salud humana. México D. F. México. Limusa.
- Ott, W. (1978). Environmental Indices. Theory and practice, AA Science, Ann Arbor, Michigan.
- Puerto Rico Environmental Quality Board. [PREQB]. (2004) Puerto Rico Water Quality Inventory and List of Impaired Waters, 305 (b) /303 (d) Final Report.

- Reátegui García, O. (2017). Determinación de la calidad del agua de la Laguna Azul, influenciado por la actividad agrícola en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia San Martín, 2016. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de san Martín – Tarapoto.
- RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Disponible en: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf
- RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 068-2018-ANA. Metodología para la determinación de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales. Disponible en: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._068-2018-ana.pdf
- Sánchez Bravo, Á. (2006). Agua: un recurso escaso. Editorial, Arcibel Editores. Madrid España.
- SENAMHI. 2010. Condiciones de tiempo. Servicios nacionales de meteorología e hidrología del Perú. Senamhi. ([Http: //www. senamhi. gob.pe/ main_mapa.php?t=dHi](http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi)). Artículo.
- Secretaria de estado de medioambiente y recursos naturales. [SEMARENA]. (2001). Normas de calidad de agua y control de descargas.
- Vasquez, F. (2010). Evaluación del Índice de Calidad del Agua de Influencia del Botá Municipal de Tarapoto Sector Yacucatina. [Tesis de Maestría]. Tarapoto. Perú.

