

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI - 2023**

PRESENTADA POR:

YESICA LIZ MAMANI FERNÁNDEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



9.39%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 13 MAR 2024, 10:59 AM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
0.48%

● CHANGED TEXT
8.9%

Report #20026067

YESICALIZ MAMANI FERNÁNDEZ EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI - 2023 RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri-2023. Por tal, se realizó un muestreo de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en tres puntos, siendo la primera antes del vertimiento denominada como muestra 1 río de Ayaviri (arriba), durante el vertimiento denominada muestra 2 - PTAR (Ayaviri) y siendo el tercero después del vertimiento de las aguas residuales como muestra 3 río de Ayaviri (abajo), con los resultados obtenidos los parámetros in-situ analizados fueron pH con 6.06, aceites y grasas fue de 74.70 mg/L, sólidos suspendidos totales es de 1379.50 mg/L, DQO es 416.15 mg/L, estos resultados exceden a los LMP para efluentes de PTAR. Respecto a los valores obtenidos para DBO5 fue de 0 mg/L, temperatura en 16.5 °C, coliformes termotolerantes en 75 NMP/100 mL, cumplen con los LMP para efluentes de PTAR establecidos por el D.S. 003-2010-MINAM. Los parámetros físicoquímicos y microbiológicos medidos en el río Ayaviri fueron SST es 1028.00 mg/L, DQO siendo 1613.44 mg/L, aceites y grasas fue de 18.43 mg/L, estos resultados exceden el ECA para agua, categoría 3, destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, respecto a los valores obtenidos para temperatura es 16.5°C, pH fue de 6.51, DBO5 es de

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI - 2023
PRESENTADA POR:
YESICA LIZ MAMANI FERNÁNDEZ
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Dr. ANGEL AMADOR MELENDEZ HUISA

PRIMER MIEMBRO

: 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M.Sc. JOSÉ ELADIO NUÑEZ QUIROGA

ASESOR DE TESIS

: 
M.Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Líneas de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 01 de abril del 2024

DEDICATORIA

Primero que nada agradezco a Dios por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y por su inconmensurable e insondable amor hacia nosotros, sus hijos. Le agradezco por ser un maestro y líder ejemplar que me orienta y orienta en cada paso de mi vida.

A mi amada madre Flora Fernandez, todos los esfuerzos incansables que hizo para alcanzar mis sueños, el amor y la confianza que me mostró a lo largo de mi carrera, ayudándome a seguir adelante y superar los desafíos que me pusieron a prueba, por su apoyo incondicional la vida nos pasa de largo.

A mi padre Vicente Mamani, gracias por su apoyo incondicional y tremenda comprensión durante esta preparación y esfuerzo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos Puno, por ayudarme a alcanzar mi sueño de convertirme en un gran profesional y contribuir a la preservación del medio ambiente que nos rodea para las generaciones futuras.

Agradecer a mi asesora M.Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS, por su orientación y apoyo incondicional, también me gustaría agradecer especialmente a mi madre por la educación y ejemplo de vida que me enseñó. De ella aprendí los valores que me han guiado en el camino que he tomado y lo que debo hacer a continuación.

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a los docentes de la Facultad de Ingeniería Ambiental por contribuir no sólo a mi formación académica sino también a mi formación personal en base a su amplia experiencia.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.2. ANTECEDENTES	16
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	16
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	16
1.2.3. A NIVEL REGIONAL O LOCAL.	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	20
2.1.1. AGUA SUPERFICIAL.	20
	3

2.1.2. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	20
2.1.3. AGUAS RESIDUALES	21
2.1.3.1. Clasificación de aguas residuales	21
2.1.3.2. Caracterización de las aguas residuales	21
2.1.4. INDICADORES DE CONTAMINANTES DEL AGUA	22
2.1.4.1. Indicadores físicos:	22
2.1.4.2. Indicadores químicos:	23
2.1.5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR	24
2.1.6. ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL AGUA	25
2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	27
2.2.1. MARCO TEÓRICO NORMATIVO	29
2.3. HIPÓTESIS	29
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	29
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	29
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	30
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	31
3.2.1. POBLACIÓN	31
3.2.2. MUESTRA	32
3.2.2.1. Muestreo	33
3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS	34
3.3.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL EFLUENTE DE LA PTAR DE AYAVIRI EN FUNCIÓN AL D.S Nº 003-2010-MINAM.	35
3.3.2.1. Preparación de materiales y equipos	36
3.3.2. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO DE AYAVIRI.	37
	4

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	40
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	41
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI-2023.	42
4.2. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL EFLUENTE DE LA PTAR DE AYAVIRI.	44
4.3. RESULTADOS DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO DE AYAVIRI (ARRIBA), SEGÚN D.S N° 004-2017-MINAM - ECA DEL AGUA.	53
4.3.1. RESULTADOS DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO DE AYAVIRI (ABAJO).	60
4.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS	70
4.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	70
4.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	70
4.4.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	71
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Límites máximos permisibles para los efluentes DE PTAR	25
Tabla 02: Resumen de los estándares de calidad ambiental para el agua	26
Tabla 03: Ubicación de los puntos de muestreo.	33
Tabla 04: Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.	36
Tabla 05: Estándares de calidad ambiental para el agua; categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.	38
Tabla 06: Operacionalización de variables.	40
Tabla 07: Variación de los valores de los parámetros en agua del río de Ayaviri.	43
Tabla 08: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales de Ayaviri.	44
Tabla 09: Resumen de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según ECA para agua para la muestra 01.	53
Tabla 10: Resumen de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según ECA para agua para muestra 3.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación geográfica del distrito de Ayaviri.	31
Figura 02: Ubicación de la PTAR Ayaviri.	32
Figura 03: Ubicación de puntos de muestreo.	34
Figura 04: Temperatura del efluente de la PTAR de Ayaviri.	46
Figura 05: Sólidos suspendidos totales del efluente de la PTAR de Ayaviri.	47
Figura 06: pH del efluente de la PTAR de Ayaviri.	48
Figura 07: Demanda química de oxígeno (DQO) del efluente de la PTAR de Ayaviri.	49
Figura 08: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) del efluente de la PTAR de Ayaviri.	50
Figura 09: Aceites y grasas del efluente de la PTAR de Ayaviri.	51
Figura 10: Coliformes termotolerantes del efluente de la PTAR de Ayaviri.	52
Figura 11: Temperatura del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.	54
Figura 12: Sólidos suspendidos totales del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.	55
Figura 13: Potencial de hidrógeno del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.	56
Figura 14: Demanda química de oxígeno del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.	57
Figura 15: Demanda bioquímica de oxígeno del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.	58
Figura 16: Aceites y grasas del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.	59
Figura 17: Coliformes termotolerantes del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.	60
Figura 18: Temperatura del río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.	63
Figura 19: Sólidos suspendidos totales del río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.	64
	7

Figura 20: Potencial de hidrógeno del río de Ayaviri (Abajo) antes del impacto de la PTAR.	65
Figura 21: Demanda química de oxígeno del río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.	66
Figura 22: Demanda bioquímica de oxígeno del río de Ayaviri (Abajo) antes del impacto de la PTAR.	67
Figura 23: Aceites y grasas del río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.	68
Figura 24: Coliformes termotolerantes del río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.	69
Figura 25: Decreto supremo N° 003-2010-MINAM.	85
Figura 26: Decreto supremo N° 004-2017-MINAM.	90
Figura 27: Materiales para realizar el monitoreo de las muestras de aguas.	91
Figura 28: Toma de muestra 1 río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.	92
Figura 29: Toma de muestra 1 río de Ayaviri (Arriba) de los parámetros fisicoquímicos.	93
Figura 30: Toma de muestra 1 río de Ayaviri (Arriba) del parámetro microbiológico.	94
Figura 31: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ayaviri.	94
Figura 32: Condiciones que se encuentra la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ayaviri.	95
Figura 33: Toma de muestra de los parámetros en efluente de la PTAR de Ayaviri.	96
Figura 34: Toma de muestra 2 - PTAR de Ayaviri para los parámetros fisicoquímicos.	97
Figura 35: Toma de muestra 2 - PTAR de Ayaviri del parámetro microbiológico.	98
Figura 36: Toma de muestra 3 río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.	98
Figura 37: Toma de muestra 3 río de Ayaviri (Abajo) de los parámetros fisicoquímicos .	99
Figura 38: Toma de muestra 3 río de Ayaviri (Abajo) del parámetro microbiológico.	100
Figura 39: Llenado de la ficha de cadena de custodia.	101
Figura 40: Llenado de la ficha de registro de datos en campo.	102
Figura 41: Muestras llevado al laboratorio de calidad de control de la facultad de química de la UNA PUNO.	103

- Figura 42:** Certificado de análisis físico, químico y microbiológico de la muestra 1 - río de Ayaviri (Arriba). 104
- Figura 43:** Certificado de análisis físico, químico y microbiológico de la muestra 2 -PTAR de Ayaviri. 105
- Figura 44:** Certificado de análisis físico, químico y microbiológico de la muestra 3 - río de Ayaviri (Abajo). 106

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	81
Anexo 02: Panel fotográfico.	85

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri-2023. El diseño de la investigación es no experimental, descriptivo transeccional. Por tal, se realizó un muestreo de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en tres puntos, siendo la primera antes del vertimiento denominada como muestra 1 río de Ayaviri (arriba), durante el vertimiento denominada muestra 2 - PTAR (Ayaviri) y siendo el tercero después del vertimiento de las aguas residuales como muestra 3 río de Ayaviri (abajo), con los resultados obtenidos los parámetros in-situ analizados fueron pH con 6.06, aceites y grasas fue de 74.70 mg/L, sólidos suspendidos totales es de 1379.50 mg/L, DQO es 416.15 mg/L, estos resultados exceden a los LMP para efluentes de PTAR. Respecto a los valores obtenidos para DBO₅ fue de 0 mg/L, temperatura en 16.5 °C, coliformes termotolerantes en 75 NMP/100 mL, cumplen con los LMP para efluentes de PTAR establecidos por el D.S. 003-2010-MINAM. Los parámetros físicoquímicos y microbiológicos medidos en el río Ayaviri fueron SST es 1028.00 mg/L, DQO siendo 1613.44 mg/L, aceites y grasas fue de 18.43 mg/L, estos resultados exceden el ECA para agua, categoría 3, destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, respecto a los valores obtenidos para temperatura es 16.5°C, pH fue de 6.51, DBO₅ es de 1.00 mg/L y coliformes termotolerantes 43 NMP/100 ml, cumplen con el ECA de agua. Finalmente concluimos que el efecto del vertimiento de aguas residuales de la PTAR en la parte baja del río Ayaviri, es negativo, por afectar la calidad de agua del río Ayaviri, el cual se encuentra considerado como malo para el uso agrícola y la ganadería.

Palabras clave: Efluente, PTAR, Parámetros físicos, Químicos y microbiológicos, Río Ayaviri.

ABSTRACT

In this work, the efficiency of the wastewater treatment plant in the Ayaviri-2023 district was evaluated. The research design is non-experimental, descriptive transectional. Therefore, a sampling of the physical, chemical and microbiological parameters was carried out at three points, the first being before the discharge called sample 1 Ayaviri River (above), during the discharge called sample 2 - WWTP (Ayaviri) and being the third after the discharge of wastewater as sample 3 Ayaviri river (below), with the results obtained, the in-situ parameters analyzed were pH with 6.06, oils and greases was 74.70 mg/L, total suspended solids is 1379.50 mg /L, COD is 416.15 mg/L, these results exceed the LMP for WWTP effluents. Regarding the values obtained for BOD5, it was 0 mg/L, temperature at 16.5 °C, thermotolerant coliforms at 75 NMP/100 mL, they comply with the LMP for WWTP effluents established by the D.S. 003-2010-MINAM. The physicochemical and microbiological parameters measured in the Ayaviri River were TSS is 1028.00 mg/L, COD being 1613.44 mg/L, oils and fats was 18.43 mg/L, these results exceed the ECA for water, category 3, intended for irrigation of vegetables and animal drinks, with respect to the values obtained for temperature is 16.5°C, pH was 6.51, BOD5 is 1.00 mg/L and thermotolerant coliforms 43 NMP/100 ml, they comply with the ECA of water. Finally, we conclude that the effect of the discharge of wastewater from the WWTP in the lower part of the Ayaviri River is negative, because it affects the water quality of the Ayaviri River, which is considered bad for agricultural use and livestock.

Keywords: Effluent, WWTP, physical, chemical and microbiological parameters, Ayaviri River.

INTRODUCCIÓN

Hoy escuchamos sobre la contaminación y sus efectos, la calidad del agua, la gestión del agua, el agotamiento del agua gota a gota y un sinfín de recomendaciones y consideraciones, pero se toman pocas medidas cuando se trata de aguas residuales, Esto se está convirtiendo en un gran problema ambiental y según un informe publicado por el OEFA, sólo el 32% de las aguas residuales pasan por tratamiento antes de ser vertidas a un cuerpo de agua o destinadas a otro uso. Finalmente, más del 68% de las aguas residuales se vierten directamente al cuerpo de agua, cambiando su calidad y afectando la vida acuática, el 68 % será tratado cuando no tenga agua para el tratamiento. Por lo tanto, es necesario dirigir proyectos para ayudarnos a reutilizar y mejorar la calidad y el tratamiento del agua. (Lima, 2020)

Eficiencia del tratamiento de aguas residuales en plantas depuradoras. Esto depende en gran medida de los factores climáticos que prevalecen en una zona determinada, como por ejemplo; La temperatura ambiente, la frecuencia, la radiación solar y la velocidad del viento local, así como otros factores, afectan directamente la biología de este sistema. (Auccatinco, 2021)

Los ríos y arroyos son ecosistemas naturales que el ser humano utiliza para actividades tradicionales y cotidianas, transportando personas y productos diversos, y sus aguas residuales también se utilizan para regar cultivos. En los últimos años, gracias a la fumigación generalizada y profunda, el planeta se ha utilizado para producir energía hidroeléctrica, como receptor de residuos y aguas residuales, y como parte de la agricultura industrial. Los materiales gigantes transforman los ecosistemas submarinos y los convierten en algo que se puede hacer. planeta. (Guzman y Reategui, 2021)

Esta investigación consta de 4 capítulos: Capítulo I que consiste en introducción, planteamiento del problema, antecedentes y objetivos, Capítulo II el marco teórico, hipótesis, Capítulo III metodología y técnicas de investigación y último el capítulo IV que consiste en la presentación de los resultados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cada año se vierten más de mil millones de toneladas de aguas residuales en las aguas subterráneas, ríos, lagos y océanos de todo el mundo, contaminados con metales pesados, disolventes, aceites, grasas, detergentes, ácidos, radiaciones, fertilizantes, pesticidas y otras sustancias químicas. Esta contaminación química del medio ambiente se ha convertido en uno de los problemas globales más apremiantes que enfrenta la humanidad. (Pimentel, 2017). El agua, fuente de vida y derecho humano básico, es central en la crisis que enfrentan millones de personas cada día y que está empeorando en las zonas más vulnerables del mundo. Los pobres viven y son tolerados por quienes tienen suficientes recursos, tecnología y poder político para resolver el problema, ampliando la brecha entre los países ricos y pobres. (Acosta, 2016)

Además en Perú, según el Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2022-2026, solo el 30% de las inversiones públicas en tratamiento de aguas residuales. La contaminación del agua ocurre en los niveles primario, secundario y terciario de las fuentes de agua. Los contaminantes del agua son orgánicos e inorgánicos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en todos los casos la contaminación del agua supone una amenaza para la salud pública. El problema de la contaminación del agua por aguas residuales está relacionado con enfermedades que indirectamente pueden provocar como cáncer, diabetes y enfermedades cardiovasculares. (Alomía, 2019).

El estado de la gestión de aguas residuales en el Perú, según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento “SUNASS”, muestra que el 70% de las aguas residuales en el Perú no reciben tratamiento alguno; Además, se informa que de las 143 plantas de tratamiento de aguas residuales existentes en el Perú, sólo el 14% cumple con la normativa vigente para su correcto funcionamiento; Esto está en línea con el Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026.

En la región de Puno, el estado hídrico de los principales ríos de Puno es deficiente debido a factores naturales y en parte por la descarga de aguas residuales urbanas y residuos sólidos, como lo demuestran los resultados del monitoreo de la calidad del agua con la Autoridad Nacional del Agua “ANA”. La mayor parte de la contaminación es causada por humanos, debe solicitar a su gobierno local que implemente proyectos de prevención de la contaminación del agua. ANA siempre se asegurará de que las personas no sufran daños por factores humanos que causen contaminación.

El problema radica en la planta depuradora de aguas residuales de la ciudad de Ayaviri, debido a la falta de mantenimiento, el crecimiento demográfico y la mala construcción de las instalaciones existentes ha provocado la falla del sistema de filtración, lo que ha provocado que las aguas residuales alcancen o superen el “límite máximo permisible” y que la Planta de tratamiento de aguas residuales no funcione correctamente. (Pariccahua, 2018)

Actualmente, la ciudad de Ayaviri no cuenta con un programa de limpieza y mantenimiento en la PTAR, lo que provoca que las aguas residuales en la PTAR superen el límites máximos permisibles, los efluentes de la PTAR de Ayaviri, se vierten directamente al río de Ayaviri, por esta razón, estamos tratando de determinar el impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del agua del río Ayaviri a través de la investigación.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri - 2023?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo será la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri cumplirá con el D.S. N° 003-2010-MINAM?
- ¿Cuál es la calidad fisicoquímico y microbiológico del agua del río Ayaviri cumplirá con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM - ECA para agua (Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales; y Categoría 4: Conservación del ambiente acuático), en el distrito de Ayaviri-2023?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Pinzón (2019), el trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el nivel de impacto ambiental en la calidad del agua del caño Usivar, debido a las emisiones resultantes de las actividades realizadas durante la producción de la PTAR del municipio de Yopal. Este se logrará mediante un análisis de causa y efecto de las áreas directamente afectadas por la fuente de agua, donde se especifica que debe haber una extracción mínima del 80%.

Herrera (2018), investigó sobre cómo realizar un análisis cualitativo del impacto ambiental de la descarga de aguas residuales en el río Magdalena, se tomaron dos muestras de aguas residuales, por lo que el gobierno de la ciudad aplicó el modelo de la PTAR de Panamá para reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad ambiental del río Magdalena.

1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Cayllahua (2022), realizó su estudio en la "PTAR" de Sicuani y su impacto en la calidad del agua del río Vilcanota, para "PTAR" con un caudal teórico promedio de 75,83 l/s, superior al valor promedio registrado en la PTAR de Sicuani (63,62 l/s). Las descripciones físicas, químicas y microbiológicas, que demuestran que alcanza LMP especificada en el DS N° 003-2010 -MINAM.

Clemente (2022), la tesis que presenta el objetivo es evaluar la efectividad de la PTAR en la zona de Santa Ana de Tusi. Como resultado, los parámetros DBO_5 disminuyeron moderadamente en un 43%, la DQO disminuyó en un 73,4%, los parámetros STS disminuyeron en un 38,7%, las grasas y aceites disminuyeron en un 95% y la E. coli resistente al calor disminuyó en un 94,8%. Los parámetros STS disminuyeron en un 85,1%. La PTAR logra una mayor eficiencia.

