

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**CALIDAD DEL AGUA PARA USO RECREACIONAL DE LOS ATRACTIVOS
TURÍSTICOS EN EL DISTRITO MARIANO DÁMASO BERAÚN - HUÁNUCO, 2024**

Tesis

Para optar el grado de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Susan Irene Alvarado Garay

Tingo María – Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 043-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 02 de abril 2025, a horas 8: 30 a.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“CALIDAD DEL AGUA PARA USO RECREACIONAL DE LOS ATRACTIVOS TURÍSTICOS EN EL DISTRITO MARIANO DÁMASO BERAÚN -HÚANUCO,2024”

Presentado por la Bachiller: **ALVARADO GARAY, SUSAN IRENE**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

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

Tingo María, 14 de abril de 2025


Dr. CESAR SAMUEL LOPEZ LOPEZ
PRESIDENTE


Ing. MSc. SANDRA L. ZAVALA GUERRERO
MIEMBRO


Ing. MSc. PATRICIA P. ROMERO USHUÑAHUA
MIEMBRO




Blgo. MSc. CESAR AUGUSTO GOZME SULCA
ASESOR


Ing. MSc. ANGIE T. FERNANDEZ ESCOBAR
ASESORA



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 177 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional
-------	---	------------------------------------

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CALIDAD DEL AGUA PARA USO RECREACIONAL DE LOS ATRACTIVOS TURÍSTICOS EN EL DISTRITO MARIANO DÁMASO BERAÚN - HUÁNUCO, 2024	SUSAN IRENE ALVARADO GARAY	19 % Diecinueve

Tingo María, 09 de junio de 2025


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María



VICERRECTORADO DE INVESTIGACION DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

REGISTRO DE PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales Renovables
Escuela Profesional	: Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
Título de Tesis	: CALIDAD DEL AGUA PARA USO RECREACIONAL DE LOS ATRACTIVOS TURÍSTICOS EN EL DISTRITO MARIANO DÁMASO BERAÚN - HUÁNUCO, 2024
Objetivo General	: Evaluar la calidad del agua para uso recreacional en los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún, Huánuco - 2024.
Autor de la Tesis	: Susan Irene Alvarado Garay
DNI	: 71550806
Correo Electrónico	: susan.alvarado@unas.edu.pe
Asesores de Tesis	: 1. Blgo. MSc. César Augusto Gozme Sulca : 2. Ing. Msc. Angie Tatyana Fernandez Escobar
Área de Investigación	: Gestión ambiental - PICSDS
Grupo de Investigación	: Gestión ambiental
Línea de Investigación	: Gestión de la contaminación
Lugar de Ejecución	: Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco
Fecha de inicio	: 01/08/2024
Fecha de termino	: 01/02/2025
Presupuesto	: S/. 5 017.7
Financiamiento	: Propio (X) FEDU () Externo ()

Susan Irene Alvarado Garay
Tesisista

Blgo. MSc. César Augusto Gozme Sulca
Asesor

Ing. Msc. Angie Tatyana Fernandez Escobar
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por su infinito amor y gran misericordia con los míos. Su guía y fortaleza me acompañan siempre.

A mi compañero de vida, Angelo Domínguez, su amor, paciencia y apoyo absoluto son el mejor complemento e inspiración para mí.

A mis padres y hermanos, por ser un gran ejemplo en mi vida. Aprendo de ustedes todos los días, su esfuerzo, perseverancia y constante motivación me impulsan a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi roca eterna, cuya sabiduría y gracia me han dado la fuerza necesaria para culminar esta etapa.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por las enseñanzas impartidas en sus aulas y brindarme experiencias enriquecedoras que me acompañarán toda la vida.

A mis asesores, por su disposición y recomendaciones brindadas durante el desarrollo de la investigación.

A los miembros integrantes del jurado, quienes con sus conocimientos han contribuido en la culminación de la presente investigación.

A mis amigas, con las que compartí muchas anécdotas y aprendizajes durante nuestra etapa universitaria.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales.....	3
2.1.3. Locales	4
2.2. Marco teórico.....	5
2.2.1. Usos del agua	5
2.2.2. Calidad de agua superficial.....	6
2.2.3. Calidad microbiológica del agua	7
2.2.4. Índice de calidad de agua.....	7
2.2.5. Índice de calidad de agua (ICA-PE)	8
2.2.6. Estándar nacional de calidad de agua en Perú	8
2.2.7. Contaminación del agua por actividades turísticas.....	9
2.2.8. Atractivos turísticos en el distrito de Mariano Dámaso Beraún	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Ubicación.....	11
3.1.1. Ubicación política	11
3.1.2. Ubicación geográfica	11
3.1.3. Características climáticas.....	12
3.2. Materiales y equipos	12
3.2.1. Materiales.....	12
3.2.2. Equipos	12
3.3.1. Tipo de investigación.....	13

3.3.2. Nivel de investigación	13
3.3.3. Diseño de investigación	13
3.3.4. Variables de investigación	13
3.3.5. Operacionalización de variables	13
3.3.6. Población y muestra	15
3.4.1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	15
3.4.2. Comparación de los parámetros evaluados con el ECA-Agua	21
3.4.3. Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) de los atractivos turísticos	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	24
4.2. Comparación de los parámetros evaluados con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua	34
4.3. Determinación del Índice de Calidad del Agua (ICA-PE)	41
V. CONCLUSIONES	44
VI. PROPUESTAS A FUTURO	45
VII. REFERENCIAS	46
VIII. ANEXOS	52

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Ubicación geográfica de las zonas de estudio	12
2. Operacionalización de variables	14
3. Código de muestreo	18
4. Frecuencia de muestreo	18
5. Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y metodología.....	19
6. Indicaciones de toma de muestras	20
7. Parámetros a comparar con el ECA-Agua (2017) Subcategoría B (B1)	21
8. Calificación e interpretación de la Calificación ICA-PE.....	23
9. Valores descriptivos de parámetros parasitológicos.....	33
10. Análisis estadístico de los parámetros evaluados	34
11. Valores descriptivos de materiales flotantes con el ECA-Agua.....	38
12. Valores descriptivos de parámetros parasitológicos comparados con el ECA-Agua...41	
13. Valores de los parámetros fisicoquímicos insitu	55
14. Valores de los parámetros fisicoquímicos exsitu	55
15. Valores de los parámetros microbiológicos.....	55
16. Valores cuantitativo ICA-PE	56

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Informe de reporte de logros DCERH.....	6
2. Indicadores de calidad de agua.....	7
3. Parámetros considerados en la Categoría 1-A2 Poblacional y Recreacional	8
4. Clasificación de categorías y subcategorías de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua en el Perú.....	9
5. Mapa de ubicación de las zonas de muestreo	11
6. Materiales utilizados en la investigación.....	12
7. Punto de muestreo en la Cascada Chaglla Nueva.....	16
8. Punto de muestreo en la Cascada El Encanto de las Palmas	16
9. Punto de muestreo en la Catarata Honolulo	17
10. Punto de muestreo en la Catarata Santa Rosa de Quesada	17
11. Resultados de Temperatura (°C) en los atractivos turísticos	24
12. Resultados de pH en los atractivos turísticos	25
13. Resultados de oxígeno disuelto (mg/L) en los atractivos turísticos	26
14. Resultados de DQO (mg/L) en los atractivos turísticos	27
15. Resultados de DBO ₅ (mg/L) en los atractivos turísticos	27
16. Resultados de turbidez (mg/L) en los atractivos turísticos.....	28
17. Resultados de nitratos (mg/L) en los atractivos turísticos.....	29
18. Resultados de sulfatos (mg/L) en los atractivos turísticos	30
19. Resultados de materiales flotantes de origen antropogénico en los atractivos turísticos	31
20. Resultados de coliformes termotolerantes en los atractivos turísticos	31
21. Resultados de <i>Escherichia coli</i> en los atractivos turísticos	32
22. Comparación de pH con el ECA-Agua	35
23. Comparación de oxígeno disuelto (mg/L) con el ECA-Agua	35
24. Comparación de DQO (mg/L) con el ECA-Agua	36
25. Comparación de DBO ₅ (mg/L) con el ECA-Agua	36
26. Comparación de turbidez (mg/L) con el ECA-Agua.....	37
27. Comparación de nitratos (mg/L) con el ECA-Agua.....	38
28. Comparación de coliformes termotolerantes con el ECA-Agua	39

29. Comparación de <i>Escherichia coli</i> con el ECA-Agua	40
30. ICA-Agua para los atractivos turísticos en Mariano Dámaso Beráun	42
31. Calificación ICA para el muestreo en estiaje	42
32. Calificación ICA para el muestreo en avenidas.....	43
33. Recolección de muestra en la Cascada El Encanto de las Palmas.....	57
34. Recolección de muestra en la Catarata Santa Rosa de Quesada.....	57
35. Evaluación de parámetros fisicoquímicos en laboratorio.....	58
36. Evaluación de parámetros fisicoquímicos de nitratos y sulfatos.....	58
37. Preparación de muestras para análisis de DQO.....	59
38. Preparación de caldos de cultivo para análisis de parámetros microbiológicos.....	59
39. Placas Petri con caldo para análisis de <i>Salmonella sp.</i>	60
40. Placas Petri con caldo para análisis de <i>Salmonella sp</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Escherichia coli</i> y coliformes termotolerantes.	60

RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar la calidad del agua para uso recreacional en los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún, se seleccionó a la catarata Honolulo, Santa Rosa de Quesada, cascada El Encanto de las Palmas y Chaglla Nueva, durante la temporada de estiaje y avenidas. Se consideraron catorce parámetros entre fisicoquímicos y microbiológicos para luego ser comparados con el ECA Agua en la categoría 1 subcategoría B1 y posteriormente determinar el Índice de Calidad del Agua. Como resultados se obtuvieron los valores medios de pH(7.83), temperatura (18.8°C), oxígeno disuelto (7.69mg/L), demanda bioquímica de oxígeno (2.28mg/L), demanda química de oxígeno (6.14 mg/L), turbidez (26.47 NTU), nitratos (0.43mg/L), sulfatos (28.63mg/L), y microbiológicos como coliformes termotolerantes (4.88 NMP/100mL) y *E. coli* (2 NMP/100 mL), mientras que, la presencia de materiales flotantes solo en la catarata Honolulo, y *Vibrio cholerae* y *Salmonella sp.* se identificó en todos los cuerpos de agua durante la temporada de avenidas. Los parámetros fisicoquímicos cumplen con lo establecido la normativa, mientras que los microbiológicos no lo hacen, excepto por coliformes termotolerantes. Finalmente, se concluye que, el ICA – PE de los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún es bueno.

Palabras clave: Estiaje, avenida, parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, calidad.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the water quality for recreational use in the tourist attractions of the district of Mariano Dámaso Beraún. The selected sites included the Honolulu Waterfall, Santa Rosa de Quesada, El Encanto de las Palmas Waterfall, and Chaglla Nueva, during both the dry and wet seasons. Fourteen parameters, including physicochemical and microbiological factors, were analyzed and compared with the Environmental Quality Standards for Water (ECA Agua) under category 1, subcategory B1, to subsequently determine the Water Quality Index (WQI). The results showed average values of pH (7.83), temperature (18.8°C), dissolved oxygen (7.69 mg/L), biochemical oxygen demand (2.28 mg/L), chemical oxygen demand (6.14 mg/L), turbidity (26.47 NTU), nitrates (0.43 mg/L), sulfates (28.63 mg/L), and microbiological parameters such as thermotolerant coliforms (4.88 MPN/100mL) and *E. coli* (2 MPN/100 mL). Floating materials were found only at the Honolulu Waterfall, while *Vibrio cholerae* and *Salmonella* sp. were identified in all water bodies during the wet season. The physicochemical parameters complied with the established regulations, whereas the microbiological parameters did not, except for thermotolerant coliforms. Finally, it is concluded that the WQI – PE of the tourist attractions in the district of Mariano Dámaso Beraún is classified as good

Keywords: Dry season, wet season, physicochemical parameters, microbiological parameters, quality

I. INTRODUCCIÓN

El turismo es una de las industrias más importantes del mundo y en los últimos años ha tomado un papel fundamental en la economía global, sumado a un manejo responsable y sostenible, tiene el potencial de beneficiar a la población en general, así como brindar servicios ecosistémicos tales como recreativos, de esparcimiento, culturales, científicos, entre otros. Perú, es un país muy afortunado, pues se destaca por su impresionante biodiversidad y una amplia gama de ecosistemas con maravillosos paisajes, así como climas, especies vegetales y animales, que atraen a personas con gran interés en la naturaleza.

El ecoturismo y en general el turismo en nuestro país ha sido beneficiado por sus increíbles atractivos naturales, así es como el Ministerio de Turismo (2024) informó que, de enero a octubre del año 2025, el flujo de turistas nacionales aumentará a más de 2.2 millones personas y más del 40% para turistas nacionales, lo que significa un gran avance después de la caída en el sector por la pandemia de la covid-19.

En los últimos años, una de las actividades más valoradas por los turistas ha sido el ecoturismo, también conocido como turismo natural o rural, llevado a cabo frecuentemente en zonas naturales protegidas o áreas sin mucha intervención antrópica, donde se ofrecen servicios ambientales que ayudan a conservar las bellezas del paisaje, así como la rica diversidad de flora y fauna. La efectividad y el mantenimiento de estos servicios están intrínsecamente ligados a la conservación de los ecosistemas, por lo tanto, cualquier alteración puede tener un impacto significativo en la calidad de vida humana y en los esfuerzos por preservar nuestro entorno natural, resaltando la importancia de proteger y cuidar nuestros recursos naturales, no solo para el beneficio de un sector, como lo es el turismo, sino para asegurar un futuro sostenible.

La provincia de Leoncio Prado se presenta como un destino privilegiado debido a la amplia variedad de atracciones turísticas que ofrece, éstos espacios naturales han captado la atención de los visitantes quienes pueden disfrutar no solo de su belleza visual, sino también de los servicios ambientales que proporcionan, de acuerdo al informe de la DIRCETUR Huánuco (2020), el distrito de Mariano Dámaso Beraún posee más de 25 atractivos naturales, dentro de los cuáles destacan cataratas, cascadas, pozas naturales, entre otros, que en los últimos meses han ganado gran popularidad entre los visitantes.

En tal sentido se ve conveniente realizar seguimiento a diferentes cuerpos de agua del distrito de Mariano Dámaso Beraún, en especial de los nuevos atractivos turísticos, a fin de conocer la calidad del agua destinada para recreación con el propósito de desarrollar políticas

de gestión e instrumentos de conservación de la naturaleza, que a su vez permitan el disfrute de los recursos pero asegurando su protección.

Por lo expuesto, y existiendo a la fecha información limitada sobre la calidad de agua para uso recreacional de los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún, surge la interrogante ¿Cuál es la calidad de agua para uso recreacional los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún, Huánuco - 2024?. Planteándose como hipótesis, la calidad del agua para uso recreacional es excelente en los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún, Huánuco - 2024.

1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua para uso recreacional en los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún, Huánuco - 2024.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún.
- Comparar los parámetros evaluados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECAs) para agua.
- Determinar el Índice de Calidad del Agua (ICA – PE) de los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

De acuerdo con Manrique (2023), en su investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua del lago Sochagota que en los últimos años ha recibido turistas de diferentes partes tanto internacionales como locales. Se ha considerado que éste recurso turístico es un ecosistema lacustre tipo léntico, de acuerdo con los resultados obtenidos sobre la calidad del mismo se ha obtenido que, el análisis ICA fue de regular, esto coincide con los datos de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, ya que se observan niveles elevados de materia orgánica que generan valores altos en la DBO₅ y en los sólidos, además también se obtuvo valores de nitratos y fosfatos fuera de la normativa nacional y se detectó la presencia de coliformes; esto puede ocasionar repercusiones a la salud. Se puede concluir con el estudio que el Lago Sochagota no cuenta con las condiciones adecuadas para su aprovechamiento como agua de consumo pero si como agua recreacional.

Para Cabrera (2023), el estudio que desarrolló se centró en evaluar la calidad del agua de la laguna Yambo, así como identificar los impactos que podrían afectar la biodiversidad de la zona. El autor realizó análisis fisicoquímicos y microbiológicos seleccionando tres zonas de monitoreo con tres repeticiones en el área de estudio, así mismo, calculó el índice NSF y de León con el software Ictest volumen 1, versión 44. Por otro lado, también identificó los impactos positivos y negativos usando una matriz de evaluación rápida. Los resultados obtenidos mostraron índices de 66.97 y 70.77, clasificados como calidad “media” y “excelente”, respectivamente, en cuanto a los impactos negativos estos superaron a los positivos. Se concluye que, aunque la calidad del agua en la laguna Yambo es aceptable existen algunas acciones y características que podrían afectar las condiciones naturales y por lo tanto, degradar la calidad del mismo, se sugiere la implementación de un plan de mitigación para las actividades principales de la zona como el turismo.

2.1.2. Nacionales

Según Sucapuca (2022), el estudio se enfocó en estimar la calidad del agua del río Crucero en Carabaya, para lo cual utilizó la metodología nacional ICA-PE y el CCME-WQI metodología canadiense. Se recolectaron muestras en cinco estaciones de monitoreo (P1, P2, P3, P4, P5), y se consideró temporada de estiaje y de avenida, en total se evaluaron 14 parámetros entre fisicoquímicos, orgánicos y microbiológicos para proceder a comparar con la categoría 3 del ECA-Agua, para riego de vegetales y bebida de animales. Los resultados indican

que en los puntos P1 y P2 durante la época de estiaje, la calidad del agua fue calificada como “Excelente” mientras que, para el P3 tanto en estiaje como avenida, la calidad del agua fue considerada “Mala”, para los puntos P4 y P5 en ambas evaluaciones se clasificó como “Regular”. Se concluye que el vertido de aguas residuales en las zonas aledañas al cuerpo de agua natural está afectando negativamente el recurso hídrico.

