



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Influencia del Vertimiento de las Aguas Residuales Domesticas
en la Calidad del Agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Rodriguez Huamani, Noemi (ORCID: 0000- 0002-7825-4700)

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID: 0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A DIOS por darme la Vida y estar siempre conmigo, guiándome en mi camino, a la memoria de mi padre quien en vida fue mi amigo, consejero, mi principal fuente de apoyo y aliento para continuar con mi vida profesional, a mi madre porque sus oraciones que cada día me protegen.

Agradecimiento

Agradecimiento a todas aquellas personas que contribuyeron para la culminación de esta investigación, y en especial a mi apoyo incondicional David.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Cuadros	v
Índice de Imágenes.....	v
Índice de Tablas	v
Resumen.....	xiv
Abstrac	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	36
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	37
3.2 Variables de Operacionalización.....	38
3.3 Población, Muestra y Muestreo	38
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.5 Procedimientos.....	40
3.6 Método de análisis de datos	41
3.7 Aspectos éticos	41
IV. RESULTADOS.....	42
4.1 Resultados de laboratorio de las muestras fisicoquímicas y microbiológicas en el vertimiento de las aguas residuales domesticas en el rio chuyapi, Distrito de Santa ANA, 2021	42
4.2 Resultados de laboratorio de las muestras fisicoquímicas y microbiológicas en el cuerpo de agua el rio chuyapi, Distrito de Santa ANA, 2021	53
4.3 Resultados de laboratorio de las muestras fisicoquímicas y microbiológicas en el cuerpo receptor el rio chuyapi, Distrito de Santa ANA, 2021	70
V. DISCUSIÓN.....	87
VI. CONCLUSIONES.....	92
VII. RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS	94
ANEXOS	1

Índice de Cuadros

Cuadro N° 01. Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales	36
Cuadro N° 02. Puntos de muestreo rio Chuyapi	36
Cuadro N° 03. Puntos de vertimiento rio Chuyapi	36

Índice de Imágenes

Imagen N° 01. Plano de Ubicación de los puntos de muestreo y vertimiento	37
--	----

Índice de Tablas

Tabla N° 01. Comparación de los parámetros de los Coliformes Termotolerantes en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2(D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el vertimiento	42
Tabla N° 02. Comparación de los Coliformes Termotolerantes con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	43
Tabla N° 03. Tabla N° 03. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	44
Tabla N° 04. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2(D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el vertimiento	45
Tabla N° 05. Comparación de la Demanda Química de Oxígeno con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento.	46
Tabla N° 06. Comparación de los Aceites y Grasas con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	47
Tabla N° 07. Comparación de los Aceites y Grasas con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2(D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el vertimiento	48
Tabla N° 08. Comparación de los Sólidos totales disueltos con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	49
Tabla N° 09. Comparación del PH con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	50

Tabla N° 10. Comparación del PH con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el vertimiento	51
Tabla N° 11. Comparación de la T° con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	52
Tabla N° 12. Comparación del Fosforo Total con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2(D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	53
Tabla N° 13. Comparación de PH con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	54
Tabla N° 14. Comparación del Oxígeno Disuelto con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	55
Tabla N° 15. Comparación de la Conductividad con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	56
Tabla N° 16. Comparación de Aceites y Grasas con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	57
Tabla N° 17. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	58
Tabla N° 18. Comparación de los Fenoles con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua.	59
Tabla N° 19. Comparación de Arsénico con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	60
Tabla N° 20. Comparación del Bario con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	61
Tabla N° 21. Comparación del Mercurio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	62

Tabla N° 22. Comparación del Níquel con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el Cuerpo de agua	63
Tabla N° 23. Comparación del Plomo con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	64
Tabla N° 24. Comparación del Antimonio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	65
Tabla N° 25. Comparación del Selenio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	66
Tabla N° 26. Comparación del Talio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	67
Tabla N° 27. Comparación del Zinc con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	68
Tabla N° 28. Comparación de los Coliformes Termotolerantes con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N°004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	69
Tabla N° 29. Comparación del Fosforo Total con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2(D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	70
Tabla N° 30. Comparación de PH con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	71
Tabla N° 31. Comparación del Oxígeno Disuelto con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	72
Tabla N° 32. Comparación de la Conductividad con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	73
Tabla N° 33. Comparación de Aceites y Grasas con los Estándares de	

Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	74
Tabla N° 34. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	75
Tabla N° 35. Comparación de los Fenoles con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de receptor	76
Tabla N° 36. Comparación de Arsénico con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	77
Tabla N° 37. Comparación del Bario con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	78
Tabla N° 38. Comparación del Mercurio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el Cuerpo receptor	79
Tabla N° 39. Comparación del Níquel con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el Cuerpo receptor	80
Tabla N° 40. Comparación del Plomo con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	81
Tabla N° 41. Comparación del Antimonio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	82
Tabla N° 42. Comparación del Selenio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	83
Tabla N° 43. Comparación del Talio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el Cuerpo receptor	84
Tabla N° 44. Comparación del Zinc con los Estándares de Calidad	

Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	85
Tabla N° 45. Comparación de los Coliformes Termotolerantes con el D.S. N° 003 - 2010 - MINAM y con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) Y LMP (D.S N° 003 – 2010 - MINAM) en el cuerpo receptor	86

Índice de gráficos

Gráfico N° 01. Comparación de los parámetros de los Coliformes Termotolerantes en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2(D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el vertimiento	42
Gráfico N° 02. Comparación de los Coliformes Termotolerantes con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	43
Gráfico N° 03. Tabla N° 03. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	44
Gráfico N° 04. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2(D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el vertimiento	45
Gráfico N° 05. Comparación de la Demanda Química de Oxígeno con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento.	46
Gráfico N° 06. Comparación de los Aceites y Grasas con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	47
Gráfico N° 07. Comparación de los Aceites y Grasas con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2(D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el vertimiento	48
Gráfico N° 08. Comparación de los Sólidos totales disueltos con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	49
Gráfico N° 09. Comparación del PH con el Decreto Supremo N° 003 – 2010 – MINAM en el vertimiento	50

Gráfico N° 10. Comparación del PH con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el vertimiento	51
Gráfico N° 11. Comparación de la T° con el Decreto Supremo N° 003 - 2010 – MINAM en el vertimiento	52
Gráfico N° 12. Comparación del Fosforo Total con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2(D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	53
Gráfico N° 13. Comparación de PH con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	54
Gráfico N° 14. Comparación del Oxígeno Disuelto con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	55
Gráfico N° 15. Comparación de la Conductividad con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	56
Gráfico N° 16. Comparación de Aceites y Grasas con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	57
Gráfico N° 17. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	58
Gráfico N° 18. Comparación de los Fenoles con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua.	59
Gráfico N° 19. Comparación de Arsénico con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	60
Gráfico N° 20. Comparación del Bario con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	61
Gráfico N° 21. Comparación del Mercurio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	62

Gráfico N° 22. Comparación del Níquel con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el Cuerpo de agua	63
Gráfico N° 23. Comparación del Plomo con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	64
Gráfico N° 24. Comparación del Antimonio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	65
Gráfico N° 25. Comparación del Selenio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	66
Gráfico N° 26. Comparación del Talio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	67
Gráfico N° 27. Comparación del Zinc con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	68
Gráfico N° 28. Comparación de los Coliformes Termotolerantes con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N°004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de agua	69
Gráfico N° 29. Comparación del Fosforo Total con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2(D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	70
Gráfico N° 30. Comparación de PH con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	71
Gráfico N° 31. Comparación del Oxígeno Disuelto con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	72
Gráfico N° 32. Comparación de la Conductividad con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	73
Gráfico N° 33. Comparación de Aceites y Grasas con los Estándares de	

Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	74
Gráfico N° 34. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	75
Gráfico N° 35. Comparación de los Fenoles con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo de receptor	76
Gráfico N° 36. Comparación de Arsénico con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	77
Gráfico N° 37. Comparación del Bario con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	78
Gráfico N° 38. Comparación del Mercurio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el Cuerpo receptor	79
Gráfico N° 39. Comparación del Níquel con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el Cuerpo receptor	80
Gráfico N° 40. Comparación del Plomo con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	81
Gráfico N° 41. Comparación del Antimonio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	82
Gráfico N° 42. Comparación del Selenio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	83
Gráfico N° 43. Comparación del Talio con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el Cuerpo receptor	84
Gráfico N° 44. Comparación del Zinc con los Estándares de Calidad	

Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) en el cuerpo receptor	85
Gráfico N° 45. Comparación de los Coliformes Termotolerantes con el D.S. N° 003 - 2010 - MINAM y con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 (D.S N° 004 - 2017 – MINAM) Y LMP (D.S N° 003 – 2010 - MINAM) en el cuerpo receptor	86

Resumen

El presente estudio de investigación evaluó la influencia del vertimiento de las aguas residuales domésticas en la calidad de agua del río Chuyapi, ubicado en el distrito de Santa Ana, durante el periodo 2021. Se realizó mediante un análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para evaluar la influencia del vertimiento de las aguas residuales domésticas del río Chuyapi se establecieron dos temporadas de estudio (estiaje y lluvia), en cuatro estaciones (aguas arriba, aguas abajo y vertimiento), tomando 04 muestras (en cada temporada) iniciando entre los meses de marzo y diciembre. Para la obtención de resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Del mismo modo, fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental - categoría IV E2 y Límites Máximos Permisibles para el vertimiento de aguas residuales. Los parámetros de coliformes termotolerantes superaron sus LMP y ECA en el punto de muestreo del vertimiento y en el cuerpo receptor en la época de lluvias y estiaje en 20 000 NMP/100 mL, 25 000 NMP/100 mL, 17000 NMP/100 mL y 2800 NMP/100 mL, el parámetro de DBO5 supero los ECA en épocas de lluvia en el vertimiento en 10.46 mg/L, El cuerpo de agua y el cuerpo receptor excedió los ECA del fosforo en 0.059 mg/L y 0.122mg/L en épocas de estiaje.