Montalvo (2020), el trabajo de investigación trata de determinar el efecto que produce Molino. Los estudios se realizaron aguas arriba y aguas abajo del río Utcubamba. Considerando los siguientes valores de DBO_5 , el valor aguas arriba es de 209 mg/L O_2 , el segundo punto final de muestreo muestra un valor de DBO_5 de 172 mg/L O_2 y la desembocadura de Utcubamba de 63 mg/L O_2 . El pH aguas arriba fue de 7,1533, mientras que disminuyó a 6,79 aguas abajo.

Ancalle y Ledesma (2020), buscaron determinar parámetros físicos y químicos de aguas efluentes de la PTAR del distrito de Yauli. Los resultados fueron 40,61% para aceites y grasas, 44,48% para coliformes termotolerantes y 73,15% para eliminación de SST. Se puede concluir que la PTAR del distrito de Yauli está funcionando de manera eficiente porque elimina la mayoría de los parámetros de control y cumple con el límite máximo permisible.

Lima (2020), determinó el impacto de la PTAR en la calidad del ambiente acuático del Sicra Lircay - Huancavelica. Los resultados se compararon con "ECA Agua DS N°004-2017-MINAM". Para determinar el NSF ICA se utilizaron nueve factores, entre ellos físicos, químicos y microbiológicos, dando como resultado un índice de 42,18, que se define como agua severamente contaminada, en la que los coliformes T. el parámetro más influyente.

Niquén (2019), se enfoca en determinar los impactos ambientales de la descarga de la PTAR generada en la ciudad de Tumbes al río Tumbes aguas abajo. Se ha concluido que: La descarga de la PTAR causa impactos ambientales negativos, y la adquisición propuesta permitirá a Tricanter separar aceites y grasas, que serán tratados con

lámparas UV para reducir las bacterias coliformes T. disminuyan a valores más bajos, esten dentro de los LMP está determinado por el “DS 004-2017 MINAM”.

1.2.3. A NIVEL REGIONAL O LOCAL.

Membrillo (2022), estudió la PTAR de la unidad minera San Rafael en el distrito de Antauta. Los resultados son los siguientes: pH 7.8, temperatura 10.8°C, aceites y grasas 7859 mg/L, DBO₅ <2 mg/L, DQO 19 mg/L, STS 57 mg/L y coliformes resistentes al calor <1.8 NMP/L 100 ml. Demostrando la eficacia de una PTAR.

Andrade (2020), llevó a cabo el estudio del del afluente y desagüe de la PTAR de la ciudad de Macusani. Los parámetros son pH 7,56, temperatura 20,1°C, SS 44 mg/L, DBO₅ 100 mg/L, DQO 209 mg/L y aceites y grasas 0,32 mg/L; Estos resultados no superan el mínimo para el efluente de una “PTAR”. En coliformes tolerantes es de 11.000 NMP/100 ml, lo que excede y no cumple lo especificado en el “DS. N° 003-2010-MINAM”. Los parámetros físicos del río Macusani son pH 8,7 y temperatura 17,5°C, lo que cumple con el “ECA” para el agua.

Huayta (2020), desarrollo para evaluar la calidad del agua del río Cabanilla debido al impacto de las descargas de aguas residuales domésticas. Los resultados de las pruebas muestran que el valor mínimo de ICA del Río Cabanillas es 62.67, el valor máximo es 67.19, DBO₅ (118, 179 mg/L), DQO (210, 211 mg/L) y coliformes fecales (1.90E +04). , 1,93E+04 NMP/100 ml) supera el límite permitido, lo que lleva a la conclusión de que la calidad del agua del río Cabanillas está contaminada.

Tito (2018), objetivo fue evaluar el impacto ambiental de operar una PTAR distrito de Chucuito, y llegar a la conclusión de que aunque el sistema de tratamiento no tuviera operadores, aún requería menos mantenimiento debido a su eficiencia. El parámetro fue el único superado en la corriente de aguas residuales en el Paso 1 - N, mientras que los parámetros restantes “DBO₅, DQO, SST, pH, temperatura, aceites y grasas” estaban todos dentro de los “LMP”.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri-2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri en función al D.S N° 003-2010-MINAM.
- Determinar la calidad físicoquímicos y microbiológicos del río de Ayaviri, según D.S N° 004-2017-MINAM - ECA para agua (Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales), en el distrito de Ayaviri-2023.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1. AGUA SUPERFICIAL.

Las aguas continentales son cuerpos de agua fijos o en movimiento en la superficie de la Tierra. Es la cantidad de agua que fluye sobre la superficie terrestre “plataforma continental” y generalmente es resultado de las precipitaciones en cada cuenca. En cuanto al uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, el Perú está regulado desde hace setenta años por la Ley de Aguas, que data del siglo XIX. El instrumento permite a los grandes propietarios consolidar el control sobre la agricultura y así regular los estándares de calidad del agua. (Ley de los Recursos Hídricos, 2010)

2.1.2. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Romero (2008), afirma que las aguas residuales son producto de la actividad humana, y consisten en aguas residuales y sólidas que ingresan al sistema de alcantarillado por diversas vías y son transportadas a través del sistema de alcantarillado.

Cabe mencionar también que se denominan aguas residuales y son las aguas residuales de los sanitarios que contienen desechos humanos y orina, además de sólidos en suspensión, nitrógeno y bacterias fecales. Las aguas grises, por el contrario, proceden de duchas, fregaderos y lavadoras y contienen demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), sólidos en suspensión, fósforo, grasas y bacterias fecales.

2.1.3. AGUAS RESIDUALES

Es el agua utilizada en diversas actividades la que se devuelve con sustancias orgánicas e inorgánicas, que luego se vierten al sistema de alcantarillado o se vierten a los organismos receptores. (Resolución Ministerial N.º 273-2013-VIVIENDA, 2013)

2.1.3.1. Clasificación de aguas residuales

Aguas residuales domésticas (ARD)

Proceden de viviendas, domicilios, centros comerciales y establecimientos. Además, la mezcla de aguas grises y negras se denomina agua residual doméstica, y las aguas negras provienen de baños que contienen heces y orina. Las aguas grises, por otro lado, provienen de bañeras, duchas, y lavadoras. (Romero, 2019)

Agua residual municipal (ARM)

Es la combinación de ARD, con agua de lluvia o agua industrial, las aguas residuales pretratadas se suministran a la red de alcantarillado.

Aguas residuales industriales (ARI)

Procedentes de operaciones mineras eficientes, agricultura, energía, ganadería, etc. (Resolución Ministerial N° 015-OEFA., 2014)

2.1.3.2. Caracterización de las aguas residuales

Olor: Es un parámetro especial para identificar sustancias disueltas en agua, y estas sustancias, a su vez, crean una mezcla de gas y vapor. Esto dependerá de los ingredientes que integren el tipo de perfume que se creará. Por lo tanto, las aguas residuales tendrán un olor distintivo debido a la presencia de compuestos de azufre. (Hirpahuanca, 2021)

Temperatura: El agua contaminada tiene una temperatura más alta que el agua no contaminada, por lo que la actividad bioquímica de los microorganismos es más fuerte y está directamente relacionada con el aumento de temperatura. Este es un factor muy importante porque afecta la capacidad del agua para transportar oxígeno; por tanto, a altas temperaturas, el oxígeno se vuelve menos beneficioso para la salud.

Turbiedad: Es uno de los parámetros utilizados para medir la concentración de partículas suspendidas en aguas residuales. (Dalens, 2018)

Color: El color de las aguas residuales ayuda a identificar la presencia de partículas suspendidas así como la presencia de coloides. Según los matices, es posible determinar el nivel de compuestos vertidos al alcantarillado; Evaluar la situación actual de las aguas residuales. (Raffo, et al 2014).

2.1.4. INDICADORES DE CONTAMINANTES DEL AGUA

2.1.4.1. Indicadores físicos:

a. Temperatura (T): El agua subterránea suele experimentar pocos cambios de temperatura y se ajusta a las temperaturas medias anuales, que aumentan gradualmente a medida que se profundiza a un ritmo de aproximadamente 1°C cada 33 metros. La temperatura afecta la densidad del agua y su capacidad para absorber gases.

b. Conductividad eléctrica (CE): La conductividad es la capacidad de una solución acuosa para conducir electricidad. La resistencia es lo opuesto a la conductividad. Este último puede tenerse en cuenta porque aumenta con la cantidad de sal presente. La conductividad aumenta con la concentración de electrolito disuelto, que oscila entre 100 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en agua subterránea dulce y aproximadamente 45 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en agua de mar a 18°C. (Romero, 2019)

c. Sólidos disueltos totales (SDT): Es una medición de sustancias en una muestra de agua que tienen un tamaño inferior a 2 micras (2 millonésimas de metro) y no pueden eliminarse con filtros convencionales. SDT es básicamente la suma de todos los minerales, metales y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua. Las personas que no están acostumbradas a beber agua con alto contenido de sólidos disueltos (SDT) pueden sufrir inflamación gastrointestinal. (Amézquita y Bejarano, 2018)

2.1.4.2. Indicadores químicos:

a. Potencial de hidrógeno (pH):

Clasifica los niveles de ácido como contaminante secundario en un rango sugerido de 6,5 a 8,5. El nivel de pH indeseable del carbonato de sodio no representa un riesgo inmediato para la salud, pero los niveles de pH por debajo de 6,5 pueden indicar la presencia de agua corrosiva que puede causar migración de minerales en las tuberías. Para valores de pH inferiores a 6,5 se deben realizar análisis de corrosión y/o análisis de metales (especialmente plomo y cobre). (Romero, 2008)

b. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):

Los cuerpos de agua, ya sean ríos, lagos o arroyos, generalmente son más susceptibles a la contaminación, por lo que se convierten en reservorios de aguas residuales. Por su alto contenido orgánico, se convertirá en un terreno fértil para el crecimiento de hongos y bacterias. Esto consume oxígeno y se convierte en una deficiencia en plantas y animales acuáticos. Otro efecto nocivo es el aumento del pH, que cambia las condiciones del agua como hábitat y provoca la extinción de peces y plantas que allí habitan. (Romero, 2008)

c. Demanda Química de Oxígeno (DQO):

Se utiliza para medir el equivalente de oxígeno de sustancias orgánicas que pueden oxidarse químicamente con oxidantes fuertes (generalmente dicromato de potasio) en ambientes ácidos y altas temperaturas. (Medina, 2021)

La demanda química de oxígeno "DQO" sirve como indicador de la concentración de compuestos orgánicos tóxicos para la vida biológica en aguas residuales industriales o municipales. Este análisis tarda aproximadamente 3 horas en completarse. En general, la DQO debe ser aproximadamente igual a la DBO_5 final; Sin embargo, en el caso de las aguas residuales industriales, existen ciertos factores que impiden alcanzar esta sostenibilidad. Estos factores son:

- Los compuestos orgánicos que son susceptibles a la oxidación con dicromato no pueden sufrir oxidación biológica.

- Algunos compuestos inorgánicos como sulfuros, sulfitos, tiosulfatos, nitritos y hierro ferroso sufrieron oxidación con dicromato, lo que contribuyó a la carga inorgánica-orgánica en los resultados de las pruebas.
- Si la concentración de cloruro es superior a 1 g/L, la prueba debe realizarse utilizando una muestra con una concentración de cloruro igual a la concentración de la muestra.

d. Aceites y grasas

Aceites y grasas: Cualquier sustancia que se extrae como sustancia disuelta en un solvente. Por tanto, se seleccionarán compuestos con propiedades físicas similares a los lubricantes y lípidos (compuestos de azufre, pigmentos orgánicos, clorofila). La muestra de agua residual se acidula con ácido clorhídrico y se extrajo mediante el método de extracción Soxhlet en un extractor SOX E-816. Después de secar el extracto hasta peso constante, se determinó gravimétricamente la cantidad de aceite y grasa. (Ospina y Giraldo, 2022)

6.1.4.3. Indicadores microbiológicos.

a. Coliformes Termotolerantes:

Los microorganismos dañinos que pueden estar presentes en las aguas residuales son generalmente raros y difíciles de apartar e identificar. Por este motivo, lo mejor es utilizar los coliformes como organismo de referencia para detectar contaminación o, en otras palabras, como indicador de la presencia de microorganismos patógenos. (Hirpahuanca, 2021)

2.1.5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM:

(Ley N° 28611-Ley General del Ambiente-MINAM, 2005), Ley General del Ambiente, estipula que el Estado, a través de sus organismos e instituciones, desarrollará e implementará las políticas, normas, herramientas, incentivos y sanciones necesarias para asegurar la adecuada realización de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades estipuladas en la citada ley.

Los Límites Máximos Permisibles - MINAM, es una medida de la concentración o nivel de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan las aguas residuales o los gases residuales y que, de excederse, causan o pueden causar daños a la salud y el bienestar de las personas y al medio ambiente. (Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, 2010)

Tabla 01: Límites máximos permisibles para los efluentes DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S N° 003-2010-MINAM

2.1.6. ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL AGUA

DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM:

(Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, 2017), la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental “ECA”, Es una medida para determinar la concentración o nivel de elementos,

sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en las condiciones de su recepción por el organismo, sin causar daños significativos a la salud humana ni al medio ambiente. Porque el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que la “ECA”, es obligatoria en el diseño de normas legales y políticas públicas, así como referencia obligatoria en el diseño y aplicación de todas las herramientas de gestión ambiental.

Tabla 02: Resumen de los estándares de calidad ambiental para el agua

Categoría	Clasificación	Sub clasificación	Código
CATEGORÍA 1: Poblacional y Recreacional	El agua superficial se utiliza para producir agua potable.	El agua se puede potabilizar mediante la desinfección.	A1
		El agua es segura para beber con un tratamiento normal.	A2
		El agua es segura para beber gracias a un tratamiento avanzado.	A3
CATEGORÍA 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Las aguas superficiales están destinadas a fines recreativos.	Contacto primario	B1
		Contacto secundario	B2
CATEGORÍA 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales		Explotación y cultivo de moluscos, equinodermos y mariscos en aguas costeras.	C1
		Explotación y cultivo de otras especies acuáticas en aguas	C2

costeras.

Puertos marítimos e C3
industriales y actividades de
saneamiento en aguas
costeras.

Explotación y cultivo de C4
especies acuáticas en lagos y
lagunas.

CATEGORÍA 3:

Riego de vegetales
y bebida de
animales

Riego de vegetales D1

: Bebida de animales D2

CATEGORÍA 4:

Conservación del
ambiente acuático

Lagunas y lagos E1

Ríos E2

Ecosistemas costeros y E3
marinos

Fuente: DS. 004-2017-MINAM

2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Agua: Es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno unidos entre sí mediante enlaces covalentes. El término líquido generalmente hace referencia a una sustancia en estado líquido, aunque se puede encontrar en forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa llamada vapor.

Río: Es el flujo de agua desde su origen hasta la desembocadura de un río, lago u otro océano. Un río puede contener más o menos agua dependiendo de su longitud y puede recibir aportes de varias formas diferentes: Lluvia.

Contaminación del agua: Es cualquier cambio físico o químico en las aguas superficiales o subterráneas que puede dañar a los organismos vivos o hacerlos inadecuados para su uso. (MINAM, 2019).

Aguas residuales: Son distintas mezclas derivadas de desechos domésticos, agrícolas, industriales, animales y cualquier otro uso. (MINAM, 2010).

Aguas residuales domésticas: Las aguas residuales de fuentes domésticas, comerciales e institucionales contienen desechos corporales y otros desechos resultantes de actividades humanas. (ANA, 2016).

Efluente: El agua residual u otros líquidos se escapan de un sistema o proceso (ANA, 2010). **Estándares de Calidad Ambiental (ECA):** Son estándares que evalúan la acumulación de componentes, compuestos, propiedades físicas y químicas y microorganismos que están presentes en el aire, el agua o el suelo pero que no representan un riesgo significativo para la salud humana. Por el entorno natural. (MINAM, 2010).

Límites Máximos Permisibles (LMP): Esto incluye evaluar la concentración o nivel de elementos y propiedades físicas, químicas y microbianas presentes en las aguas residuales, que de excederse podrían ser perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. (MINAM, 2010).

Programa de monitoreo: Los responsables de la planta de tratamiento de aguas residuales están obligados a realizar el control de residuos de acuerdo con el plan de seguimiento y limpieza elaborado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El plan de monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, los métodos y técnicas apropiados y los estándares de desempeño y frecuencia para cada punto. (MINAM, 2010).

Muestra de agua: Se estudia la porción representativa del contenido en la que se ponen a prueba los criterios de interés. (ANA, 2016).

Muestreo de agua: La principal tarea de los dispositivos de seguimiento es explotar una parte de una masa de agua para determinar su naturaleza y su estado actual. (ANA,

2016). Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas: Estructura y proceso de tratamiento de aguas residuales domésticas o urbanas. (MINAM, 2010).

2.2.1. MARCO TEÓRICO NORMATIVO

- Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, el cual aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias.
- Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA, resuelve aprobar el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales- PTAR.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, aprueba Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

La planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri - 2023, no es eficiente.

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri, exceden los límites máximos permisibles por el D.S. N° 003-2010-MINAM.
- Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Ayaviri, exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua (Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales), por el D.S N° 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se llevó a cabo en la planta de tratamiento de aguas residuales, la cual está situada en la ciudad de Ayaviri, en el distrito de Ayaviri, en la Provincia de Melgar, en el Departamento de Puno. La ciudad de Ayaviri está ubicada en el noroeste de la región Puno, y a su vez en el sureste de la provincia de Melgar.