ANEXOS

ANEXO 01

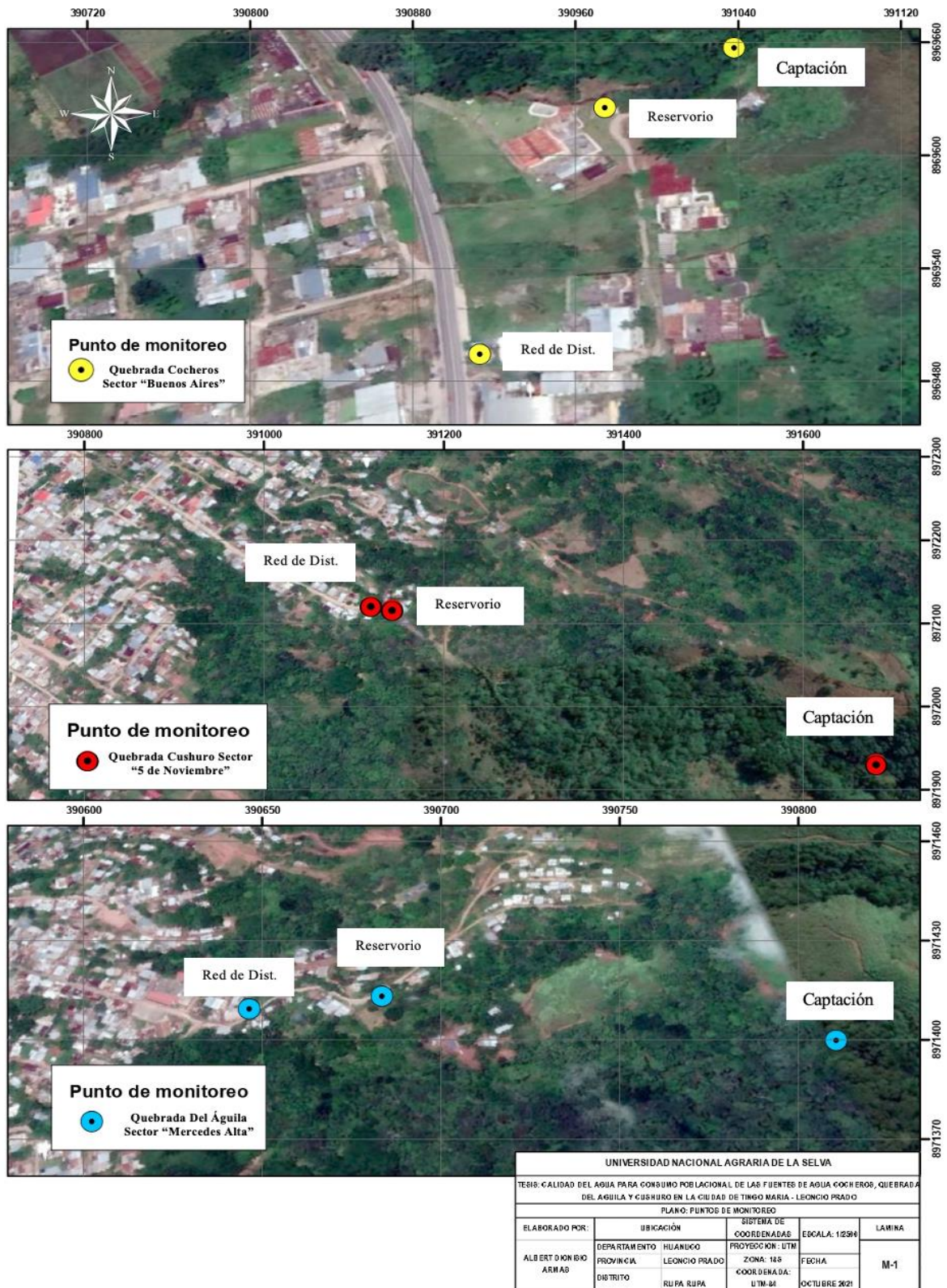


Figura 35. Plano de puntos de monitoreo de la fuente de agua Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro.

ANEXO 02

Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 4: Agua de Quebrada Del Aguila

Fecha recepción:

20/11/2020

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO									VALOR REFERENCIAL
		P1			P2			P3			
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	
		8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	248.67	283	289.41	178.81	179.02	175.91	164.67	167.87	163.85	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	2.45	2.63	2.54	2.14	2.32	2.41	2.23	2.27	2.16	5 mg/L
OD	mg/L	6.24	6.19	6.12	6.9	6.11	6.8	5.95	5.93	5.9	≥ 5 mg/L
pH	unidades	8.37	8.35	8.33	8.28	8.31	8.29	8.34	8.33	8.31	6.5 - 8.5
STD	mg/L	240.30	237	243.48	118.10	130	112.7	113.40	106	111.3	1000 mg/L
Temperatura	°C	22.9	22.1	22.4	21.1	22	21.7	21.8	22.7	21.9	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	1.3	0.9	0.9	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	91.47	92.59	97.22	85.12	82.22	87.66	80.79	84.62	82.93	500 mg/L

Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO									
		P1			P2			P3			
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



P. P. B.
Dr. Mchgo. Btchnlgo. César S. López López
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 3 : Agua de Quebrada Del Aguila

Fecha recepción:

19/10/2020

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO											
Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	P1			P2			P3			VALOR REFERENCIAL
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	283.9	249.4	278.5	176.8	174.32	170.3	153.2	155.3	157.2	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	2.41	2.53	2.63	2.24	2.22	2.11	2.14	2.19	2.07	5 mg/L
OD	mg/L	6.28	6.14	6.18	5.94	5.92	6	6.17	6.14	6.11	≥ 5 mg/L
pH	unidades	8.12	8.06	8.02	7.81	7.45	7.71	7.62	7.42	7.73	6.5 - 8.5
STD	mg/L	162.30	146	143	138.10	124	114.2	98.50	97	98	1000 mg/L
Temperatura	°C	21.5	22	22.6	21.9	22	22.2	22	21.4	21.2	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	1.4	1.5	1.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.1	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	90.67	93.54	95.41	84.67	86.92	85.62	76.97	77.53	73.74	500 mg/L

EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO											
Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	P1			P2			P3			VALOR REFERENCIAL
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



P. RB
Dr. Mchlg. Btclnlg. Cèsar S. López López
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 2: Agua de Quebrada Del Aguila

Fecha recepción:

17/09/2020

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO									VALOR REFERENCIAL
		P1			P2			P3			
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	88.66	81.08	89.36	78.81	79.02	77.9	64.67	69.88	64.83	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	1.45	1.63	1.54	1.14	1.32	1.41	1.23	1.27	1.16	5 mg/L
OD	mg/L	4.24	4.19	4.12	4.09	4.11	4.08	3.85	3.93	3.99	≥ 5 mg/L
pH	unidades	6.37	6.35	6.33	6.28	6.3	6.29	6.34	6.33	6.31	6.5 - 8.5
STD	mg/L	150.30	167	143.98	128.20	130	123.7	113.40	106	111.3	1000 mg/L
Temperatura	°C	25.9	25.1	25.4	26.1	26	25.7	25.8	25.7	25.9	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	0.9	0.8	0.8	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	53.46	38.46	57.69	46.15	42.31	57.69	30.77	34.61	26.92	500 mg/L