Palabras clave: vertimiento, aguas residuales, contaminación del agua, calidad de agua

Abstract

The present research study evaluated the influence of domestic wastewater discharge on the water quality of the Chuyapi River, located in the district of Santa Ana, during the period 2021. This was done through an analysis of physicochemical and microbiological parameters. To evaluate the influence of the discharge of domestic wastewater from the Chuyapi river, two study seasons were established (dry and rainy), in four stations (upstream, downstream and discharge), taking 04 samples (in each season) starting between the months of March and December. They were also compared with the Environmental Quality Standards - category IV and Maximum Permissible Limits for wastewater discharge. The parameters of thermotolerant coliforms exceeded their LMP and ECA at the discharge sampling point and in the receiving body in the rainy and dry season by 20,000 NMP/100 mL, 25,000 NMP/100 mL, 17,000 NMP/100 mL and 2,800 NMP/100 mL, the BOD5 parameter exceeded the ECA in rainy seasons in the discharge by 10.46 mg/L, the body of water and the receiving body exceeded the ACE of phosphorus in 0.059 mg/L and 0.122mg/L in dry season.

keywords: dumping, wastewater, water pollution, water quality

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente al referimos como aguas residuales a las que se originan a causa de actividades consideradas antropogénicas, que al final ocasionan un nivel alto de aguas contaminadas, además que estas son descargadas en ríos, en lagos, mares; siendo esta una de las maneras en la que este tipo de aguas son eliminadas, se determina que este tipo de aguas no han sido capaces de llegar a neutralizar o absorber esta a contaminación a la fueron sometidas, lo que ha causado que no se halle vida en estas aguas, por ende, ya no se determina vida acuática en estas aguas; además que deben hacer un tratamiento adecuado, que se logre capaz de modificar cada una de las características, químicas, físicas y microbiológicas; que al final se logre evitar mayores problemas (Rodriguez, 2017). Según la AGENDA realizada para el año 2030, que fue realizada por la UNESCO (2019) se recalca la importancia de tener disponibilidad, además de tener una gestión que sea sostenible para el mismo agua, como también el saneamiento para todos (meta 6.3); teniendo como meta que al 2030, se tenga una mejora en la situación de agua (Martos, 2020), ello es a causa que la contaminación del agua es un problema global de primer orden pues es la principal causa de mortalidad y enfermedades en el mundo y una de las razones de que esto suceda es el desconocimiento de la administración pública y la falta de un sistema de monitoreo de la calidad del agua, lo que genera graves problemas de salud (Uddin & Emran, 2019).

La situación en el Perú, según la historia se ha tenido la alta utilización de los ríos como sumideros, en cuanto a que los ríos han cargado con los desechos generados por las poblaciones de las áreas urbanas; además de los movimientos causados por las épocas de lluvia, neutralizando a los efectos en aguas residuales; como también acerca del derroche y la contaminación con residuos industriales y entre otros se considera la importancia de uso mismo del agua, en caso de tener buenas prácticas se puede tener una vida sustentable para la misma población. Por otro lado, también cuando se utiliza este tipo de aguas residuales, resulta la presencia de enfermedades por el consumo indirecto o directos de estas aguas. (Huancas, 2018)

A la fecha, el Distrito de Santa Ana cuenta con más de 9,119 clientes, de los cuales 7,450 cuentan con servicio de drenaje. Actualmente, las aguas residuales descargan crudo a través de conectores a los ríos Chuyapi y Vilcanota en la zona, ubicada en Santa Ana, provincia de La Convincen, forma la parte alta del cauce del río Urubamba y por lo tanto forma parte del cauce del río Amazonas y ha tenido problemas de contaminación durante muchos años., esto se debe al crecimiento de la población, y en cuanto a los desechos, ya sean estos residuos provenientes de estiércol, desagües domésticos o químicos del desarrollo industrial, afecta la calidad del agua hasta que pierde su propia composición. Afecta a la misma flora y fauna en el agua y, en última instancia, a la calidad del agua de alguna manera. Varios ríos urbanos de la ciudad de Quillabamba, como el río Chuyapi, han sufrido los efectos de la urbanización provocando una disminución de la calidad del agua, y hoy son fuente de infección y deterioro en la zona marginal. Es por ello que el estudio propone realizar un análisis de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos los cuales serán: el Ph, conductividad, cantidad de solido suspendido en totalidad (SST), las demandas bioquímicas de oxígeno (DBO5), demandas químicas de oxígeno (DQO), coliforme termotolerante (CT), con la finalidad de realizar el diagnostico en los cuerpos de agua.

De este modo se plantea como problema general: ¿Qué influencia tiene el vertimiento de las aguas residuales domesticas en la calidad de agua del Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021?, siendo sus problemas específicos ¿Cuáles son las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del vertimiento de las aguas residuales domesticas en el Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021?, ¿Cuáles son las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo de agua del Rio Chuyapi – – Distrito de Santa Ana, 2021? y ¿Cuáles son las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo receptor Rio Chuyapi – – Distrito de Santa Ana, 2021?

Desde el aspecto social la investigación se justifica en que la información resultante podrá ser utilizada decidir sobre el contexto de la calidad de las aguas del rio Chuyapi, para minimizar la contaminación del cuerpo receptor, siendo los principales beneficiarios los pobladores del área de estudio, al contar con un rio con adecuados estándares en función de las mejoras de bienestar en los pobladores,

así como la misma agua. Desde el aspecto teórico la investigación busca poder comparar los datos obtenidos en campo con respecto a las reglas legales vigentes para la calidad de agua tanto en el cuerpo receptor como en el efluente, realizando la toma de muestra en el cuerpo de agua, cuerpo receptor, antes y después del vertimiento de las aguas residuales domésticas, utilizando la metodología de muestreo. Desde el aspecto práctico, el estudio se justifica en obtener datos exactos de cuáles son los indicadores que afectan la calidad en el agua del río Chuyapi, con ello, se podrá solicitar tanto a la EPS EMAQ como encargado del servicio de Agua y alcantarillado y a las autoridades distritales que se tome las acciones necesarias para reducir la polución de los cuerpos receptores. Metodológicamente la indagación recolectará datos por medio de técnicas, corresponde a un estudio cuantitativo, para evaluar los parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua, el cual puede ser utilizado en diferentes contextos. Finalmente, el presente estudio se considera viable dado que se hará uso de data estadística con indicadores en proporción establecidos por la normativa actual vigente de los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. – establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Categoría IV (Conservación del ambiente acuático)” y el Decreto Supremo de Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales “Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM”, los cuales proporcionan los límites de lo máximo permisible especialmente de aguas residuales en plantas de tipo doméstico, mediante la comparación con los resultados obtenidos. (El Peruano, 2017)

Por ello, la investigación tiene como **objetivo general**: Determinar la Influencia del Vertimiento de las Aguas Residuales Domesticas en la Calidad del Agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021 Y como **objetivos específicos**: Determinar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del vertimiento de las aguas residuales domesticas en el Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021, Determinar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo de agua del Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021 y determinar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo receptor Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021.

La investigación tiene como **hipótesis general**: El vertimiento de las aguas residuales domesticas influye en la calidad de agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021 y como **hipótesis específicas**: El vertimiento de las aguas residuales domesticas no cumple los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos de calidad de agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021, El cuerpo del agua del rio Chuyapi cumple los parámetros físicoquímicos de calidad de agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021 y El cuerpo receptor del rio Chuyapi no cumple los parámetros físico químicos de calidad de agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales se hace referencia a Wang, et al. (2017) quienes señalan en su investigación que la reutilización indirecta no planificada de aguas residuales ocurre cuando los residuos del agua se descargan superficiales aguas arriba de las tomas de la planta en tratamiento. Los efluentes municipales producidas de la cuenca del río Yangtze aumentaron en un 41% entre 1998 y 2014, de 2580 m³/s a 3646 m³/s. El resultado se vio limitado por la falta de estaciones de medición en más ubicaciones y la falta de una ubicación geoespacial precisa de las tomas de agua potable o las descargas de aguas residuales.

Lloms, et al. (2020) realizaron un estudio correlativo para investigar la relación entre la contaminación por metales pesados en el agua y la ubicación de las industriales en el triángulo de Vaal. Concluyendo que el efluente industrial influyó significativamente en la calidad del flujo de salida de la PTAR que se descarga en el río Vaal. El análisis de los resultados del estudio indica que el tipo de industria y la actividad que en ella se desarrolla influyen en el pH y la composición elemental del efluente. La variación estacional de todos los parámetros analizados para cada ubicación de muestra no fue significativa excepto para Zn y Al.

Parveen, et al. (2017) su investigación buscó evaluar las propiedades físico-químicas de las aguas residuales de las curtidorías del área de Kanpur y Unnao y su impacto en la calidad del agua dulce. El resultado reveló que 10.05 y 9.15 para pH, 14.89 y 11.43 para EC, 16500 y 9500 para TDS, 1290 y 1160 para dureza total, 1456 y 1434 para alcalinidad y 3124 y 1160 para cloruro, OD ausente, 1248 y 896 para DBO, 3154 y 2857 para DQO y 68.01 y 38,60 para Cr. De esta forma se observó un aumento en todos los parámetros al agregar diferentes concentraciones de curtidoría, los datos muestran un aumento significativo en el pH $10,15 \pm 1,03$, EC $3,73 \pm 0,02$, TDS $5806,33 \pm 1,85$, TH $1219,33 \pm 2,96$, TA $986,00 \pm 4,63$, Cl $1232,66 \pm 1,78$, DBO $58,64 \pm 1,16$, DQO $424,33 \pm 1,20$ del Sitio 1 con 20% de TWW en agua dulce. El aumento de las propiedades físicoquímicas del agua dulce indica claramente que puede ser tóxico para el medio ambiente acuático cercano y las medidas correctivas anticipadas que se deben tomar antes de cualquier daño.

Chávez, et al. (2017) en esta investigación se tiene temas que pueden determinar la calidad de agua, por lo que se tiene el parámetro bacteriológico que ofrece la

medida donde se puede considerar al agua como de calidad, por lo cual en caso se tiene que la cuenca del río Ventilla, puede ser considerada como contaminada, esto debido al ganado vacuno que abunda en las riberas del río, además que existe aguas residuales que se originan a causa de la laguna de oxidación esta última es la que es la fuente del más alto nivel bacteriológico el río en estudio.