Ayaviri es la capital de la provincia y está ubicada entre la cordillera oriental y occidental de los Andes del sur, dentro de la cuenca hidrográfica del Titicaca. Geográficamente, la ciudad de Ayaviri se encuentra en la zona central del distrito, entre las siguientes coordenadas geográficas:

Longitud Oeste: 72° 52`y 73° 25”

Latitud Sur: 14° 22` y 15° 6”

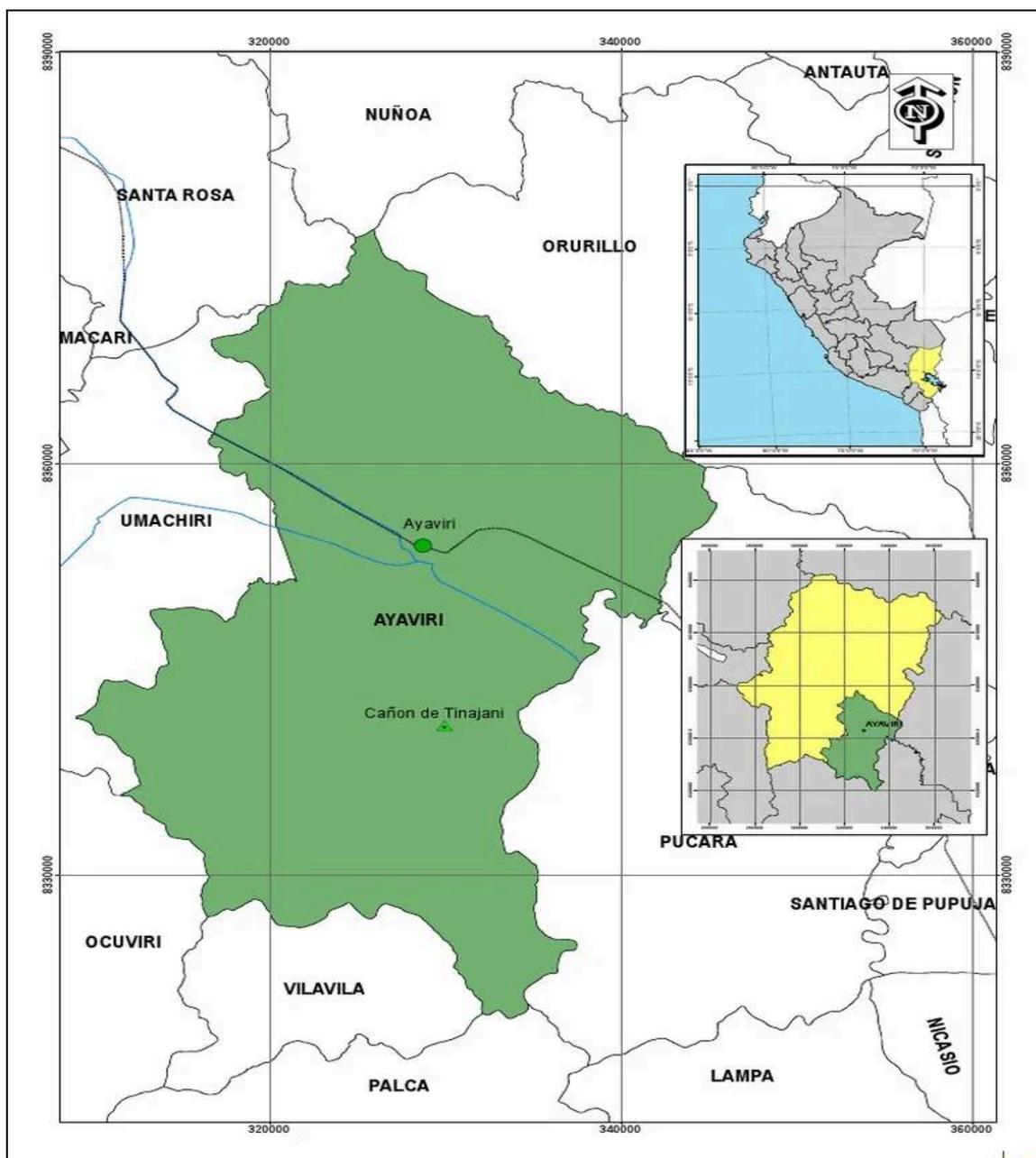


Figura 01: Ubicación geográfica del distrito de Ayaviri.

Fuente: Municipalidad Provincial de Melgar.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

El distrito de Ayaviri es uno de los nueve que conforman la provincia de Melgar, ubicada en el departamento de Puno, en el Sur del Perú. Según el censo de 2017 tenía una población de 25057 habitantes y con una densidad de 22,4 personas por kilómetro cuadrado. Abarca un área total de 1013,14 kilómetros cuadrados. La hidrografía de la

Provincia de Melgar-Ayaviri corresponde a la cuenca del Titicaca, formando el río Ayaviri. El río principal es el río de Ayaviri, que tiene su origen en la Cordillera de la Raya, el mismo que al unirse al río Azángaro forman el gran río Ramis, que desemboca en el Titicaca, pero en su recorrido tiene como afluente al Macari y al Umachiri. También en el nudo del Vilcanota nace el río Ñuñoa que es afluente del río Azángaro.

Desde la instalación de procesamiento de aguas residuales, se ubica al sureste de la localidad de Ayaviri, en una área apartada detrás del cementerio principal de la ciudad de Ayaviri, cerca del río Ayaviri, el cual recibe los desechos tratados por dicha instalación de procesamiento de aguas residuales.

Latitud: -14,8926351

Longitud: -70,5788154

Altitud: 3.898,7439867



Figura 02: Ubicación de la PTAR Ayaviri.

Fuente: Google Earth.

3.2.2. MUESTRA

La muestra se tomó estratégicamente situado en el efluente de la PTAR de Ayaviri y también se toma la muestra del río Ayaviri en parte de arriba antes del impacto y luego después de impacto del vertimiento de los efluentes de la PTAR de Ayaviri.

3.2.2.1. Muestreo

Los puntos de muestreo se tomaron teniendo en cuenta la (R.J. N° 010-2016-ANA-Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, 2016), donde se indica que se debe tener en consideración una separación de 50 metros desde el punto inicial de deseo, así como también río abajo se toma en cuenta una separación de 200 metros en la misma corriente de agua. Además, se tomarán en consideración los siguientes criterios para los puntos de supervisión que se ubican a distancias más amplias:

Si contamos con múltiples lugares de descarga en un mismo cauce fluvial, se pudo establecer puntos de monitoreo en la parte superior e inferior, así como en los límites del área de influencia. Estos puntos fueron considerados como puntos de monitoreo para todos los vertimientos. De esta manera, fue posible evaluar de manera precisa los posibles impactos en la calidad del cuerpo del agua receptora.

Tabla 03: Ubicación de los puntos de muestreo.

Punto de Muestreo	Código	Coordenadas		
		Latitud	Longitud	Altitud
Río (Arriba)- Ayaviri	PM N° 1	14,894507	70,5762425	3.894,2811356
Efluente de la PTAR	PM N° 2	14,894546	70,5763123	3.894,2811356
Río (Bajo)- Ayaviri	PM N° 3	-14,894527	70,5765872	3.894,2811356



Figura 03: Ubicación de puntos de muestreo.

Fuente: Google earth

3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

El estudio ha intentado solucionar la dificultad derivada de la investigación y utilización de métodos de análisis de muestras de laboratorio, y de esta manera nos ha ayudado a identificar, evaluar, comparar, comprender y resolver en mayor medida el problema, y también se enmarca en las siguientes formas:

Tipo de Investigación: Descriptivo, básica.

Nivel de Investigación: Descriptivo.

El problema fue evaluado según la situación que se observa en el terreno, de modo que se pueda organizar la información de manera comprensible y sistemática, considerando los aspectos destacados de las variables relacionadas.

Diseño de Investigación: No experimental, transversal.

Se emplea el enfoque científico no empírico, ya que los datos observados son adquiridos en el terreno de forma directa y trasladados al laboratorio con el debido cuidado y sin que sufran modificaciones. Asimismo, se aseguró el enfoque de observación para llevar a cabo una inspección e identificación en el terreno de las fuentes de contaminación y los lugares donde se vierten las aguas. (Hernández, 2014)

3.3.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL EFLUENTE DE LA PTAR DE AYAVIRI EN FUNCIÓN AL D.S N° 003-2010-MINAM.

Según Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM (2010), entraron en vigencia, a partir del 17 de marzo del 2010, los Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR. Este decreto establece la obligación de los responsables de las PTAR a llevar a cabo la vigilancia de sus vertidos domésticos, considerando únicamente válido el seguimiento realizado de acuerdo con el Protocolo de Vigilancia de la Calidad de los vertidos de las plantas de tratamiento de aguas residuales o municipales (en adelante Protocolo de Vigilancia). Este debe indicar la ubicación de los puntos de control, los métodos y las técnicas apropiadas, así como los parámetros y la frecuencia de captura para cada uno de ellos. Solo se considera válido el monitoreo de aguas residuales de las PTAR de acuerdo con el Protocolo de Vigilancia establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Tabla 04: Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S N° 003-2010-MINAM

3.3.2.1. Preparación de materiales y equipos

Su propósito es abarcar todos los elementos necesarios para realizar un monitoreo de manera eficiente, por lo tanto es crucial preparar con anticipación los materiales de trabajo, solución estabilizadora de pH, formularios (registro de información de campo, etiquetas para las muestras de agua residual y cadena de responsabilidad). Además, es necesario tener, sin restricciones, los materiales y dispositivos de recolección operativos y correctamente ajustados, que se mencionan a continuación. (Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA, 2013)

a) Materiales

- Fichas de registro de campo
- Cadena de custodia
- Papel secante
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Cooler
- Agua destilada y/o desionizada
- Reloj
- Cinta métrica
- Vaso o probeta graduado de 1 L

b) Equipos

- GPS para la identificación inicial del punto de monitoreo
- Cámara fotográfica.

c) Indumentaria de protección

- Botines de seguridad
- Guantes de látex descartables
- Casco.
- Mascarilla descartable.

3.3.2. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO DE AYAVIRI.

1: Establecimiento de puntos de monitoreo en el río Ayaviri.

En el curso natural del río Ayaviri se observaron los lugares de observación, considerando los criterios técnicos del Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado con RJ N° 010-2016-ANA, como: accesibilidad, separación entre lugares, unión de ríos principales, presencia de desechos, etc., como se indica en el apartado 6.5.1. Cuenca e intercuenca del protocolo página 15.

2: Codificación de los puntos de monitoreo en río Ayaviri.

La codificación se llevó a cabo de acuerdo con las directrices del Protocolo de Monitoreo, donde la primera letra representa la inicial del tipo de fuente de agua, las siguientes letras indicarán el nombre de la fuente de agua, seguidas por la numeración que representa los puntos correlativos en la dirección del flujo.

3: Muestra puntual o simple

Es el líquido recogido de un lugar de supervisión en un contenedor y en un único momento para su análisis individual de los factores que requieren el estudio. (R.J. N° 010-2016-ANA- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, 2016).

Tabla 05: Estándares de calidad ambiental para el agua; categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Parámetros	Unidad	D1: Riego de Vegetales		D2: Bebida de animales
		de	de	de
	medida	Agua para riego restringido	Agua para no riego restringido	Bebida de animales
Físico-químicos				
Potencial de hidrógeno	Unidad de pH		6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Conductividad	(μ S/cm)		2 500	5 000
Aceites y grasas	mg/l		5	10
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L		15	15

Demanda química	mg/L	40	40
de oxígeno (DQO)			

**Microbiológicos
y parasitológico**

Coliformes termo tolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
--------------------------------	---------------	-------	-------	-------

Fuente: DS. 004-2017-MINAM.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 06: Operacionalización de variables.

Variable de estudio	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Variable Independiente	LMP	Físicos	
Planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri	ECA-Agua.	Temperatura	°C
		SST	mg/L
		Químicos	
		Ph	Und. pH
		DBO ₅	mg/L
		DQO.	mg/L
			mg/L
		Microbiológicos	
		Coliformes termotolerantes.	NMP/100mL
Variable dependiente.		Físicos	
Calidad de agua del río Ayaviri	ECA-Agua.según el DS N° 004-2017-MINAM.	Temperatura	°C
		SST	mg/L
		Químicos	
		Ph	Und. pH
		DBO ₅	mg/L

DQO. mg/L

mg/L

Microbiológico

cos

Coliformes

termotolerant NMP/100mL

es.

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

El estudio tiene un diseño descriptivo y se sustenta en la recolección de datos, con la finalidad de mostrar los acontecimientos tal y como se dan en la realidad, describiendo las características fisicoquímicas y microbiológicas de forma cuantitativa para compararlas con los LMP y el ECA del agua.

No es un estudio experimental, porque no se realizó ninguna intervención en las variables, solo se recolectó los datos de acuerdo a la realidad como se muestran en las tablas y gráficos. Para lo que se usó el software Excel para el procesamiento de información. (Bernal, 2006)

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde:

i : Puntos de muestreo (i=1,2).

j : Repeticiones expresado en meses (j=1,2).

Y_{ij} : Variable de medición del parámetro.

μ : Media general.

α_i : Efecto de i-ésimo punto de muestreo.

β_j : Efecto de bloque por mes de muestreo.

e_{ij} : Error experimental (0.05).

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI-2023.

Los efluentes de la planta de tratamiento de agua residuales de Ayaviri, exceden los límites máximos permisibles, por tanto la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la PTAR, no es eficiente lo cual generan impactos ambientales significativos negativos sobre la calidad de agua del río de Ayaviri.

Tabla 07: Variación de los valores de los parámetros en agua del río de Ayaviri.

Parámetro	Unidad de medición	Muestra 2-PTAR (Ayaviri)	LMP (D. S. 003-2010-MINA M) PTAR	Muestra 3 - Río Ayaviri (Abajo)	ECA (D.S 004-2017-MI NAM)
Temperatura	°C	16.5	Si cumple	16.5	Si cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1379.5	No cumple	1028.00	No cumple
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.06	No cumple	6.51	Si cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	416.15	No cumple	1613.44	No cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	0	Si cumple	1.00	Si cumple
Aceites y Grasas	mg/L	74.70	No cumple	18.43	No cumple
Coliformes Termotolera	NMP/100 ml	75.00	Si cumple	43.00	Si cumple

ntes

4.2. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL EFLUENTE DE LA PTAR DE AYAVIRI.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la muestra de agua residual ubicada en la PTAR de Ayaviri.

Tabla 08: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales de Ayaviri.

Parámetros	Unidad de medida	de LMP (Decreto Supremo 003-2010-MINA	Resultado de muestreo	Cumplimiento
M) PTAR				
Temperatura	°C	<35	16.5	Si cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mL/L	150	1379.50	No cumple
pH	unidad	6.5-8.5	6.06	No cumple
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200	416.15	No cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	0	Si cumple
Aceites y Grasas	mg/L	20	74.70	No cumple

Coliformes	NMP/100	10,000	75	Si cumple
Termotolerantes	mL			

Fuente: Adaptado del decreto supremo N° 003-2010-MINAM.

De acuerdo a la tabla 08, se presenta el resumen de los valores obtenidos de los parámetros analizados y muestreados en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ayaviri la cual se ubica a 2 km. Aproximadamente de la ciudad de Ayaviri.

Comparando estos resultados con los límites máximos permisibles por el D.S. N° 003-2010-MINAM, se observa que los sólidos suspendidos totales, tuvo un valor de 1379.50 mg/L, pH tiene un valor de 6.06, demanda química de oxígeno fue de 416.15 mg/L y también aceites y grasas 74.70 mg/L, si exceden los valores límites permisibles. Y los parámetros como temperatura con 16.5°C y coliformes termotolerantes fue de 75 NMP/100 mL, no excedan límites máximos permisibles.

Por ende, con la evidencia de los resultados, de los 7 parámetros evaluados 4 exceden los límites máximos permisibles, por tanto eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ayaviri, no es eficiente.

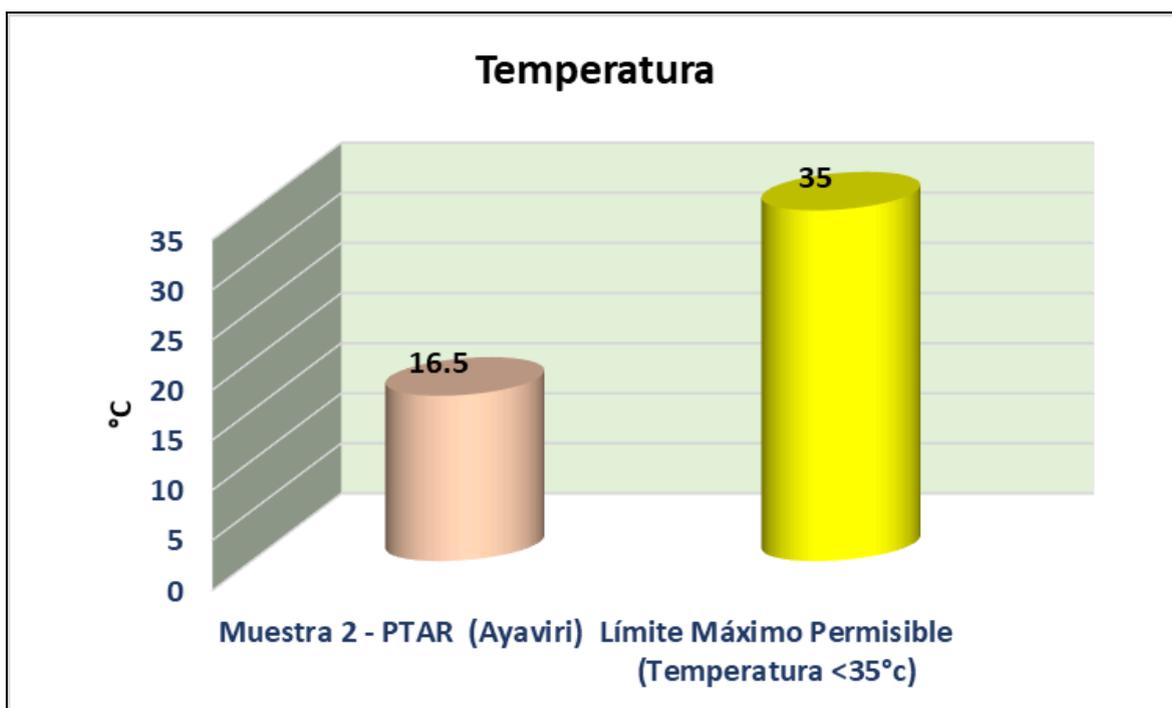


Figura 04: Temperatura del efluente de la PTAR de Ayaviri.

En observa en la figura 04, la temperatura (°C): En el punto de monitoreo muestra 2 - PTAR (Ayaviri), se registró el valor de 16,5°C lo cual nos demuestra que se encuentra dentro de los LMP, según el decreto supremo N° 003-2010-MINAM, la temperatura para el efluente de agua residual debe ser menor a 35°C.

Según Cayllahua (2022), obtuvo como resultado en temperatura 13.11°C, 17.66 0°C, 15.21°C, 16.23°C, 14.05°C, 14.32°C, 17.40°C y 15.00°C, se verifica el cumplimiento de los LMP en el punto de vertimiento de la PTAR de Sicuani, según Decreto supremo N° 003-2010- MINAM, nuestro caso también está dentro del decreto supremo mencionado.

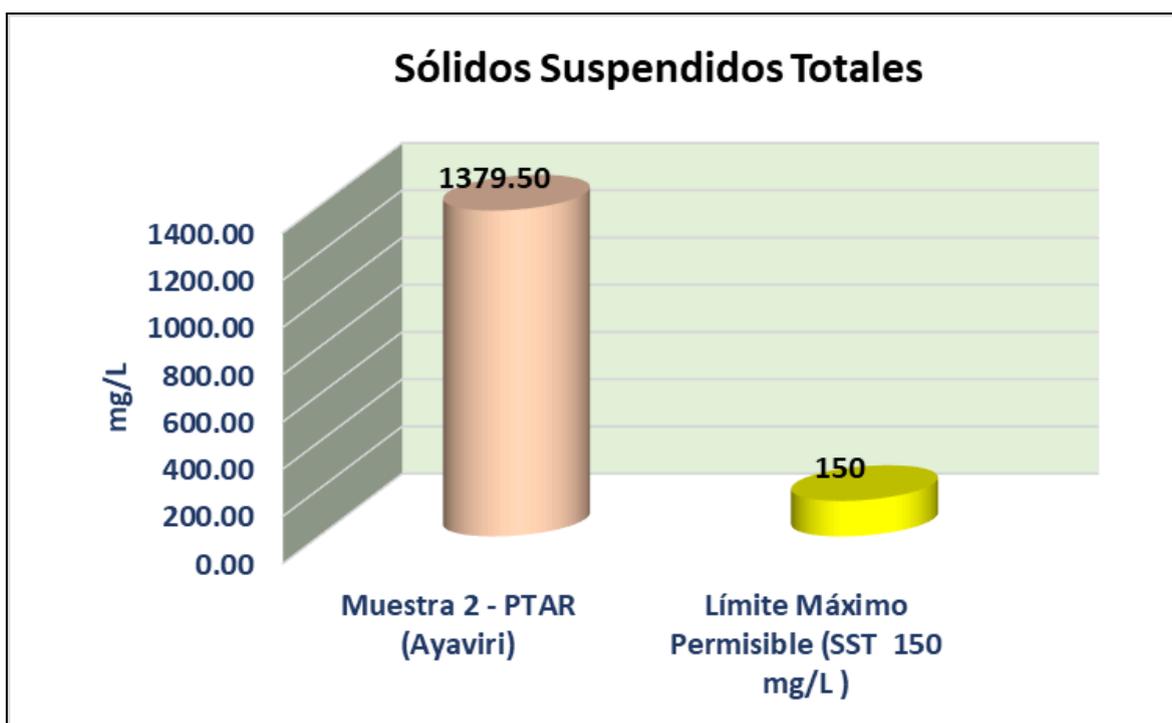


Figura 05: Sólidos suspendidos totales del efluente de la PTAR de Ayaviri.