Ramos y Guillermo (2023), se propusieron evaluar y determinar la metodología más adecuada para reflejar la situación actual en cuanto a la calidad del río Locumba. Para determinar la calidad del agua con la metodología ICA-PE para las categorías consumo Humano y agua para riego se consideró 11 parámetros, tanto físicoquímicos, orgánicos (algunos metales como arsénico y boro) y microbiológicos, tomados por la Autoridad Nacional del Agua en los años 2012, 2016 y 2019 en los cuatro puntos de monitoreo: RLocu, RLocu, RIlab y RCall identificados por la misma institución. Los resultados del ICA-PE indican que el agua del río principal de la cuenca tiene una calidad clasificada como “Mala”, si se lo compara con la categoría 1 y “Regular” si se lo compara con la categoría 3. El autor concluye que la metodología utilizada se adapta muy bien a la zona de estudio, así como, que se deberían implementar procesos de mitigación y recuperación de la calidad del agua, ya que esta podría empeorar.

2.1.3. Locales

Dionisio (2021), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo estimar la calidad del agua para consumo poblacional de las tres quebradas de las zonas urbanas de la ciudad de Tingo María, Cocheros, Cushuro y Del Águila. El estudio fue descriptivo con diseño no experimental longitudinal. Utilizó la metodología ICA-PE para la categoría consumo Humano. Se consideró parámetros físicoquímicos y microbiológicos, en 03 puntos de muestreo a lo largo del sistema de abastecimiento de agua, considerando los principales componentes, de Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro. Los resultados demostraron que la calidad del agua de las fuentes de aguas Cocheros, quebrada del Águila y Cushuro dieron valores de 79.06, 85.36 y 76.08, respectivamente, que, según la metodología del Índice de Calidad de Agua, se encuentran dentro de la categoría “Bueno”.

Oré et al., (2022), en su investigación tuvieron como objetivo evaluar el Índice de Calidad de las aguas de las quebradas El Águila y Piuranito ubicadas en la ciudad de Tingo María. Se establecieron 3 puntos de monitoreo para cada cuerpo de agua, ubicados de la siguiente manera (alta, media y baja) con 5 mediciones por cada punto de muestreo. Utilizó la metodología ICA-PE para la categoría consumo poblacional. Los parámetros evaluados fueron: Temperatura, pH, OD, conductividad, DBO5, plomo, zinc y

cadmio. Los autores determinaron que la calidad del agua para consumo poblacional es “mala” en ambas quebradas y concluyen que “a menor altura la calidad de agua desciende según el uso establecido”.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Usos del agua

El uso del agua se define como la aplicación de este recurso en diversas actividades, es decir, cuando se habla de consumo, se entiende como la diferencia entre el volumen de agua suministrado y el volumen descargado, entonces hablamos de un uso consuntivo (CONAGUA, 2010). Según ANA (2018), en el ámbito del uso consuntivo, la mayor demanda proviene de la agricultura, que representa el 85.9% del total, lo que equivale a 32 010.5 hm³. En contraste, la actividad con menor demanda es la producción de agua para la ganadería, que solo requiere el 8.8 hm³. En el caso del uso no consuntivo, la mayor demanda de agua corresponde a la generación de energía eléctrica, con un 98.2%, lo que equivale a 59 936.4 hm³.

2.2.1.1. Uso primario

Según Pino (2021), el uso primario del agua se refiere a su utilización directa y efectiva en fuentes naturales y cauces públicos, con el propósito de satisfacer necesidades humanas fundamentales. Esto incluye el uso del agua para la preparación de alimentos, el consumo directo, la higiene personal, y también su empleo en ceremonias culturales, religiosas y rituales.

2.2.1.2. Uso poblacional

El uso poblacional se refiere a la captación de agua de una fuente o red pública que ha sido debidamente tratada, con el objetivo de satisfacer las necesidades básicas de la humanidad, como la preparación de alimentos y la higiene personal. Según el INEI (2022), el volumen de agua superficial destinada a este uso para el año 2020 fue de 1650 hm³.

2.2.1.3. Uso productivo

El uso productivo del agua se refiere a su utilización en procesos de producción o en actividades que preceden a estos. Este tipo de uso incluye diversas categorías, como el uso agrario, acuícola, energético, industrial, medicinal, minero, recreativo, turístico y de transporte (Neme, et al., 2021).

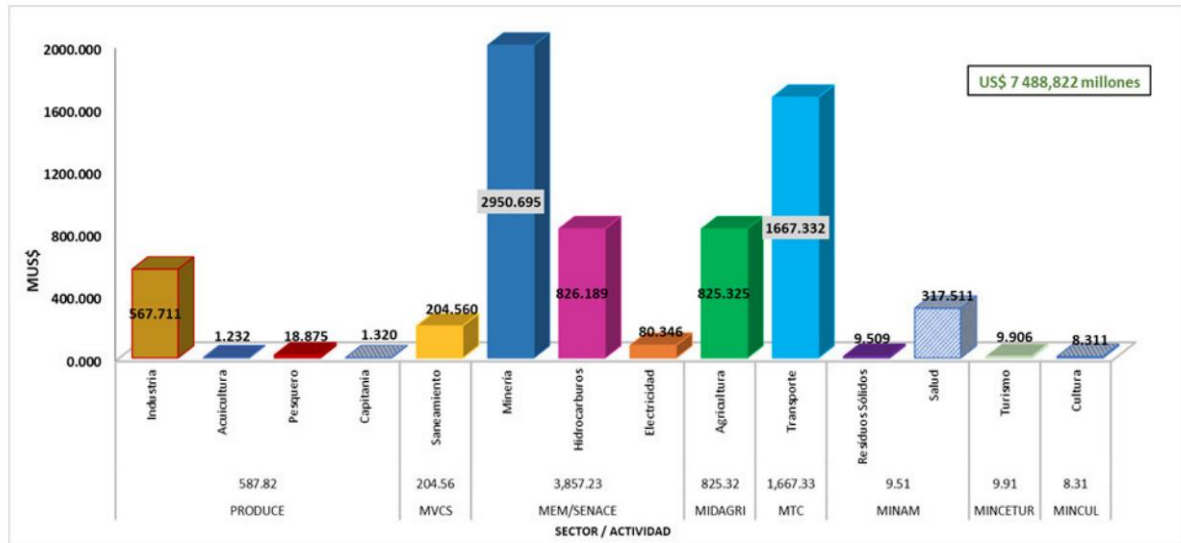


Figura 1. Informe de reporte de logros DCERH

Fuente: ANA (2023)

2.2.2. Calidad de agua superficial

La calidad del agua se define como la descripción de sus características químicas, físicas y biológicas, y varía según el uso que se le dará. Este tema ha cobrado relevancia en los últimos años debido al aumento de la población, que exige un mayor suministro y un mejor control de la calidad del agua (AQUAE, 2021).

Actualmente, tanto las fuentes de agua superficiales como las subterráneas pueden contener contaminantes, ya sean de origen natural o antropogénico, lo que representa un riesgo potencial. Además, la amplia variedad de indicadores y parámetros que evalúan la calidad del agua puede resultar costosa y, en muchos casos, su detección temprana es limitada. Por ello, una planificación adecuada por parte de todos los actores involucrados podría ser clave para prevenir enfermedades relacionadas con el consumo de agua que no cumpla con las normativas establecidas (Soto, 2014).

Los parámetros analizados son los que determinan el tipo de uso que se puede dar a las fuentes hídricas, dependiendo de los valores que se obtengan. Estos parámetros pueden ser fisicoquímicos, microbiológicos, parasitológicos, bacteriológicos, entre otros, y los resultados se comparan con las normativas nacionales vigentes. A continuación se presentan los principales parámetros considerados según la OMS (2006).

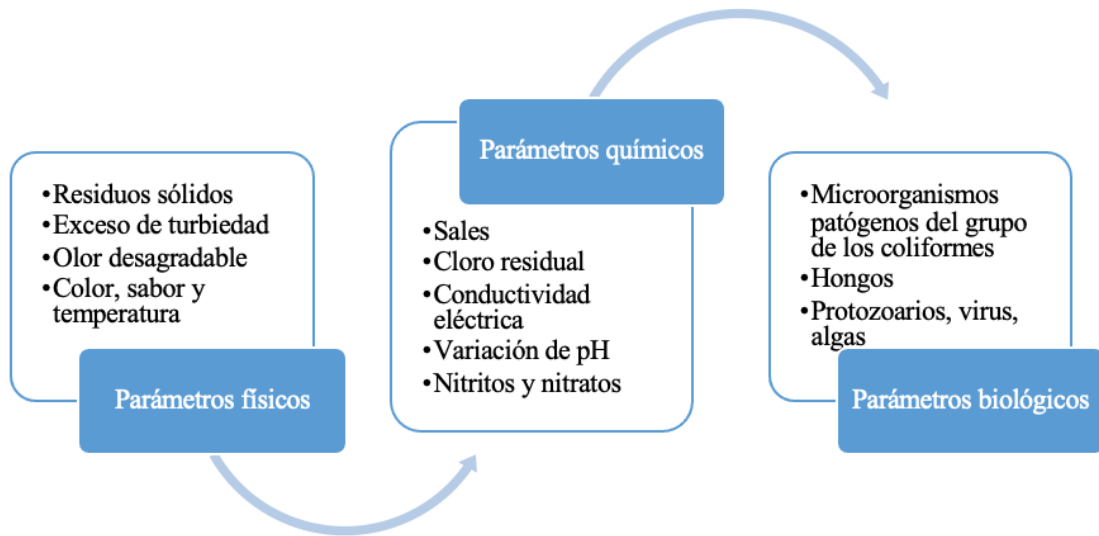


Figura 2. Indicadores de calidad de agua

Fuente: Organización Mundial de Salud (2006)

2.2.3. Calidad microbiológica del agua

Dentro del análisis microbiológico hay varios indicadores que nos ayudan a determinar si una fuente natural necesita tratamiento y desinfección antes de ser consumida por la población. En particular, estos análisis están relacionados con microorganismos patógenos, lo que se conoce como contaminación microbiana o biológica, y que representa un alto riesgo para la salud humana. Dependiendo del tipo de microorganismo identificado, se puede sugerir un método de tratamiento o desinfección. Sin embargo, si el análisis revela la presencia de virus y/o protozoos entéricos, es importante destacar que muchos de estos protozoos son resistentes a los tratamientos de desinfección (Fuentes, 2007).

Además, Ríos (2017), señala que, aunque es crucial analizar la presencia de organismos fecales o de origen en aguas residuales, esto no significa que una fuente esté libre de contaminación si no se detectan restos fecales. Existen otros tipos de bacterias que también pueden representar un riesgo significativo para la salud pública.

2.2.4. Índice de calidad de agua

Según Torres et. al. (2009), un ICA es un número único que refleja la calidad de un recurso hídrico al integrar mediciones de ciertos parámetros de calidad del agua. Grey (2020), señala que, el ICA indica el grado de contaminación del agua en el momento del muestreo y se expresa como un porcentaje de agua buena; así, el agua muy contaminada tendrá un valor cercano a 0%, mientras que el agua en excelentes condiciones tendrá un valor del índice próximo al 100%.

Así mismo, Torres et. al., (2009) definen los ICA como una representación simple que combina varios parámetros para expresar la calidad del agua, este índice puede ser presentado como un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color. Además, los ICA simplifican una gran cantidad de parámetros en una expresión fácil de interpretar para técnicos, administradores ambientales y el público en general. Los índices de calidad del agua surgen como una herramienta o un instrumento para evaluar los recursos hídricos siendo fundamental en la toma de decisiones de políticas públicas y el seguimiento de sus impactos.

2.2.5. Índice de calidad de agua (ICA-PE)

Es una adaptación del índice canadiense de evaluación ambiental, conocido como CCME_WQI, que permite ajustar la información base necesaria, como los resultados de los monitoreos, así como la clasificación de los cuerpos de agua según la normativa aplicable y los ECA-Agua, sin necesidad de recurrir a referencias de otros países.

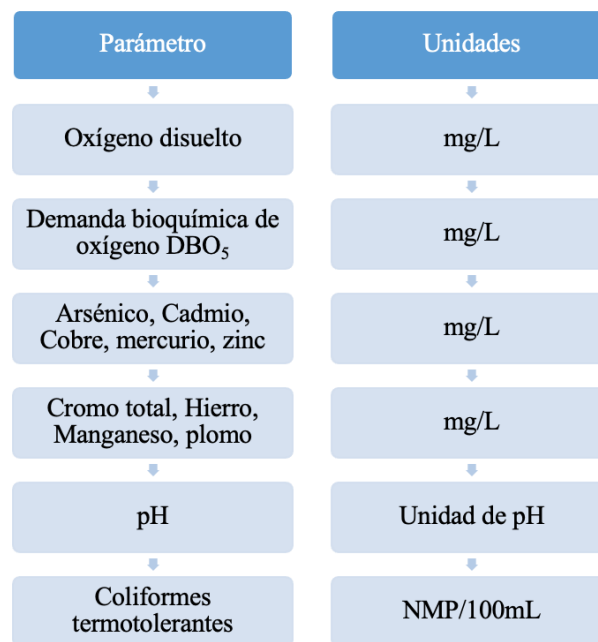


Figura 3. Parámetros considerados en la Categoría 1-A2 Poblacional y Recreacional

Este ICA es capaz de condensar y simplificar datos, facilitando la comprensión de la información para quienes gestionan la calidad de los recursos hídricos, así como para el público, los medios de comunicación y los usuarios (ANA, 2018).

2.2.6. Estándar nacional de calidad de agua en Perú

En el Perú, durante el año 2017 el Diario Oficial El Peruano publicó el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, en donde se aprobaron los Estándares de Calidad

Ambiental (ECA) para el Agua, correspondiente a cuatro categorías y catorce subcategorías como se muestra en la siguiente figura.

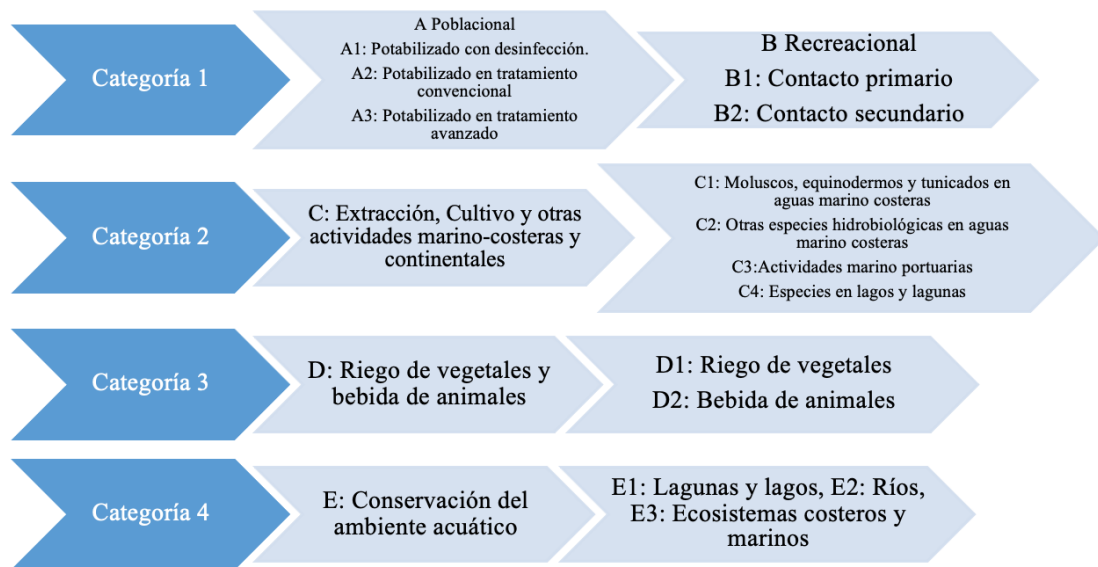


Figura 4. Clasificación de categorías y subcategorías de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua en el Perú

Fuente: MINAM (2017)

2.2.7. Contaminación del agua por actividades turísticas

Las actividades turísticas pueden tener un impacto significativo en la calidad del agua, especialmente en áreas naturales y cuerpos de agua utilizados para recreación. Este impacto puede deberse a diversas fuentes de contaminación, como desechos sólidos, aguas residuales y productos químicos utilizados en instalaciones turísticas.

Para Trujillo et al. (2014), el uso de recursos naturales como por ejemplo, el de aguas termales en Churín mostró que las actividades turísticas incrementan la explotación de estas aguas y el riesgo de contaminación externa. Aunque la salinidad y los sólidos disueltos totales no representaban un peligro significativo, la presión del turismo puede cambiar hábitos locales y aumentar la inseguridad pública.

Así mismo, para Pinoargote y Alvarez (2023), los recursos hídricos, debido a sus propiedades, proporcionan servicios ecosistémicos que benefician a la sociedad. Sin embargo, cualquier actividad realizada cerca de los ríos puede afectar la calidad del agua. En su análisis, encontraron que el turismo ha provocado un aumento en los niveles de nitratos (mg/L) en el agua.

2.2.8. Atractivos turísticos en el distrito de Mariano Dámaso Beraún

El distrito Mariano Dámaso Beraún; se destaca por sus atractivos turísticos, bellezas naturales, costumbres y tradiciones, así como por su impresionante entorno. Ofrece espectaculares cataratas, cuevas y balnearios rodeados de una naturaleza deslumbrante. En el 2014, el distrito recibió 64 549 turistas al año, cifra que aumentó a 113 597 en 2019, incluyendo tanto turistas nacionales como extranjeros, según datos del MINCETUR (2020). Por lo tanto, a medida que el turismo crece, también lo hace el impacto sobre los componentes ambientales, incluyendo la calidad del agua (Gutiérrez y Paucar, 2022).