Bueno (2021) en su tesis se buscó de determinar qué calidad de agua se tenía en el río denominado Huancachupa, además de cuál es la relación que se tiene en las descargas del agua residual que proviene del distrito de Pillco Marca y de San Francisco de Cayran. Se procedió a realizar tomas en punto específicos, en sectores de la mezcla, y después de la misma, por un tiempo de dos meses. Finalmente se determina que la contaminación microbiológica, se da a causa de las bacterias de coliformes y termotolerantes, las mismas que fueron efectos de la presencia de aguas residuales en dicho río. Por otro lado, en cuanto a los resultados de laboratorio, se tiene que son mayores promedio de calidad de ambiente, en la mayoría de los puntos de muestra, y los valores permisibles están en niveles altos a los establecidos.

Torres, et al. (2017) tienen como objetivo conocer la eficiencia de *Cyperus Papyrus* y *Phragmites Australis* en cuanto al tratamiento de agua residuales utilizados para el tratamiento de aguas residuales. Para la evaluación se tomaron medidas de DBO (270 mg/l), coliformes totales y termotolerantes (16×10^7 NMP/100ml), pH (7,8), temperatura (21°C), turbidez (130 UNT). Se concluyó que se puede evaluar el tratamiento de aguas residuales Carapongo-Lurigancho en situaciones de riego. Donde inclusive en situación de remoción en cuanto a los parámetros de carácter microbiológico DBO, se tiene que es efectiva y reduce hasta los 80 y 90% acerca de todos los parámetros, de este modo no llega a cumplir con lo ECA en cuanto al uso de riego de vegetales.

Quispe y Rojas (2015), el estudio fue realizado en el Río Shullcas, la misma está ubicada a 3 190 - 5 557 metros sobre el nivel del mar., realizada el primer mes de 2015. En busca de evaluar el efecto de las actividades antrópicas en cuanto a la calidad del agua que se tiene, frente a las actividades que son desarrolladas acerca del sector bajo como también el alto del medio mismo. Se llegaron a evaluar medidas en el lugar y se analizaron las muestras de agua en laboratorio,

recolectadas de localidades principales, considerando parámetros microbiológicos y físico-químico del agua, para sólidos totales encontró un valor de 158,79 mg/L y 230.9 mg/L y los sólidos totales suspendidos 90,67 mg/L y 144,67 mg/L. Cuanto a las concentraciones de Coliformes Totales, que sobre pasan los niveles que indica el ECA agua categoría 3; esto valores no tendrían que ser mayores a 5 000 NMP/100 mL, por otra parte, se obtuvieron los siguientes valores: 50 383; 12 433; 3 133; 1 000 NMP/100 mL; los anteriores valores se analizan con los estándares en cuanto a la calidad ambiental para el tipo de agua de categoría uno y tres – D.S. N°002-2008-MINAN, que al final logra determinar la calidad de agua que se encuentra en Shullcas.

Minaya (2017) realizó un estudio descriptivo para conocer la calidad del agua de la laguna Moronachocha, por medio del análisis físico, químico y microbiológico de muestras de la laguna y comparación con los ECA – Agua para que de esta manera se pueda saber si el agua de Moronachocha se encuentra en óptimo estado para la conservación del medio ambiente acuático. Los sólidos suspendidos totales promedio fueron 45,7 mg/L y 46,51 mg/L. Debido al total de sólidos suspendidos, se encontró que sus concentraciones excedían los niveles establecidos por ECA Categoría 4 (conservación del ambiente acuático, dicho valor no debería de sobrepasar o ser igual 25 mg/L para la categoría de lagos y lagunas.

Cordova (2017), realizó su estudio de investigación en la microcuenca del río Challhuahuacho mediante un análisis de calidad de agua, tuvo como objetivo determinar la calidad de las aguas de la micro cuenca, se hizo el punto de dos puntos los cuales fueron denominados como M-01(en la parte alta) y M-02(en la parte baja); las muestras anteriores se enviaron al laboratorio según el ECA específicamente a la categoría III, al final del análisis la M-2 forma parte de los estándares requeridas, y por otra parte el M-01 es mayor a los valores de coliformes termotolerantes (1 600 NMP/100 ml), escherichia coli (920 NMP/100 ml) y coliformes Totales (16 000 NMT/ 100 ml). Al final se concluye, que las aguas ubicadas en la zona baja so cumplen con lo indicado ECA categoría III, en cuanto al uso de los vegetales y los bebederos para los animales, ya que se determinó con residuos de carácter termotolerantes que forman parte de los residuos causada por

lo seres humanas además de los animales; que al final no se determina como apta para ninguna especie.

Palomino (2018), este estudio fue realizado en Cajamarca, en la búsqueda de determinar la calidad de agua hallada en el río Mashcón; por otra parte se tiene que los parámetros de calidad frente a las cinco estaciones presentan variación notoria, en relación a la cantidad de materia orgánica, como son DBO5 y DQO; además de los coliformes totales. Por lo que se tiene los parámetros, que perturban son de origen de antrópico; que tiene relación con las estaciones de los asentamientos humanos, frente a los estándares de calidad ambiental (ECA's), en cuanto a la estación E1 que esta sobre los valores ECA's en relación al DBO5, DQO y coliformes totales. De manera seguida se tiene a la estación E2, lo que causa la perturbación en cuanto al cuerpo de agua. Finalmente, según la estación de muestreo cercana al área urbana, se determinó que el volumen de agua del río Mashkon era insuficiente.

Como sabemos, el agua es un recurso bastante escaso, además de ser necesario para la supervivencia humana, sólo superado por el recurso aire, para el desarrollo de vida suficiente. Donde se presenta un vector importante de seguridad alimentaria, como también para la salud el mismo mantenimiento de ecosistema (Kyung & Hwa, 2017). Por otro lado, el agua es también un motor de desarrollo económico, estando implicada de forma esencial en la mayoría de ámbitos de producción, como las actividades de agricultura hasta las energéticas. Explotar de sobremanera, la polución de causes y acuíferos, los cambios de clima son presiones que amenazan los recursos hídricos disponibles (Gallego, et al., 2018). En cuanto a la contaminación de este recurso se presenta de dos maneras, las naturales, que son acerca de sustancias químicas de predominancia volcánica y las antropogénicas o de características de formación cuaternaria, por la presencia de metales o los metaloides, que son el hierro, el cobre, al arsénico. Pr otro lado, en cuanto a las de origen antropogénico, pueden ser originados por el mal uso de los agroquímicos, como también el manejo inadecuado de recursos mineros.

En general, se acepta que el agua en la naturaleza rara vez es pura porque diferentes elementos pueden alterar su constitución básica por difusión, disolución o simple mezcla. La composición del agua depende del entorno en el que se

encuentra en forma de proceso de flujo o almacenamiento. Así, el agua se identifica por sus propias características físico-químicas como dureza, salinidad y pH. Los elementos que se mezclan con el agua le dan una química particular que refleja ciertas propiedades o especificidades intrínsecas al camino seguido por el agua. El agua atraviesa capas de terreno permeable, lo que provoca un aumento de la mineralización por lixiviación de las rocas, especialmente aquellas con acuíferos libres. Esta situación provoca graves daños en la calidad del agua por contaminación vertical. (Bueno, 2021)

El agua subterránea es un recurso de mejor calidad en general que el agua superficial. La vulnerabilidad de los sistemas acuíferos ubicados cerca de los centros urbanos se materializa por la contaminación por afluentes que desembocan en cursos de agua. Como existe una relación entre las aguas superficiales y las subterráneas, la contaminación se propaga sistemáticamente a las aguas subterráneas y superficiales por drenaje o infiltración. (Bojarczuk & Jelonkiewicz, 2018)

Con el tiempo, la población aumenta y también sus necesidades unitarias de agua, y para todas sus actividades, agrícolas, industriales, etc. La contaminación de las aguas superficiales es muy notoria, inmediatamente llama la atención sobre los peligros y las medidas a tomar para combatirla. Por otro lado, la contaminación de las aguas subterráneas es menos evidente, por lo que la tendencia general es a descuidarla, porque afecta a los recursos más preciados por su calidad y la naturaleza de sus reservas.

Al eliminar los contaminantes del suelo, pensamos que nos deshacemos de ellos definitivamente, lo cual es muy práctico, con la conciencia tranquila. En realidad, simplemente están ocultos y las capas freáticas subterráneas están contaminadas. Sin embargo, las aguas subterráneas son una inmensa reserva de la que no podemos prescindir. Es agua pura, normalmente protegida por la tierra que la cubre, y por filtración dentro del acuífero. (Bueno, 2021)

Si esta agua, que se distribuye en grandes áreas donde a menudo es accesible y, por lo tanto, utilizable a bajo costo, constituye en su conjunto una reserva considerable, no es por ello inagotable. La prueba es que en muchas regiones los

recursos de aguas subterráneas se están volviendo insuficientes, especialmente en áreas con alta densidad de población y alta concentración industrial; y es precisamente allí donde la contaminación del agua es más intensa, porque cuanto más consumimos y más bombeamos aguas subterráneas y también superficiales, más contaminamos las napas freáticas y los cursos de agua. La escasez de agua obligará a recargar los acuíferos mediante una especie de reciclaje. Este reciclaje solo puede tener lugar junto con la purificación. (Castañeda, 2017)

Todos estos problemas de la introducción de contaminantes por aguas de infiltración y la refiltración de aguas portadoras de contaminantes, alcanzando las napas freáticas, sólo pueden ser abordados examinando las condiciones de hidrología subterránea y el comportamiento de los contaminantes. (Córdova, 2017)

Es pues necesario que se haga un trabajo de conjunto, por todo lo que concierne a las mediciones hidráulicas, químicas, biológicas, físicas, para comprender la contaminación y luchar contra ella.