Se observa en la figura 05, se observan en los resultados, en el punto de monitoreo muestra 2 - PTAR (Ayaviri), de los sólidos suspendidos totales (SST), se registró el valor de 1379.50 mg/L, no se encuentran dentro del rango (150 mg/L), del límite máximo permisible (LMP), establecidos en el decreto supremo N° 003-2010-MINAM, de acuerdo a estos valores se interpreta que el agua residual tratada de la PTAR de Ayaviri está no es apta para ser vertida al río de Ayaviri.

Segun Cayllahua (2022), en su tesis de evaluación de la PTAR Sicuani y su impacto en la calidad del agua del río Vilcanota, reportó valores SST del efluente fue de de 47.00 mg/L, 32.00 mg/L, 65.23 mg/L, se verifica que si cumple con los Límites Máximos Permisibles según Decreto supremo N° 003-2010- MINAM, resultado de Cayllahua no es similar a la presente investigación la PTAR de Ayaviri no es eficiente y no cumple los límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.

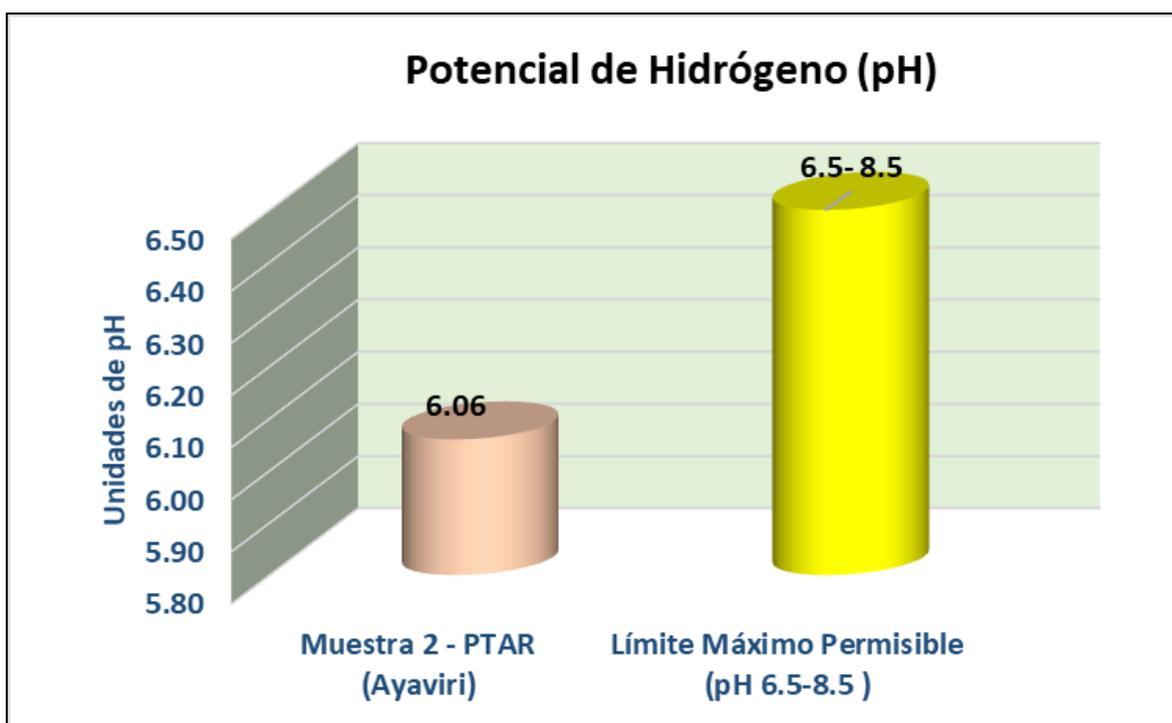


Figura 06: pH del efluente de la PTAR de Ayaviri.

Se observa en la figura 06, se observan en los resultados, en el punto de monitoreo muestra 2 - PTAR (Ayaviri), el pH, se registró el valor de 6.06 pH, no se encuentran dentro del rango que fluctúa (6.5 - 8.5), del límite máximo permisible (LMP), establecidos en el decreto supremo N° 003-2010-MINAM, de acuerdo a estos valores se interpreta que el agua residual tratada de la PTAR de Ayaviri, está no es apta para ser vertida al río de Ayaviri.

También Cayllahua (2022), en su tesis de evaluación de la PTAR Sicuani y su impacto en la calidad del agua del río Vilcanota, obtuvo un valor de 7.39, del efluente de la PTAR Sicuani, cumple con los límites máximos permisibles según lo establecido por el D.S. 003-2010-MINAM. Este valor al ser comparado con la investigación nos indica que el valor que obtuvimos 6.06 pH es ácido, no está dentro de la normativa establecida.

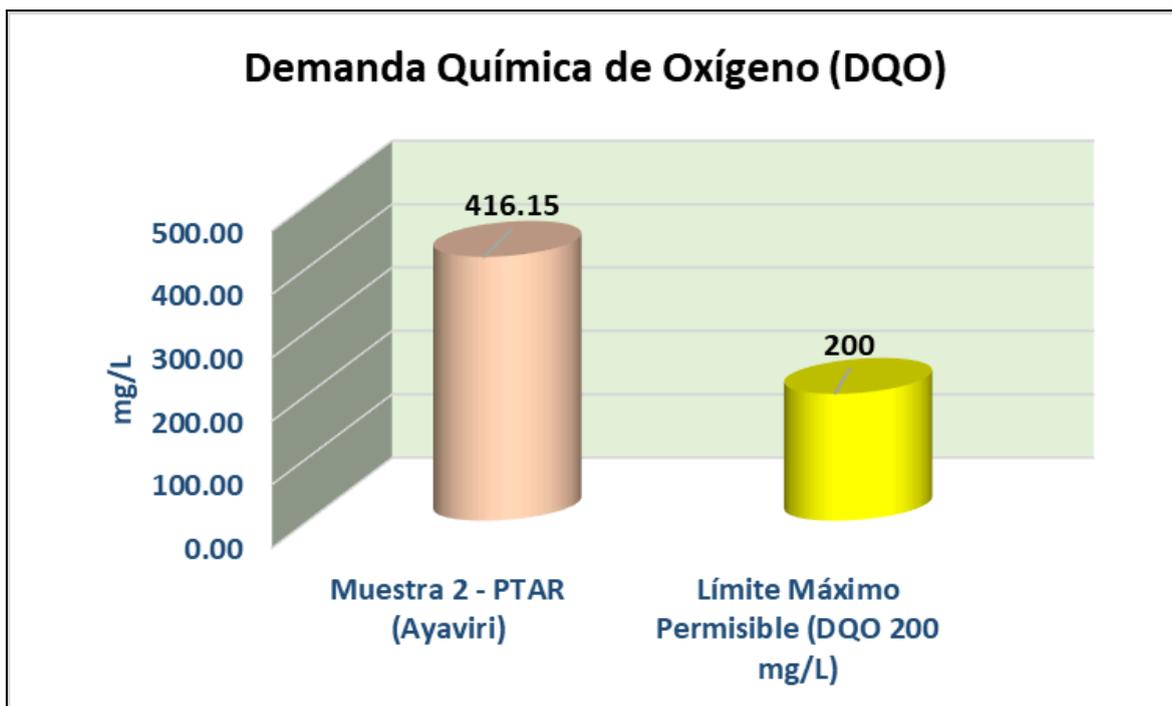


Figura 07: Demanda química de oxígeno (DQO) del efluente de la PTAR de Ayaviri.

Se observa en la figura 07, se observan en los resultados, en el punto de monitoreo muestra 2 - PTAR (Ayaviri), de demanda química de oxígeno (DQO), se registró el valor de 416.15 mg/L, no se encuentran dentro del rango (200 mg/L), del límite máximo permisible (LMP), establecidos en el decreto supremo N° 003-2010-MINAM, de acuerdo a estos valores se interpreta que el agua residual tratada de la PTAR de Ayaviri está no es apta para ser vertida al río Ayaviri.

Sabemos que mientras más alto el DQO más contaminada el agua, es la cantidad necesaria de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por químicos, por lo que más contaminada se encuentra el agua y mayor tratamiento será necesario para estabilizar.

Los resultados obtenidos de la evaluación del efluente de la eficiencia de la PTAR de Ayaviri, no es similar al estudio desarrollado por Clemente (2022), en sus resultados de (DQO), se reportó una concentración de 137,7 mg/L, el cual no supera el valor establecido en los LMP para los efluentes de PTAR, también en el estudio realizado por Cayllahua (2022), en su resultados el DQO de la PTAR Sicuani, se verifica que cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP).

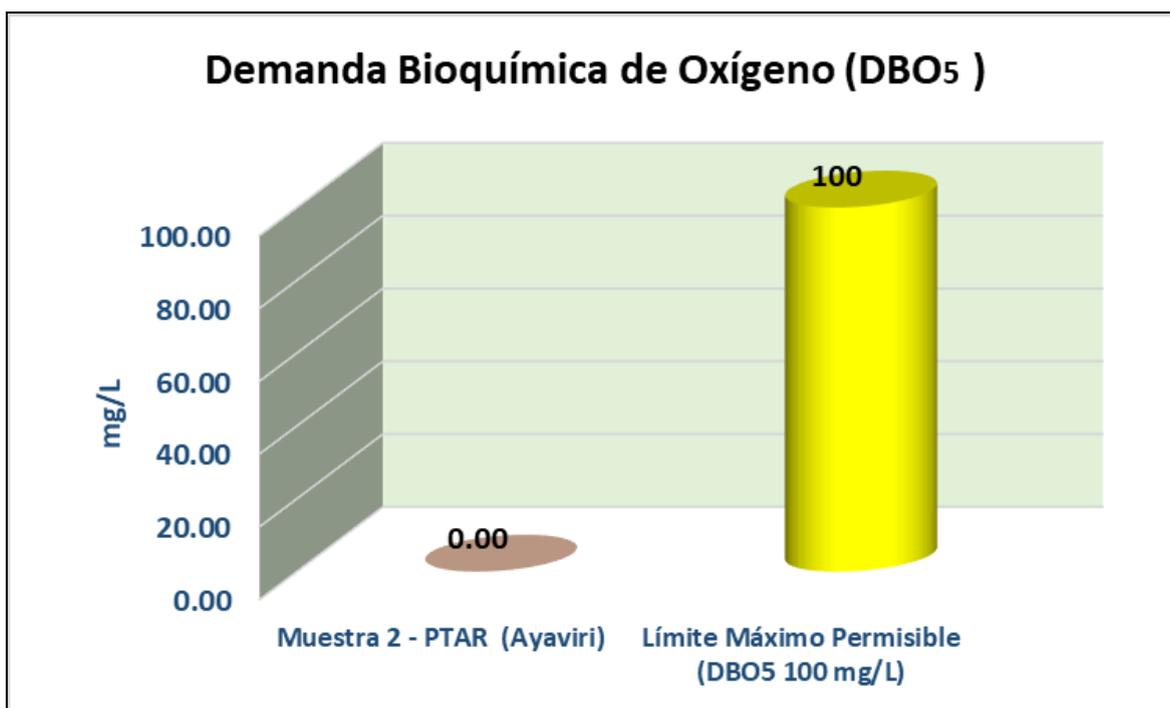


Figura 08: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) del efluente de la PTAR de Ayaviri.

Se observa en la figura 08, se observan en los resultados, en el punto de monitoreo muestra 2 - PTAR (Ayaviri), de bioquímica de oxígeno (DBO₅), se registró el valor de 0.00 mg/L, se encuentran dentro del rango (100 mg/L), del límite máximo permisible (LMP), establecidos en el decreto supremo N° 003-2010-MINAM, siendo nuestro resultado muy favorable el cual nos da ha entender que hay una escasa presencia de materia orgánica. En relación a los resultados obtenidos Clemente (2022), en su investigación obtuvo resultados similares, reportó DBO₅ una concentración de 57,4 mg/L, el cual no supera el valor establecido en los LMP para los efluentes de PTAR. por su parte Cayllahua (2022), obtuvo en el efluente de la PTAR del distrito de Cusipata, en la DBO₅ fue de 133 mg/L lo cual sobrepasa los LMP.

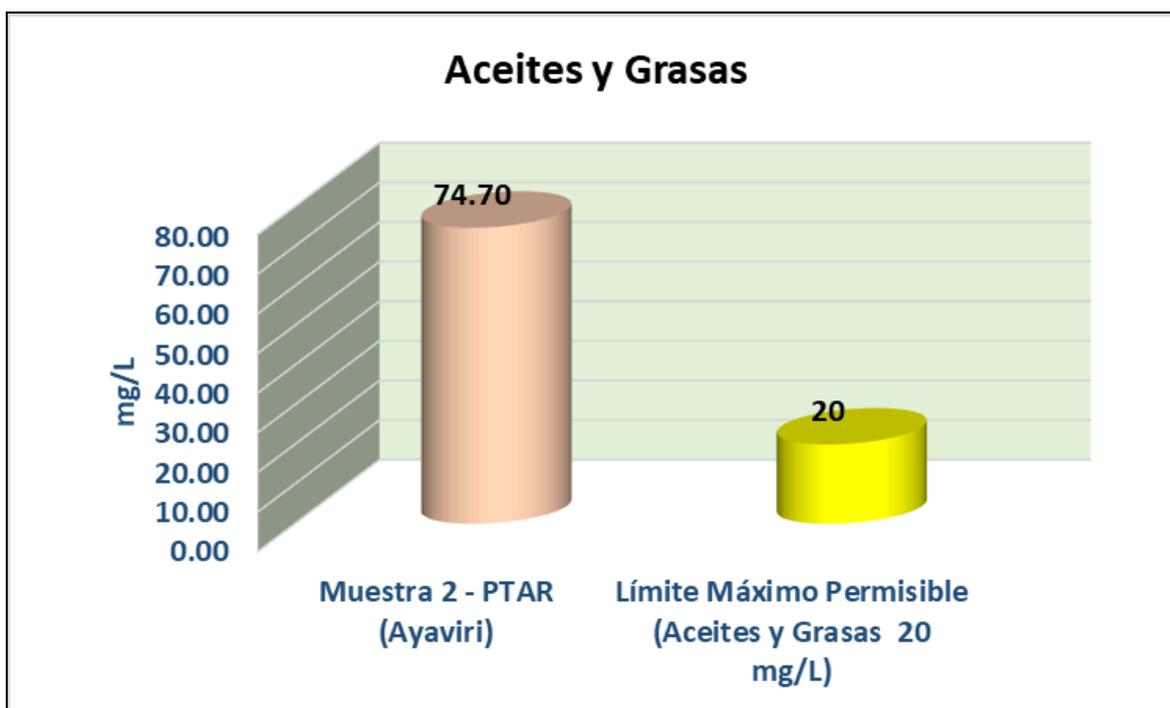


Figura 09: Aceites y grasas del efluente de la PTAR de Ayaviri.

Se observa en la figura 09, se observan en los resultados, en el punto de monitoreo muestra 2 - PTAR (Ayaviri), de aceites y grasas, se registró el valor de 74.70 mg/L, no se encuentran dentro del rango (20 mg/L), del límite máximo permisible (LMP), establecidos en el decreto supremo N° 003-2010-MINAM.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la presente investigación son diferentes a lo reportado por Auccatinco (2021), obtuvieron en aceite y grasas un 9.8 mg/L dichos valor no supera los límites máximos permisibles, esto refleja que la remoción de este parámetro mediante el tratamiento de la PTAR del distrito de Cusipata, también no guarda relación con el estudio realizado por Clemente (2022), que reportó una concentración de 0,8 mg/L, el cual no supera el valor establecido en los LMP para los efluentes de PTAR, de igual manera Andrade (2020), teniendo en aceites y grasas en el afluente tuvieron un valor de 0.32 mg/L en el efluente, esto significa que si cumple con la normativa vigente del D. S. N° 003-2010-MINAM.

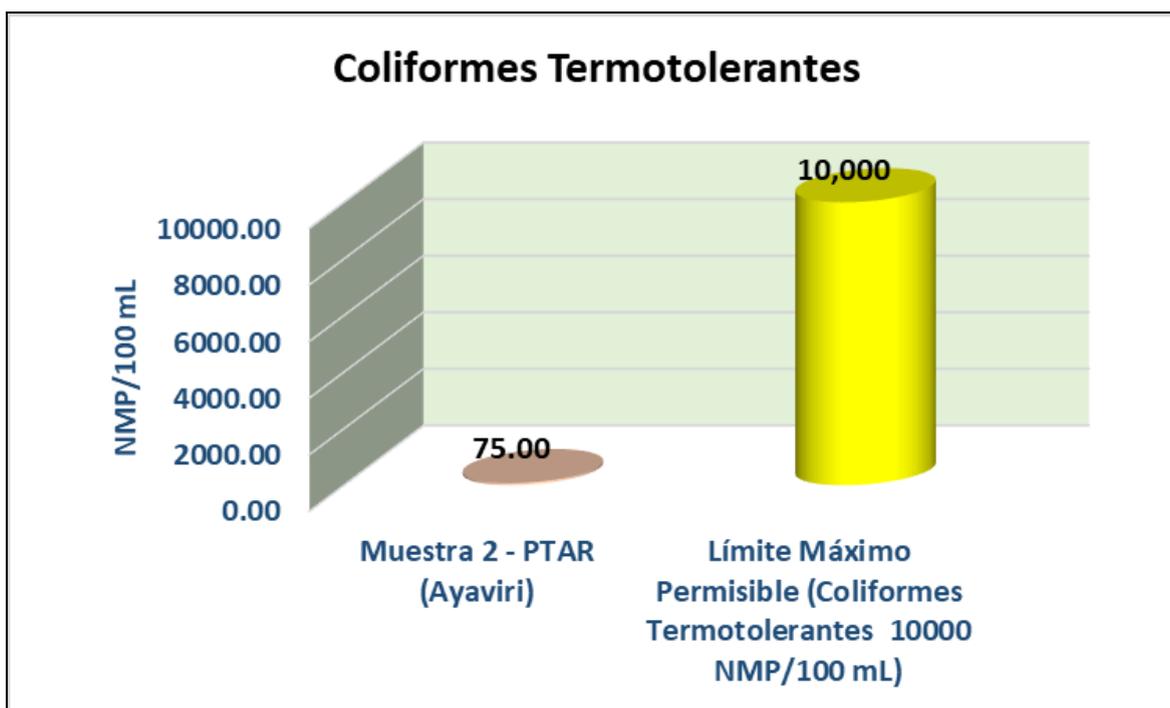


Figura 10: Coliformes termotolerantes del efluente de la PTAR de Ayaviri.