De acuerdo con la DIRCETUR – Huánuco (2020), el distrito alberga una totalidad de 25 atractivos turísticos identificados, entre ellos, cataratas Las Golondrinas, Santa Carmen, La Quinceañera, El Velo de las Ninfas, El Encanto de las Palmas, Derrepente, Honolulo. En cuanto a las cascadas Chaglla Nueva y Bejucal, y otros lugares como la cueva de Las Vírgenes, el balneario Cueva de las Pavas, la Alcantarilla, Santa Rosa de Quesada, entre otros.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación política

La investigación se ejecutó en los atractivos turísticos que pertenecen al distrito de Mariano Dámaso Beraún, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.:

Departamento : Huánuco

Provincia : Leoncio Prado

Distrito : Mariano Dámaso Beraún

Atractivos turísticos: Cascada El Encanto de las Palmas, Cascada Chaglla Nueva, Catarata Honolulu, Catarata Santa Rosa de Quesada.

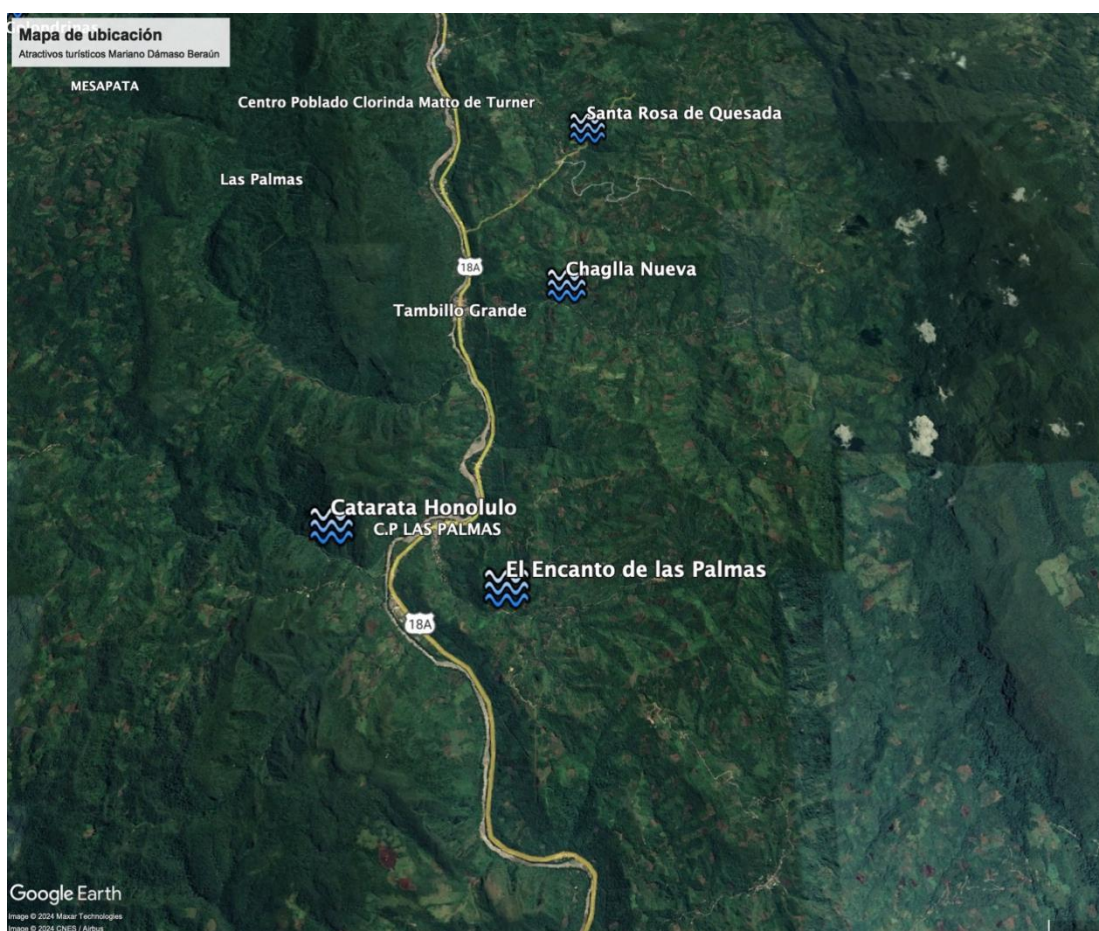


Figura 5. Mapa de ubicación de las zonas de muestreo

3.1.2. Ubicación geográfica

El lugar donde se realizó el estudio se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S:

Tabla 1. Ubicación geográfica de las zonas de estudio

Fuentes de agua	Coordenada UTM (WGS 84 - 18S)	
	Este (m)	Norte (m)
Cascada Chaglla Nueva	394994	8959828
Cascada El Encanto de las Palmas	394332	8954818
Catarata Honolulu	391805	8955701
Catarata Santa Rosa de Quesada	395250	8963116

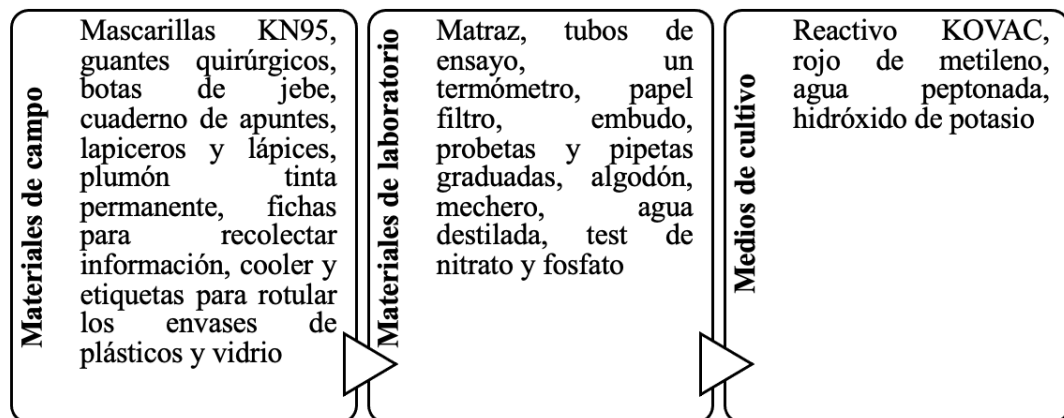
3.1.3. Características climáticas

La zona de estudio ubicada en el distrito de Mariano Dámaso Beraún, posee un clima muy lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año, de acuerdo con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2020), posee una temperatura promedio de 26 – 28°C, con una humedad relativa que supera el 85% durante todos los meses del año, debido a las precipitaciones registradas todo el año con mayor frecuencia desde los meses de noviembre a marzo y menores de abril a octubre, se registran valores de 3500 – 4500 mm/anales.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales:

**Figura 6.** Materiales utilizados en la investigación

3.2.2. Equipos

Se utilizó los siguientes equipos: GPS Garmin 62S, pHmetro, multiparámetro, estufa, autoclave, balanza, cámara fotográfica y laptop Hp.

3.3. Técnicos 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 por uso recreacional e los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún. Según Baena (2014), la investigación aplicada, utiliza conocimientos de investigación preliminar para generar nueva información destinada a resolver las necesidades de la sociedad actual.

3.3.2. Nivel de investigación

La investigación corresponde al nivel descriptivo porque se determinó la calidad del agua por uso recreacional de los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún con los parámetros físico, químico y biológico (Hernández et al., 2014).

3.3.3. Diseño de investigación

La presente investigación tiene como diseño de investigación no experimental porque no se manipularon las variables, sólo se observó los fenómenos en su ambiente natural para luego analizarlos (Hernández et al, 2014).

3.3.4. Variables de investigación

Villasis y Miranda (2016), las variables representan todo lo que se mide, así como la información recopilada o los datos obtenidos con el propósito de responder a las preguntas de investigación, que están detalladas en los objetivos del estudio.

Variable X

Calidad del agua

Variable Y

Uso recreacional

Variable interviniente

Atractivos turísticos, Mariano Dámaso Beraún

3.3.5. Operacionalización de variables

A continuación, se presenta la operacionalización de las variables:

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variables	Definición de la variable	Dimensión	Indicadores	Unidad
Variable X Calidad del agua	Cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a los parámetros establecidos para determinar su calidad.	Parámetros físicos	pH	Unidad de pH
			Temperatura	°C
			Oxígeno disuelto	mg/L
			Turbidez	NTU
		Parámetros químicos	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L
			Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L
			Sulfatos	mg/L
			Nitratos	mg/L
			Coliformes termotolerantes	NMP/100MI
			<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL
Parámetros microbiológicos	<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100mL		
	<i>Salmonella spp</i>	Presencia/100mL		
Variable Y Uso recreacional	Tipo de uso del recurso hídrico de tal manera que no represente un riesgo para la salud pública	Apto para uso recreacional	ICA – PE	Excelente Bueno Regular Malo Muy Malo
			ECA – Agua	Inferior o superior al valor establecido

3.3.6. Población y muestra

3.3.6.1. Población (N)

La población se consideró a los 25 atractivos turísticos que han sido identificados en el distrito de Mariano Dámaso Beraún.

3.3.6.2. Muestra (n)

Se tomó como muestra a 04 atractivos turísticos, siendo éstos, Cascada el encanto de Las Palmas, Chaglla, Catarata Honolulu y Santa Rosa de Quesada.

3.3.6.3. Tipo de muestreo

El muestreo tiene como objetivo asegurar que esta sea representativa y que comprendamos sus características, lo que nos permitió analizar adecuadamente la información obtenida. El muestreo fue probabilístico del tipo aleatorio simple (IMEC, 2023).

Muestra simple o puntual

También conocida como muestra discreta, se refiere a la recolección de una porción de agua en un punto específico para su análisis individual. Estas muestras reflejan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua en ese lugar y bajo las circunstancias particulares en que se llevó a cabo la recolección (ANA, 2016).

3.4. Metodología

3.4.1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Se siguieron las recomendaciones establecidas en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (ANA, 2016):

a. Punto de muestreo

Se definió la zona de muestreo considerando el área utilizada por los turistas como balneario del atractivo turístico, con el siguiente detalle:

Cascada Chaglla Nueva: El punto de muestreo se estableció en la única poza utilizada por los turistas como balneario. Rodeado por abundante vegetación característica de la zona de bosque húmedo, el balneario posee una ligera caída de agua de unos 4 metros aproximadamente. En el recorrido se puede apreciar la instalación de pequeñas parcelas agrícolas, tales como papaya, cacao y plátano.

Cascada El Encanto de las Palmas: El punto de muestreo se estableció en la única poza utilizada por los turistas como balneario con una cascada de aproximadamente 5 metros de altura. El recurso está rodeado principalmente por material rocoso de tipo sedimentario calcáreo propio de la zona de estudio. En el trayecto para llegar hasta el recurso turístico se ha podido observar la presencia de viviendas alrededor y en la parte superior.



Figura 7. Punto de muestreo en la Cascada Chaglla Nueva



Figura 8. Punto de muestreo en la Cascada El Encanto de las Palmas

Catarata Honolulu: El punto de muestreo se estableció en el balneario donde se ubica la catarata, a diferencia de los otros recursos, este posee una piscina y dos pozas naturales que los visitantes pueden utilizar, está ampliamente rodeado por vegetación natural pero también presenta infraestructura de material noble. En el trayecto hasta llegar a los cuerpos de agua se puede observar parcelas agrícolas de maíz, plátano y cítricos, como naranja y

mandarina. Es uno de los recursos del distrito y la provincia que presenta una alta demanda de visitantes.

Catarata Santa Rosa de Quesada: El punto de muestreo se estableció en el balneario denominado “la poza del amor”, un atractivo que se encuentra rodeado por amplia vegetación de la zona, así mismo, el recurso colinda con las poblaciones de los C.P. de Clorinda Matto de Turner y Santa Rosa de Quesada, quienes realizan algunas actividades agrícolas en la parte alta de la cuenca, principalmente cultivo de maíz.



Figura 9. Punto de muestreo en la Catarata Honolulo



Figura 10. Punto de muestreo en la Catarata Santa Rosa de Quesada

b. Codificación

El código de cada punto de muestreo fue conformado por los siguientes elementos:

[Sigla del tipo de cuerpo de agua][Sigla del nombre del cuerpo de agua][Numeración continua]

Estableciéndose como:

Tabla 3. Código de muestreo

Lugares turísticos	Códigos de muestreo
Cascada Chaglla Nueva	[Cs][CN][01]
	[Cs][CN][02]
Cascada El Encanto de las Palmas	[Cs][EP][01]
	[Cs][EP][02]
Catarata Honolulu	[Ct][H][01]
	[Ct][H][02]
Catarata Santa Rosa de Quesada	[Ct][RQ][01]
	[Ct][RQ][02]

c. Frecuencia de muestreo

Se realizaron 02 repeticiones por zona de muestreo, considerando la temporada de estiaje (setiembre) y avenida (diciembre).

Tabla 4. Frecuencia de muestreo

Lugares turísticos	Códigos de muestreo	Frecuencia
Cascada Chaglla Nueva	[Cs][CN][01]	Estiaje
	[Cs][CN][02]	Avenida
Cascada El Encanto de las Palmas	[Cs][EP][01]	Estiaje
	[Cs][EP][02]	Avenida
Catarata Honolulu	[Ct][H][01]	Estiaje
	[Ct][H][02]	Avenida
Catarata Santa Rosa de Quesada	[Ct][RQ][01]	Estiaje
	[Ct][RQ][02]	Avenida

d. Parámetros a evaluar

Se evaluaron 13 parámetros considerados en la Categoría 1 Subcategoría B Recreacional, Contacto Primario (B1), del Estándar Nacional de Calidad Ambiental (ECA) para el Agua, la metodología fue elaborada en función de la Relación de Métodos Aprobados N° PTE-002-09-SANIPES, los cuales son los siguientes:

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y metodología

Parámetros	Unidad de medida	Metodología
Temperatura	°C	Método Instrumental
pH	Unidad de pH	pH, Conductividad, Solidos Totales – Método Instrumental Potenciométrico - Equipo multiparámetro portátil.
Turbiedad	UNT	Método N° 2540 APHA (1999)
Oxígeno disuelto	mg/L	Método Instrumental
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/L	Método colorimétrico DBO
Demanda Química de oxígeno	mg/L	Método colorimétrico DQO
Materiales flotantes de origen antropogénico	-	Observación
Nitratos	mg NO ₃ /L	APHA-AWWAWEF 4500-CL-E, WEF 4500-Nitrato Kit de prueba HI 3874
Sulfatos	mg /L	APHA-AWWAWEF 4500-CL-E, WEF 4500-Sulfatos Kit de prueba HI 3833
<i>Salmonella spp</i>	Presencia/100 mL	APHA AWWA-WEF Fecal Coliform Membrane Filter Procedure.
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/ 100 mL	Bacteriological Analytical Manual, 8th Edition. Revisión A, 1998. Reescrito y revisado mayo 2004.

Parámetros	Unidad de medida	Metodología
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	APHA AWWA-WEF Fecal Coliform Membrane Filter Procedure.
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	

Fuente: APHA AWWA- WEF (1999).

e. Toma de muestra

Para la toma de muestra se usaron las indicaciones del acápite 6 de la RM N° 156-2010/MINSA (DIGESA, 2011).

Tabla 6. Indicaciones de toma de muestras

Parámetro	Indicaciones
Microbiológicos	
Coliformes Termotolerantes <i>Salmonella spp</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Escherichia coli</i>	Refrigerar < 8°C en frasco de vidrio o plástico estéril con volumen mínimo de muestra ≥ 250 mL c/u. La decoloración para aguas potable se realizará con Na ₂ S ₂ O ₃ al 3%, y para aguas de piscinas, cloradas y efluentes se realizará con Na ₂ S ₂ O ₃ al 10%(3) y EDTA al 15%.
Fisicoquímicos	
Demanda Química y Bioquímica de Oxígeno Turbiedad	Tomar 0.25 L de muestra en frascos de vidrio oscuro. Conservar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y en oscuridad. – Tiempo de vida: 48 horas.
Oxígeno disuelto	
Temperatura	
pH	Evaluación in situ
Material flotante de origen antropogénico	
Sulfatos	Tomar la muestra en bolsa plástica aproximadamente 300 g. Tiempo de vida 30 días.
Nitratos	Tomar 1 Litro en botella de plástico, conservar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ - Tiempo de vida: 48 horas.

f. Registro datos y medición de parámetros en campo

Los registros de campo fueron realizados con cadena de custodia, con la siguiente información: código del punto de muestreo, hora y fecha, ubicación política del punto

de muestreo, así como los parámetros in situ analizados (Ver anexo 1). Para la toma de muestras, se evitó tocar el interior de los frascos y posteriormente se coló en el cuerpo de agua para su llenado dejando un pequeño espacio de aire.

g. Conservación y etiquetado de la muestra

Cuando ya la muestra fue tomada se procedió a su etiquetado, posteriormente se conservó y se mantuvo en un lugar oscuro y fresco hasta su traslado al laboratorio de microbiología de la UNAS (Universidad Nacional Agraria de la Selva).

3.4.2. Comparación de los parámetros evaluados con el ECA-Agua

Después de obtener los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, se procedió a comparar con la normativa vigente y se determinó si los valores se encuentran dentro de los límites para uso recreacional, estipulado en el D.S. N°004-2017-MINAM.

Tabla 7. Parámetros a comparar con el ECA-Agua (2017) Subcategoría B (B1)

Parámetro	Unidad de medida	Valor del ECA-Agua
Temperatura	°C	-
pH	Unidad de pH	6,0 – 9,0
Turbiedad	UNT	100
Oxígeno disuelto	mg/L	≥5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30
Materiales flotantes de origen antropogénico	-	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L	10
Sulfatos	mg/L	-
Salmonella spp	Presencia/100 mL	0
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	200
Vibrio cholerae	Presencia/ 100 mL	Ausencia
Escherichia coli	NMP/100 mL	Ausencia

Fuente: MINAM (2017)

3.4.3. Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) de los atractivos turísticos

La determinación comprendió el análisis de tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), con un valor final que se estableció entre 0 y 100, representando la calidad del agua en función de su monitoreo. La evaluación se hizo considerando lo siguiente:

1° F1 – Alcance

Cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa de ECA- Agua, respecto al total de parámetros a evaluar.