La informalidad, pasivo ambiental, así como el vertido de residuos de agua sin tratamiento junto con la contaminación por desechos sólidos (Aquino, 2017). El inadecuado estado del agua influye de forma directa a los individuos las cuales tiene a este recurso como fuente principal, se limita el uso y por lo tanto se acrecienta los peligros para la vida (UNESCO, 2019).

Los agentes que contaminan llegan por medio de diferentes orígenes siendo de intermitencia. La actividad agrícola se relaciona de forma importante en el nivel de N y P. Se presentan elementos orgánicos y de lluvia que conforma el agua negra y residuos de compañías. (Li & Peng, 2018). Los causantes de la diversidad de componentes que se introducen a los ríos y lagos se alteran debido a residuos de industrias, que pueden haber sido llevados por el aire, procesos de infiltración, drenajes, escorrentías de cuencas. (Palomino, 2018). Es por ello que monitorias el agua y su calidad es un factor fundamental para la toma de decisiones correcta y en tiempo que permite la conservación del recurso hidráulico, por lo que los empleos de indicadores se enfocan en el bienestar del ambiente, desde lo acuático, influencia de la mano de obra en especial desde la economía. (De la Lanza & Hernandez, 2020)

Dentro de estos contaminantes se observan los efluentes, este término se emplea para denominar al agua que presenta contaminación presentada por desperdicios tanto de tipo sólido como líquido y en gas los cuales se desprenden de casas, empresas grandes, también se encuentran conformados el escurrimiento a causa de lluvia. Existe variedad en cantidad y su clasificación se da por las clases de efluentes que son químicos o biológicos (Ministerio del Ambiente, 2016).

El agua de lluvia es ligeramente ácida debido a su contenido de dióxido de carbono disuelto. Durante su infiltración en el suelo y subsuelo, se carga de iones y adquiere propiedades físicas y químicas que caracterizan al agua en las aguas subterráneas que forma. El agua subterránea está más o menos mineralizada dependiendo de: (De la Lanza, & Hernandez, 2020)

- La naturaleza de las rocas atravesadas y los minerales encontrados durante la infiltración; - El tiempo de contacto del agua con los minerales, por lo tanto la velocidad de percolación del agua en el subsuelo;
- El tiempo de renovación de las aguas subterráneas por el agua de infiltración.

Vemos la importancia de los minerales solubles de las rocas y la permeabilidad del acuífero en la mineralización del agua. En el acuífero se establece un equilibrio entre la composición química del agua y la de las rocas: el agua adquiere una mineralización que se mantiene estable en el tiempo y se utiliza para caracterizar una facies hidroquímica: (De la Lanza, & Hernandez, 2020)

- En suelos cristalinos (graníticos), arenosos y areniscos - es decir, ricos en minerales silíceos y silicatados - las aguas son blandas: poco mineralizadas pero ácidas y agresivas para las canalizaciones;
- En los yacimientos calizos, las aguas son duras, medianamente a muy mineralizadas en sales cálcicas y magnésicas; obstruyen las tuberías. En las redes kársticas, el agua puede cargarse de partículas de arcilla en suspensión durante las fuertes lluvias.
- En contacto con el yeso, común en los suelos terciarios, el agua toma sulfato cálcico y se endurece (selenita) y no es apta para el consumo.

- En el borde del mar, los acuíferos pueden estar en contacto con el agua de mar: intercambio a nivel del bisel salino, contaminación del agua de infiltración por niebla salina. El agua subterránea se vuelve más o menos salobre. La invasión del acuífero de agua dulce por agua salada se acelera mediante el bombeo y la extracción del acuífero.
- El agua de los acuíferos aluviales tiene una calidad que depende de la del acuífero que la abastece y de la del río.

La calidad del agua ha sido ampliamente descrita en la literatura científica. La definición más popular es que la calidad se refiere a los aspectos físicos, químicos y biológicos del agua. (Hassan, 2020). Para Shah (2017) la calidad del agua se refiere a la medición de las condiciones de elementos con relación entre diferentes tipos de especies en la biótica o en respuesta a la necesidad de algún objetivo de los individuos. Según Zhenbo & Fang (2018) Los factores de calidad del agua incluyen principalmente temperatura, oxígeno disuelto, valor de pH, nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, etc., y tienen interacciones complejas entre sí, lo que hace que el ambiente del agua sea complejo y cambiante. Según Spellman (2017) existen tipos de medidas para establecer si el líquido es de calidad tanto fisicoquímicos y microbiológicas.

La calidad de las aguas subterráneas se caracteriza por una serie de parámetros físicos y químicos, que a su vez determinan unas características organolépticas que son las únicas inmediatamente perceptibles para el usuario.(Córdova, 2017)

Los parámetros que se tienen en cuenta son: (Ferre, & Seco 2018)

- La dureza del agua correspondiente a su mineralización en calcio y magnesio
- El pH que depende del contenido de iones H⁺;
- El contenido de gas disuelto de la atmósfera (O₂ y CO₂);
- El contenido de sustancias minerales disueltas generalmente en forma iónica: aniones (bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, fluoruros) y cationes (calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, manganeso, amonio);
- Turbiedad, producida por materia en suspensión (arcilla) en acuíferos kársticos.

A estos parámetros físico-químicos se suman parámetros microbiológicos, muchas veces determinantes en los acuíferos calcáreos.

Un contenido demasiado alto de uno o más componentes químicos causa molestias al consumidor (sabor, riesgos para la salud) y a las tuberías (corrosión, incrustaciones, etc.) (Galdron, 2016).

El agua se considera entonces no apta para el consumo (y su distribución) a menos que se someta a un tratamiento previo adecuado (caso de agua cargada de nitratos). Por otro lado, un alto contenido de un elemento químico puede ser un indicio de contaminación por otras sustancias tóxicas: los residuos de pesticidas generalmente acompañan la migración de nitratos de origen agrícola a la capa freática (atrazina, simazina utilizados en particular como herbicidas de cultivos de maíz).

Los parámetros que degradan un nivel freático para agua potable o implican un tratamiento corrector para su potabilización son en la práctica: dureza, pH, contenido de sulfatos, turbidez, contenido de Fe, Mn y F. (Gray, 2017).

Dentro de los parámetros de calidad físicoquímicos de los elementos: El pH es un factor fundamental. Su definición se centra en la concentración de iones de hidrógeno, expresada como un logaritmo negativo. Es la fuerza de una solución ácida o básica expresada como un número adimensional. De hecho, el pH del agua es una medida de cuán ácida/alcalina es el agua. El agua ácida contiene iones de hidrógeno adicionales (H^+) y el agua alcalina contiene iones de hidróxido adicionales (OH^-). El rango de pH es de 0 a 14, siendo 7 neutro. Un pH inferior a 7 indica acidez, mientras que un pH superior a 7 indica una solución básica [2, 24]. El agua pura es neutra, con un pH cercano a 7.0 a 25 ° C. La lluvia normal tiene un pH de aproximadamente 5,6 (ligeramente ácido) debido al gas de dióxido de carbono atmosférico. Los rangos seguros de pH para el agua potable son de 6,5 a 8,5 para uso doméstico y los organismos vivos lo necesitan. Un cambio de 1 unidad en una escala de pH representa un cambio de 10 veces en el pH, de modo que el agua con un pH de 7 es 10 veces más ácida que el agua con un pH de 8, y el agua con un pH de 5 es 100 veces más ácida que el agua con un pH de 7. Hay dos métodos disponibles para la determinación del pH: métodos electrométricos y

colorimétricos (Gray, 2017). Como otro parámetro se tiene a la Conductividad, el cual identifica si se encuentran sales ionizadas, tales como cloruro, iones de sodio, carbonatos, entre otros. Hace posible la relación y la interpretación con sólidos dentro del agua. Por otro lado, la temperatura afecta la palatabilidad, la viscosidad, la solubilidad, el olor y las reacciones químicas (Hussein, 2020). Es por esto que, los procesos de sedimentación y cloración y la demanda biológica de oxígeno (DBO) dependen de la temperatura. En cuanto a la importancia a la biosorción en cuanto a los metales pasados. La mayoría de la gente encuentra agua a temperaturas de 10 a 15 ° C más apetecible. También se habla de los Sólidos Suspendidos Totales (SST), se determinan por medio de filtros en laboratorio retenidos por filtros de fibras de vidrio los cuales se secan a 103 -105 grados centígrados hasta llegar a un peso constate. SST se asocia debido a lo turbio del líquido, se detecta por el material del cauce dentro de un ambiente, los valores de SST altos (mayores de 1000 mg L-1) no permiten el crecimiento de vida, transportando en mayoría de casos elementos contaminantes (menores de 63 µm). Con respecto a la Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO5), elemento que ocasiona contaminación. Se identifican por medio de la oxidación de desechos, en el agua con condiciones especiales de oxidación, temperatura y tiempo. (Galdron, 2016)

Dentro de los Parámetros Microbiológicas de la Calidad del Agua se encuentran: Los Coliformes Termotolerantes (CT), su denominación se da en comprensión de la temperatura de 45°C, con organismos en cantidades menores identificando su origen como su calidad. Mayoritariamente son bacterias E-coli, Citrobacter freundii y Klebsiella pneumoniae. Presentan orígenes ambientales. Algunos teóricos identifican Coliformes fecales pero la denominación correcta es Coliformes Termotolerantes (Bojarczuk & Jelonkiewicz, 2018).

Para estudiar la calidad de agua en ríos y corrientes se hace uso de diferentes métodos, modelaciones computacionales en su mayoría (Quispe & Piñas, 2020). El estudio ayuda a recoger la información fundamental que tiene relación con la calidad en el ambiente en fuentes de agua. Recopila datos de conceptualizaciones básicas que van desde la estadística hasta química donde se aplican para realizar

el diagnóstico y la evaluación, así como proponer acciones para mitigar las problemáticas mediante criterios objetivo (Sierra, 2021).

Para Chacón (2016) orientar sobre los procesos para analizar la calidad del elemento se debe primero determinar las características tanto físicas como químicas, por medio de técnicas que desarrollen las competencias que hagan posible realizar interpretaciones de los resultados, identificando de esa manera la fuente, grado de contaminación de esta manera se hará posible tomar decisiones sobre la forma de tratamiento en base a las normas.