Se observa en la figura 10, se observan en los resultados, en el punto de monitoreo muestra 2 - PTAR (Ayaviri), de coliformes termotolerantes, se registró el valor de 75.00 mg/L, se encuentran dentro del rango (10,000 mg/L), del límite máximo permisible (LMP), establecidos en el decreto supremo N° 003-2010-MINAM.

Los resultados de la presente investigación son diferentes con Andrade (2020), obtuvo en sus resultados de los coliformes termotolerantes en el efluente fue de 11000 NMP/100 mL esto significa que no cumple con los LMP para efluentes de PTAR de 10000 NMP/100 mL, también en el estudio realizado por Tito (2018), siendo el parámetro de coliformes fecales el único que se excede en el efluente de la PTAR 1. Se tuvo similar a los resultados obtenidos en el estudio de Huayta (2020), donde el valor coliformes termotolerantes fue de 1.93 NMP/100 mL, cumple con los LMP.

4.3. RESULTADOS DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO DE AYAVIRI (ARRIBA), SEGÚN D.S N° 004-2017-MINAM - ECA DEL AGUA.

Los resultados se presentaron en base a la referencia del D.S. N° 004-2017-MINAM, decreto que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, en la que se establece los niveles de concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Tabla 09: Resumen de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según ECA para agua para la muestra 01.

Parámetros	Unid ad de medi da	ECA Supremo 004-2017-MINA M), Categoría 4.	(Decreto Supremo 004-2017-MINA M), Categoría 3.	ECA Supremo 004-2017-MINA M), Categoría 3.	Resultado o de la muestra 1 - Río Ayaviri (Arriba)	Cumplimie nto
Temperatura	°C	21.5	21.5	21.5	16.5	Si cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 100			715.00	No cumple
pH	unida d	6,5 a 9,0	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6.56	Si cumple
Demanda Química de Oxígeno	mg/L		40	40	17.06	Si cumple

Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	10	15	4.30	Si cumple
Aceites y Grasas	mg/L	5	5	14.50	No cumple
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100 mL	2 000	2 000	23.00	Si cumple

Se presenta el resumen de los valores obtenidos de los parámetros analizados en el río Ayaviri, en la parte de arriba el cual se encuentra a 200 metros de la PTAR de Ayaviri. Se observa también que los parámetros evaluados la mayoría de los parámetros cumplen con los ECA para agua en la categoría 3 y categoría 4.

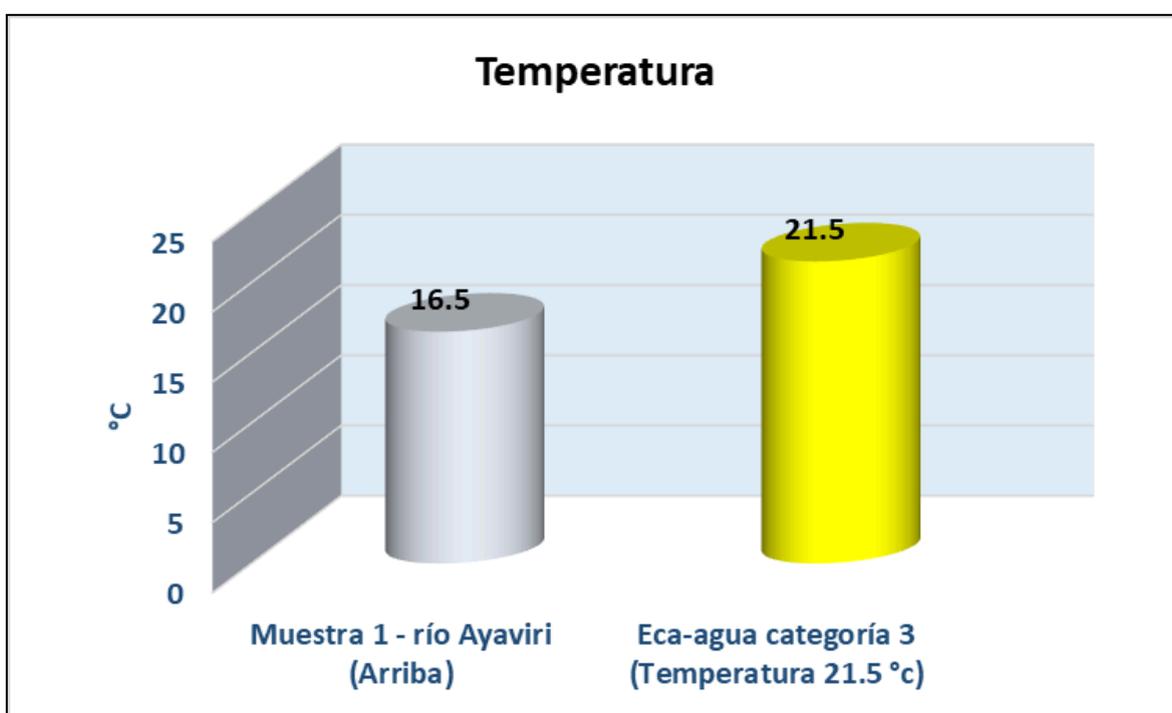


Figura 11: Temperatura del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.

En la figura 11, se tiene en la muestra 1 - río Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR, se presenta el valor de la temperatura y el ECA para agua en temperatura para

cuerpos de agua, para ríos. La temperatura registrada es 16.5°C esto significa que está dentro del rango permitido de la (Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, para ríos).

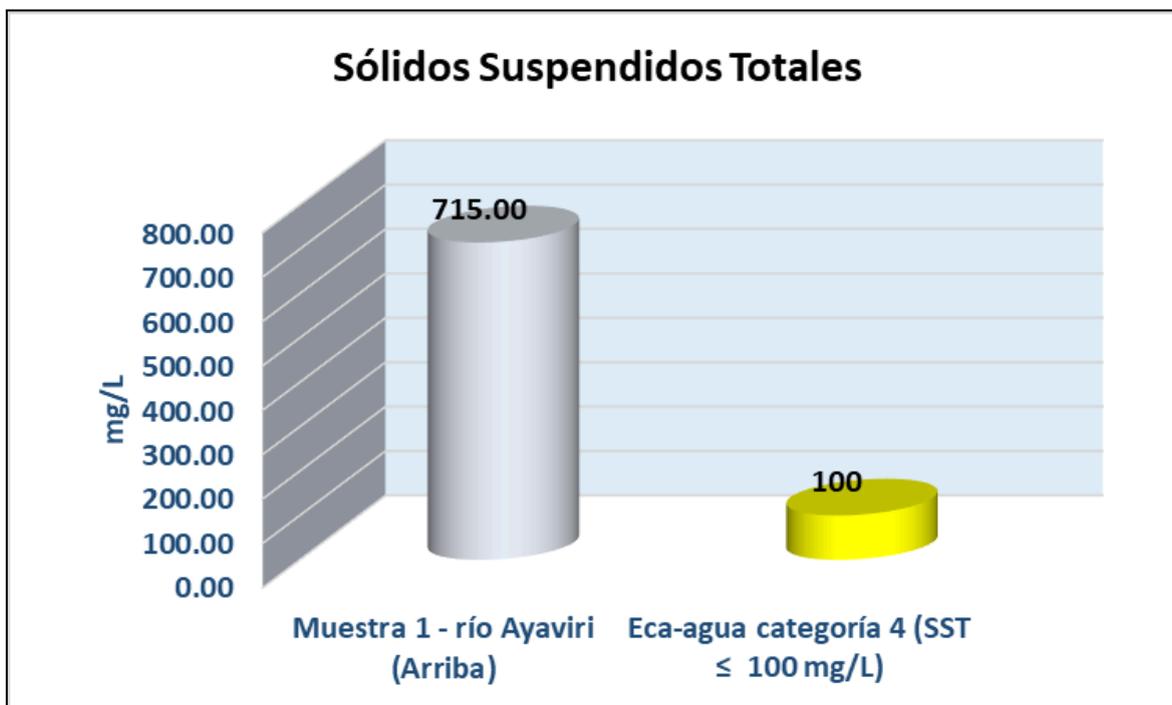


Figura 12: Sólidos suspendidos totales del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.

Se observa en la figura 12, se observan en los resultados, en el punto de monitoreo. muestra 1 - río Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR, en los sólidos suspendidos totales (SST), se registró un valor de 715.00mg/L, si excede por encima de lo establecido por la normativa ambiental para agua, categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra), los que establecen un valor de ≤ 100 mg/L, por lo cual especifica que el agua no podría ser usada.

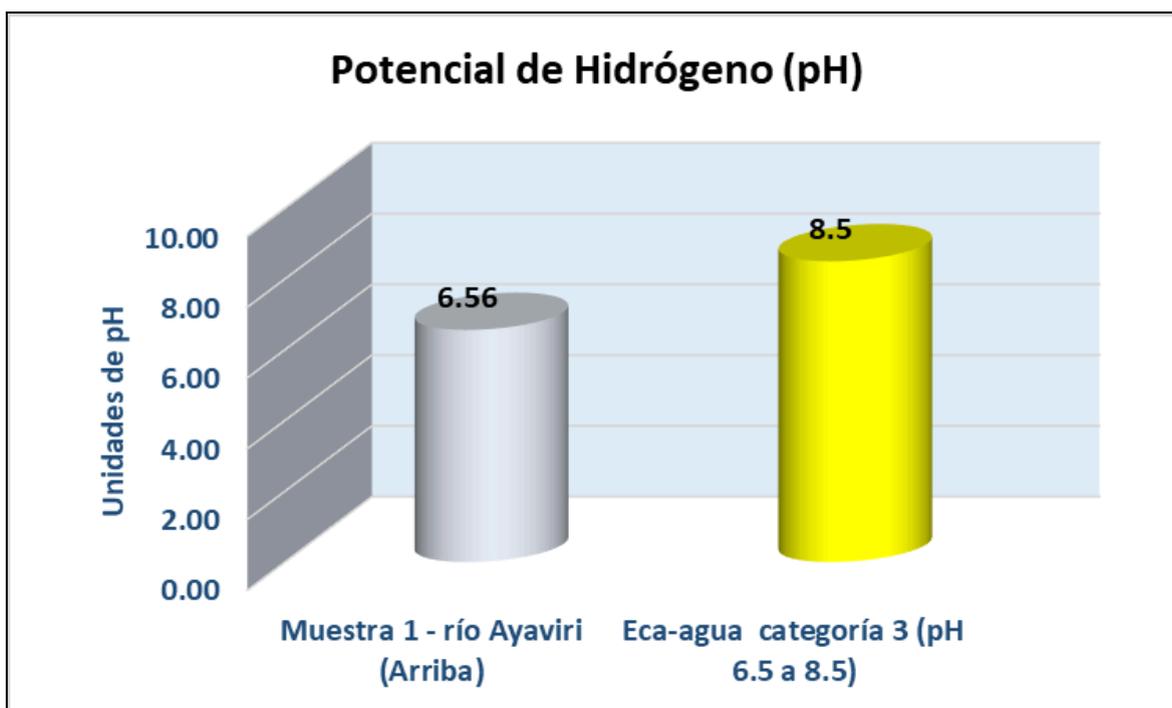


Figura 13: Potencial de hidrógeno del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.

En la figura 13, se describe el parámetro potencial de hidrógeno de la muestra 1 - río Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR, se obtiene un pH de 6.56, siendo el pH para agua en la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica que debería fluctuar entre 6.5 a 8.5 unidades, en la muestra 1 está dentro de los estándares de calidad ambiental para agua.

En relación a los resultados obtenidos Auccatinco (2021), obtuvo resultados similares tiene un valor potencial de hidrógeno del río Sicra antes del impacto o antes del vertimiento de las aguas residuales en la que se obtiene un pH de 6.8 PM² y una oscilación en el punto PM² 8.1 pH y el pH 8.5 en el punto PM³. Se aprecia que los resultados del monitoreo en los tres puntos determinan que estos se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental de Agua. Coincide con los resultados de Guzman y Reátegui (2021), el río Cumbaza, 100 metros arriba de la caída del efluente, es de buena calidad, según los 7 parámetros analizados, siendo 7,7 de pH está dentro del ECA del agua establecido en el Decreto Supremo N° 004-2017 - ECA, Categoría 4, Sub categoría E2: ríos de la Selva.

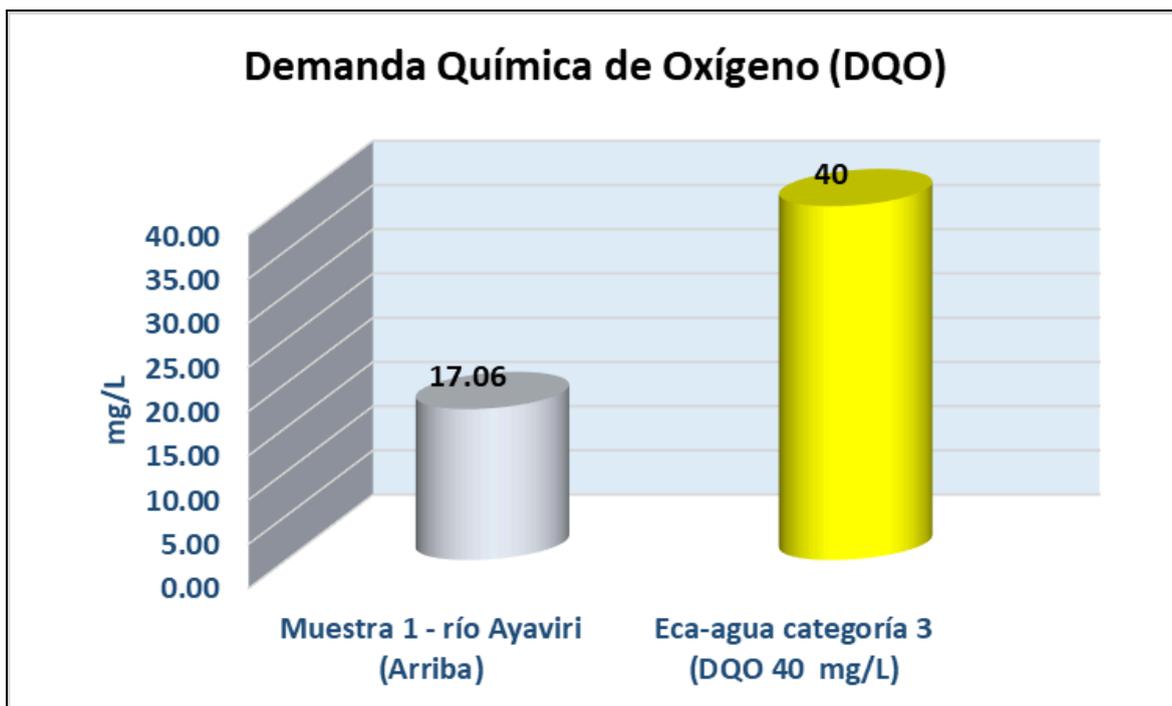


Figura 14: Demanda química de oxígeno del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.

En la figura 14, se describe el parámetro demanda química de oxígeno de la muestra 1 - río Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR, se obtiene 17.06 mg/L, contrastado con la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica una cantidad máxima de 40 mg/L, en la muestra 1 está dentro de los estándares de calidad ambiental para agua. Coincide con los resultados de Guzman y Reátegui (2021), indica que el río Cumbaza, 100 metros arriba de la caída del efluente, es de buena calidad, siendo Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) está dentro del ECA del agua establecido en el Decreto Supremo N° 004-2017 - ECA, Categoría 4, Sub categoría E2: ríos de la Selva.

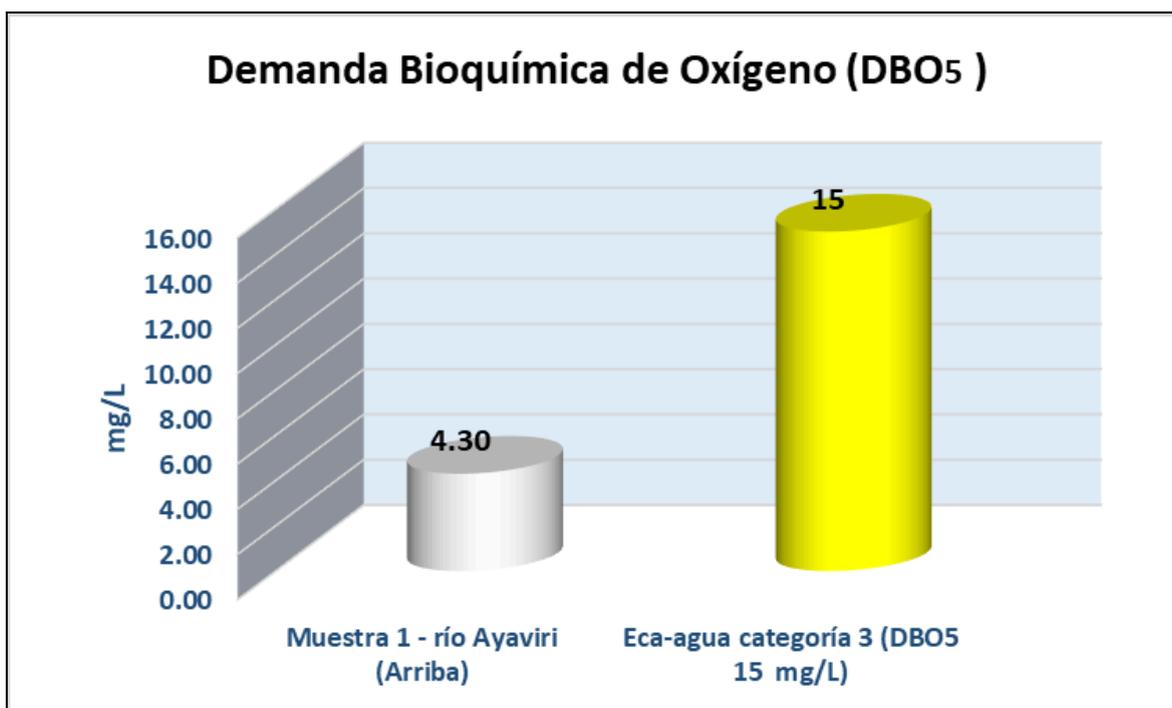


Figura 15: Demanda bioquímica de oxígeno del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.

En la figura 15, describe el parámetro demanda bioquímica de oxígeno de la muestra 1 - río Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR, se obtiene 4.30 mg/L, contrastado con la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica una cantidad máxima de 15 mg/L, en la muestra 1 está dentro de los estándares de calidad ambiental para agua.