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

2° F2 – Frecuencia

Cantidad de datos que no cumplen el ECA- Agua, respecto al total de datos de los parámetros a evaluar.

$$F2 = \frac{\text{Número de parámetros que NO cumplen el ECA Agua de los Datos Evaluados}}{\text{Número Total de Datos Evaluados}} \dots (2)$$

Donde:

Datos = Resultados de los monitoreos

3° F3 – Amplitud

Es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes.

$$F3 = \left(\frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes}+1} \right) * 100 \dots (3)$$

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

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

EXCEDENTE, se da para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del valor ECA y el valor del dato respecto al valor del ECA- Agua.

Caso 1: Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA- Agua:

$$\text{Excedente}_i = \left(\frac{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA Agua}}{\text{Valor establecido del parámetro en el ECA Agua}} \right) - 1 \dots (5)$$

Caso 2: Cuando el valor de concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA- Agua:

$$\text{Excedente}_i = \left(\frac{\text{Valor establecido del parámetro en el ECA Agua}}{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA Agua}} \right) - 1 \dots (6)$$

Una vez obtenido los valores de los factores (F1, F2, y F3) se procedió a realizar el cálculo del ICA:

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_{13}^2}{3}} \right) \dots (7)$$

Después de determinar el ICA-PE se procedió a interpretar los resultados de acuerdo a la Tabla 8.

Tabla 8. Calificación e interpretación de la Calificación ICA-PE

CCME_{WQI}	Calificación	Interpretación
95 – 100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son cercanas a niveles naturales.
80 – 94	Buena	La calidad del agua se aleja un poco de lo natural. Las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas.
60 – 79	Regular	La calidad del agua ocasionalmente es amenazada. A menudo se aleja de los valores deseables, necesitan tratamiento.
40 – 59	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad. Mucho de los usos necesitan tratamiento.
0 – 39	Muy Malo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

Fuente: ANA (2018).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos tanto para la temporada de estiaje y avenidas para los cuatro lugares turísticos evaluados:

En la figura 7 se observan los valores de temperatura evaluados para cada temporada (estiaje como avenida), durante la temporada de avenida el valor del parámetro es ligeramente menor, lo que se relaciona también con la disminución de la temperatura ambiental durante esta temporada registrándose valores de hasta $21.2^{\circ}\text{C} \pm 1.3^{\circ}\text{C}$, mientras que, en la temporada de estiaje los valores reportados fueron de hasta $33.7^{\circ}\text{C} \pm 2.6^{\circ}\text{C}$ de acuerdo con el boletín hidroclimático mensual del SENAMHI de los meses de setiembre y diciembre (2024), además, Medina, et al., (2021), en la evaluación que realizó al río Tres de Mayo encontró valores de temperatura de 20.1°C hasta 21.3°C en las evaluaciones realizadas de mayo a agosto (estiaje), similares a los reportados en el presente estudio en el mismo periodo.

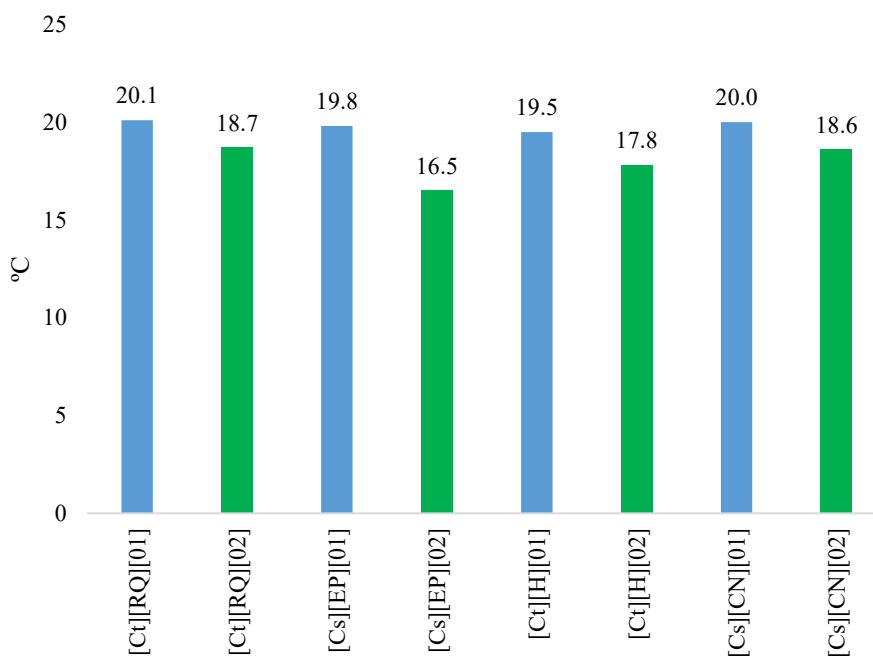


Figura 11. Resultados de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en los atractivos turísticos

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

La evaluación del pH (Figura 8), en los cuatro atractivos muestra variaciones para la temporada de estiaje y avenidas, siendo que, para la temporada de avenidas los valores fueron superiores encontrándose entre 7.81 y 8.29, mientras que, para la temporada de estiaje los

valores fueron ligeramente más bajos ubicándose entre 7.53 y 7.73 (valor mínimo y máximo, respectivamente), así mismo, los valores de pH más bajos se relacionan con el aumento de la temperatura del agua (Figura 7). Para Pacheco (2023), encontró que en los balnearios Las Pavas, Alcantarilla, Aguas Sulfurosas los valores de pH se encontraban entre 7.20 y 8.21, de manera similar con lo encontrado en la presente investigación. Por el contrario, Luciani (2022), en la investigación que realizó identificó que los valores de pH se encontraban entre 7-8 y ligeramente más alto en la temporada de estiaje (verano), sin embargo, hace mención que los valores encontrados en cuerpos de agua superficiales de la zona predomina la naturaleza geológica de los mismos de composición calcárea.

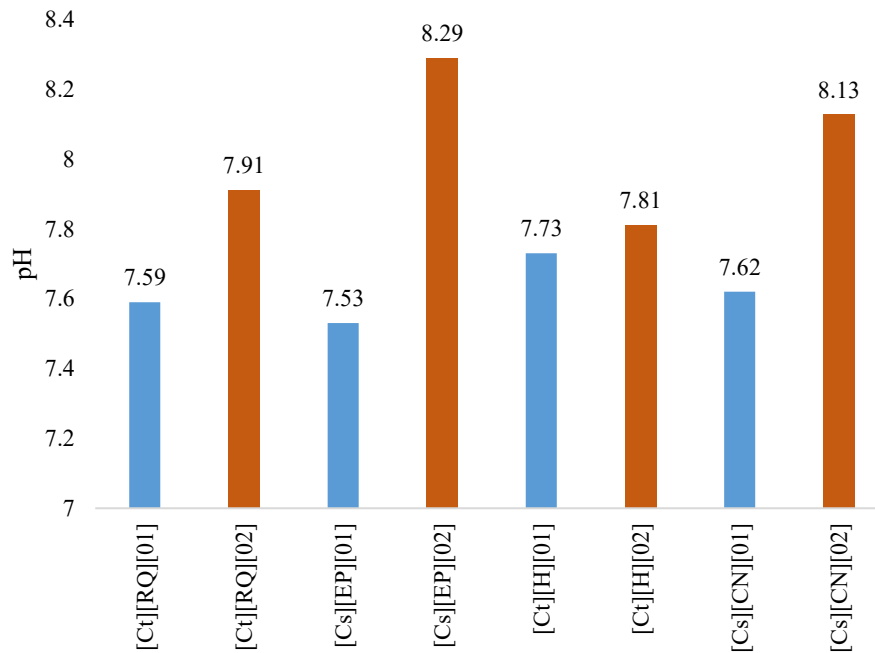


Figura 12. Resultados de pH en los atractivos turísticos

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

Los valores de oxígeno disuelto (OD), (Figura 9) registrados para los atractivos turísticos han alcanzado valores mínimos de 7.64 y 7.59 mg/L y máximos de 7.79 y 7.92 m/L en la temporada de estiaje y avenida, respectivamente, registrándose el valor más alto para la Catarata Santa Rosa de Quesada de 7.92 mg/L con una temperatura de 18.7°C (temporada de avenida), mientras que, en la temporada de estiaje el valor de OD fue de 7.65 mg/L con una temperatura de 20.21°C, esto puede responder a la relación inversa que mantienen ambos parámetros, puesto que a mayor temperatura la energía de los iones y moléculas aumenta provocando que el oxígeno se libere del agua (García, 2023). Por el contrario, en los otros lugares evaluados

durante la temporada de estiaje se registraron los valores más altos de OD, de manera similar a lo identificado por Pacheco (2023) en su evaluación realizada a las Cuevas de las Pavas y el balneario la Alcantarilla, estos valores pueden relacionarse con la superficie de agua y los diversos procesos biológicos (presencia de especies flotantes), así como físicos (reaireación).

Así mismo, los valores evaluados en los atractivos turísticos se relacionan con lo realizado por Tolentino (2022), en su investigación realizada en el balneario río Barranco obteniéndose valores de 7.53 mg/L hasta 7.89 mg/L, sin embargo, si lo comparamos con los resultados de Mariano (2024), para los atractivos de poza Hilario, poza Escondida y poza San Fernando, se encontraron valores promedio de 8.6 mg/L, éstos superan el valor obtenido en el presente estudio, sin embargo, se debe tener en cuenta la frecuencia en que los turistas visitan éstos lugares pudiendo influenciar en la determinación de OD.

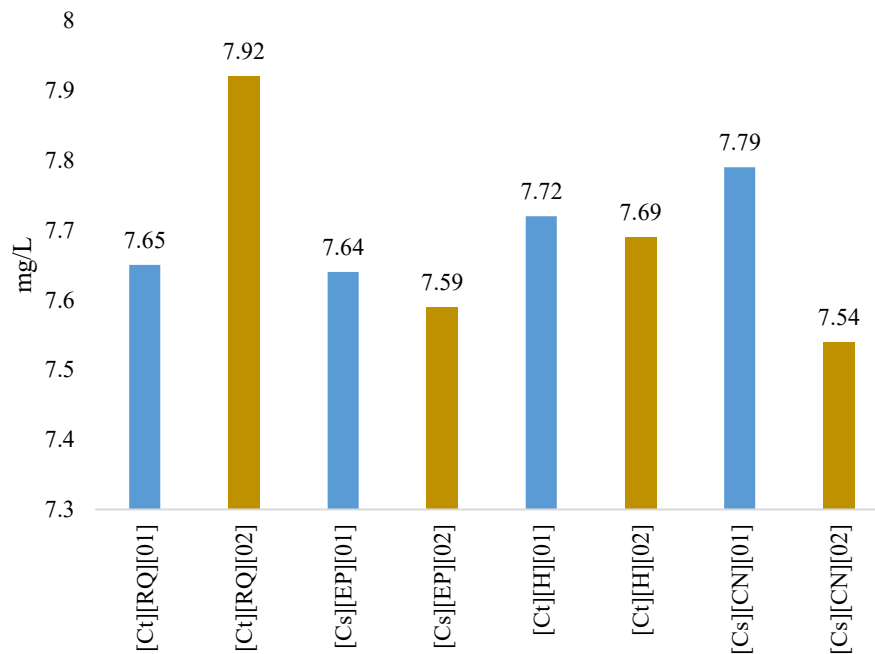


Figura 13. Resultados de oxígeno disuelto (mg/L) en los atractivos turísticos

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulu, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

En cuanto a la DQO, parámetro que mide la cantidad de oxígeno que se necesita para descomponer de forma química las sustancias orgánicas que se encuentran en el agua, en el caso particular del estudio, los valores en la temporada de estiaje se encuentran entre 3 y 6 mgO₂/L, y en la temporada de avenidas de 5 a 7 mgO₂/L, pero en general, de acuerdo con Jinés, et al., (2024), valores bajos (menores a 10 mgO₂/L) indican que existe poca carga orgánica, aumenta ligeramente durante la temporada de lluvias alcanzado el calor máximo de 7 mgO₂/L,

esto último, se puede deber a la escorrentía lo que puede trasladar una mayor carga orgánica incremento el valor.

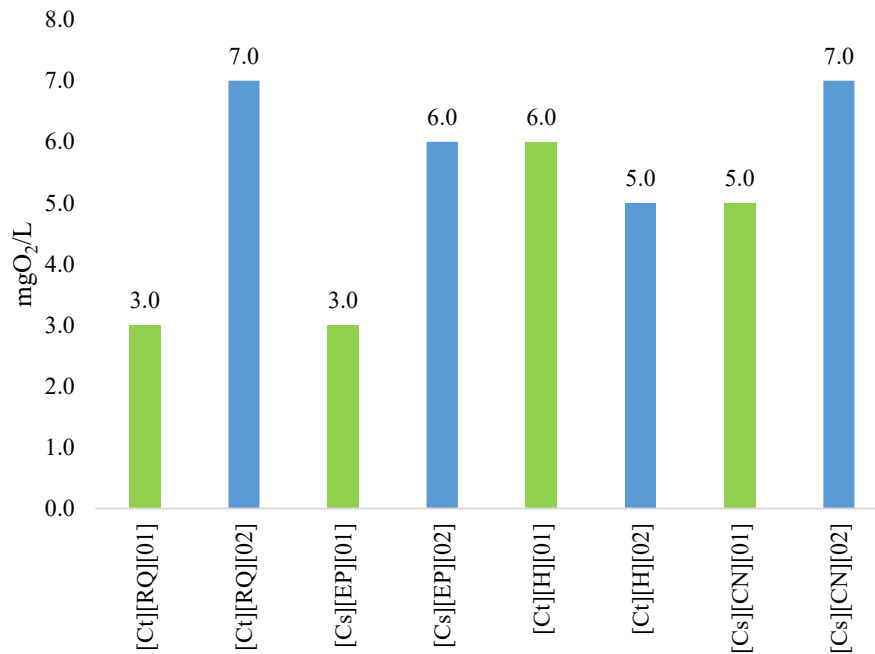


Figura 14. Resultados de DQO (mg/L) en los atractivos turísticos

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

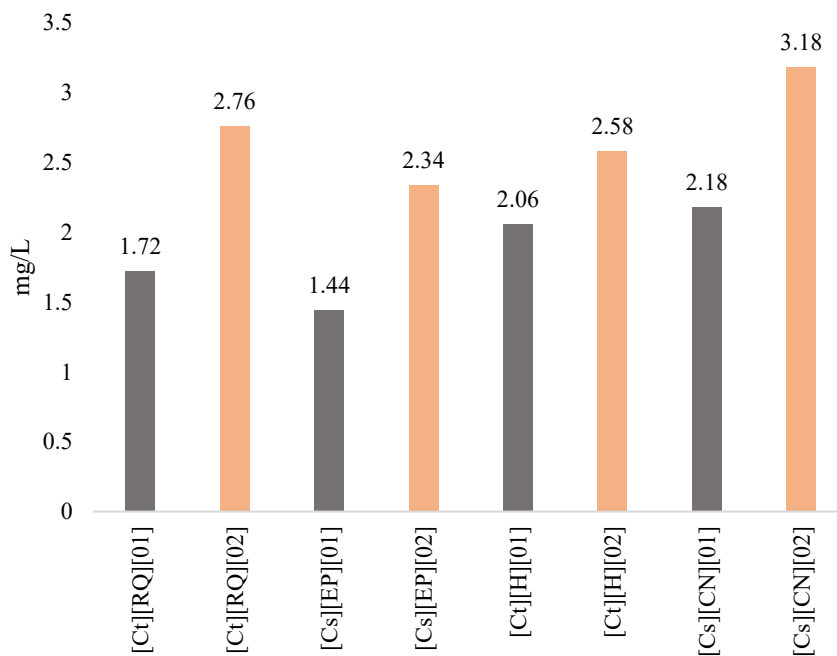


Figura 15. Resultados de DBO₅ (mg/L) en los atractivos turísticos

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

Los valores de DBO₅ para los puntos de muestreo evaluados representan valores bajos con un mínimo de 1.44 mg/L y un máximo de 3.18 mg/L, en comparación con la investigación en las Cuevas de las Pavas, registró su valor más alto en la temporada de estiaje con 5.47 ppm (Pachecho, 2023), así mismo, Luciani (2022), en la evaluación realizada en la catarata Santa Carmen, registró los valores más altos en la temporada de estiaje (junio), Medina, et al. (2021), en el monitoreo en el río Tres de Mayo también evaluó DBO₅, encontrando valores medio de 0.72 a 2.58 mg/L en la temporada de estiaje.

Por otro lado, el valor de la DBO₅ se relaciona estrechamente con el contenido de oxígeno, porque los microorganismos presentes en los cuerpos de agua van a descomponer la materia orgánica haciendo uso del oxígeno disuelto (Choquehuayta, 2024), por ende, su relación es inversamente proporcional, como se observa en las figuras 10 y 11, del presente estudio, a excepción de la Catarata Santa Carmen en la temporada dos que puede estar relacionado con la afluencia de turistas o también con la llegada de más materia orgánica producto de las escorrentías.