Asimismo, la evaluación del elemento se hace mediante el índice de calidad de agua (ICA) la cual hace posible la identificación de la calidad a nivel de superficie y subterránea en un tiempo. Incorpora datos de tipo físico, químico y biológico para conocer el estado del elemento. Se puede determinar niveles y vulnerabilidades frente a las amenazas (Novoa, 2021). Se considera como opción para la evaluación de recursos hídricos, haciendo posible la realización de políticas de gobierno con impacto más eficaz. Existen más parámetros de medición que varían en el índice. (Pradana & Gallego, 2019)

Es importante conocer la temperatura del agua con buena precisión. En efecto, esto juega un papel en la solubilidad de las sales y especialmente de los gases, en la disociación de las sales disueltas y por tanto en la conductividad eléctrica, en la determinación del pH y para el conocimiento del origen del agua y de las posibles mezclas. (Huancas, 2018).

Para que el agua potable sacie la sed, su temperatura debe estar entre 8 y 15°C; entre 20 y 25°C, apaga mal la sed. Las directivas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) establecen 12°C como nivel guía para la temperatura del agua destinada al consumo humano, y 25°C como la temperatura que no se debe exceder. (Pradana & Gallego, 2019)

La temperatura juega un papel importante en el aumento de la actividad química y bacteriana y la evaporación del agua. Varía según la temperatura exterior (el aire), las estaciones, la naturaleza geológica y la profundidad del nivel del agua en relación con la superficie del suelo. (Kyung, & Hwa, 2017).

La dureza tiene un carácter natural ligado a la lixiviación del terreno atravesado y corresponde al contenido de caliza y magnesio. Podemos considerar que un agua con un contenido inferior a 75mg/l de carbonato de calcio o 30mg/l de calcio es agua blanda y que por encima es agua dura. El agua de suelos calcáreos y especialmente de suelos yesíferos puede tener durezas altas susceptibles de alcanzar 1g/l de carbonato de calcio, en cambio las aguas de suelos cristalinos, metamórficos o esquistosos tendrán durezas muy bajas. La dureza se mide por el título hidrotimétrico expresado en °F (grado francés); 1°F corresponde a 10 mg de carbonato de calcio en 1 litro de agua. (Minaya, 2017).

La dureza del agua afecta esencialmente el estado de las tuberías y los dispositivos de calefacción. El agua dura provoca depósitos de cal en tuberías, teteras y calentadores de agua, así como en filtros de grifo. Por otro lado, estos depósitos carbonatados tienen un efecto beneficioso al proteger las tuberías de la corrosión. Esta agua dura puede ser ablandada por el distribuidor o por el usuario (intercambio de iones sobre resina en la industria o en el hogar). (Minaya, 2017).

Por otro lado, el agua demasiado blanda es agresiva para las tuberías; en particular la corrosión de las tuberías de plomo que se vuelve peligrosa para la salud del consumidor. Está indicado el tratamiento de remineralización.

La salinidad explica la clorosidad del agua, que es el porcentaje de cloruro en el agua. Los cloruros existen en todas las aguas en concentraciones muy variables, cuyo origen puede ser la percolación a través de suelos salinos, la infiltración de aguas marinas en aguas subterráneas o mantos freáticos profundos, desechos humanos (orina), industrias extractivas (industria petrolera, carbón, etc. y especialmente las industrias de la sal (solución salina), la sosa y la potasa. (Palomino, 2018).

El pH del agua representa su acidez o alcalinidad; a pH 7 se dice que el agua es neutra, a pH inferior a 7 se dice que el agua es ácida ya pH superior a 7 se dice que es básica. Sin embargo, es uno de los parámetros más importantes de la calidad del agua, está ligado a la naturaleza del terreno atravesado, suele oscilar entre 7,2 y 7,6. Es dentro de estos dos valores que generalmente se sitúa el pH del agua suministrada a las autoridades locales.

La turbidez puede ser significativa en los acuíferos kársticos. Provoca molestias en la apariencia del agua y su sabor (sabor a tierra). Los picos de turbidez siguen a las fuertes lluvias. Las aguas de escorrentía cargadas de partículas de arcilla y otros materiales indeseables se precipitan hacia las bótoires. La velocidad de circulación del agua en la red subterránea en crecida no permite su sedimentación; además, las partículas depositadas previamente son arrancadas de las cavidades y aumentan la carga suspendida que se encuentra en la salida. (Palomino, 2018).

Cualquier desarrollo que aumente la escorrentía superficial y la erosión del suelo acentúa la turbidez: concentración de tierras agrícolas eliminando setos y terraplenes, prácticas agrícolas que dejan el suelo desnudo durante el invierno, drenaje de aguas superficiales hacia sumideros y sumideros, relleno de estanques que almacenan la escorrentía.

La conductividad del agua es un indicador de los cambios en la composición de los materiales y su concentración general. Es proporcional a la calidad de las sales ionizables. Proporciona información sobre el grado global de mineralización de las aguas superficiales. Las altas temperaturas actúan sobre la conductividad eléctrica actuando sobre la movilidad de las sales. Las aguas naturales sirven como solvente para un número considerable de solutos, que en soluciones acuosas están completamente ionizados o parcialmente ionizados. Una alta conductividad refleja un pH normal o, más a menudo, una alta salinidad. (Rodríguez, 2017)

La determinación del residuo seco en agua sin filtrar permite evaluar el contenido de materia disuelta y suspensión no volátil; la medida después de la filtración corresponde a la materia disuelta. Estos valores se pueden cotejar a partir de la medida de la conductividad. Los resultados analíticos están influenciados por la temperatura y el tiempo de secado. Los valores obtenidos permiten evaluar la mineralización del agua: para valores inferiores a 600 mg/l, la aceptabilidad por parte del consumidor es buena, por encima de 1200 mg/l, el agua se vuelve desagradable. Por razones de sabor, la OMS recomienda un valor límite de 1000 mg/l en agua destinada al consumo humano. (Torres, Magno, Pineda, & Cruz 2017).

En los sistemas acuosos, el potencial redox (o disponibilidad de electrones) afecta a los estados de oxidación de los elementos (H, C, N, O, S, Fe...). En agua bien

oxigenada, dominan las condiciones de oxidación. Cuando las concentraciones de oxígeno disminuyen, el medio se vuelve más reductor lo que resulta en una reducción del potencial redox. En aguas naturales, las comparaciones relativas de cambios en el potencial redox pueden ser útiles para rastrear los grados de cambio en el sistema acuático. El potencial redox se mide en mV. (Bueno, 2021).

Los sólidos en suspensión incluyen toda materia mineral u orgánica que no se disuelve en agua. Incluyen arcillas, arenas, limos, materia orgánica y mineral de baja dimensión, plancton y otros microorganismos en el agua. La cantidad de sólidos en suspensión varía en particular según las estaciones y el régimen de flujo de agua. Estos materiales afectan la transparencia del agua y reducen la penetración de la luz y, en consecuencia, la fotosíntesis. También pueden interferir con la respiración de los peces. Además, los sólidos en suspensión pueden acumular altas cantidades de materiales tóxicos (metales, pesticidas, aceites minerales, hidrocarburos aromáticos policíclicos, etc.). Los sólidos en suspensión se expresan en mg/l. (Bueno, 2021).

El oxígeno es uno de los parámetros particularmente útiles para el agua y es un excelente indicador de calidad. Su presencia en aguas superficiales juega un papel importante en la autopurificación y el mantenimiento de la vida acuática. Sin embargo, su presencia en aguas urbanas se considera una molestia por la posibilidad de corrosión de los distribuidores metálicos. El oxígeno es uno de los factores fundamentales de la vida. Representa el 21% de la composición del aire atmosférico y representa aproximadamente el 35% de los gases disueltos en agua a presión normal. (Castañeda, 2017).

Carga de materia orgánica: demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO) Generalmente se utilizan dos métodos para evaluar la cantidad de materia orgánica presente en el agua: la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO). Estos dos métodos se basan en la diferencia entre el contenido inicial de oxígeno disuelto y el contenido final de oxígeno disuelto después de la oxidación de la materia orgánica presente en una muestra de agua. (Castañeda, 2017).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) representa la cantidad de oxígeno utilizada por las bacterias para descomponer parcialmente u oxidar completamente los materiales bioquímicos oxidables presentes en el agua y que constituyen su fuente de carbono (grasas, carbohidratos, tensioactivos, etc.). Esta absorción de oxígeno va en detrimento de otros organismos vivos en el medio acuático. En cuanto al agua de uso doméstico, alrededor del 70% de los compuestos orgánicos se degradan generalmente a los 5 días y la degradación es prácticamente completa a los 20 días. El indicador utilizado es generalmente la DBO₅ que corresponde a la cantidad de oxígeno (expresada en mg/l) necesaria para que los microorganismos descomponedores degraden y mineralicen en 5 días la materia orgánica presente en un litro de agua contaminada. Cuanto mayor sea la DBO₅, mayor será la cantidad de materia orgánica presente en la muestra. (Bueno, 2021).

Se acepta que una DBO₅ por debajo de 1 mg/l de O₂ puede considerarse normal, entre 1 y 3 como aceptable y por encima de 3 como dudosa o anormal. Cabe recordar que en un ambiente marcadamente contaminado, los valores bajos de DBO₅ pueden estar ligados a la presencia de inhibidores tóxicos, de ahí el interés de no considerar la DBO₅ como único criterio para estimar la calidad de un agua.

La demanda química de oxígeno (DQO) corresponde a la cantidad de oxígeno necesaria para la degradación química, realizada mediante un potente oxidante, de los compuestos orgánicos presentes en el agua. Permite medir el contenido de materia orgánica total (excepto algunos compuestos que no se degradan), incluidos los que no son degradables por bacterias. Por lo tanto, es un parámetro importante para caracterizar la contaminación global del agua por compuestos orgánicos.