Parámetros Microbiológico	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO									
		P1			P2			P3			
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



Dr. Mcblgo. Btcnlgo. César S. López López
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 1: Agua de Quebrada Del Aguila

Fecha recepción:

24/08/2020

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO									VALOR REFERENCIAL
		P1			P2			P3			
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	193.7	189.4	178.4	166.7	144.8	152.3	143.9	156.7	164.5	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	2.07	2.03	2.10	2.14	2.32	2.41	2.23	2.27	2.16	5 mg/L
OD	mg/L	4.28	4.14	4.18	4.99	4.92	4.11	4.17	4.14	4.11	≥ 5 mg/L
pH	unidades	6.17	6.11	6.04	7.85	7.56	6.91	6.92	7.66	6.94	6.5 - 8.5
STD	mg/L	102.30	96	93	88.00	89	84	90.00	77	80	1000 mg/L
Temperatura	°C	24.5	23.6	24.6	24.9	24	24.3	24	24.4	24.2	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4	0.6	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.1	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	30.77	23.07	15.4	34.61	26.92	25.63	26.96	30.56	33.84	500 mg/L

Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO									
		P1			P2			P3			
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E. coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



Dr. Mchlg. Btchnlg. César S. López López
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Fecha recepción:

11/11/2020

Muestra 4: Agua de Quebrada Cushuro

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO									VALOR REFERENCIAL
		P1			P2			P3			
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	
		8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	156.4	163.6	172.4	130.7	135.2	131.2	119.33	116.98	113.65	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	2.31	2.43	2.29	1.90	2.16	1.96	1.95	1.88	2.00	5 mg/L
OD	mg/L	7.24	6.99	7.01	6.94	7.1	7.04	6.06	6.92	6.86	≥ 5 mg/L
pH	unidades	7.59	7.65	7.43	7.52	7.55	7.47	7.23	7.16	7.12	6.5 - 8.5
STD	mg/L	194.55	187	197.34	154.62	156	161.1	143.22	144	145.3	1000 mg/L
Temperatura	°C	21.3	22	22.2	21	22.3	22	21.4	21.5	22	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.5	0.4	0.5	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	1.4	1.3	1.3	0.7	0.6	0.7	0.5	0.5	0.5	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	116.52	108.59	105.35	75.90	78.84	71.69	70.39	73.6	74.42	500 mg/L

Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO									
		P1			P2			P3			
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



P. AS
Dr. Mchgo.Btcnigo. César S. López López
 Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 3: Agua de Quebrada Cushuro

Fecha recepción:

8/10/2020

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO											
Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	P1			P2			P3			VALOR REFERENCIAL
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	
		8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	245.3	230.1	241.3	190.7	195.2	191.2	189.13	186.59	183.54	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	2.13	2.02	2.19	1.23	2.26	2.06	1.45	1.95	2.03	5 mg/L
OD	mg/L	6.5	6.23	6.8	6.92	6.83	6.13	6.28	6.22	6.26	≥ 5 mg/L
pH	unidades	7.77	7.61	7.46	7.21	7.35	7.23	7.13	7.15	7.26	6.5 - 8.5
STD	mg/L	295.00	286	289	184.00	176	181	183.00	174	172	1000 mg/L
Temperatura	°C	22.1	22.2	22.5	21.3	22	22.6	21.4	21.5	22	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	5	2	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	95.33	99.59	97.45	87.76	77.66	71.63	80.54	83.61	88.48	500 mg/L

EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO											
Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	P1			P2			P3			VALOR REFERENCIAL
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



P. K.S.
Dr. Mchgo. Btcnlgo. César S. López López
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 2: Agua de Quebrada Cushuro

Fecha recepción:

8/09/2020

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO									VALOR REFERENCIAL
		P1			P2			P3			
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	
		8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	96.95	99.56	100.43	93.28	95.33	90.84	86.21	90.32	93.89	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	2.56	2.24	2.31	2.11	2.02	2.00	1.93	1.63	1.56	5 mg/L
OD	mg/L	4.24	4.99	4.01	4.12	4.56	4.45	4.78	4.49	4.23	≥ 5 mg/L
pH	unidades	6.69	6.58	6.62	6.45	6.58	6.54	6.42	6.72	6.48	6.5 - 8.5
STD	mg/L	89.00	93.43	90.32	84.00	78.23	77.57	83.00	87.34	74.47	1000 mg/L
Temperatura	°C	26.4	25.5	26.1	26	24.4	25.9	26.6	25.4	24.7	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.5	0.2	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	1	1	1	1	1	1	1	2	2	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	76.92	38.46	39.27	72.63	36.63	35.15	36.89	36.22	34.13	500 mg/L

Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO									
		P1			P2			P3			
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



P. [Signature]
Dr. Mchlgó.Btclngo. César S. López López
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 1 : Agua de Quebrada Cushuro

Fecha recepción:

10/08/2020

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO									VALOR REFERENCIAL
		P1			P2			P3			
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	
		8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	105.3	110.1	121.3	90.7	93.2	92.2	89.57	86.52	83.44	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	3.45	2.96	2.95	3.23	2.56	2.36	2.45	1.95	2.03	5 mg/L
OD	mg/L	4.27	4.53	4.18	4.12	4.04	4.16	4.04	4.17	4.07	≥ 5 mg/L
pH	unidades	6.72	6.91	6.76	6.61	6.75	6.65	6.63	6.56	6.86	6.5 - 8.5
STD	mg/L	95.00	86	89	84.00	76	81	83.00	84	92	1000 mg/L
Temperatura	°C	24.7	24.8	24.5	24	24.9	24	24.6	24.7	24	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.9	1	0.8	0.6	0.5	0.7	0.4	0.6	0.5	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	1.1	0.9	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	55.38	59.69	57.69	47.96	47.56	41.23	40.34	43.6	48.58	500 mg/L

Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO									
		P1			P2			P3			
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



Dr. Mcblgo. Btchnlgo. César S. López López
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 4: Agua de Quebrada Cocheros
Procedencia: Tingo María - UNAS
Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Fecha recepción: 2/11/2020

Análisis solicitados:

EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO											
Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	P1			P2			P3			VALOR REFERENCIAL
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	149	142	130	105.8	106.7	109.4	97	99	96	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	1.13	1.15	1.19	1.05	1.77	1.63	1.83	1.75	1.17	5 mg/L
OD	mg/L	5.49	5.83	5.78	5.32	5.44	5.36	5.24	5.27	5.66	≥ 5 mg/L
pH	unidades	7.09	7.54	7.42	7.37	7.65	7.59	7.45	7.67	7.48	6.5 - 8.5
STD	mg/L	170.32	168	178.85	134.29	155	163.2	119.60	113	115.9	1000 mg/L
Temperatura	°C	21.1	22.1	22.4	22.2	22.8	22.5	22.6	22.5	22	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	1.2	1.1	1.3	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	105.50	113.2	118.8	99.60	97.8	95.6	98.40	96.1	97.2	500 mg/L

EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO											
Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	P1			P2			P3			VALOR REFERENCIAL
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



P. P.B.
Dr. Mcblgo. Btenigo. César S. López López
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 3 : Agua de Quebrada Cocheros

Fecha recepción:

1/10/2020

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO									VALOR REFERENCIAL
		P1			P2			P3			
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	
		8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	250	247	230	109	106.3	189.9	97	99	96	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	2.71	2.32	2.52	2.57	2.38	2.22	1.78	1.58	1.72	5 mg/L
OD	mg/L	6.85	6.86	6.66	6.76	6.89	6.57	6.23	6.12	6.54	≥ 5 mg/L
pH	unidades	8.06	7.9	7.81	8.03	7.82	7.69	8.14	8	8.04	6.5 - 8.5
STD	mg/L	187.00	160	157	120.00	132	123	115.00	130	122	1000 mg/L
Temperatura	°C	21.8	22.4	22.7	21	22.2	22.6	21.3	22.3	22.8	▲ 3
Nitratos	mg/L	1.2	1.4	1.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	0.9	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	119.50	117.3	111.8	94.60	93.8	95.6	88.40	86.1	87.2	500 mg/L

Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO									
		P1			P2			P3			
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



Dr. M^cblgo. B^{tc}nlgo. César S. López López
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 2 : Agua de Quebrada Cocheros

Fecha recepción:

1/09/2020

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO									VALOR REFERENCIAL
		P1			P2			P3			
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	R1=	R2=	R3=	
		8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	8:00 a.m	12:00 p.m	3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	85.06	88.27	86.52	65.5	66.42	61.37	56.72	57.26	52.24	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	2.45	2.32	2.19	2.33	2.24	2.56	1.23	1.22	1.03	5 mg/L
OD	mg/L	3.97	3.79	3.92	2.83	2.64	2.45	2.57	2.52	2.34	≥ 5 mg/L
pH	unidades	6.55	6.39	6.23	6.28	6.65	6.59	6.54	6.62	6.52	6.5 - 8.5
STD	mg/L	74.00	69	88	64.00	65	67.25	59.32	50	49.8	1000 mg/L
Temperatura	°C	24.1	25.1	25.4	24.2	24.8	24.5	23.6	23.5	24	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	5	4	4	1	1	1	1	1	1	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	51.38	41.67	61.9	44.87	45.34	43.9	50.56	58.78	57.23	500 mg/L

Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO									
		P1			P2			P3			
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre de 2021



p. RB
Dr. Mcdlgo. Btclngo. César S. López López
Laboratorio Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Laboratorio de Microbiología General

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Muestra 1: Agua de Quebrada Cocheros

Fecha recepción:

3/08/2020

Procedencia: Tingo María - UNAS

Atención a : Bach. Albert Iván Dionisio Armas

Análisis solicitados:

EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICO - VERANO											
Parámetros Físicoquímico	Unidad de Medida	P1			P2			P3			VALOR REFERENCIAL
		Captación			reservorio			Red de distribución			
		R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	R1= 8:00 a.m	R2= 12:00 p.m	R3= 3:00 p.m	
Conductividad	µS/cm	69.4	62.2	65.5	58.3	56.3	59.9	57.2	52.4	53.54	1600 uS/cm
DBO ₅	mg/L	2.27	2.16	2.19	2.05	2.1	1.98	2.23	1.95	2.03	5 mg/L
OD	mg/L	3.47	3.93	3.38	3.62	3.64	3.56	3.54	3.7	3.77	≥ 5 mg/L
pH	unidades	8.09	8.54	8.42	8.37	8.65	8.59	8.45	8.67	8.48	6.5 - 8.5
STD	mg/L	70.00	67	78	84.00	82	89	89.00	90	98	1000 mg/L
Temperatura	°C	24.1	25.1	25.4	24.2	24.8	24.5	22.6	23.5	24	▲ 3
Nitratos	mg/L	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	50 mg/L
Nitritos	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3 mg/L
Amoniaco	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5 mg/L
Fosfato Total	mg/L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.15 mg/L
Dureza	mg/L	111.50	115.3	115.8	84.60	93.8	85.6	88.40	96.1	87.2	500 mg/L

EVALUACION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS - VERANO											
Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	P1			P2			P3			VALOR REFERENCIAL
		Captación			Reservorio			Red de distribución			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	UFC/100 mL	15	0	0	0	0	0	0	0	0	20 NMP/100 ml

Tingo María, 27 de octubre 2021



P. R. S.
Dr. Mcblgo.Btcnigo. César S. López López
Laboratorio Microbiología General

ANEXO 03

Tabla 31. Valores para el cálculo de calidad de agua CCME (WQI) de la Quebrada Cocheros

F1 – ALCANCE	0.25
F2 – FRECUENCIA	0.15
F3 – AMPLITUD	36.26
Suma excedente	40.96
Suma normalizada	0.57
CCME (WQI)	79.06

Tabla 32. Valores para el cálculo de calidad de agua CCME (WQI) de la de la Quebrada Cushuro

F1 – ALCANCE	0.25
F2 – FRECUENCIA	0.14
F3 – AMPLITUD	41.43
Suma excedente	50.94
Suma normalizada	0.71
CCME (WQI)	76.08

Tabla 33. Valores para el cálculo de calidad de agua CCME (WQI) de la de la Quebrada Del Águila

F1 – ALCANCE	0.25
F2 – FRECUENCIA	0.13
F3 – AMPLITUD	25.35
Suma excedente	24.45
Suma normalizada	0.34
CCME (WQI)	85.36

Tabla 34. Estándares de calidad ambiental del agua

Parámetros	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1 aguas potabilizadas con desinfección	A2 aguas potabilizadas con tratamiento convencional	A3 aguas potabilizadas con tratamiento avanzado
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
OD	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Temperatura	°C	3	3	**
Sólidos T.	mg/L	1000	1000	**
Nitratos	mg/L	50	50	50
Fosforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
DBO5	mg/L	3	5	10
<i>E. Coli</i>	NMP/100 mL	50	**	**

Fuente: D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.