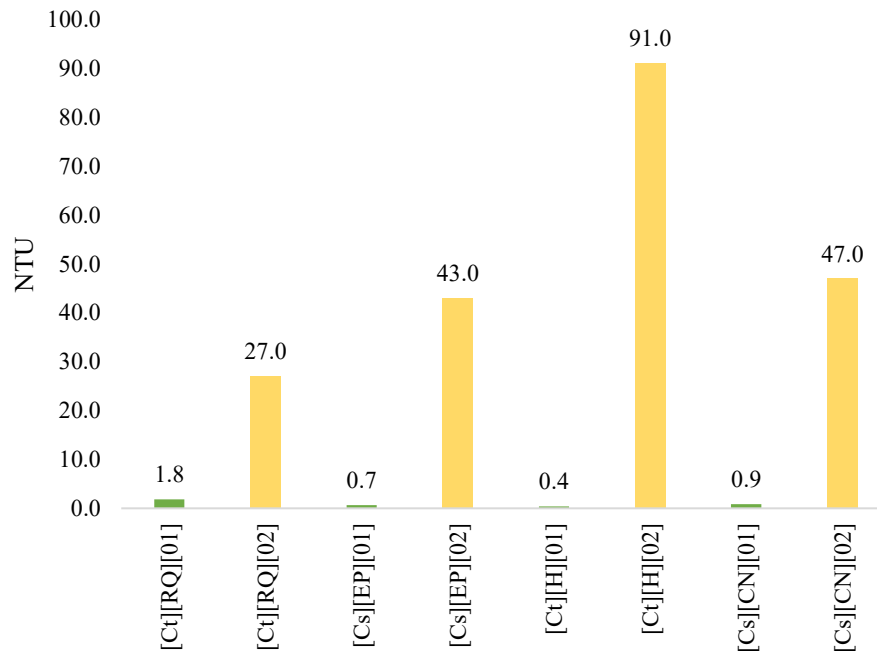


Figura 16. Resultados de turbidez (mg/L) en los atractivos turísticos

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

Además, de acuerdo con la Figura 12, durante la temporada de estiaje los valores de turbidez son significativamente más bajo, con un valor máximo de 1.8 NTU y un mínimo de 0.4 NTU, de acuerdo con Herrera, et al. (2022), se atribuye a que hay menos agua fluyendo y

por lo tanto menos escorrentía que arrastra sedimentos. Mientras que, para la temporada de avenidas, el valor más bajo fue de 27 NTU y el más alto de 91 NTU, generalmente la turbidez en cuerpos de agua superficiales, como los atractivos turísticos evaluados, suele aumentar en temporada de lluvias e incremento de caudales, sobretodo en la zona donde fueron muestreadas (selva alta peruana), caracterizada por lluvia intensa que puede provocar la erosión del suelo y movilizar las partículas reflejándose en un incremento de la turbidez, lo que indica que se encuentran partículas suspendidas en el agua.

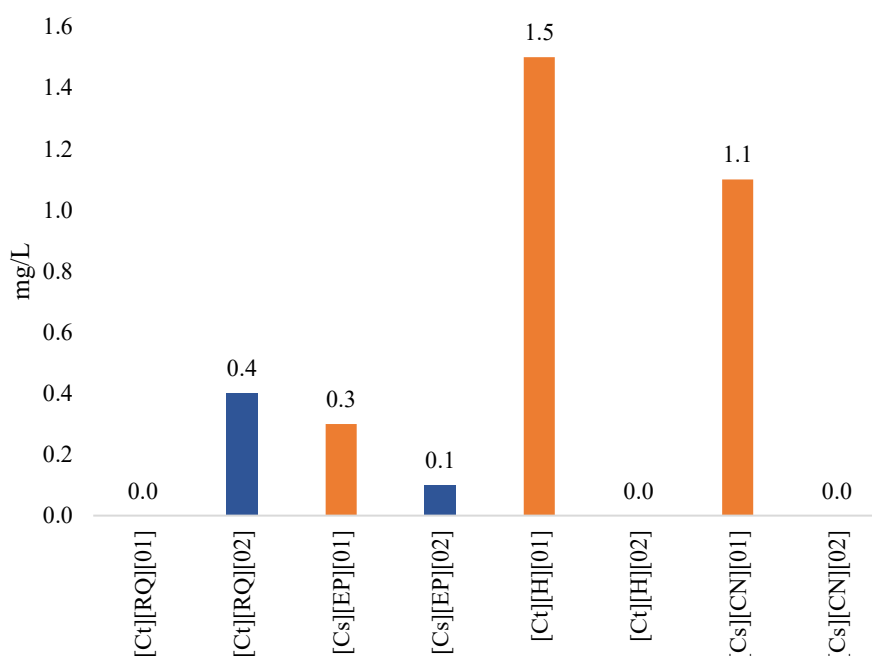


Figura 17. Resultados de nitratos (mg/L) en los atractivos turísticos

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

Se ha identificado la presencia de nitratos y sulfatos en los atractivos turísticos evaluados, en el caso particular de los nitratos (figura 13), el valor más alto se registró en la Catarata Honolulo con el valor de 1.5 mg/L y el más bajo en la catarata Santa Rosa de Quesada con 0.1 mg/L, así mismo, existieron tres puntos de muestro que no registraron la presencia de nitratos, de acuerdo con Huerta, et al. (2023), la presencia de este compuesto suelen indicar la presencia de contaminación agrícola o de aguas residuales, esto se debe a que alrededor de los atractivos ya existe población asentada que realiza actividades agrícolas donde pueden estar usando productos químicos que por escorrentía llegan a los cuerpos de agua, así mismo, la sola presencia de población también es un indicador de la generación de aguas residuales que también podría ser arrastrado hasta los balnearios. Así mismo, para Sáez (2019), quién en su investigación identificó valores promedios de nitratos entre 13 y 14.5 mg/L en temporada de

estiaje en el río Ichu, Huancavelica, valores que superan lo identificado en el presente estudio, pero el mismo autor menciona que la escasez de lluvias pueden concentrar nitratos en el agua, además, es la temporada de estiaje donde las actividades agrícolas se intensifican, de tal manera que si no existe dilución por el agua de lluvia, el nitrato se acumula e incrementa su valor.

Por otro lado, en el caso de los sulfatos (Figura 14), éstos pueden provenir de actividades naturales o antropogénicas como la agricultura, si se presenta en valores altos pueden generar un sabor desagradable en el agua y en algunos casos, problemas gastrointestinales (Chicava, et al., 2022). Como se observa en la siguiente figura, los valores más altos se registraron en la temporada de estiaje de 56, 77 y 93 mg/L, excepto para la Catarata Honolulo, en el cual durante la temporada de estiaje se registró 1mg/L y en avenidaa 0.00 mg/L.

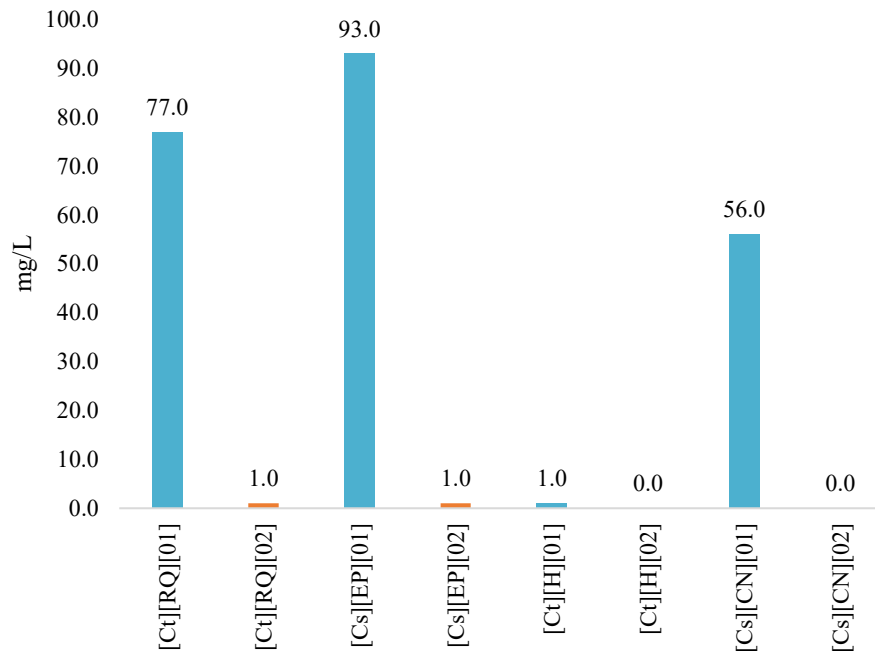


Figura 18. Resultados de sulfatos (mg/L) en los atractivos turísticos

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

En la figura 15 se observa la presencia o ausencia de material flotante, que, generalmente se relaciona con residuos sólidos de tamaño mediano o pequeño que se identifica en los cuerpos de agua, en el presente estudio, durante la temporada de estiaje no se indentificó ningún material de este tipo, sin embargo, durante la temporada de avenidas, se identificó la presencia de éstos en la Catarata Honolulo. De acuerdo con Camilo (2024), la llegada de materiales flotantes a los cuerpos de agua se produce por diferentes motivos entre los que resalta el vertido de residuos de forma intencional o accidental, el uso de plástico u otros productos no biodegradables por parte de la población que se encuentra alrededor o por los turistas que visitan los atractivos turísticos, además durante la temporada de avenidas por la presencia de lluvias es más común

que los materiales puedan ser transportados por corrientes de vientos dispersándose en los espacios de recreación.

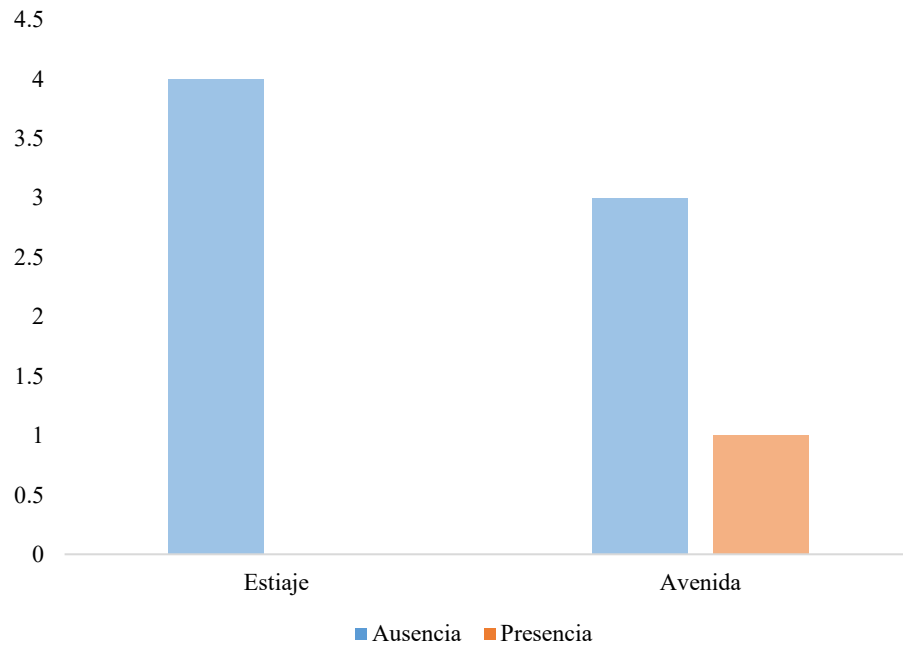


Figura 19. Resultados de materiales flotantes de origen antropogénico en los atractivos turísticos

En las figuras 16 y 17, se muestran los resultados de las evaluaciones microbiológicas tanto para coliformes termotolerantes y *E.coli*, los cuales en temporada de avenidas se ha registrado su presencia, mientras que, en la temporada de estiaje para todos los puntos muestreados en los atractivos turísticos fue de 0 NMP/100 mL.

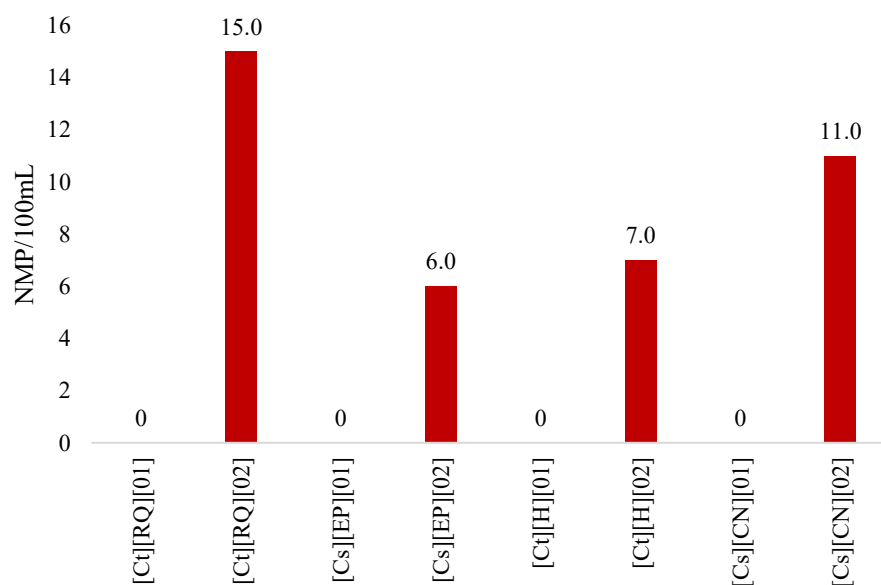


Figura 20. Resultados de coliformes termotolerantes en los atractivos turísticos

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulu, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

El valor más alto registrado de coliformes termotolerantes fue en la Catarata Santa Rosa de Quesada con el valor de 15 NMP/100mL, seguido de la Cascada Chaglla Nueva con 11 NMP/100 mL, en el caso de *E.coli*, el valor más alto registrado fue en Honolulo y Chaglla Nueva, en comparación con la evaluación realizada por Mariano (2023), en las pozas del río Supte Grande, usado como balneario, no se identificó la presencia de coliformes termotolerantes ni de *E. coli*, de forma similar, en el análisis a las Cuevas de las Pavas se determinó como “asusente” en las evaluaciones realizadas por Pacheco (2023) tanto para coliformes termotolerantes y para *E.coli*.

Tanto los coliformes termotolerantes y la *E.coli* son indicadores de contaminación fecal, la detección de su presencia y en valores que alcanzan los 15 y 10 NMP/100 mL puede sugerir la existencia de una fuente de contaminación de aguas residuales o escorrentía animal, así mismo, de acuerdo a las evaluaciones realizadas por Tolentino (2022), en el balneario río Barranco, se detectó la presencia de coliformes y de *E.coli* en valores que oscilan entre 15.00 y 48.92 NMP/100 mL, el autor, lo atribuye a la cercanía con poblaciones humanas y además de la inexistencia de un sistema de alcantarillado lo que provoca el vertido a los cuerpos de agua, trasladándose incluso a espacios utilizados para recreación.

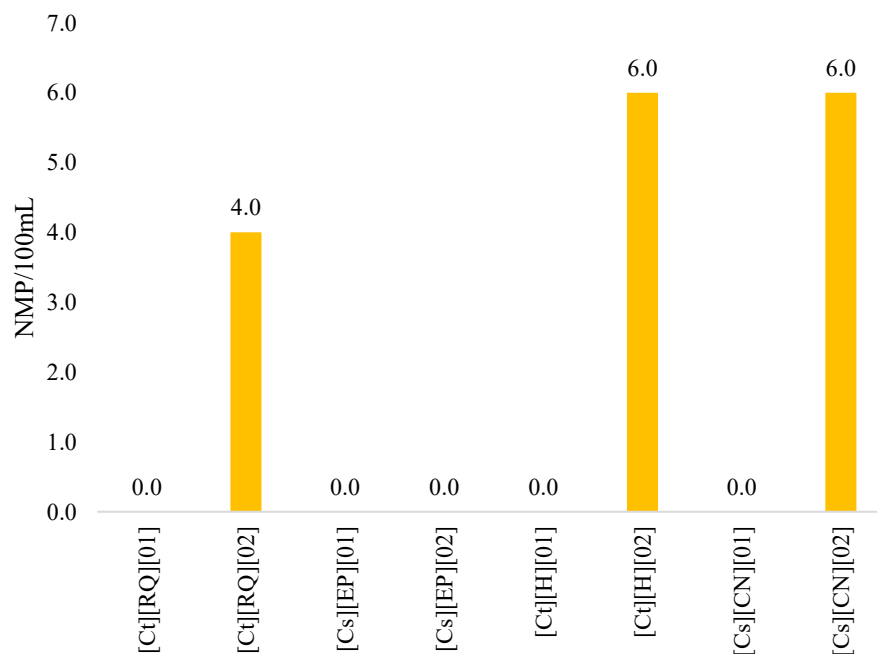


Figura 21. Resultados de *Escherichia coli* en los atractivos turísticos

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

Tabla 9. Valores descriptivos de parámetros parasitológicos

Punto de muestreo	<i>Vibrio cholerae</i>	<i>Salmonella sp</i>
[Ct][RQ][01]	Presencia	Presencia
[Ct][RQ][02]	Ausencia	Ausencia
[Cs][EP][01]	Presencia	Presencia
[Cs][EP][02]	Ausencia	Ausencia
[Ct][H][01]	Presencia	Presencia
[Ct][H][02]	Ausencia	Presencia
[Cs][CN][01]	Presencia	Presencia
[Cs][CN][02]	Ausencia	Ausencia

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

De acuerdo con la Tabla 9, se ha detectado la presencia de *V. cholerae* y *Salmonella sp.* para todas las zonas evaluadas durante la temporada de estiaje, así mismo, en el caso de la temporada de avenidas, solo se ha detectado la presencia de *Salmonella sp* para la Cascada Chaglla Nueva, en comparación de la investigación realizada por Tolentino (2022) en su análisis para uso recreacional, se ha identificado “ausencia” para todos sus muestreos del río Barranco, excepto para el punto más bajo, lo que se relacionada a lo indicado por Aurazo (2004), quien menciona que la *Salmonella sp* y *V. cholerae* son microorganismos que está presente en aguas residuales que no tienen tratamiento, indicadores de contaminación fecal.

Así mismo, de acuerdo con Quintero, et al. (2021), la presencia de estos organismos sobre todo en la temporada de estiaje puede relacionarse con la falta de dilución en el agua y la concentración de contaminantes, ya que, durante esta temporada los caudales de agua son más bajos, además la presencia de *Salmonella sp* en temporada de avenida, podría relacionarse que aunque existe dilución por escorrentías, persisten algunos focos de contaminación en la zona y la ausencia de *V.cholerae* en esta temporada podrían relacionarse con las condiciones del agua como mayor flujo lo que limita la proliferación de este patógeno.