La diferencia entre DQO y DBO se debe a sustancias que no se pueden descomponer biológicamente. La proporción de DBO a DQO es una medida indicativa de la "degradabilidad" bioquímica de los compuestos presentes en el agua. La relación DQO/DBO cambia de aproximadamente 2,5 (agua residual descargada recientemente) a 10-20 después de la descomposición total. En este último caso, estamos hablando de agua bien mineralizada. Sin embargo, cuando los compuestos tóxicos están presentes, la actividad biológica se ralentiza y, como resultado, la cantidad de oxígeno consumido después de 5 días es menor. Esto

también da como resultado una alta relación DQO/DBO. La DBO y la DQO se miden en mg de dióxigeno por litro. (Castañeda, 2017).

Los sulfatos contenidos en las aguas subterráneas son aportados por la disolución del yeso. El yeso es un sulfato de calcio hidratado poco soluble (7 g/l en condiciones normales). Los acuíferos del Eoceno tienen contenidos frecuentes de entre 25 y 100 mg/l pero que localmente pueden superar los 250 mg/l (valor límite admisible) e incluso 1 g/l en formaciones con vetas de yeso, valores que hacen que esta agua no sea potable. Los acuíferos cautivos en suelos de piedra caliza están moderadamente sulfatados (30 a 200 mg/l, a veces más que 250 mg/l). (Chacón, 2016).

El hierro es un elemento bastante abundante en las rocas (poco %) en forma de silicatos, óxidos e hidróxidos, carbonatos y sulfuros. La tiza contiene nódulos de marcasita (sulfuro); Los terrenos jurásicos tienen un nivel de oolitas de óxido de hierro. El hierro es soluble como ion ferroso pero insoluble como ion férrico. (Chacón, 2016).

El valor del potencial de oxidación-reducción (Eh) del medio condiciona por tanto su solubilidad y el contenido en hierro del agua. Los acuíferos confinados aislados de los intercambios con la superficie se encuentran en condiciones reductoras: su agua es ferruginosa. Este hierro disuelto precipita en un ambiente oxidante, en particular en los manantiales y en la salida de las tuberías. La presencia de hierro en el agua puede favorecer la proliferación de ciertas cepas de bacterias que se adhieren a las paredes de las tuberías y provocan fenómenos de corrosión con formación de concreciones grandes y duras. (Bueno, 2021).

El manganeso suele acompañar al hierro en las rocas. Al igual que el hierro, su solubilidad depende del potencial redox (Eh). (Chacón, 2016).

El contenido de flúor depende mucho del tiempo de contacto del agua con los minerales fluorados del acuífero. Es mayor en acuíferos confinados. En la hoja de tiza, el ion F lo proporcionan principalmente los minerales fosfatados (apatitas). Su contenido no debe exceder de 1,5 mg/l. (Chacón, 2016).

El sodio está presente en muchos minerales constituyentes de las rocas volcánicas. Los feldespatos de sodio se encuentran entre los más abundantes. En el agua subterránea, el sodio está presente en forma iónica. Está sujeto a los mismos tipos de fenómenos de adsorción/desorción que el calcio y el magnesio. Su disolución presenta, por tanto, una complejidad comparable. En ausencia de afloramientos de rocas evaporíticas, los lechos geoquímicos que se encuentran comúnmente en contextos y sótanos volcánicos en Francia continental muestran contenidos entre algunos mg/l y algunas decenas de mg/l. (Castañeda, 2017).

El potasio es un elemento presente principalmente en rocas ígneas (en rocas volcánicas) y arcillas. En las rocas silicatadas, se encuentra principalmente en forma de ortoclasa, micas y feldspatoides]. En general, las aguas subterráneas rara vez tienen niveles de potasio superiores a 10 mg/l. (Chacón, 2016).

Los insumos antropogénicos (vinculados al uso de fertilizantes) pueden ser la causa de concentraciones más altas en el agua.

Los cloruros pueden tener varios orígenes: (Bueno, 2021).

- De origen atmosférico (aerosoles contenidos en el agua de lluvia): se ha demostrado una fuerte relación entre la distancia al mar y las concentraciones de cloruro medidas en el agua de lluvia,
- Interacciones agua/roca: muchas rocas ígneas y volcánicas contienen minerales ricos en cloruros (sadalita), también se admite que los cloruros pueden ser añadidos por las inclusiones fluidas de ciertos minerales encontrados en contextos volcánicos
- Un origen marino (el bisel de sal),
- Un origen antropogénico (fertilizante)

En agua potable, la concentración máxima aceptable es de 250 mg/l. Si el contenido es superior a este valor, afecta el sabor del agua. Una alta concentración de Cl puede causar eccema y eritema. (Chacón, 2016).

El ion sulfato es la forma predominante de sulfatos en las aguas subterráneas. Su presencia puede tener varios orígenes: (Castañeda, 2017).

- La oxidación de minerales ricos en sulfatos (pirita), los niveles medidos en las aguas subterráneas van desde algunos mg/l hasta algunas decenas de mg/l, La lixiviación de formaciones evaporíticas (yeso), el contenido de sulfato de las aguas subterráneas puede alcanzar entonces algunos cientos o incluso algunos miles de mg/l, La oxidación de sulfuros en la precipitación atmosférica (fenómeno de la lluvia ácida), un origen antropogénico (fertilizante) .
- La alta concentración de sulfatos provoca trastornos gastrointestinales; también pueden dar un sabor desagradable al agua y crear depósitos persistentes en las calderas.

Los oligoelementos son constituyentes de la corteza terrestre, en número de 68, cuya concentración es para cada uno de ellos inferior al 0,1%, y representan sólo el 0,6% del total de los elementos. Estos elementos incluyen plomo (Pb), cobre (Cu), zinc (Zn) y cadmio (Cd), debido a su potencial toxicidad en el medio ambiente y/o su capacidad para restringir fuentes naturales o antropogénicas. Como todos los componentes químicos de la corteza terrestre, los oligoelementos participan en los principales ciclos biogeoquímicos. Estos ciclos incluyen grandes reservorios: la Atmósfera, el Océano, los Continentes. Dentro de los reservorios terrestres, se encuentran en particular en rocas generadoras, sedimentos y volcanes. (Castañeda, 2017).

En caso de saneamiento colectivo o individual defectuoso, las sustancias indeseables contenidas en las aguas negras y aguas grises pueden transferirse a las aguas subterráneas (materia orgánica, detergentes, disolventes, antibióticos, microorganismos, etc.) se produce con pozos negros, saneamiento individual con infiltraciones de suelo mal diseñadas o mal dimensionadas, depuradoras urbanas sobrecargadas, etc. Los residuos domiciliarios acumulados en basureros o no acondicionados (centro técnico de relleno) también liberan lixiviados ricos en contaminantes. (Chavez, Rascon, & Eneque, 2017)

Los contaminantes de origen industrial son muy variados según el tipo de actividad: sustancias orgánicas ordinarias, productos orgánicos de síntesis, hidrocarburos, sales minerales, metales pesados, etc. los contaminantes son excepcionales pero

aún demasiado a menudo crónicos (fugas de embalses, tuberías, etc.) Un caso especial es el de las operaciones mineras. La extracción de áridos en llanuras aluviales pone en contacto las aguas subterráneas con eventuales contaminantes. (Córdova, 2017)

La contaminación se extiende en el espacio y el tiempo; es crónico y afecta grandes áreas. De hecho, las prácticas agrícolas y ganaderas actuales tienen una fuerte influencia en el régimen y la calidad del agua. El uso masivo de fertilizantes y productos químicos para el tratamiento de plantas destruye la vida en los ríos y hace que las aguas superficiales y subterráneas no sean aptas para el consumo humano y, en ocasiones, animal. La transferencia de fertilizantes y pesticidas a la capa freática se realiza ya sea por infiltración en la totalidad del área cultivada, por rechazo en pozos perdidos, simas y bétoires. La práctica del riego acelera la transferencia. Las explotaciones ganaderas y avícolas intensivas producen una gran cantidad de excrementos nitrogenados que deben almacenarse en tanques sellados antes de ser utilizados como fertilizante. (Córdova, 2017)

Los riesgos de contaminación aparecen durante la construcción de las redes viales y luego durante su operación (salificación en invierno, hidrocarburos, metales pesados liberados por accidente, etc.) en las ciudades, además de los contaminantes viales, existe la posible contaminación de las aguas subterráneas. (conexión incompleta o defectuosa, mal estado de las redes, sobrecarga o mal funcionamiento de las depuradoras, en particular falta de tratamiento), por fugas de depósitos de combustible (gasolina, termo), por cementerios, impermeabilización de superficies (carreteras, calles, aparcamientos, techos) produce una gran cantidad de aguas de escorrentía cargadas de diversos contaminantes (hidrocarburos, excrementos animales, etc.). (Córdova, 2017)

En la naturaleza el nitrógeno representa el principal componente de la biosfera (alrededor del 78%), este último paradójicamente constituye en la actualidad por un lado un elemento principal de la productividad agrícola y por otro lado una de las principales sustancias nocivas para el medio ambiente. A pesar de ser parte de un ciclo natural muy complejo, es uno de los compuestos prioritarios en las leyes de protección ambiental de la mayoría de los países. (Ferre, & Seco, 2018).

De hecho, la contaminación por nitrógeno en todas sus formas se justifica por el vertido abusivo, directo o indirecto, de impurezas derivadas del nitrógeno a la atmósfera, las aguas naturales y el suelo. La mayor introducción de este elemento en los diversos ambientes receptores es perjudicial para la salud humana, perjudicial para los recursos biológicos terrestres y acuáticos y para todos los ecosistemas naturales. (Galdron, 2016).

En la mayoría de las descargas líquidas y sólidas de estas posibles actividades perjudiciales para el medio ambiente, el nitrógeno existe en dos formas bien conocidas: (Ferre, & Seco, 2018).

- La forma orgánica no oxidada y poco soluble (nitrógeno orgánico);
- La forma mineral y soluble (nitrógeno amoniacal, nitrito, nitrato).

Es importante recordar que el nitrógeno en su forma denominada NH_3 no disociado o amoníaco libre es la forma más tóxica. Las concentraciones contaminantes de nitrógeno y/o sus derivados comúnmente encontradas en los vertidos varían según los sectores de actividad, el nivel de desarrollo de las poblaciones y las condiciones ambientales y políticas vigentes.