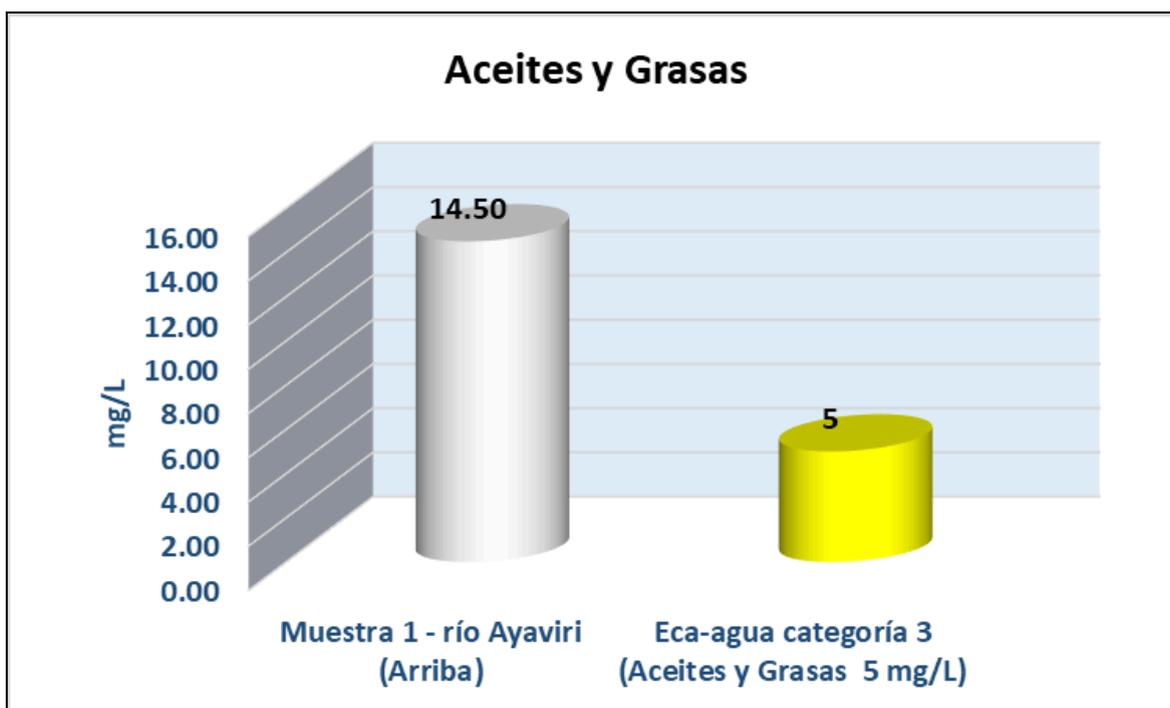


Figura 16: Aceites y grasas del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.

En la figura 16, se describe el parámetro aceites y grasas de la muestra 1 - río Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR, se obtiene 14.50 mg/L, contrastado con la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica una cantidad máxima de 5 mg/L, en la muestra 1 no está dentro de los estándares de calidad ambiental para agua.

Los resultados concuerdan con Auccatinco (2021), donde el cuerpo receptor del río Vilcanota, los parámetros como menciona son depurados muy bajamente se observa el valor obtenido en aceites y grasas con el valor de 9.8 mg/L.

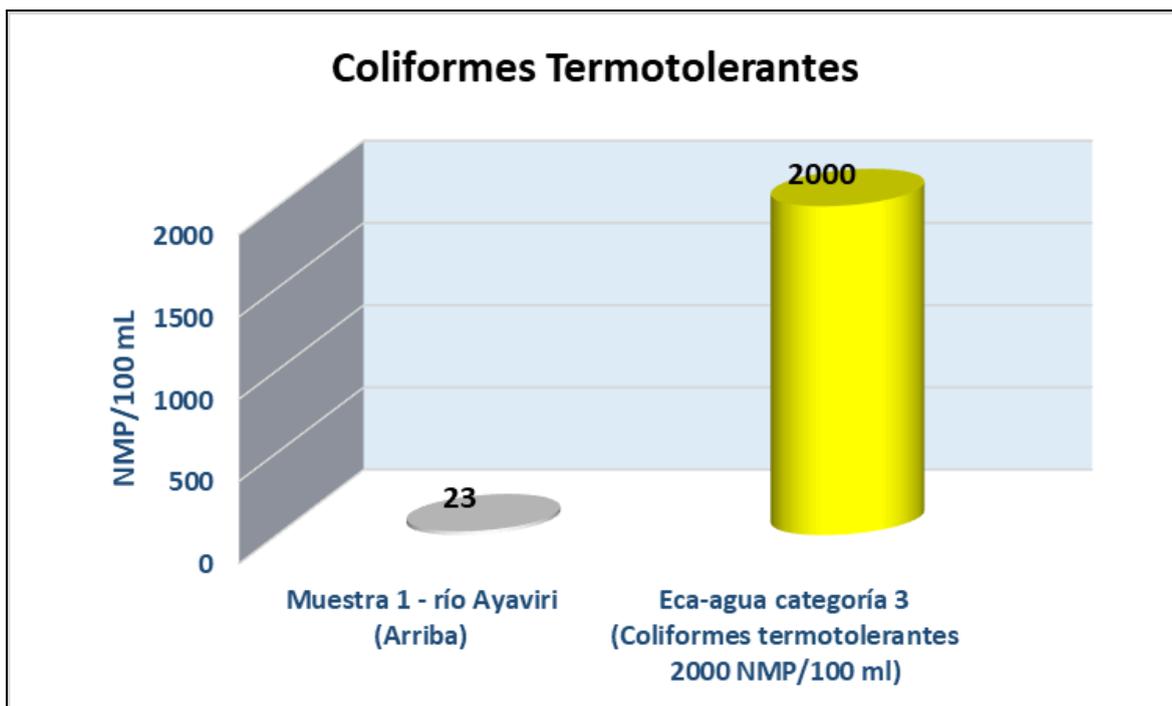


Figura 17: Coliformes termotolerantes del río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.

En la figura 17, se describe el parámetro coliformes termotolerantes de la muestra 1 - río Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR, se obtiene 23 mg/L, contrastado con la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica una cantidad máxima de 2000 NMP/100 ml, en la muestra 1 está dentro de los estándares de calidad ambiental para agua.

4.3.1. RESULTADOS DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO DE AYAVIRI (ABAJO).

Se presentan los resultados obtenidos se presentó como base de referencia al decreto supremo N° 004-2017-MINAM, decreto que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, en su calidad de cuerpo receptor, en la que se establece los niveles de concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Tabla 10: Resumen de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según ECA para agua para muestra 3.

Parámetros	Unid ad de medi da	ECA (Decreto Supremo 004-2017-MINA M), Categoría 4.	ECA (Decreto Supremo 004-2017-MINA M), Categoría 3.	Resultado o de la muestra 3 - Río Ayaviri (Abajo)	Cumplimie nto
Temperatura	°C	21.5	21.5	16.5	Si cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 100		1028.00	No cumple
pH	unida d	6,5 a 9,0	6,5 – 8,5	6.51	Si cumple
Demanda Química de Oxígeno	mg/L		40	1613.44	No cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	10	15	1.00	Si cumple
Aceites y Grasas	mg/L	5	5	18.43	No cumple

Coliformes	NMP/	2 000	2 000	43.00	Si cumple
Termotolerant	100				
es	mL				

De acuerdo a la tabla 10, se presenta el resumen de los valores obtenidos de los parámetros analizados y muestreados en el río de Ayaviri en la parte de abajo.

Comparando estos resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua por el D.S. N° 004-2017-MINAM, se observa que los sólidos suspendidos totales, tuvo un valor de 1028.50 mg/L, demanda química de oxígeno fue de 1613.44 mg/L y también aceites y grasas 18.43 mg/L, exceden ECA para agua. Y los parámetros como temperatura con 16.5°C, pH es de 6.51, coliformes termotolerantes fue de 43 NMP/100 mL, no superan el ECA para agua.

Por lo tanto comparando la tabla 09 y tabla 10, se demuestra que los resultados de la tabla 10, de los 7 parámetros evaluados, se evidencia que se tiene un incremento en los niveles de concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, y algunos exceden el ECA para agua, se evidencia una alteración en la calidad del agua del río de Ayaviri, para la (Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales), por el D.S N° 004-2017-MINAM.

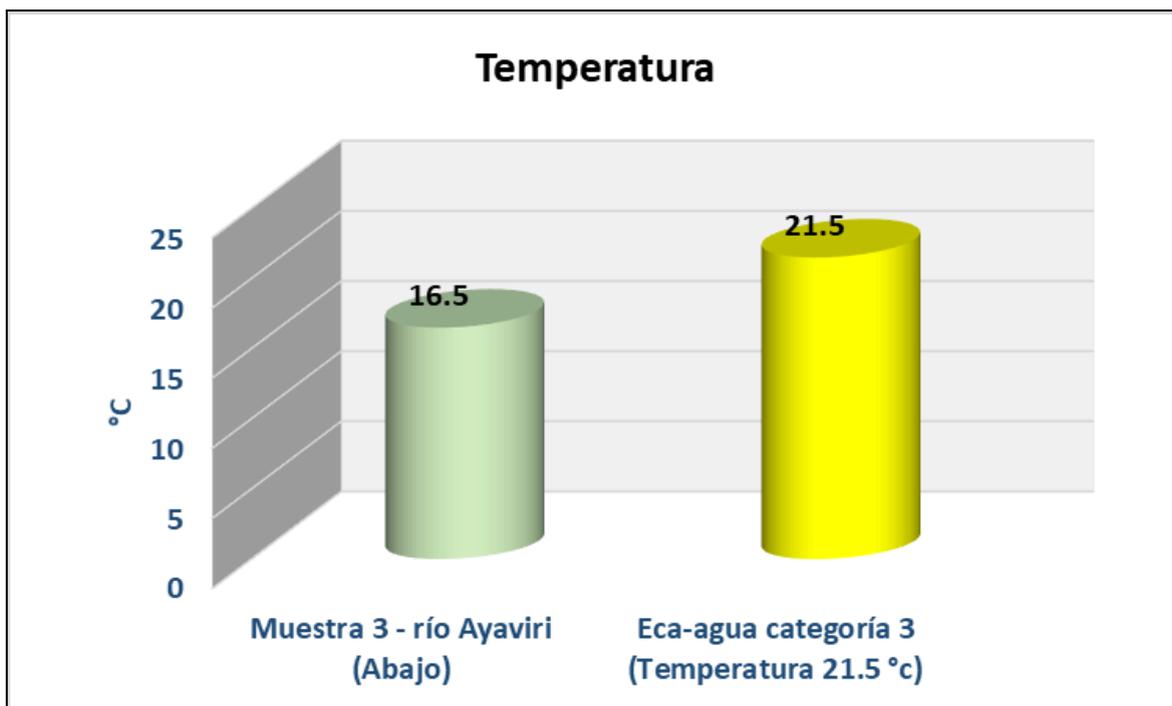


Figura 18: Temperatura del río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.

En la figura 18, se observa el parámetro temperatura de la muestra 3 - río Ayaviri (Abajo) después del impacto del efluente de la PTAR, se obtiene un valor de 16.5 °C, contrastado con la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica una temperatura de máxima de 21.5 °C, en la muestra 3 está dentro del ECA para agua.

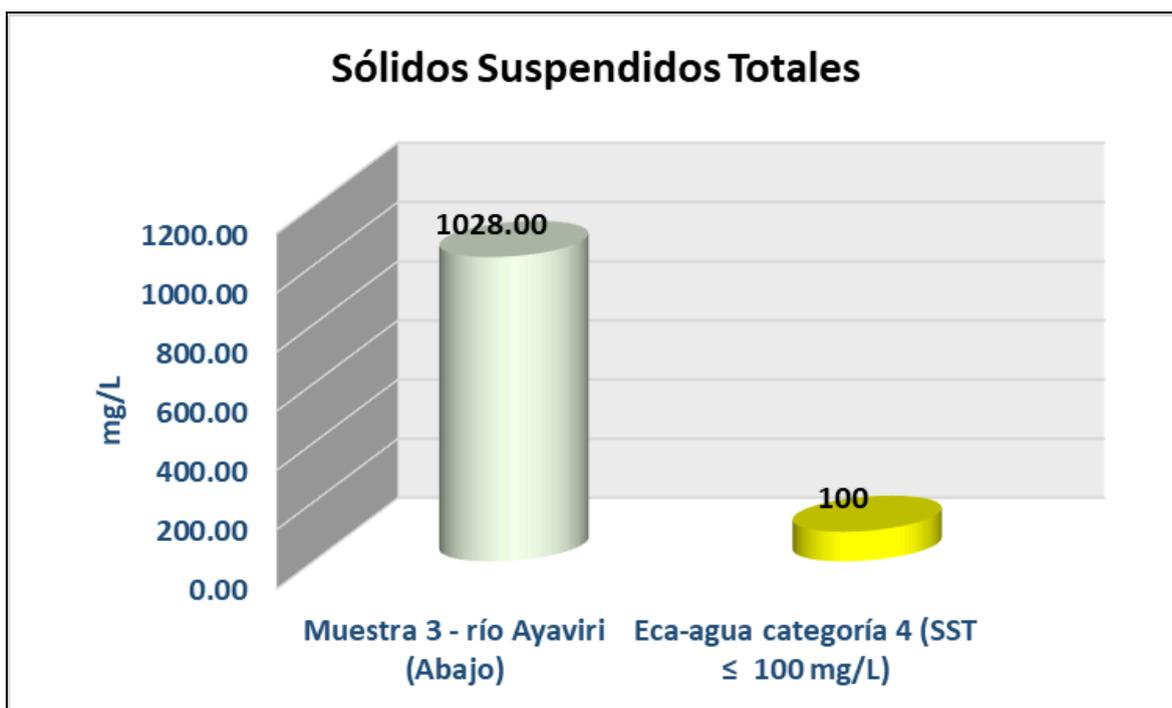


Figura 19: Sólidos suspendidos totales del río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.

Se observa en la figura 19, los resultados del punto de monitoreo de la muestra 3 - río Ayaviri (Abajo) después del impacto del efluente de la PTAR, en los sólidos suspendidos totales (SST), se registró el valor de 1028.00 mg/L, excede por encima de lo establecido por el ECA para agua, categoría 4: Conservación del ambiente acuático (Subcategoría E2 costa y sierra), los que establecen un valor de ≤ 100 mg/L, por lo cual especifica que el agua podría ser no ser usada.

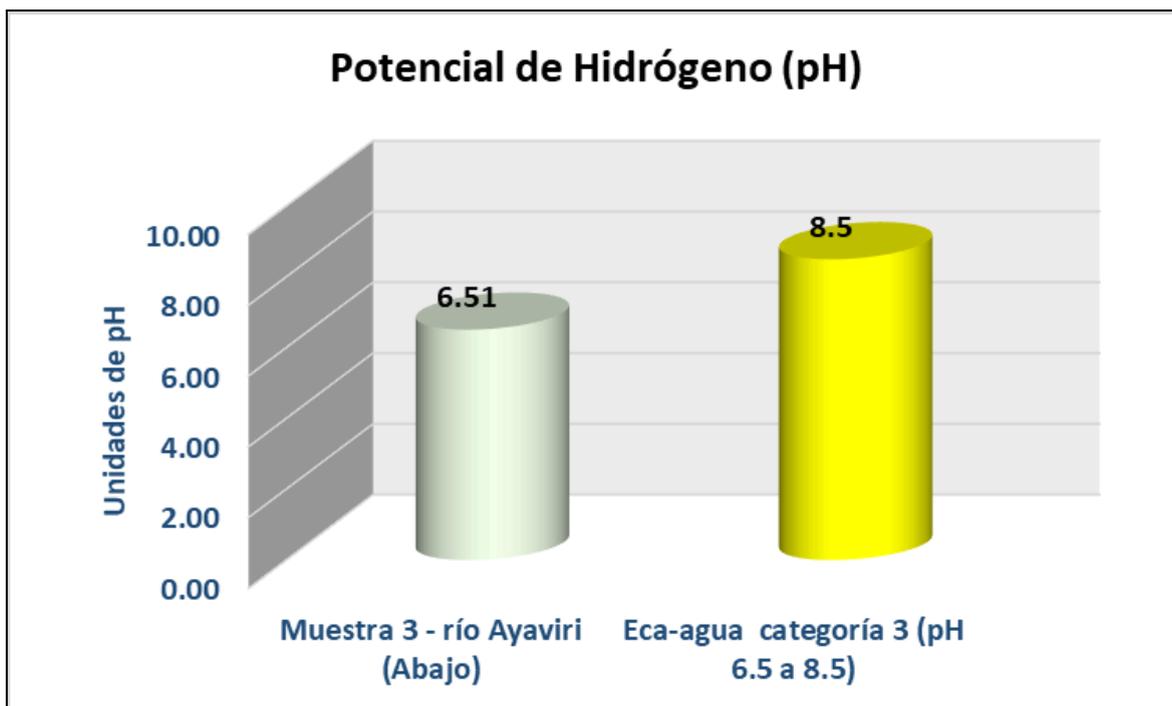


Figura 20: Potencial de hidrógeno del río de Ayaviri (Abajo) antes del impacto de la PTAR.

En la figura 20, se aprecia el resultado del parámetro potencial de hidrógeno (pH) de la muestra 3 - río Ayaviri (Abajo) después del impacto del efluente de la PTAR, se obtiene un pH de 6.51, siendo el pH para agua en la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica que debería fluctuar entre 6.5 a 8.5 unidades, en la muestra 3 está dentro de los estándares de calidad ambiental para agua.

Los valores de la presente investigación guarda relación con lo establecido por Andrade (2020), en su resultado en el pH del río Macusani, fue de 8.86 y está dentro del rango de los ECA categoría 4, ríos.

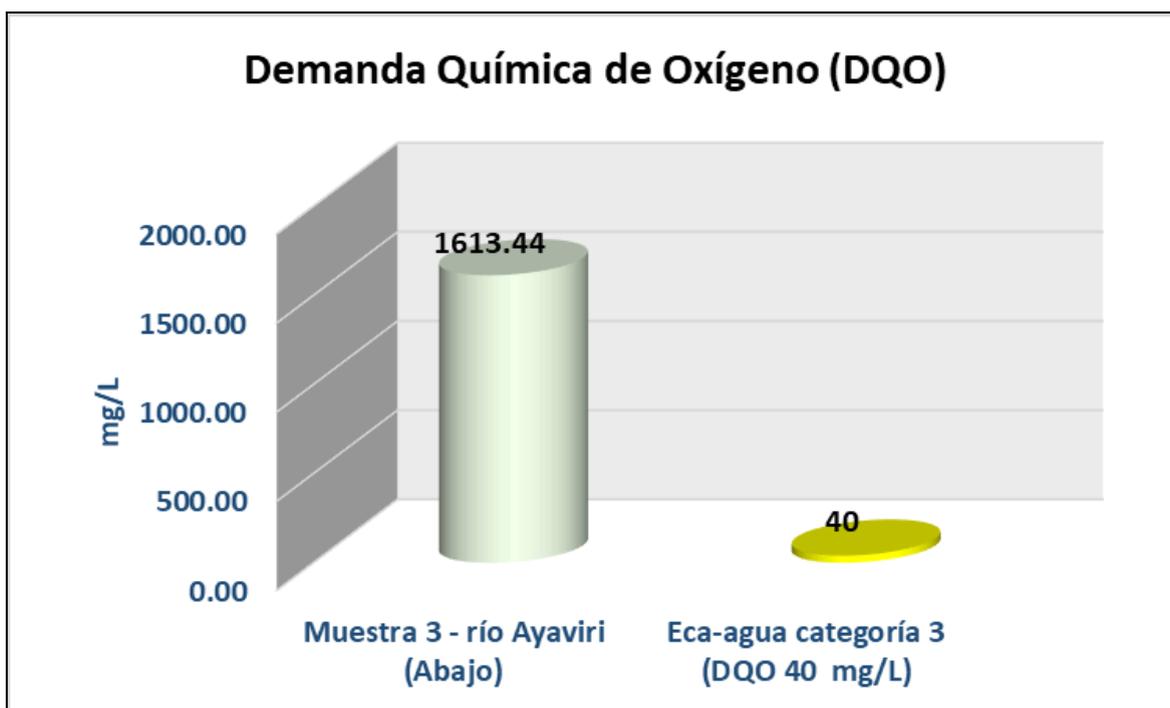


Figura 21: Demanda química de oxígeno del río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.