En la siguiente tabla se muestra los valores de media y coeficiente de variación para los parámetros evaluados, en todos los casos se encuentran dentro de los valores de 0-10% lo que significa una media altamente representativa o dentro de 10-20%, lo que significa una media bastante representativa de acuerdo con lo indicado por Bonilla (2015).

Tabla 10. Análisis estadístico de los parámetros evaluados

Parámetro	Unidad de medida	[Ct][RQ]		[Cs][EP]		[Ct][H]		[Cs][CN]	
		Media	CV %	Media	CV %	Media	CV %	Media	CV %
pH	Unidad de pH	7.75	2.92	7.91	6.79	7.77	0.73	7.87	4.55
Temperatura	°C	19.40	5.10	18.15	12.86	18.65	6.45	19.30	5.13
OD	(mg/L)	7.79	2.45	7.62	0.46	7.71	0.28	7.67	2.31
DQO	(mg/L)	5.00	16.57	4.50	12.14	5.50	12.86	9.57	14.78
DBO ₅	(mg/L)	2.24	8.83	1.89	10.67	2.32	12.85	2.68	8.38
Turbidez	NTU	14.42	12.38	21.84	7.08	45.71	14.15	23.94	6.28
Nitratos	(mg/L)	0.20	12.42	0.20	7.71	0.75	11.20	0.55	7.60
Sulfatos	(mg/L)	39.00	7.80	47.00	8.41	0.50	12.20	28.00	14.12
CTt	NMP/100 mL	7.50	4.42	3.00	6.14	3.50	10.24	5.50	12.42
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL	2.00	11.42	0.00	0.00	3.00	14.12	3.00	8.14

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulu, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva

OD: Oxígeno disuelto, DQO: Demanda Química de Oxígeno, DBO₅: Demanda Bioquímica de Oxígeno, CTt:Coliformes termotolerantes, *E.coli*: *Escherichia coli*

4.2. Comparación de los parámetros evaluados con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua

En las siguientes figuras se ha realizado la comparación con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1 – Subcategoría B Aguas destinadas para recreación con contacto primario (B1). En términos generales ninguno de los parámetros fisicoquímicos supera los valores establecidos por la normatividad, a excepción de la presencia de materiales flotantes en la Catarata Honolulu (Tabla 10).

Los valores del ECA-Agua para pH (figura 18), se encuentran entre 5 – 9, para el presente estudio todas las muestras se encuentran dentro de ese rango con el valor mínimo de 7.53 y máximo de 8.29, en concordancia con lo encontrado por Tolentino (2022), quien determinó que sus evaluaciones para el balneario Río Barranco para el parámetro de pH se encuentra dentro de lo establecido por la legislación vigente con un valor mínimo de 7.91 y máximo de 8.12.

Así mismo, en el caso del oxígeno disuelto, de acuerdo con la normativa se debe encontrar valores que superen 5 mg/L, como se puede ver en la Figura 19, todos las muestran

superaron el valor mínimo requerido, en comparación con Dionisio (2021), para las quebradas Cocheros y Cushuro, los valores de OD se encontraron por encima de lo requerido por la legislación en la temporada de invierno (avenida), lo que puede estar relacionado con la disminución de la temperatura y el aumento de la solubilidad del oxígeno en el agua.

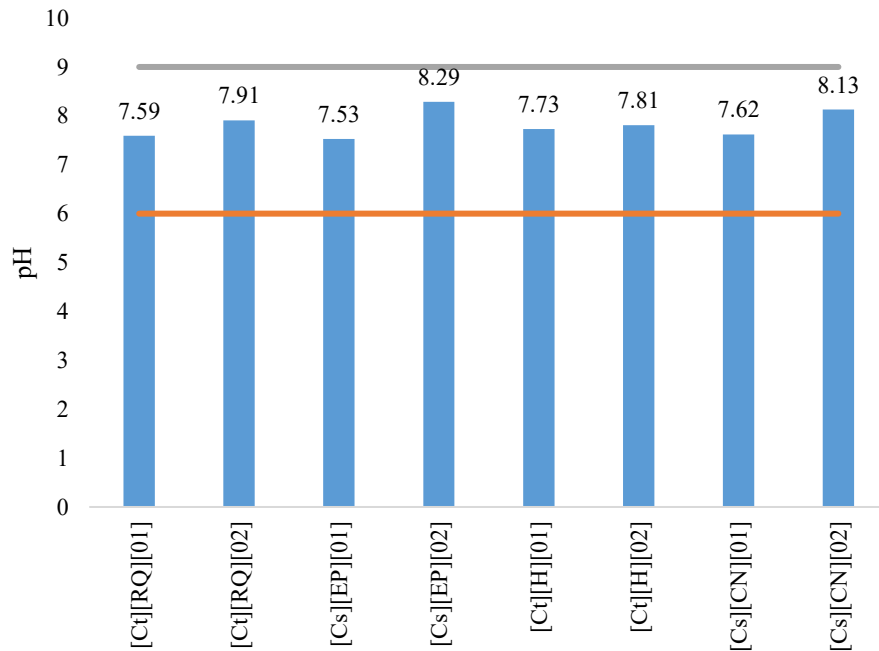


Figura 22. Comparación de pH con el ECA-Agua

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulu, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

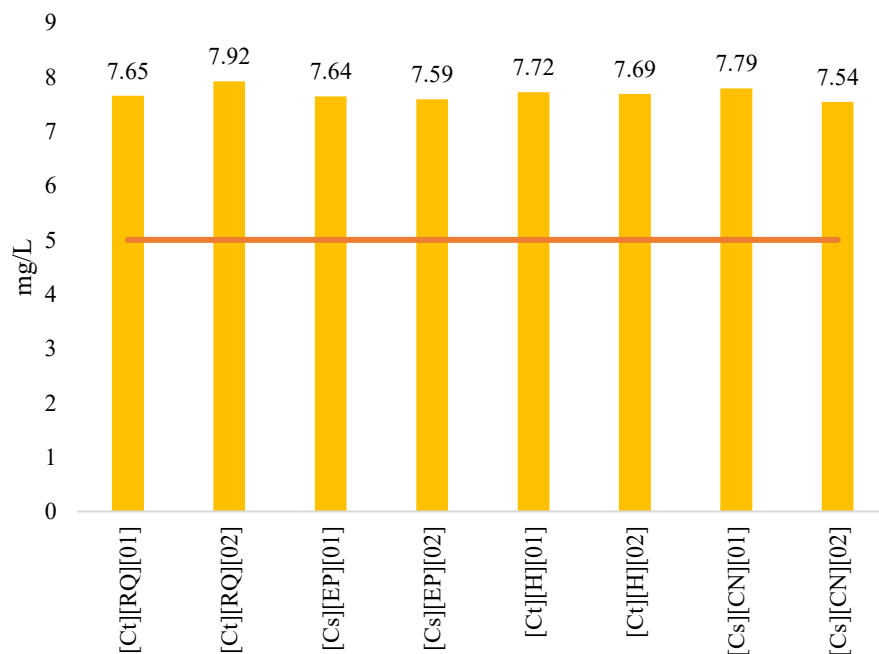


Figura 23. Comparación de oxígeno disuelto (mg/L) con el ECA-Agua

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulu, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

De igual manera, para los parámetros de DQO y DBO₅, éstos se encuentran por debajo del valor indicado por el ECA-Agua para la categoría 1.

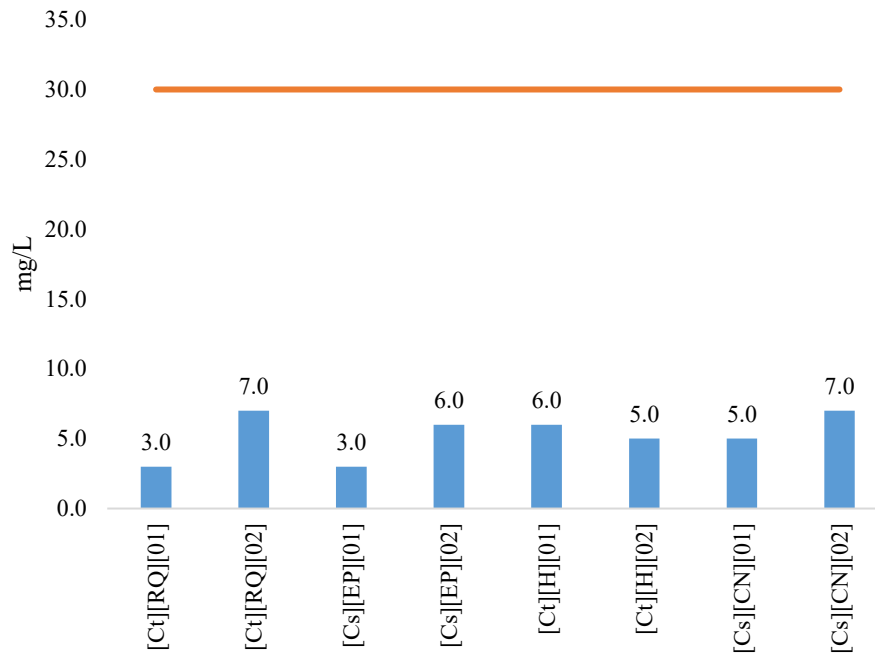


Figura 24. Comparación de DQO (mg/L) con el ECA-Agua

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

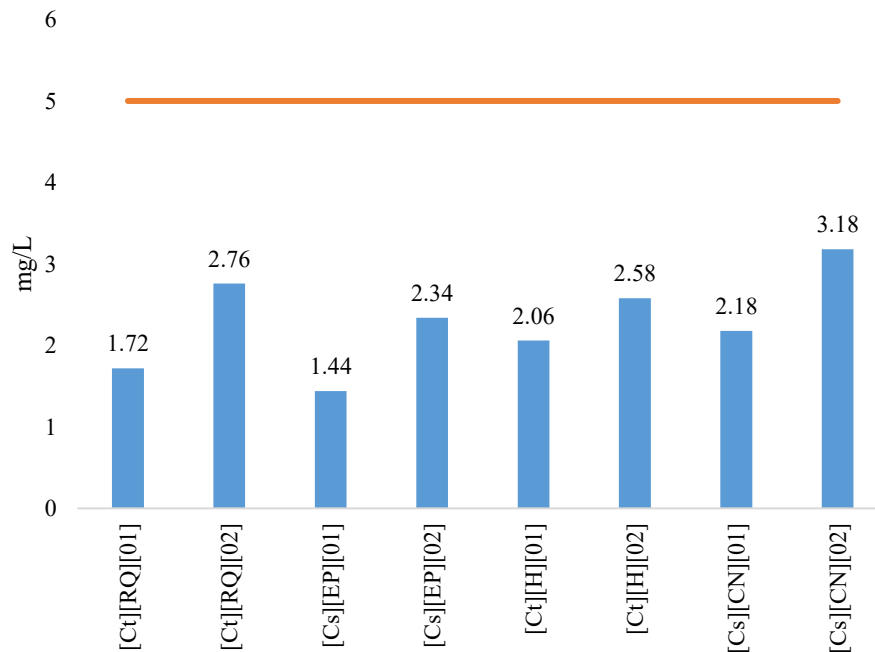


Figura 25. Comparación de DBO₅ (mg/L) con el ECA-Agua

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

En el caso del DQO (Figura 20) el valor mínimo fue de 3 mg/L y el máximo de 7 mg/L siendo el valor del ECA de 30 mg/L, en comparación con Jínez, et al. (2024), en su

investigación del balneario río Ramis, los valores de DQO tampoco superaron el ECA encontrándose entre 17 y 22 mg/L. Para la DBO₅ (Figura 21), los valores se encuentran entre 0.4 y 91 mg/L, siendo el valor del ECA de 5 mg/L, en comparación con la investigación de Choquehuayta (2024), quién evaluó los parámetros fisicoquímicos para el balneario Yura, los valores de DBO fueron menores a 2 mg/L durante todos los periodos de muestreo y repeticiones, encontrándose dentro lo requerido por la normativa.

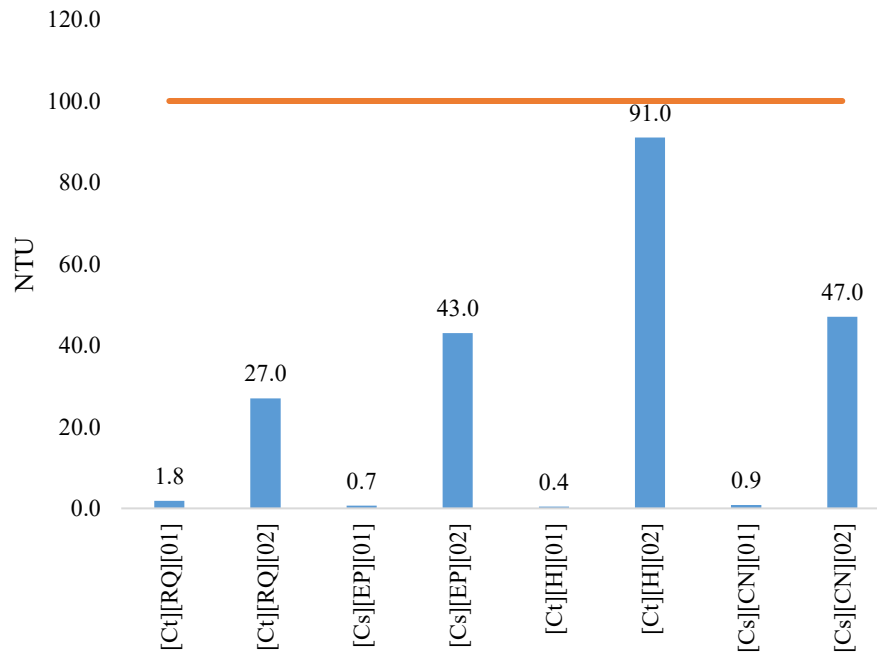


Figura 26. Comparación de turbidez (mg/L) con el ECA-Agua

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

De acuerdo con la Figura 22 se puede observar que los valores de turbidez no superan lo establecido por el ECA (100 NTU), puesto que el valor mínimo es de 0.4 NTU y el máximo de 91 NTU en la Catarata Honolulo, este último si bien no supera el ECA, se encuentra en un valor próximo cuando se presentan temporada de avenidas y existe un incremento de la precipitación, por lo que requiere una especial atención.

Así mismo, en el caso de los nitratos (Figura 23) el valor establecido en la normativa es de 10 mg/L, y en los atractivos turísticos evaluados poseen valores muy inferiores, siendo el mínimo de 0 mg/L y el máximo de 1.5 mg/L para la Catarata Honolulo. En la investigación de Choquehuayta (2024), los valores de turbidez también se encuentran por debajo del ECA con un valor máximo de 51.9 NTU, mientras que, en el análisis realizado por Espinoza y Chavez (2021), sobre la calidad del agua en el río Ichu los valores de nitratos superan lo establecido por

el ECA con un promedio de 13 mg/L, esto podría relacionarse con la cercanía a la población urbana del balneario analizado por los autores.

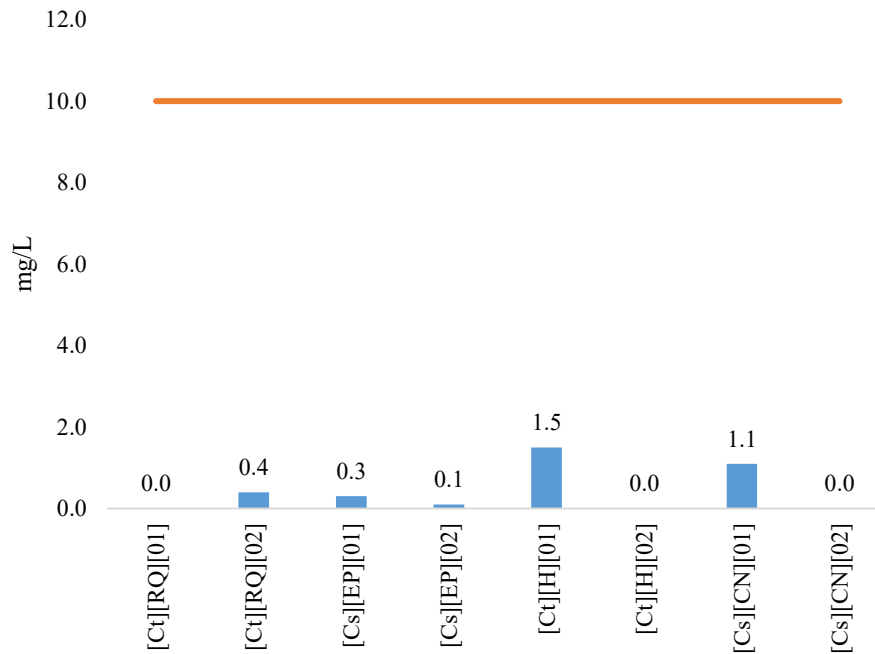


Figura 27. Comparación de nitratos (mg/L) con el ECA-Agua

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulu, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

Tabla 11. Valores descriptivos de materiales flotantes con el ECA-Agua

Punto de muestreo	Materiales flotantes de origen antropogénico	ECA-Agua
[Ct][RQ][01]	Ausencia	Ausencia
[Ct][RQ][02]	Ausencia	Ausencia
[Cs][EP][01]	Ausencia	Ausencia
[Cs][EP][02]	Ausencia	Ausencia
[Ct][H][01]	Ausencia	Ausencia
[Ct][H][02]	Presencia	Ausencia
[Cs][CN][01]	Ausencia	Ausencia
[Cs][CN][02]	Ausencia	Ausencia

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulu, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

De acuerdo con la Tabla 11, solo para la Catarata Honolulu se ha identificado la presencia de materiales flotantes en el cuerpo de agua usado por los turistas, lo que no estaría cumpliendo el ECA-Agua, sin embargo, la problemática de la gestión de residuos sólidos es un

tema que persiste en nuestro país, durante los primeros meses del año se han recogido alrededor de 50 toneladas de basura de diferentes playas en Lima Norte y del Callao, de acuerdo a la ONG Vida (2024), por otro lado, Hernández y Poot (2017), en su investigación, mencionan que los materiales flotantes más encontrados corresponden en un 41% a bolsas de plástico, seguido de envases PET en un 31%, residuos que también pueden ser arrastrados por el viento o trasladarse por el mismo cuerpo de agua pudiendo afectar la biodiversidad local.