La concienciación sobre el impacto de los vertidos de nitrógeno en la degradación de los medios receptores, en particular de las aguas superficiales, se ha generalizado relativamente en los últimos años y ha llevado a las autoridades públicas a reforzar los requisitos. (Ferre, & Seco, 2018).

Generalmente se advierte que: (Galdron, 2016).

- Su oxidación biológica por reacción de nitrificación en aguas naturales va acompañada de un mayor consumo de oxígeno estimado teóricamente en 4,3 mg de O_2 /mg de nitrógeno oxidado;
- Un contenido de amoníaco de alrededor de 0,02 mg/l es tóxico para la vida de los peces;
- Una carga superior a 25 mg/l de nitrato
- Conduce a un desarrollo indeseable de algas que conduce a la eutrofización del medio ambiente;
- Una carga importante (50mg/l) de nitrato

- Puede causar metahemoglobinemia en lactantes por reducción de nitrato a nitrito y oxidación del hierro ferroso en la hemoglobina a hierro férrico;
- La presencia de amonio provoca un consumo excesivo de cloro en el tratamiento del agua potable.

El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Está naturalmente presente en el medio ambiente en diferentes formas: (Galdron, 2016).

- Iones: nitratos, nitritos y amonio;
- Gases: amoníaco, dinitrógeno, óxido nitroso, dióxido de nitrógeno, óxido nítrico;
- Nitrógeno orgánico (por ejemplo, proteínas).

En el suelo, el nitrógeno se encuentra principalmente en forma orgánica. Los procesos de mineralización y nitrificación permiten la transformación del nitrógeno orgánico en nitrógeno inorgánico, que puede ser asimilado por las plantas (principalmente en forma de nitratos). Hay muchas fuentes de nitratos presentes en las aguas superficiales y subterráneas. Su presencia puede resultar de la aplicación directa de fertilizantes nitrogenados, depósitos atmosféricos, pero también de la nitrificación de compuestos nitrogenados y vertidos de aguas residuales (domésticas o ganaderas). (Ferre, & Seco, 2018).

Mineralización (o amonificación) La mineralización corresponde a la degradación de la materia orgánica, dando lugar a la producción de amonio. La mineralización es tanto más fuerte cuanto más importantes son los aportes, es máxima en primavera y otoño cuando las temperaturas son suaves y el suelo húmedo. (Galdron, 2016).

La organización corresponde a la asimilación de nitrógeno, preferentemente en forma amoniacal por los microorganismos.

La nitrificación es la oxidación biológica del nitrógeno amoniacal a nitrógeno nítrico. Las sucesivas etapas de la nitrificación tienen lugar a través de dos familias de bacterias presentes principalmente en el suelo: Nitrosomas para la nitrificación y Nitrobacter para la nitración. (Galdron, 2016).

La desnitrificación es la transformación del nitrógeno nítrico en nitrógeno gaseoso, involucra muchas especies bacterianas cuya acción es máxima en condiciones de anoxia, presencia de nitrato y una fuente de carbono asimilable. El ion nitrato se utiliza como aceptor final de electrones en lugar de oxígeno. La desnitrificación conduce principalmente a la liberación de gas nitrógeno (dinitrógeno). (Galdron, 2016).

La infiltración de nitratos en las aguas subterráneas, que también puede denominarse lixiviación, se produce durante los períodos de exceso de agua cuando se llena la reserva de agua del suelo. (Ferre, & Seco, 2018).

La lixiviación de nitratos es un proceso físico natural, que puede incrementarse cuando el ciclo del nitrógeno se ve perturbado por ciertas prácticas agrícolas y ciertos cambios en el uso de la tierra. Los procesos del suelo que controlan el ciclo del nitrógeno en el suelo, y por lo tanto las cantidades de nitrógeno, son numerosos, pero los más importantes son: (Galdron, 2016).

- Absorción de nitrógeno por las plantas, aportes de fertilizantes nitrogenados (minerales y orgánicos), organización y mineralización, así como nitrificación y desnitrificación.
- La lixiviación de iones de nitrato no solo depende de la concentración de nitratos en el suelo. Es necesario un segundo proceso hidrológico: la percolación del agua en el perfil del suelo. Esta percolación es un fenómeno único que tuvo lugar principalmente durante los meses de fuertes precipitaciones y baja evapotranspiración. Por lo tanto, una buena gestión del nitrógeno mineral del suelo tiene como objetivo minimizar las cantidades de nitrógeno del suelo cuando el riesgo de percolación es mayor. Por tanto, para que sean posibles las pérdidas de nitrógeno por lixiviación deben darse dos condiciones: la presencia de nitratos en el suelo y una situación de exceso de agua que provoque un flujo vertical de agua en el suelo.

Los nitratos son compuestos inorgánicos compuestos por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O). Su fórmula química es NO_3^- , su masa molecular es de 62 mg/mol. El nitrógeno que constituye la molécula de nitrato se llama

nitrógeno nítrico y generalmente se denota como N-NO_3^- . Así, un gramo de ion NO_3^- corresponde a 0,22 gramos de nitrógeno nítrico. (Ferre, & Seco, 2018).

Los nitratos son nutrientes minerales para plantas y microorganismos. Por esta razón, las sales de nitrato como el nitrato de potasio (también llamado salitre, fórmula KNO_3), o el nitrato de sodio (NaNO_3), el nitrato de calcio ($\text{Ca(NO}_3)_2$) o el nitrato de amonio (NH_4NO_3), se utilizan para la fabricación de compuestos nitrogenados. fertilizantes Los nitratos también se utilizan para la composición de explosivos o cementos especiales, como aditivo y colorante alimentario, para la coagulación del látex, en la industria nuclear y para el control de olores y corrosión en sistemas hidráulicos. (Galdron, 2016).

La presencia de nitratos en el agua potable es atribuible principalmente a las actividades humanas. El uso de fertilizantes y abonos sintéticos, asociado a cultivos y ganadería intensiva, favorece la aparición de nitratos en el agua. Los sistemas sépticos deficientes, así como la descomposición de materia vegetal y animal, también pueden ser una fuente de nitratos en el agua. El riesgo de contaminación es mayor si el suelo que cubre la capa freática es vulnerable (pozo superficial). (Ferre, & Seco, 2018).

Los humanos naturalmente tienen nitratos en su cuerpo. Las concentraciones plasmáticas de nitratos son variables durante el día ya lo largo de su existencia. En 1981 se detecta en el organismo la producción de óxido nítrico (NO), su vida media es corta de 3 a 5 segundos, por lo que se transforma rápidamente en nitratos. En 1985 el trabajo de numerosos estudios permitió explicar la formación de óxido nítrico. Es una reacción bioquímica intracelular que consiste en la degradación de una molécula de un aminoácido L-arginina en L-citrilina dando como resultado la liberación de óxido nítrico que reaccionará con el oxígeno y formará moléculas de N_2O_3 y N_2O_4 dando nitratos NO_3^- por hidrólisis. (Galdron, 2016).

Los nitratos exógenos provienen de los alimentos y el agua, no solo el agua aporta nitratos sino también los vegetales. Se ha estimado en varios estudios que las verduras aportan del 70 al 80% de los nitratos ingeridos. El resto es aproximadamente un 10% de agua y un 10% de otros alimentos. No todos los

alimentos aportan la misma cantidad de nitratos según la estación y el contenido de nitratos que se utilice como fertilizante. (Ferre, & Seco, 2018).

En ausencia de fertilización nitrogenada, los nitratos presentes en el suelo proceden de la fijación del nitrógeno atmosférico por parte de determinadas especies vegetales, las leguminosas. Estas plantas toman nitrógeno del aire y lo convierten en materia orgánica en sus raíces. Cuando la planta ha terminado su ciclo estacional, la materia orgánica nitrogenada es descompuesta gradualmente por las bacterias nitrificantes del suelo, y transformada en nitratos. Otra fuente natural es la orina animal. Estos contienen amoníaco y urea (que contiene nitrógeno), que pueden oxidarse rápidamente a nitratos en el suelo. Lo mismo se aplica a las excretas humanas, ternitos, cementerios (por descomposición de cuerpos). Estos son muy insignificantes. (Galdron, 2016).

Los nitratos son esenciales para el desarrollo de las plantas. Es por esto que el hombre lo trae a sus cultivos para favorecer su producción, ya que durante el cultivo intensivo las reservas naturales de nitratos no son suficientes. La fuente mayoritaria (55%) de nitratos se observa bien en las zonas cerealistas y de huertas, bien en las zonas de ganadería intensiva donde la producción de estiércol esparcido suele superar la capacidad de depuración del suelo y cultivos. Porque el hombre no busca poner la cantidad ideal para promover su producción, prefiere poner fertilizantes y por lo tanto un exceso de nitratos para asegurarse que las plantas tengan lo que necesitan. Por lo tanto, los nitratos en exceso terminan llegando a los cursos de agua y las aguas subterráneas. Otra fuente que puede provocar un exceso de nitratos es la actividad doméstica, hablamos principalmente de los desechos humanos y las fosas sépticas. Actividades industriales, en particular, la industria alimentaria, la industria pesada y la industria farmacéutica que, por tanto, pueden generar un aporte significativo de nitratos. (Ferre, & Seco, 2018).

La concentración de nitratos en el agua potable se puede clasificar en cuatro categorías: por debajo de 0,2 mg-N/l (sin influencia humana), entre 0,21 y 3,0 mg-n/l (posible influencia de actividades humanas), entre 3,1 y 10 mg- N/l (muy clara influencia de las actividades humanas, pero sin impacto aparente sobre la salud),

superior a 10 mg-N/l (importante impacto de las actividades humanas y posible efecto sobre la salud). (Ferre, & Seco, 2018).