Tabla 35. Estándares de calidad ambiental del agua

Parámetros	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción para recreación	
		B1 Contacto primario	B2 Contacto secundario
pH	Unidad de pH	6,0 - 9,0	**
OD	mg/L	≥ 5	≥ 4
Temperatura	°C	3	3
Sólidos T.	mg/L	**	**
Nitratos	mg/L	**	**
Fosforo Total	mg/L	**	**
DBO5	mg/L	5	10
Turbiedad	UNT	100	**
<i>E. Coli</i>	NMP/100 mL	ausencia	ausencia

Fuente: D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.

Tabla 36. Calidad del agua en función a la Conductividad

Conductividad (µs/cm)		
Concentración	Fuente	Calidad
300 – 18000	CFS	Salobres

Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)		
Concentración	Fuente	Calidad
3500 – 100000	CFS	Saladas
Hasta 400	RD	Deseable potable
Hasta mineralización	RD	Tolerable potable
400	CEE	Consumo humano
20 – 50	R	Alta montaña
150 – 200	R	Cuenca baja

Fuente: Ministerio de Salud (2010)

Tabla 37. Calidad del agua en función a la Demanda Bioquímica de Oxígeno

DBO (mg/L)		
Concentración	Fuente	Calidad
0,75 – 2	TVA	Recreación
1,5 – 3,5	TVA	Recreo – pesca
<1	NyV	Normal
1 – 3	NyV	Aceptable
3 – 6	NyV	Calidad dudosa
> 6	NyV	Anormal
1 – 3	M	Oligo saprobio
3,5 – 12	M	Meso saprobio
15 – 100	M	Poli saprobio
>100	M	Eu saprobio

Fuente: Ministerio de Salud (2010)

Tabla 38. Calidad del agua en función a Coliformes Fecales

Coliformes Totales (NMP/100 mL)		
Concentración	Fuente	Calidad
50 – 100	TVA	Recreación
100 – 1000	TVA	Recreo pesca
0	RD	Potable
1000	MS	Potable desinfección (contacto primario)
5000	MS	Agrícola (Contacto secundario)
20000	MS	Potable (Tratamiento convencional)

Fuente: Ministerio de Salud (2010)

Tabla 39. Calidad del agua en función al Oxígeno Disuelto

Oxígeno Disuelto (mg/L - %)		
Concentración	Fuente	Calidad
6,5 – 7,5	TVA	Recreación
5 – 7	TVA	Recreo - pesca
> 3	USA	Abastecimiento humano
> 4	USA	Vida piscícola
> 4	MS	Preservación flora y fauna aguas Cálidas
> 5	MS	Aguas frías
> 75%	CEE	Consumo humano
> 70%	MS	Contacto primario y secundario (recreación)

Fuente: Ministerio de Salud (2010)

Tabla 40. Calidad del agua en función a los Sólidos Suspendidos

Sólidos Suspendidos (mg/L)		
Concentración	Fuente	Calidad
<10	NyV	Muy buena cuenca alta
10 – 25	NyV	Normal cuenca alta media
25 – 50	NyV	Buena cuenca media baja
50 – 75	NyV	Buena cuenca baja
75 – 150	NyV	Media contaminados
150 – 300	NyV	Mediocre contaminados
>300	NyV	Muy contaminados

Fuente: Ministerio de Salud (2010)

Tabla 41. Calidad del agua en función al Fósforo Total

Fósforo Total (mg/L)		
Concentración	Fuente	Calidad
0,17	RD	Deseable potable
< 0,01	USEPA	Oligotrófica
0,01 – 0,02	USEPA	Meso trófica
> 0,02	USEPA	Eutrófica

Fuente: Ministerio de Salud (2010)

Fotografías



Figura 36. Medición de puntos en las fuentes de agua en estudio.



Figura 37. Medición de puntos en la quebrada del Aguila.



Figura 38. Muestra de la quebrada del Aguila.



Figura 39. Analisis de agua de las muestras de las fuentes de agua.



Figura 40. Medición de los parámetros de las muestras de fuentes de agua.