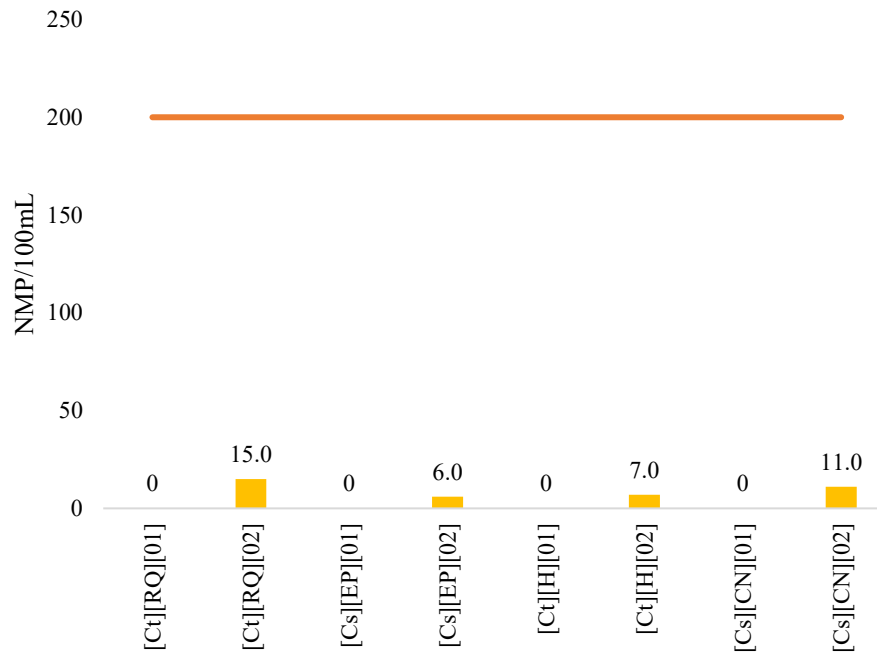


Figura 28. Comparación de coliformes termotolerantes con el ECA-Agua

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

En la Figura 24, respecto a la presencia de coliformes termotolerantes se puede observar que en todos los muestreos realizados se encuentra por debajo del ECA-Agua (200 NMP/100mL) para la categoría evaluada, sin embargo, su presencia en las Cataratas Santa Rosa de Quesada, Encanto de las Palmas, Honolulo y Chagalla Nueva durante la temporada de avenidas por la presencia de lluvias requiere especial atención puesto que se podría estar originando la presencia de vertimientos de aguas residuales aguas arriba. De acuerdo con Ricappa (2024), en su investigación sobre la calidad del agua del río Tarma usado para recreación, de los muestreos realizados, el valor máximo fue de 49 NMP/100mL, encontrándose dentro de lo exigido por la normativa ambiental.

Para la evaluación de *E.coli*, se obtuvo valores de 4, 6 y 6 NMP/100 mL en la Catarata Santa Rosa de Quesada, Honolulo y Cascada Chaglla Nueva, respectivamente, éstos valores superan lo indicado por el ECA para este parámetro (0 NMP/100mL). En comparación con

Tolentino (2022), los valores que obtuvo en su investigación también superaron el ECA para *E.coli* pero no para coliformes termotolerantes, con un promedio de 16.54 NMP/100 mL, así mismo, Ricappa (2024), también obtuvo valores <1.8 NMP/100 mL que superan el ECA, y lo asocia a la presencia de criaderos de animales en la parte alta de la cuenca y la posible descarga de aguas residuales domésticas, además, la presencia de estos microorganismos representan un gran riesgo para la salud de las personas puesto que utilizan el cuerpo de agua como un medio de recreación teniendo un contacto inmediato.

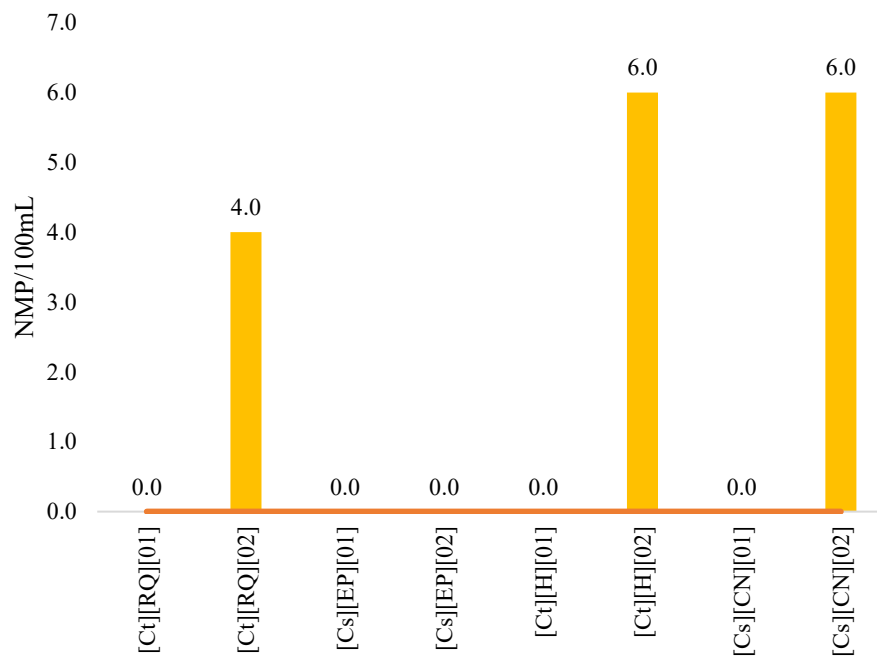


Figura 29. Comparación de *Escherichia coli* con el ECA-Agua

La presencia de microorganismos patógenos como *Vibrio cholerae* y *Salmonella sp.*, en los cuerpos de agua utilizados con fines recreativos representan una preocupación significativa, en comparación con Tolentino (2022), menciona que también reportó la presencia de los mismos durante dos meses de evaluación, indicando que la presencia de los patógenos es peligroso para la salud de la población que hace el disfrute de las mimas, pudiendo ocasionar serios problemas de salud en población vulnerable como adultos o personas con comorbilidades previas, por lo que se sugiere la revisión de los alrededores de la fuente de agua para erradicar puntos de contaminación, así mismo, Suárez (2024), menciona que durante los últimos años se han registrado la presencia de varias especies del género *Vibrio* en los cuerpos de agua en Perú, lo que requiere la toma de acciones inmediatas para asegurar la conservación de los recursos hídricos en todo el territorio.

Tabla 12. Valores descriptivos de parámetros parasitológicos comparados con el ECA-Agua

Punto de muestreo	<i>Vibrio cholerae</i>	<i>ECA-Agua</i>	<i>Salmonella sp</i>	<i>ECA-Agua</i>
[Ct][RQ][01]	Presencia	Ausencia	Presencia	Ausencia
[Ct][RQ][02]	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
[Cs][EP][01]	Presencia	Ausencia	Presencia	Ausencia
[Cs][EP][02]	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
[Ct][H][01]	Presencia	Ausencia	Presencia	Ausencia
[Ct][H][02]	Ausencia	Ausencia	Presencia	Ausencia
[Cs][CN][01]	Presencia	Ausencia	Presencia	Ausencia
[Cs][CN][02]	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

[Ct][RQ]:Catarata Santa Rosa de Quesada, [Cs][EP]:Cascada El Encanto de las Palmas, [Ct][H]:Catarata Honolulo, [Cs][CN]:Cascada Chaglla Nueva, [01]: Estiaje; [02]: Avenida

4.3. Determinación del Índice de Calidad del Agua (ICA-PE)

Después de determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los atractivos turísticos evaluados se ha calculado el Índice de Calidad Ambiental usando para el análisis el ECA-Agua categoría 1 subcategoría B1. Como se puede ver en Figura 26, para Santa Rosa de Quesada, Encanto de las Palmas y Chaglla Nueva, durante ambas temporadas de monitoreo, el resultado del ICA fue “Bueno”, mientras que, para la catarata Honolulo, durante la temporada de estiaje se estimó una calidad “Bueno” con un valor de 80.74, mientras que, en la temporada de avenida se calculó el valor de 70.45 con una calidad de “Regular”, esto se debe a los valores del ECA que cumplió e incumplió, como la presencia de *Salmonella sp*, *Vibrio cholerae*, materiales flotantes de origen antropogénico, así como los valores más altos de turbidez.

Los resultados del (ICA) en los atractivos turísticos evaluados muestran una tendencia general de valores altos en ambas temporadas, lo que indica una calidad de agua adecuada para su uso recreativo. Sin embargo, se observan variaciones entre la temporada de estiaje y la de avenida. En la mayoría de los casos, la calidad del agua en temporada de avenida es superior a la de estiaje, lo que sugiere que el mayor caudal de agua en época de lluvias puede contribuir a la dilución de contaminantes (Manrique, 2023), mejorando así la calidad del agua. Un caso particular es el "Encanto de las Palmas", donde el ICA en avenida es el más alto registrado (93.42), reflejando una excelente calidad del agua durante esta temporada, esto puede relacionarse también con la poca perturbación que ha tenido puesto que empezó a recibir

visitantes todavía a partir del año 2019-2020, en comparación con la catarata Honolulo que tiene más de 20 años de recibir visitantes (Alvarado, 2019).

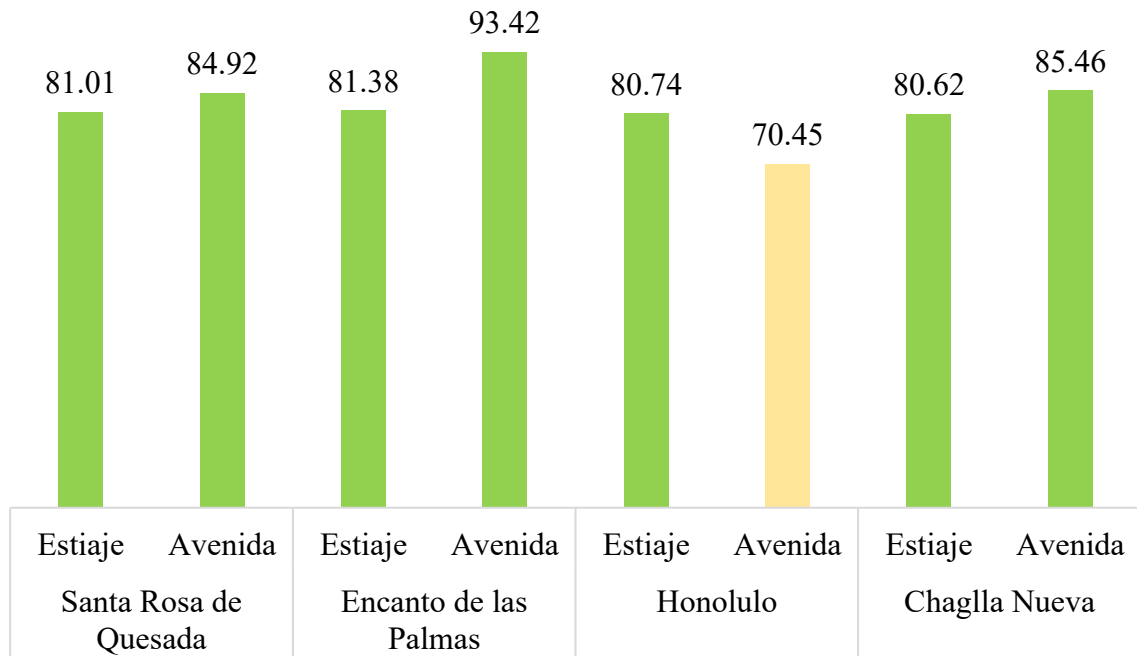


Figura 30. ICA-Agua para los atractivos turísticos en Mariano Dámaso Beráun

No obstante, el atractivo turístico Catarata Honolulo, presenta una anomalía en la comparación con los demás sitios evaluados, en este caso, el ICA en la temporada de avenida fue de 70.45, valor que es notablemente menor al de estiaje (80.47), lo que sugiere que el aumento del caudal podría estar movilizando contaminantes o residuos que afectan la calidad del agua, de acuerdo con Moya, et al., (2024) se relaciona con las actividades humanas cercanas, erosión del suelo o el arrastre de sedimentos o residuos en época de lluvias.

■ Excelente ■ Bueno ■ Malo ■ Regular

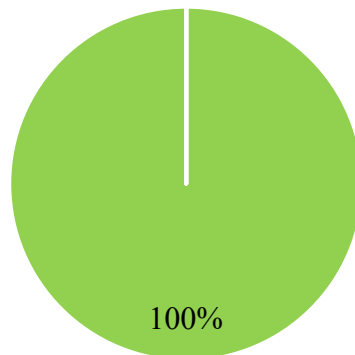


Figura 31. Calificación ICA para el muestreo en estiaje

■ Excelente ■ Bueno ■ Malo ■ Regular

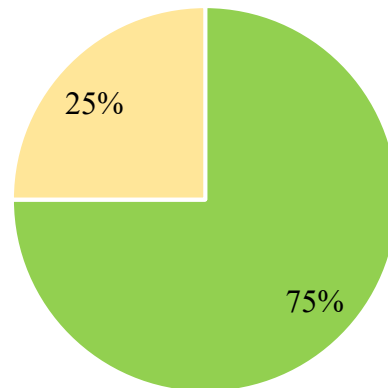


Figura 32. Calificación ICA para el muestreo en avenidas

La metodología del Índice de Calidad del Agua (ICA) se basa en la comparación de parámetros fisicoquímicos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para determinar si el agua es apta para su uso o consumo. Sin embargo, esta metodología presenta limitaciones significativas, ya que no integra de manera efectiva la presencia de microorganismos patógenos en su evaluación final (Salas, 2022). En la tabla 12 de parámetros parasitológicos, se evidencia la presencia de *Vibrio cholerae* y *Salmonella sp.* en varios puntos de muestreo de los atractivos turísticos evaluados, lo que representa un riesgo sanitario importante. A pesar de ello, los valores del ICA podrían clasificar estas aguas con una calidad aceptable o buena, generando una percepción errónea de su seguridad para actividades recreativas.

En comparación con otras investigaciones sobre calidad de agua Tolentino (2022) para determinar la calidad del agua del río Barranco utilizó la metodología ICA Recreacional Dinius, determinándose una calidad aceptable, para Mariano (2024), en su evaluación de los balnearios en Supte San Jorge, se determinó un índice entre Regular y Bueno y para Pacheco (2023), en su evaluación a Las Cuevas de las Pavas el resultado fue de Aceptable y Excelente. En contraste con la investigación realizada los atractivos turísticos de Mariano Damaso Beraún poseen una calidad “Buena”.

V. CONCLUSIONES

Se determinaron los parámetros fisicoquímicos de pH, temperatura, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, turbidez, nitratos, sulfatos, los cuáles se encontraron dentro de los rangos normales para la zona de estudio caracterizada por su bosque premontano y suelos calcáreos, pero la presencia de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae* y *Salmonella sp.*, indican una posible fuente de contaminación.

Los parámetros fisicoquímicos cumplen con lo establecido en el ECA-Agua recreacional de contacto primario, mientras que, los parámetros microbiológicos no cumplen con esta normativa, excepto en el caso de los coliformes termotolerantes.

El Índice de Calidad del Agua (ICA – PE) de los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún en promedio fue de 82.25.

La calidad del agua de los atractivos turísticos del distrito de Mariano Dámaso Beraún en promedio es buena.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

Se recomienda hacer una evaluación en la parte alta y media de la cuenca donde forman parte los cuerpos de agua debido a que podrían existir fuentes de contaminación.

Se recomienda en una próxima investigación llevar a cabo una evaluación que incluya parámetros orgánicos y metales pesados.

Analizar en conjunto con la Autoridad Nacional del Agua y gobierno local las alternativas para eliminar la presencia de microorganismos patógenos.

Es necesario un monitoreo permanente de los recursos que utiliza la población para recreación, considerando el auge en el sector turístico que tiene la provincia y en especial el distrito de Mariano Dámaso Beraún.

Con los operadores turísticos se recomienda realizar charlas de sensibilización para un correcto uso de los dispositivos de almacenamiento de residuos sólidos y evitar la disposición en las fuentes de agua.

Para las próximas investigaciones se recomienda comparar con otras metodologías de calidad de agua.

VII. REFERENCIAS

- Alvarado, M. (2019). El turismo receptivo extranjero en la provincia de Leoncio Prado. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias Económicas mención Proyectos Inversión. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Arretea, D. (2021). El turismo y su relación con el desarrollo social en el distrito Mariano Damaso Beráun Las Palmas, provincia de Leoncio Prado, año 2021. Tesis pregrado. Universidad Alas Peruanas.
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2018). Cuentas Ambientales y Económicas del Agua en el Perú. <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4705/ANA0003201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2018). Metodología para la determinación del índice de calidad de agua Ica-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales. <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/metodologia-para-la-determinacion-del-indice-de-calidad-de-agua-ica-pe-aplicado-los>
- Aquae Fundacion. (11 de agosto de 2021). ¿Cuál es la calidad perfecta del agua? Aquae Fundacion. Recuperado el 17 de noviembre del 2023. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/calidad-agua/#:~:text=La%20calidad%20del%20agua%20es,cantidad%20de%20bacterias%20que%20tiene>.
- Baena, G. (2014). Metodología de la investigación: Serie integral por competencias. Grupo Editorial Patria. <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>
- Cabrera, C. (2023). Evaluación de impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna de Yambo ubicado en el Cantón Salcedo provincia de Cotopaxi. Tesis pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Cajaleón, L. (2021). Determinación de los parametros fisicoquimico y microbiologico de la calidad del agua en la laguna mancapozo, para consumo humano, La Esperanza, Amarilis–Huánuco agosto–noviembre 2019.