Se describe en la figura 21, el resultado del parámetro demanda química de oxígeno (DQO) de la muestra 3 - río Ayaviri (Abajo) después del impacto del efluente de la PTAR, se obtiene 1613.44 mg/L, contrastado con la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica una cantidad máximo de 40 mg/L, en la muestra 3 no está dentro de los estándares de calidad ambiental para agua.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Lima (2020), describe que el parámetro DQO en el río Sicra, muestra que PM^o1 antes del vertimiento de las descargas de las aguas residuales se tiene una concentración de 10 mg/L. Mientras que los resultados no tienen semejanzas a la investigación de Cayllahua (2022), en su conclusión llegó a la evaluación del impacto de la calidad del agua del río Vilcanota a efectos del vertimiento del agua residual tratada de la PTAR Sicuani, se verifica que la PTAR Sicuani influye de manera positiva en la calidad del agua del río Vilcanota.

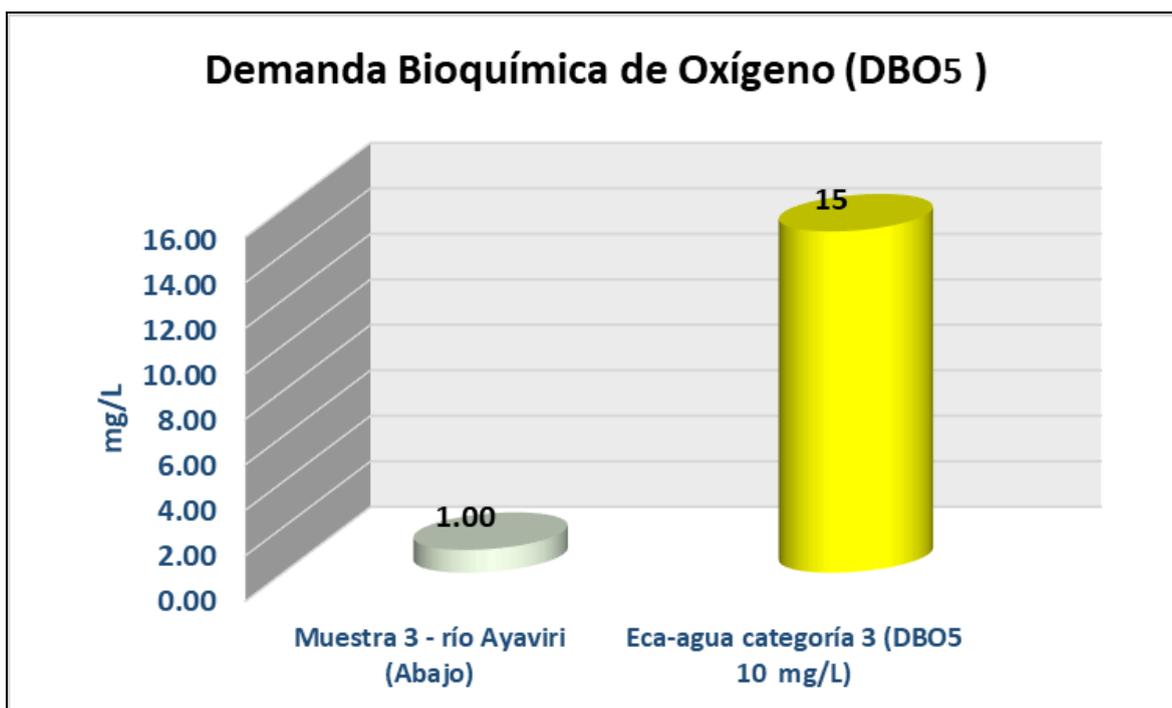


Figura 22: Demanda bioquímica de oxígeno del río de Ayaviri (Abajo) antes del impacto de la PTAR.

Se aprecia en la figura 22, el resultado del parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) de la muestra 3 - río Ayaviri (Abajo) después del impacto del efluente de la PTAR, se obtiene 1.00 mg/L, contrastado con la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica una cantidad máxima de 15 mg/L, en la muestra 3 está dentro de los estándares de calidad ambiental para agua.

Estos resultados no guardan relación con lo que sostiene Cayllahua (2022), concluye que la PTAR Sicuani, cuenta con una capacidad de remoción muy alta, el cual oscila entre un mínimo de 90.49% a una remoción máxima de 98.53% para el parámetro de demanda bioquímica de oxígeno; de un 86.47% a 96.91%.

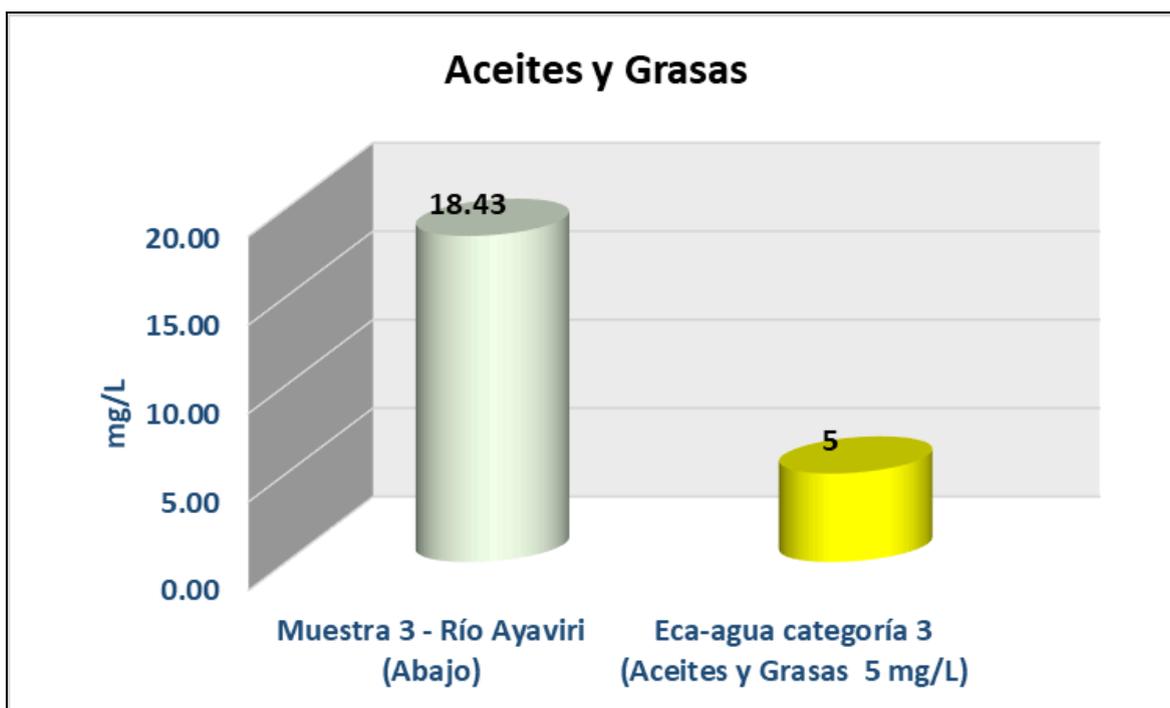


Figura 23: Aceites y grasas del río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.

En la figura 23, se describe el parámetro aceites y grasas de la muestra 3 - río Ayaviri (Abajo) después del impacto del efluente de la PTAR, se obtiene un valor de 18.43 mg/L, contrastado con la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica una cantidad máxima de 5 mg/L, en la muestra 3 no está dentro de los estándares de calidad ambiental para agua.

Estos resultados no guardan relación con lo que sostiene Cayllahua (2022), concluye que la PTAR Sicuani, cuenta con una capacidad de remoción muy alta, el cual oscila entre un mínimo de 90.49% a una remoción máxima de 98.53% para el parámetro de demanda bioquímica de oxígeno; de un 86.47% a 96.91%.

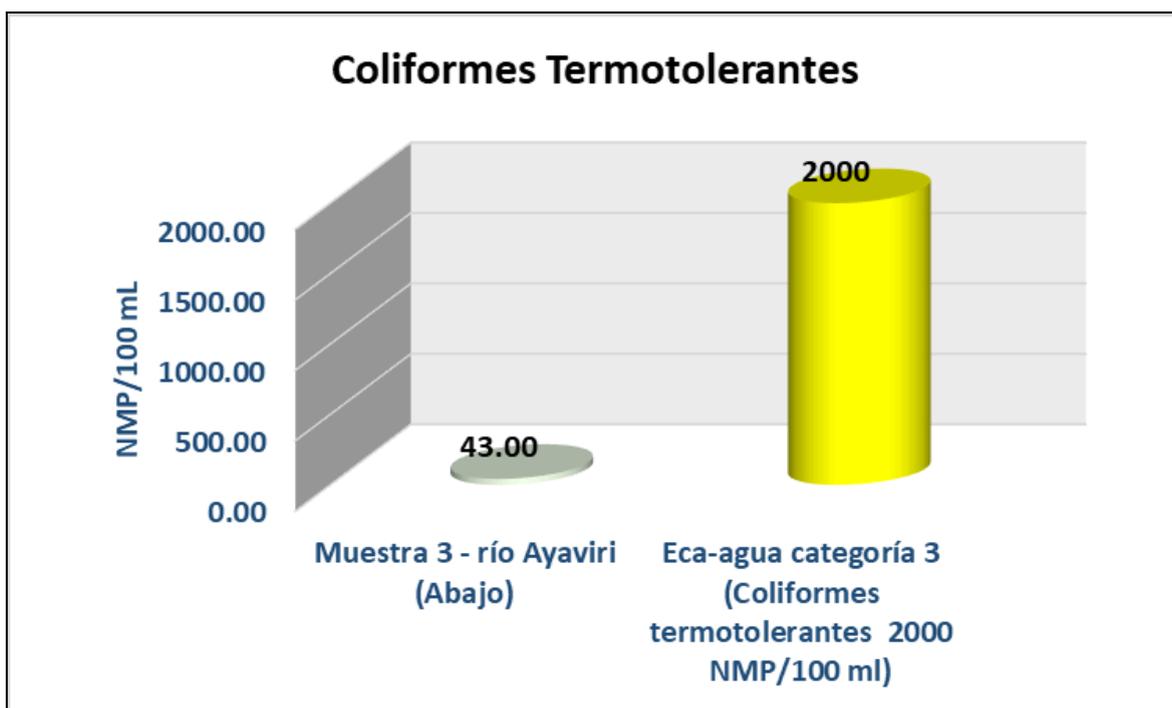


Figura 24: Coliformes termotolerantes del río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.

Se contemplar en la figura 24, dado que el parámetro coliformes termotolerantes de la muestra 3 - río Ayaviri (Abajo) después del impacto del efluente de la PTAR, se obtiene un valor de 43 NMP/100 ml, contrastado con la categoría 3 destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, viene estipulado en el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, indica una cantidad máxima de 2000 NMP/100 ml, en la muestra 3 está dentro de los estándares de calidad ambiental para agua.

Los resultado es similar al estudio desarrollado por Lima (2020), concluye que el vertimiento de aguas residuales domiciliarias si afecta a la calidad ambiental del agua del Río Sicra Lircay Huancavelica. De la misma forma Auccatinco (2021), quien menciona que los resultados obtenidos de -54.3% de eficiencia refleja que la PTAR, no realiza el tratamiento de este parámetro ya que no cuenta con un sistema de desinfección que trate este parámetro.

4.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La prueba de la Hipótesis nula e hipótesis alterna considerando como Hipótesis nula (H_0), e Hipótesis alternativa (H_a) por lo dicho se pretende probar la veracidad o falsedad de las hipótesis planteadas en esta investigación.

4.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H1: La planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri - 2023, no es eficiente.

H0: La planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri - 2023, si es eficiente.

En base a los resultados de la tabla 08, se demuestra que no es eficiente la remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri, estos exceden los límites máximos permisibles, generando un impacto negativo en la calidad de agua del río de Ayaviri, esto puede afectar para uso de riego de vegetales y bebida de animales.

Por lo tanto, con la evidencia de los datos, SE ACEPTA la hipótesis alterna de que la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri - 2023, no es eficiente.

4.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

H1: Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri, exceden los límites máximos permisibles por el D.S. N° 003-2010-MINAM.

H0: Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri, no exceden los límites máximos permisibles por el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Comparando estos resultados con los criterios de límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, se observa que los sólidos suspendidos totales tiene un valor de 1379.50 mL/L, pH fue de 6.06, demanda química de oxígeno es de 416.15 mg/L y aceites y grasas tiene un valor de 74.70 mg/L, exceden los límites máximos permisibles (véase la tabla 08).

Por lo tanto, con la evidencia de los datos, SE ACEPTA la hipótesis alterna de que los parámetros físicos y químicos de la PTAR de Ayaviri, si exceden los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. 003-2010-MINAM.

4.4.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

H1: Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Ayaviri, exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua (Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales), por el D.S N° 004-2017-MINAM.

H0: Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Ayaviri, no exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua (Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales), por el D.S N° 004-2017-MINAM.

Comparando estos resultados con los criterios de calidad para uso riego de vegetales y bebida de animales de la normativa nacional (ECA para agua, categoría 3), se observa que la sólidos suspendidos totales tiene un valor de 1028.00 mg/L, demanda química de oxígeno es de 1613.44 mg/L, aceites y grasas tiene un valor de 18.43 mg/L, exceden con los valores de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. (véase la tabla 10).

Por lo tanto, con la evidencia de los datos, SE ACEPTA la hipótesis alterna de que los parámetros físicos y químicos de calidad de agua del río de Ayaviri, si exceden los estándares establecidos en el ECA para agua de uso de riego de vegetales y bebida de animales por el D.S N° 004-2017-MINAM.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Realizada la evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito Ayaviri, no cumple con los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR, según Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, por lo tanto la eficiencia de remoción de carga contaminante de la PTAR de Ayaviri no es eficiente.

SEGUNDA: Los resultados obtenidos del monitoreo sobre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente PTAR de Ayaviri, que fueron pH con 6.06, aceites y grasas fue de 74.70 mg/L, sólidos suspendidos totales es de 1379.50 mg/L, demanda química de oxígeno fue 416.15 mg/L, estos resultados exceden a los LMP para efluentes de PTAR, respecto a los valores obtenidos para demanda bioquímica de oxígeno es de 0 mg/L, temperatura en 16.5°C, coliformes termotolerantes fueron de 75 NMP/100 mL, cumplen con los LMP para efluentes de PTAR establecidos por el D.S. 003-2010-MINAM.

TERCERA: De acuerdo a los análisis físicos, químicos y microbiológicos a la calidad del agua del río de Ayaviri, en la muestra 01, aguas arriba antes del vertimiento, es de buena calidad, según los 5 parámetros analizados y comparados con lo establecido en el Decreto Supremo N° 004-2017 - ECA para agua, en la categoría 3. Mientras que el efecto del vertimiento de aguas residuales de la PTAR en la parte baja del río Ayaviri, donde los parámetros sólidos suspendidos totales tuvo un valor de 1028.00 mg/L, demanda química de oxígeno fue 1613.44 mg/L, aceites y grasas es de 18.43 mg/L, estos resultados exceden el ECA para agua categoría 3, destinado para el riego de vegetales y bebida de animales, respecto a los valores obtenidos para temperatura es 16.5°C, pH fue de 6.51, demanda bioquímica de oxígeno es de 1.00 mg/L y coliformes termotolerantes 43 NMP/100 ml, cumplen con el ECA para agua, efecto del vertimiento de aguas residuales

de la PTAR en la parte baja del río Ayaviri, es negativo, por afectar la calidad de agua del río Ayaviri, el cual se encuentra considerada como malo para el uso agrícola y ganadería.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar la limpieza de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Ayaviri, en su totalidad, así mismo realizar la operación y mantenimiento correspondiente, también gestionar los permisos correspondientes para la descarga del agua residual tratada en la PTAR al río Ayaviri.

SEGUNDA: A los encargados y responsables de la administración de la PTAR, (Área Técnica Municipal ATM) de la Municipalidad Provincial de Melgar y el Gobierno Regional de Puno, rediseñar y reestructurar el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, de acuerdo a los límites máximos permisibles de descargas se encuentran considerablemente por debajo de los valores requeridos por norma vigente, que permitirá solucionar los problemas de contaminación ambiental ocasionados por el deficiente funcionamiento actual de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ayaviri.