- Chicava, M., Da Silva, A., Bomfim, T., & Santana, L. (2022). Análise da qualidade da água superficial das lagoas Grande e Salgada em feira de Santana-BA. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente. 44(1), 162-193.
- Choquehuaya, E. (2024). Estudio de la calidad del agua y diversidad de macroinvertebrados en el canal de regadío anexo del balneario de Yura, Arequipa de agosto 2022 a febrero 2023. Tesis para obtener el título de Bióloga. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.
- Consultora estratégica de investigación y mercados [CIMEC]. (30 de octubre de 2023). Muestreo probabilístico y no probabilístico. Recuperado el 17 de noviembre del 2023 <https://www.cimec.es/muestreo-probabilistico-y-no-probabilistico/>
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2010). Capítulo 3: Usos del agua .CONAGUA.https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Capitulo_3.pdf
- Decreto Supremo N.º 004-2017-PCM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias (7 de junio de 2017). <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2> .
- Dionisio, A. (2021). 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 de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2111>
- Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo (DIRCETUR). (2020). Turismo en el distrito de Mariano Dámaso Beraún en la provincia de Leoncio Prado. Consultado el 13 de julio del 2024. En línea [<https://www.gob.pe/institucion/regionhuanuco/noticias/318370-huanuco-reapertura-el-turismo-en-el-distrito-mariano-damaso-beraun-de-la-provincia-de-leoncio-prado>]
- Environmental Protection Agency. (30 de octubre de 2023). Standards for Water Body Health. Recuperado el 17 de noviembre del 2023. [https://www.epa.gov/standards-water-body-health/what-are-water-quality-standards#:~:text=Water%20quality%20standards%20\(WQS\)%20are,will%20be%20protected%20or%20achieved](https://www.epa.gov/standards-water-body-health/what-are-water-quality-standards#:~:text=Water%20quality%20standards%20(WQS)%20are,will%20be%20protected%20or%20achieved)
- Espinoza, J., & Chavez, E. (2021). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua superficial del río Ichu en zonas urbanas del distrito de Huancavelica, 2021. Tesis para optar el

- título de Ing. Ambiental y Sanitario. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.
- Espinoza, K. (2023). Calidad de agua en época de estiaje para consumo pecuario en la Cooperativa Comunal San Pedro de Cajas – Junín. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.
- Fuentes, F. (2007). Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora, México. *Rev Salud Publica Nutr.* 8(3):1-13.
- García, D. (2023). Efecto de la variación de temperatura y el tiempo de tratamiento de agua residual municipal de Concepción, en la eficiencia biodepurativa de microorganismo benéficos -2023. Tesis para obtener el título de Ing. Ambiental. Universidad Continental. Huancayo, Perú.
- Gutiérrez, K., Paucar, M. (2023). Complejo ecoturístico con inclusión de espacios temáticos en el distrito Mariano Damaso Beraun – Leoncio Prado – Huánuco – 2022. Tesis pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). Mc Graw Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández, C., & Poot, C. (2017). Residuos sólidos generados en malecón turístico. *Conciencia Tecnológica.* 53(1).
- Herrera, J., Navarro, B., Torres, P., Martínez, N., Royero, A., & Cahuana, A. (2022). Determinación de los índices BMWP/COL, QBR, IHF e IO en Valledupar, Colombia.
- Huerta, P., Alegre, J., Loli, O., Huerta, A., Carranza, V., Vásquez, V., Argomedo, B., Urcia, M., & Valderrama, P. (2023). Idesia (Arica). 41(3), 87-93. *Revista politécnica.* 18(35),110-127.
- Ibarra, A. (2024). Turismo responsable y Educación Ambiental, Estrategias Para Minimizar la Contaminación por Residuos Sólidos en el Río Jordán. Proyecto de grado para obtener el título de especialista en Educación Ambiental. Fundación Universitaria Los Libertadores. Bogotá D.C, Colombia.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2022). Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2022. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1877/libro.pdf

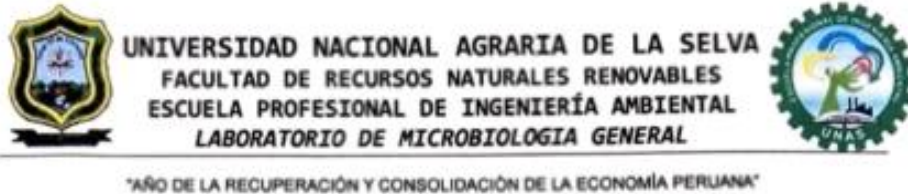
- Jinés, E. Roque, E., Mamani, M., Chura, S., & Aguilar, R. (2024). Caracterización físico química del agua superficial en dos sectores del río Ramis. *ALFA Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*. 8(23), 472-479.
- Manrique, R. (2023). Aplicación de índices para evaluación de la calidad de agua del lago Sochagota y sus impactos en la salud pública. *Revista Nacional de Ingeniería*. 1(6), 1-15.
- Mariano, K. (2023). Calidad del agua para uso recreacional de tres balnearios del río Supte Grande, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, Huánuco -2021. Tesis para optar el título de Ing. Ambiental. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo [MINCETUR]. (2024). Perú: compendio de cifras de turismo. Consultado el 13 de julio del 2024. En línea [<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5955340/5278963-compendio-cifras-de-turismo-enero-2024.pdf>]
- Moya, M., Ocaña, A., Hidalgo, S., & Martínez, J. (2024). Caracterización de la oferta de los atractivos turísticos alternativos: Caso Baños de Agua Santa, Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*. 17(46), 39-53.
- Neme, O., Valderrama, A. L., & Chiatchoua, C. (2021). Factores determinantes del consumo productivo de agua y sus efectos en la actividad económica de México. *Economía, sociedad y territorio*, 21(66), 505-537.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (26 de noviembre de 2020). El agua, un recurso que se agota por el crecimiento de la población y el cambio climático. Recuperado el 17 de noviembre del 2023. <https://news.un.org/es/story/2020/11/1484732>
- Organización Mundial de la Salud [OMS] . (13 De Setiembre De 2023). Agua para Consumo Humano. Recuperado el 17 de noviembre del 2023. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- OMS. (2006). Guía para la Calidad del Agua Potable. [En línea]: Organización Mundial de la Salud (https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf, 16 de Set. 2020).
- Oré, L., Loarte W., Guerra J. (2022). Calidad ambiental del agua mediante indicadores físicoquímicos y bacteriológico: quebrada El Águila y Piuranito en la ciudad de Tingo María. *Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY*, 2(2),119-141. <https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/view/34/34>

- Osorio, M., García, J., Saquicela, R., & Cadme, M. (2021). Determinación del índice de calidad del agua en ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. *Ingeniería del agua*, 25(2), 115-126
- ONG Vida. (2024). 50 toneladas de basura en playas. Inforegión. En línea [<https://inforegion.pe/recogen-mas-de-50-toneladas-de-basura-en-playas/>]
- Pacheco, J. (2023). Calidad de agua superficial destinadas para recreación en tres balnearios de la provincia de Leoncio Prado, Huánuco. Tesis para optar el título de Ing. Ambiental. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Pérez, G., Alvarado, V., Rodríguez, J. A., Herrera, F., & Sánchez, R. (2021). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua superficial del río Grande de Tárcoles, Costa Rica: un enfoque ecológico. *Cuadernos de Investigación UNED*, 13(1).
- Pino, E. (2021). Conflictos por el uso del agua en una región árida: caso Tacna, Perú. *Diálogo andino*, (65), 405-415.
- Pinoargote, J., Alvarez, Y. (2023). Calidad de agua del río Portoviejo y su incidencia en el turismo. *Digital Publisher*. 8(5), 481-489. doi.org/10.33386/593dp.2023.5.2067
- Quintero, A., Fragosó, P., & Olivieri, G. (2021). Calidad bacteriológica del agua de cuatro balnearios del municipio de Valledupar (Colombia). *Información tecnológica*. 32(4), 31-38.
- Ramos, M. y Guillermo, P. (2023). Análisis comparativo del desempeño del índice ICA-PE y el índice WQI-NSF en el río Locumba. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Tacna]. Repositorio UPT. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2759>
- Ricappa, R. (2024). Evaluación de la calidad del agua en el río Tarma utilizado para recreación por la población de San Ramón, Auvernia, Chanchamayo. Para optar el título de Ing. Ambiental. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.
- Rios, S. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*. 35(2):236-247.
- Ruiz, E. (2011). Social-ecological resilience and community-based tourism: An approach from Agua Blanca, Ecuador. *Tourism Management*, 32, 655-666. <https://doi.org/10.1016/J.TOURMAN.2010.05.021>.
- Russell, D. (2016). *Tratamiento de Aguas Residuales: Un Enfoque Práctico*. Editorial Reverté S.A.
- Sáez, W. (2019). Concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica. Tesis para optar el grado de Mtro en Ciencias en Ingeniería. Universidad Nacional de Huancavelica.

- Salas, L. (2022). Análisis comparativo del ICA-NSF e índice de calidad de agua diseñado para la Microcuenca de Cachimayo, Cusco, Perú Abril-2022. Tesis para obtener el título de Ing. Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.
- Soto, A. (2014). La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada, Cajamarca.
- Suarez, J. (2024). Evaluation of drinking water quality based on physicochemical and bacteriological indicators in the town of Tingo María. *Journal Scientific International Environmental Green Horizon*. 3(1), 15-22.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2024). Boletín hidroclimático de agosto. En línea: [<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/04401SENA-140.pdf>]
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2024). Boletín hidroclimático de diciembre. En línea: [<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/04401SENA-143.pdf>]
- Sucapuca, R. (2022). Evaluación de la calidad del agua del río Crucero, aplicando el ICA-PE y CCME-WQI en proximidades de la zona urbana del distrito de Crucero, Carabaya, Puno (Perú). [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio UPEU. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/5313>
- Tolentino, Y. (2022). Calidad del agua para uso recreativo del río Barranco en el centro poblado de Supte San Jorge, Tingo María. Tesis para optar el título de Ing. en Conservación de suelo y Agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Torres P., Cruz H., & Patiño P. (2009). Índices De Calidad De Agua En Fuentes Superficiales Utilizadas En La Producción De Agua Para Consumo Humano. Una Revisión Crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8 (15), 79-94. <https://www.redalyc.org/pdf/750/75017199010.pdf>
- Trujillo, E., Moscol, A., & Cavero, O. (2014). Turismo, riesgos y oportunidades sobre el uso y consumo de las aguas termales. Caso: Valle de Churín 2013. , 2. <https://doi.org/10.24039/CV20142236>.
- Vera, L. (2023). Valoración económica del servicio ecosistémico de la catarata Zotarari, en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo-Junín.
- Villasís M. & Miranda M. (2016). El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. *Revista Alergia México*, 63 (3), 303-310. <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755025003.pdf>

VIII. ANEXOS

Anexo 2. Constancia de ejecución en el laboratorio de Microbiología



CONSTANCIA N°001-2025-LM-EPIA-FRNR

El jefe del laboratorio de Microbiología de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva,

HACE CONSTAR:

Que, la Br. SUSAN IRENE ALVARADO GARAY, ha ejecutado su trabajo de tesis **CALIDAD DE AGUA PARA USO RECREACIONAL DE LOS ATRACTIVOS TURISTICOS EN EL DISTRITO DE MARIANO DAMASO BERAUN – HUANUCO, 2024** durante el periodo comprendido de agosto del 2024 a febrero del 2025, realizando pruebas analíticas para la determinación de parámetros microbiológicos y caracteres fisicoquímicos según se indican a continuación:

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS
Temperatura	<i>Salmonella spp</i>
pH	Coliformes Termotolerantes
Turbiedad	<i>Vibrio cholerae</i>
Oxígeno disuelto	<i>Escherichia coli</i>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
Nitratos	
Sulfatos	

La Br. SUSAN IRENE ALVARADO GARAY ha demostrado alta responsabilidad, eficiencia y eficacia en la realización de su investigación siguiendo con los protocolos establecidos.

Se expide la presente para los fines que estime conveniente.

Tingo María, 28 de febrero del 2025



[Handwritten Signature]
Dr. César Samuel López López
JEFE

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA GENERAL

Anexo 3. Datos de los muestreos

Tabla 13. Valores de los parámetros fisicoquímicos insitu

Códigos de muestreo	pH	°C	Oxígeno disuelto mg/L	Materiales flotantes
[Ct][RQ][01]	7.59	20.1	7.65	Ausencia
[Ct][RQ][02]	7.91	18.7	7.92	Ausencia
[Cs][EP][01]	7.53	19.8	7.64	Ausencia
[Cs][EP][02]	8.29	16.5	7.59	Ausencia
[Ct][H][01]	7.73	19.5	7.72	Ausencia
[Ct][H][02]	7.81	17.8	7.69	Presencia
[Cs][CN][01]	7.62	20.0	7.79	Ausencia
[Cs][CN][02]	8.13	18.6	7.54	Ausencia

Tabla 14. Valores de los parámetros fisicoquímicos exsitu

Códigos de muestreo	DQO	DBO5	NTU	Nitratos	Sulfatos
[Ct][RQ][01]	3.0	1.72	1.8	0.0	77.0
[Ct][RQ][02]	7.0	2.76	27.0	0.4	1.0
[Cs][EP][01]	3.0	1.44	0.7	0.3	93.0
[Cs][EP][02]	6.0	2.34	43.0	0.1	1.0
[Ct][H][01]	6.0	2.06	0.4	1.5	1.0
[Ct][H][02]	5.0	2.58	91.0	0.0	0.0
[Cs][CN][01]	5.0	2.18	0.9	1.1	56.0
[Cs][CN][02]	7.0	3.18	47.0	0.0	0.0

Tabla 15. Valores de los parámetros microbiológicos

Códigos de muestreo	Coliformes termotolerantes	<i>Escherichia coli</i>	<i>Vibrio cholerae</i>	<i>Salmonella sp</i>
[Ct][RQ][01]	0	0.0	Presencia	Presencia
[Ct][RQ][02]	15.0	4.0	Ausencia	Ausencia
[Cs][EP][01]	0	0.0	Presencia	Presencia
[Cs][EP][02]	6.0	0.0	Ausencia	Ausencia

Códigos de muestreo	Coliformes termotolerantes	<i>Escherichia coli</i>	<i>Vibrio cholerae</i>	<i>Salmonella sp</i>
[Ct][H][01]	0	0.0	Presencia	Presencia
[Ct][H][02]	7.0	6.0	Ausencia	Presencia
[Cs][CN][01]	0	0.0	Presencia	Presencia
[Cs][CN][02]	11.0	6.0	Ausencia	Ausencia

Tabla 16. Valores cuantitativo ICA-PE

Códigos de muestreo	F1	F2	F3	ICA-PE
[Ct][RQ][01]	62.00	65.00	107.78	81.01
[Ct][RQ][02]	68.00	71.00	109.40	84.92
[Cs][EP][01]	66.00	62.00	108.02	81.38
[Cs][EP][02]	73.00	76.00	122.78	93.42
[Ct][H][01]	62.00	67.00	105.95	80.74
[Ct][H][02]	53.00	55.00	95.17	70.45
[Cs][CN][01]	65.00	57.00	109.66	80.62
[Cs][CN][02]	68.00	68.00	112.53	85.46

Anexo 4. Panel fotográfico



Figura 33. Recolección de muestra en la Cascada El Encanto de las Palmas



Figura 34. Recolección de muestra en la Catarata Santa Rosa de Quesada



Figura 35. Evaluación de parámetros fisicoquímicos en laboratorio



Figura 36. Evaluación de parámetros fisicoquímicos de nitratos y sulfatos



Figura 37. Preparación de muestras para análisis de DQO



Figura 38. Preparación de caldos de cultivo para análisis de parámetros microbiológicos

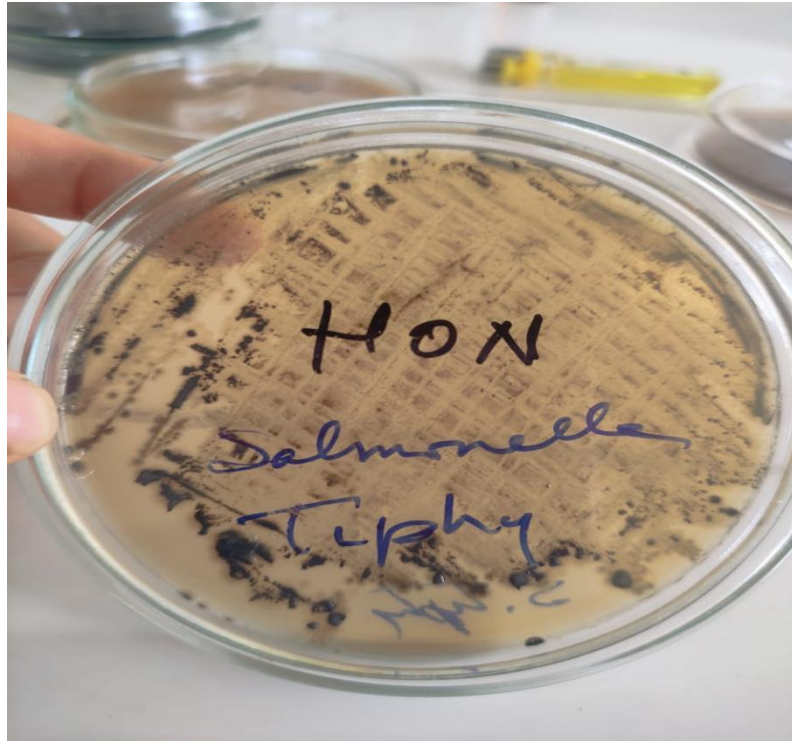


Figura 39. Placas Petri con caldo para análisis de *Salmonella sp.*



Figura 40. Placas Petri con caldo para análisis de *Salmonella sp.*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* y coliformes termotolerantes.