TERCERA: Realizar monitoreos periódicamente en el río Ayaviri sobre todo en parte de abajo, donde sufre el impacto del vertimiento del efluente de la PTAR de Ayaviri, con el fin de tener registros sobre las condiciones de calidad del agua del río de Ayaviri, se requiere para futuras modelaciones y permitan una verdadera integración de los tres sistemas del modelo de alcantarillado, PTAR y río.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta. (2016). Identificación y evaluación de los puntos de vertimientos de las aguas residuales del corregimiento de san pablo municipio de teorama, para que sirva como una herramienta útil para la proyección de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). [Tesis de pre grado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. <http://repositorio.ufpso.edu.co/jspui/handle/123456789/1605>
- Alomía. (2019). Formulación de un plan de manejo ambiental (PMA) para la operación y control de vertimientos en la PTAR del trapiche Lucerna. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/28031>
- Amézquita, & Bejarano. (2018). Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Gachancipá [Tesis de pre grado, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/items/0e8e8066-a190-4ea2-8943-7be0033beb77>
- Ley N° 29338-Ley de los Recursos Hídricos, (2010). <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/ley-no-29338-ley-de-recursos-hidricos>
- R.J. No 010-2016-ANA- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales., (2016). <http://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-010-2016-ana-0>
- Ancalle, C., & Ledesma, G. (2020). Caracterización de las aguas residuales en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli - Huancavelica [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/f6029b85-d92b-4a6a-bcbc-eea124aea4c9>
- Andrade, R. (2020). Evaluación de la eficiencia en la planta de tratamiento de aguas residuales distrito de Macusani, región Puno – 2020 [Tesis de pre grado, Universidad Privada San Carlos]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC.S.A.C./241>

- Auccatinco, R. (2021). Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Cusipata, provincia Quispicanchi – Cusco [Tesis de pre grado, Universidad Continental].
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11355>
- Cayllahua, N. (2022). Evaluación de la PTAR Sicuani y su impacto en la calidad del agua del río Vilcanota [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6429>
- Clemente, Y. (2022). Evaluación de la eficiencia de la PTAR del distrito de Santa Ana de Tusi, como aporte del compromiso ambiental municipal – 2021 [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2703>
- Dalens. (2018). Evaluación de la calidad del agua de la cuenca Llallimayo de la Provincia de Melgar, Región Puno [Universidad José Carlos Mariátegui].
<https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/640>
- Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. (s. f.). Ministerio del Ambiente. Recuperado 14 de enero de 2023, de <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2010-minam/>
- Hernández, R. (2014). (15) (PDF) Metodología de la investigación—Hernandez, Fernandez y Baptista (2010) | Yeisson Fabian Perez Martinez—Academia.edu (Sexta edición, Vol. 9). McGraw-Hill.
https://www.academia.edu/25455344/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_Hernandez_Fernandez_y_Baptista_2010_
- Herrera, P. (2018). Análisis cualitativo del impacto ambiental por vertimiento de aguas residuales en el río Magdalena, caso aplicativo Municipio de Girardot Cundinamarca [Tesis de pre grado, Universidad Piloto de Colombia].
<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5761>
- Hirpahuanca, R. (2021). Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Cusipata, provincia Quispicanchi – Cusco [Tesis de

- pre grado, Universidad Continental].
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11355>
- Huayta, M. L. (2020). Efecto Del Vertimiento De Aguas Residuales Domésticas En La Calidad De Agua Del Rio Cabanillas [Tesis de pre grado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez].
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4767>
- Lima, L. (2020). Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018 [Tesis de pre grado, Universidad Continental].
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8449>
- Medina. (2021). Propuesta de la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Orcopampa provincia Castilla región Arequipa [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/14706>
- Membrillo, J. (2022). Determinación de la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales domésticas de la Planta Cumani—Antauta septiembre 2019 [Tesis de pre grado, Universidad Privada San Carlos].
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./155>
- Ley N° 28611-Ley General del Ambiente-MINAM, (2005).
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-ambiente>
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, (2017).
<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>
- Montalvo. (2020). Evaluación del impacto generado por el vertimiento del agua residual del sector el molino a la quebrada el molino, Chachapoyas, 2018 [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].
<http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2247>
- Niquén. (2019). Impactos ambientales significativos generados por el sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes y propuesta

de un plan de Mitigación. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Tumbes]. <https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/2394>

Resolución Ministerial N° 015-OEFA., (2014).
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-las-reglas-atencion-denuncias-ambientales-presentadas-ante>

Ospina, J., & Giraldo, D. (2022). Evaluación del desempeño de la planta de tratamiento de agua residual (PTAR I) del municipio de Chía-Cundinamarca. [Tesis de pre grado, Universidad Santo Tomás].
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/42513>

Paricahua, E. R. (2018). Evaluación de la operatividad de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri, provincia de Melgar—Puno [Tesis de pre grado, Universidad Nacional del Altiplano].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3222915>

Pimentel, H. R. (2017, marzo 13). Las aguas residuales y sus efectos contaminantes [Text]. iAgua; iAgua.
<https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>

Pinzón, K. (2019). Afectación ambiental de la calidad del agua del caño Usivar generada por la planta de tratamiento de agua residual del municipio de Yopal, departamento de Casanare [Tesis de maestría, Universidad de Manizales].
<https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3512>

Quintero, S. (2017). Diseño de un plan estratégico para el manejo sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá [Tesis de pre grado, Pontificia Universidad Javeriana].
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/16365>

Romero. (2008). Tratamiento de Aguas Residuales.
https://www.academia.edu/41246680/Tratamiento_de_Aguas_Residuales_Romero_Rojas

Romero, L. (2019). Evaluación del impacto ambiental que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del centro poblado la otra Banda – Zaña [Tesis de pre grado, Universidad de Lambayeque].
<https://repositorio.udl.edu.pe/jspui/handle/UDL/201>

Tito. (2018). Evaluación de impacto ambiental del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, distrito Chucuito, Puno—2017 [Tesis de pre grado, Universidad Alas Peruanas].
<https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/7245>

Resolución Ministerial N.º 273-2013-VIVIENDA, (2013).
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/13762-273-2013-vivienda>

ANEXOS

Determinar la Los parámetros de calidad físicoquímicos y microbiológicos del agua del río del río de Ayaviri, Ayaviri, exceden según D.S N° los Estándares 04-2017-MINAM - de Calidad

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título: Evaluación de la eficiencia en la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri - 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICAD	INSTRUME	TÉCNICA DE
				ORES	NTOS	PROCESAMI	ENTO DE DATOS
GENERAL	GENERAL	GENERAL	Independiente				

Determinar la Los parámetros de calidad fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río de Ayaviri, Ayaviri, exceden según D.S N° los Estándares 04-2017-MINAM - de Calidad

fisicoquímicos y del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri, en Ayaviri, del distrito de función al D.S N° exceden los límites máximos permisionales por el D.S. N°	.	fisicoquímicos
microbiológicos planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri, en Ayaviri, del distrito de función al D.S N° exceden los límites máximos permisionales por el D.S. N°	pH	as de
	DBO ₅	aguas.
	DQO	- Protocolo
	Aceites	para
	grasas	calidad
	Microbiológicos	microbiológicos
	Coliformes	de aguas

Determinar la Los parámetros
calidad fisicoquímicos y
fisicoquímicos y microbiológicos
microbiológicos del agua del río
del río de Ayaviri, Ayaviri, exceden
según D.S N° los Estándares
04-2017-MINAM - de Calidad

003-2010-MINAM 003-2010-MINA

termotoler
antes.

?

¿Cuál es la
calidad
fisicoquímicos y
microbiológicos
del agua del río
Ayaviri cumplira
con el Decreto
Supremo N°

Determinar la Los parámetros
calidad fisicoquímicos y
fisicoquímicos y microbiológicos
microbiológicos del agua del río
del río de Ayaviri, Ayaviri, exceden
según D.S N° los Estándares
04-2017-MINAM - de Calidad

004-2017-MINAM

- ECA para agua

(Categoría 3:

Riego de

vegetales y

bebida de

animales y

Categoría 4:

Conservación del

ambiente

Determinar la Los parámetros
calidad fisicoquímicos y
fisicoquímicos y microbiológicos
microbiológicos del agua del río
del río de Ayaviri, Ayaviri, exceden
según D.S N° los Estándares
04-2017-MINAM - de Calidad

acuático), en el
distrito de
Ayaviri-2023?

Anexo 02: Panel fotográfico.

415676	NORMAS LEGALES	El Peruano Lima, miércoles 17 de marzo de 2010																											
<p>4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.</p> <p>4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.</p> <p>Artículo 5°.- Resultados de monitoreo</p> <p>5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.</p> <p>5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.</p> <p>Artículo 6°.- Fiscalización y Sanción</p> <p>La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.</p> <p>Artículo 7°.- Refrendo</p> <p>El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.</p> <p style="text-align: center;">DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL</p> <p>Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.</p> <p>Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.</p> <p>ALAN GARCÍA PÉREZ Presidente Constitucional de la República</p> <p>ANTONIO JOSÉ BRACK EGG Ministro del Ambiente</p> <p>JUAN SARMIENTO SOTO Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento</p>	<p style="text-align: center;">RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 036-2010-MINAM</p> <p>Lima, 16 de marzo de 2010</p> <p>CONSIDERANDO:</p> <p>Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;</p> <p>Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú;</p> <p>Que, el artículo 3° de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;</p> <p>Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5° de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Becas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;</p> <p>Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;</p> <p>Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y</p> <p>De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, y el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;</p> <p style="text-align: center;">SE RESUELVE:</p> <p>Artículo 1°.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.</p> <p>Artículo 2°.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.</p> <p>Artículo 3°.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.</p> <p>Artículo 4°.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.</p> <p style="text-align: center;">Regístrese, comuníquese y publíquese.</p> <p>ANTONIO JOSÉ BRACK EGG Ministro del Ambiente</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO</p> <p style="text-align: center;">LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PARÁMETRO</th> <th>UNIDAD</th> <th>LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aceites y grasas</td> <td>mg/L</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Coliformes Termotolerantes</td> <td>NMP/100 mL</td> <td>10,000</td> </tr> <tr> <td>Demanda Bioquímica Oxígeno</td> <td>dg</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Demanda Química Oxígeno</td> <td>ds</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>unidad</td> <td>6.5-8.5</td> </tr> <tr> <td>Sólidos Totales</td> <td>en</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Suspensión</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td>°C</td> <td><35</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: left;">469446-2</p>	PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS	Aceites y grasas	mg/L	20	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000	Demanda Bioquímica Oxígeno	dg	100	Demanda Química Oxígeno	ds	200	pH	unidad	6.5-8.5	Sólidos Totales	en	150	Suspensión			Temperatura	°C	<35
PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS																											
Aceites y grasas	mg/L	20																											
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000																											
Demanda Bioquímica Oxígeno	dg	100																											
Demanda Química Oxígeno	ds	200																											
pH	unidad	6.5-8.5																											
Sólidos Totales	en	150																											
Suspensión																													
Temperatura	°C	<35																											

Figura 25: Decreto supremo N° 003-2010-MINAM.

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

**DECRETO SUPREMO
N° 004-2017-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDRANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo,

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

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

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes, incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

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

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente.

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canolaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con bojes, lanchas o similares.

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

a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mojillones, caracol, lapa, ontro otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo o indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales

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

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

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

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

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

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

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

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

- Estuarios

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o caucos de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precítese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efuente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua, que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	23,1	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	15,3	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	10,2	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,025
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,021
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,38	0,757	0,266	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*) El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L		5	10
Bicarbonatos	mg/L		518	**
Canuro Wad	mg/L		0,1	0,1
Coruros	mg/L		500	**
Color (a)	Color verdadero Escala Pt-Co		100 (b)	100 (a)
Conductividad	(µS/cm)		2.500	5.000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L		0,2	0,5
Fenoles	mg/L		0,002	0,01
Fluoruros	mg/L		1	**
Nitros (NO ₂ -N) + Nitros (NO ₃ -N)	mg/L		100	100
Nitros (NO ₂ -N)	mg/L		10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l		> 4	> 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L		1.000	1.000
Temperatura	°C		Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/l		5	5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L		0,1	0,2
Bario	mg/L		0,1	**
Berilio	mg/L		0,1	0,1
Boro	mg/L		1	5
Cadmio	mg/L		0,01	0,05
Cobro	mg/L		0,2	0,5
Cobalto	mg/l		0,05	1
Cromo Total	mg/L		0,1	1
Cromo	mg/L		5	**
Cromo	mg/l		2,5	2,5
Vegesio	mg/L		**	250
Mercurio	mg/L		0,2	0,2
Mercurio	mg/L		0,001	0,01
Níquel	mg/L		0,2	1
Plomo	mg/L		0,05	0,05
Selenio	mg/L		0,02	0,05
Zinc	mg/L		2	24

ORGÁNICO

Bifenilos Policlorados

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L		0,04	0,045

PLAGUICIDAS

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	
Paratión	µg/L		35	35

Organoclorados

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	
Acrin	µg/L		0,004	0,7
Clorobano	µg/l		0,008	7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L		0,001	30
Dieldrin	µg/L		0,5	0,5
Endosulfan	µg/L		0,01	0,01
Endrin	µg/L		0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L		0,01	0,03
Lindano	µg/L		4	4

Carbamato

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	
Alicarb	µg/L		1	11

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml		1.000	2.000	1.000
Escherichia coli	NMP/100 ml		1.000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L		1	1	**

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

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

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

Nota 4:

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

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarias	Marinas
FÍSICOS-QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1.000	1.000	1.000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,082
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,3-8,5	6,3-8,5
Sólidos Suspensos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	A 3	A 3	A 3	A 2	A 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,61	0,61	0,61	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,035	0,035
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0028	0,0028
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0022	0,0022
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0021	0,0021
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0003	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hydrocarburos totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0003	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hydrocarburos Aromáticos						
Benz(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00001	0,00001	0,00001	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Peratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrin	mg/L	0,000007	0,000007	0,000001	**	**
Dieldrin	mg/L	0,000013	0,000013	0,000003	0,000001	0,000001
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDT)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000006	0,000006	0,000003	0,0000019	0,0000019
Erdosulfan	mg/L	0,000006	0,000006	0,000003	0,0000037	0,0000037
Erdin	mg/L	0,000006	0,000006	0,000003	0,0000023	0,0000023
Hepacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

El Peruano / Miércoles 7 de junio de 2017 **NORMAS LEGALES** **19**

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y tierra	Selva	Estuarios	Marino
Héptacloro Eóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
Lindano	mg/l	0,0005	0,0035	0,0035	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0015	0,0015
MICROBIOLÓGICO						
Células termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	2000	1000	2000

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 4,43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).

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

Nota 5:

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

Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

(2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3).

Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3)

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Salinidad 10 g/kg								
7,0	11,00	26,00	20,00	17,00	9,10	6,90	4,10	3,10
7,2	26,00	16,00	12,00	3,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,90	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,47	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 20 g/kg								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,90	4,70	3,10
7,2	27,00	16,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,78	0,53
8,0	4,10	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,60	1,80	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,23
8,4	1,60	1,20	0,84	0,56	0,41	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,31	0,21	0,16	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 30 g/kg								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,80	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	2,50	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,66	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,81	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,72	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,47	0,34	0,23	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

Notas:

(*) El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, temperatura de 0 a 35°C y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N ($\text{NH}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH_3).

NOTA GENERAL:

- Para el parámetro de temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.

- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.

- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2

Figura 26: Decreto supremo N° 004-2017-MINAM.



Figura 27: Materiales para realizar el monitoreo de las muestras de aguas.



Figura 28: Toma de muestra 1 río de Ayaviri (Arriba) antes del impacto de la PTAR.





Figura 29: Toma de muestra 1 río de Ayaviri (Arriba) de los parámetros fisicoquímicos.



Figura 30: Toma de muestra 1 río de Ayaviri (Arriba) del parámetro microbiológico.



Figura 31: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ayaviri.



Figura 32: Condiciones que se encuentra la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ayaviri.



Figura 33: Toma de muestra de los parámetros en efluente de la PTAR de Ayaviri.



Figura 34: Toma de muestra 2 - PTAR de Ayaviri para los parámetros fisicoquímicos.



Figura 35: Toma de muestra 2 - PTAR de Ayaviri del parámetro microbiológico.



Figura 36: Toma de muestra 3 río de Ayaviri (Abajo) después del impacto de la PTAR.



Figura 37: Toma de muestra 3 río de Ayaviri (Abajo) de los parámetros fisicoquímicos .



Figura 38: Toma de muestra 3 río de Ayaviri (Abajo) del parámetro microbiológico.



ANEXO I
REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: del río Ramos REALIZADO POR: Yesica Ly Mamani Fernandez
 AAAAAA: _____ RESPONSABLE: _____

Punto de monitoreo	Descripción original/ubicación	Localidad	Ciudad	Provincia	Departamento	Coordenadas ¹ Norte/Sur Este/Oeste	Altura metros	Fecha	Hora	pH	T °C	OD mg/L	COND µS/cm	Factor ² profundidad aire a m	Observaciones ³
M01	Río Ayazuri	Ayazuri	Ayazuri	Morona	Puno	-14°01' -70°00'	3,900	29/02/21	8:00	✓	✓	✓	✓	✓	
M02	PIAR- Ayazuri	Ayazuri	Ayazuri	Morona	Puno	-11° 09' 15" -72° 29'	5,700	29/02/21	8:00	✓	✓	✓	✓	✓	
M03	Río Ayo yuri	Ayazuri	Ayazuri	Morona	Puno	-15° 09' 00" -72° 29'	3,900	29/02/21	8:00	✓	✓	✓	✓	✓	

(1) Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en el sistema UTM para puntos en cuencas de agua continental y en el sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambas en estándar geodésico WGS84.
 (2) Para el caso de cuerpo litorales, indicar el caudal. Para el caso de cuerpo litorales o marino costero, indicar la profundidad.
 (3) Las observaciones de campo se refieren, entre otros, a características físicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.

[Firma]
Firma del responsable del monitoreo

Figura 40: Llenado de la ficha de registro de datos en campo.



Figura 41: Muestras llevado al laboratorio de calidad de control de la facultad de química de la UNA PUNO.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro

N° 002481

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANALISIS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL: RIO AYAVIRI (ARRIBA)

PROCEDENCIA : DEPARTAMENTO PUNO, PROVINCIA MELGAR, DISTRITO DE AYAVIRI.
INTERESADO : YESICA LIZ MAMANI FERNANDEZ
MOTIVO : ANALISIS DE AGUA RESIDUAL
MUESTREO : 26/10/2023, por el interesado
ANÁLISIS : 26/10/2023
COD. MUESTRA : B0009-000522 - B009-000523

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS
ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FISICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FISICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.56	Electrométrico
Temperatura	°C	16.5	Termómetro
Sólidos Totales	mg/L	715.00	Gravimétrica
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	17.06	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	4.30	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	14.50	Soxhlet

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	23	NMP/100ml
Coliformes fecales	NMP/100ml	< 1	NMP/100ml

Puno, C.U. 09 de noviembre del 2023
 vºgº



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIG - UNA - CIP - 182363



Walter B. Apaza Legua, Ph.D.
DECANO

Ciudad Universitaria Av. Floral N° 1153, Facultad de Ingeniería Química - Cel.: 951755420

Figura 42: Certificado de análisis físico, químico y microbiológico de la muestra 1 - río de Ayaviri (Arriba).



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro

Nº 002480

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANALISIS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DE AGUA
RESIDUAL: PTAR - AYAVIRI

PROCEDENCIA : DEPARTAMENTO PUNO, PROVINCIA MELGAR, DISTRITO DE AYAVIRI.

INTERESADO : YESICA LIZ MAMANI FERNANDEZ

MOTIVO : ANALISIS DE AGUA RESIDUAL

MUESTREO : 26/10/2023, por el interesado

ANÁLISIS : 26/10/2023

COD. MUESTRA : B0009-000522 - B009-000523

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Liquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FISICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FISICO QUIMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.06	Electrométrico
Temperatura	°C	16.5	Termómetro
Sólidos Totales	mg/L	1379.50	Gravimétrico
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	416.15	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	0	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	74.70	Soxlet

CARACTERISTICAS MICROBIOLOGICO

Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	75	NMP/100ml
Coliformes fecales	NMP/100ml	< 1	NMP/100ml

Puno, C.U. 09 de noviembre del 2023
vºBº



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNAP - CIP - 182363



Walter B. Apurto Aragón M.D.
DECANO UNAP

Ciudad Universitaria Av. Floral Nº 1153, Facultad de Ingeniería Química - Cel. : 951755420

Figura 43: Certificado de análisis físico, químico y microbiológico de la muestra 2 -PTAR de Ayaviri.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro

N° 002479

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANALISIS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL: RIO AYAVIRI (ABAJO)

PROCEDENCIA : DEPARTAMENTO PUNO, PROVINCIA MELGAR, DISTRITO DE AYAVIRI.

INTERESADO : YESICA LIZ MAMANI FERNANDEZ

MOTIVO : ANALISIS DE AGUA RESIDUAL

MUESTREO : 26/10/2023, por el interesado

ANÁLISIS : 26/10/2023

COD. MUESTRA : B0009-000522 - B009-000523

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FISICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FISICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.51	Electrométrico
Temperatura	°C	16.5	Termómetro
Sólidos Totales	mg/L	1028.00	Gravimétrico
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	1613.44	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	1.00	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	18.43	Soxhlet

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	43	NMP/100ml
Coliformes fecales	NMP/100ml	< 1	NMP/100ml

Puno, C.U. 09 de noviembre del 2023
vºBº



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNIA - CIP - 9520493



Walter E. Aguirre Aragón Ph.D.
DECANO FID - UNIA

Ciudad Universitaria Av. Floral N° 1153, Facultad de Ingeniería Química - Cel.: 951755420

Figura 44: Certificado de análisis físico, químico y microbiológico de la muestra 3 - rio de Ayaviri (Abajo).