Los nitratos son hoy en día la principal causa de contaminación de grandes depósitos de aguas subterráneas que, además, presentan en general una calidad química y bacteriológica satisfactoria. En ausencia de contaminación, el contenido de nitratos de las aguas subterráneas varía de 0,1 a 1 mg/l de agua y supera a menudo los 50 mg/l en la actualidad (estándar adoptado por la Organización Mundial de la Salud para el agua potable) . La progresión de esta contaminación es comúnmente de 0,5 a 1 mg/l/año y puede llegar a 2 mg/l/año. Esto significa que la actual contaminación de las aguas subterráneas proviene de veinte años de aplicación de fertilizantes. (Galdron, 2016).

Todas las fuentes de nitratos mencionadas anteriormente entrarán en contacto con el suelo más o menos a largo plazo, pero el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura se considera la principal fuente de contaminación del agua porque los fertilizantes nitrogenados esparcidos en el suelo contienen nitratos. Los compuestos que serán transformados en nitratos por la fauna microbiana del suelo aunque sean esenciales para la producción vegetal. Como los nitratos son muy solubles en agua, muy móviles y tienen poca afinidad por los intercambios iónicos, basta con que se encuentren en exceso con respecto a las necesidades de las plantas para que sean lixiviados hacia las napas freáticas subterráneas o fluyan a los arroyos. A estos fertilizantes nitrogenados habría que añadirles nitratos de origen animal. La otra fuente de contaminación por nitratos es el nitrógeno de las aguas residuales de los vertidos industriales y urbanos que solo se depuran parcialmente, que se libera al medio natural y se oxida a nitratos. (Ferre, & Seco, 2018).

El fósforo es un elemento químico no metálico que abunda en la naturaleza. De hecho, ocupa la undécima posición entre los constituyentes de la corteza terrestre. Es uno de los cinco elementos esenciales para el crecimiento de las plantas: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo. No solo es esencial para las plantas, sino también para los humanos y los animales. El fósforo es un elemento esencial para la vida ya que entra en la constitución de los tejidos donde juega un papel importante en el almacenamiento y transferencia de energía. El fósforo

elemental sólido se presenta en tres formas alotrópicas: fósforo blanco, fósforo rojo y fósforo negro. Este último representa la forma más estable. En el medio ambiente, el fósforo suele encontrarse en forma de fosfato, un tipo de fósforo negro. (Huancas, 2018).

El ciclo del fósforo se distingue de otros ciclos biogeoquímicos importantes (nitrógeno, azufre, carbono, oxígeno y agua) por el hecho de que no contiene un componente gaseoso en cantidades significativas y que apenas afecta a la atmósfera. La mayor parte del fósforo terrestre proviene de la erosión de los fosfatos de calcio de las rocas superficiales, principalmente apatita. Los suelos contienen una gran cantidad de fósforo, que puede exceder las necesidades de las plantas entre 15 y 150 veces. Sin embargo, solo una parte es accesible para las plantas y los organismos vivos, esta parte se llama fósforo biodisponible. Este fósforo asimilable es parcialmente absorbido por las plantas y luego transferido a los animales a través de su dieta. Estos últimos utilizan una parte en su proceso fisiológico y rechazan la otra parte en sus excrementos. El fósforo, así rechazado, puede ser parcialmente transportado hacia los ríos y océanos donde los organismos vivos lo asimilarán, puede sedimentarse en el fondo de los océanos, en forma de partículas u organismos muertos o puede servir como abono vegetal. El fósforo sedimentado se transformará en rocas sedimentarias que un día serán devueltas a la superficie terrestre por el movimiento de las placas tectónicas y el fósforo podrá entonces ser recirculado por la meteorización de las rocas; el ciclo comenzará de nuevo. (Minaya, 2017).

El equilibrio natural del ciclo del fósforo ha sido significativamente alterado por la actividad humana en los últimos siglos. Las fuentes de fosfato relacionadas con actividades antrópicas son las que más contribuyen al aumento de las cantidades de fósforo que se encuentran en el ambiente. Las fuentes urbanas de fósforo, como los efluentes de las fábricas, las descargas de aguas residuales, las plantas de filtración de aguas residuales y los sistemas sépticos, han sido durante mucho tiempo una fuente importante de contaminación de las aguas superficiales. Las fuentes difusas de fósforo, en particular las de origen agrícola, son ahora las principales responsables de los aportes de fósforo a las aguas superficiales. (Huancas, 2018).

Los fosfatos son compuestos de fósforo. En la naturaleza, el fósforo (P) generalmente está presente en forma de moléculas de fosfato. Entre los fosfatos presentes en el agua, comúnmente se distinguen los siguientes: (Huancas, 2018).

- Ortofosfatos (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}), que son sales minerales del ácido fosfórico (H_3PO_4). Esta forma también se denomina cuando se miden concentraciones en aguas "fósforo reactivo";
- Polifosfatos (o fosfatos condensados), que corresponden a moléculas más complejas de fosfatos minerales, también hablamos de "fósforo hidrolizable" en el ácido;
- Fosfatos orgánicos, que corresponde a moléculas de fosfato asociadas a moléculas de base carbono, como en la materia orgánica viva o normal (animales, plantas, microorganismos, etc.). En el agua, los fosfatos inorgánicos (ortofosfatos y polifosfatos) y los fosfatos orgánicos se pueden encontrar disueltos y/o en forma de partículas (asociados con partículas en suspensión, sedimentos o suelo). A la hora de determinar las concentraciones de fosfato en cualquier matriz (agua, suelo, alimento), según el caso, se estima el contenido de fosfato en gramos de PO_4 , P_2O_5 o P por litro. Así: 1gr de $\text{PO}_4=0,747\text{g/l}$ de $\text{P}_2\text{O}_5=0,326\text{g/l}$ de P.

A diferencia del nitrógeno, los compuestos de fósforo gaseoso son casi inexistentes en la atmósfera. Por lo tanto, no existe un reservorio atmosférico significativo de fósforo. El fósforo está naturalmente presente en ciertas rocas (ígneas o sedimentarias). La lixiviación del mismo por procesos naturales de erosión conduce a su solubilización en medios acuáticos. Sin embargo, en ausencia de intervención humana, las aguas superficiales contienen muy poco fosfato. El contenido natural (también llamado fondo biogeoquímico) de los cursos se estima inferior a 0,025 mg/l y depende principalmente de la naturaleza del sustrato geológico. Los ortofosfatos disueltos en agua se pueden utilizar para el crecimiento de las plantas. Durante la descomposición de la materia orgánica del fósforo, las bacterias presentes en aguas, sedimentos y suelos la transforman en fosfatos minerales disueltos según el proceso de mineralización. Los fosfatos son menos fáciles de lixiviar que los nitratos. Se adsorben fácilmente en el suelo, los sedimentos y las partículas suspendidas para formar complejos orgánicos o minerales. En

consecuencia, durante la infiltración del agua en el suelo, una fracción de los fosfatos inicialmente disueltos en el agua serán retenidos por las partículas del suelo. Parte de ella generalmente se lleva y contamina las aguas superficiales y subterráneas. (Huancas, 2018).

El ganado (rebaños, acuicultura) también es una fuente natural de fósforo. Las aglomeraciones urbanas dan lugar a concentraciones puntuales de vertidos.

Los vertidos de aguas domésticas son generalmente la principal fuente de contaminación del agua por fosfatos. El uso de tripolifosfatos de sodio como aditivos en detergentes para ropa y productos para lavavajillas es otra fuente de contaminación del agua por fosfatos. Los fosfatos también se utilizan como removedores de incrustaciones e inhibidores de la corrosión en las tuberías de distribución de agua. (Minaya, 2017).

En países donde la producción agrícola intensiva está particularmente desarrollada, el uso de fertilizantes fosfatados puede constituir la principal fuente de enriquecimiento artificial del agua con fósforo. La fertilización de las tierras agrícolas es la fuente de contaminación difusa del agua. Los otros usos industriales del fósforo (química sintética, fotografía, litografía, etc.) son fuentes puntuales menos importantes de contaminación del agua. (Huancas, 2018).

Finalmente, es importante tener en cuenta que el fósforo utilizado como fertilizante se esparce en el suelo y, por lo tanto, es probable que sea parcialmente asimilado por las plantas o fijado en las partículas del suelo. Por otro lado, el fósforo vertido directamente con las aguas residuales, si no se somete a un tratamiento específico en una estación depuradora de aguas residuales, aporta a los ecosistemas acuáticos nutrientes solubilizados y biodisponibles y favorece la aceleración de la eutrofización. (Minaya, 2017).

El fósforo contenido en el agua es un nutriente que puede causar un crecimiento excesivo de organismos vegetales (algas, plantas acuáticas) y provocar la eutrofización del medio ambiente receptor. El término "eutrofización" se utiliza para designar los cambios provocados, en un ecosistema acuático, por un exceso de nutrientes orgánicos e inorgánicos (carbono, nitrógeno, fósforo), que se traducen en el aumento de la biomasa, la proliferación de algas y plantas acuáticas, la

disminución de la concentración de oxígeno disuelto, el aumento de la concentración de amoníaco y nitritos y finalmente la desaparición de ciertas especies de peces. (Minaya, 2017).

Se sabe que el fósforo es un nutriente necesario de todos los organismos protoplásmicos. El fósforo puede ser limitante para el crecimiento de plantas acuáticas fotosintéticas. Por lo tanto, es el parámetro que tiene mayor influencia en la eutrofización de los ambientes receptores de agua dulce. Por lo tanto, la prevención de la eutrofización requiere una regulación estricta de los flujos de fósforo. (Huancas, 2018).

El índice de calidad representa las expresiones simples de variables complejas las cuales son llegadas a ser de eficacia para intercambiar datos de esa manera tomar decisiones (Li & Wu, 2019). Además, la capacidad de carga de contaminantes, el monitoreo de la calidad del agua y la determinación de la descarga de aguas residuales deben ser identificados y llevados a cabo por el gobierno nacional. Pues como señala Pingping & Nove (2019) los gobiernos provinciales y municipales son responsables de los problemas de contaminación del agua entre ciudades y distritos y deben proporcionar un informe de las condiciones de contaminación del agua todos a las entidades correspondientes; a su vez estos deben de detallar índices tanto físicos, químicos y biológicos (Catañeda, 2017). Los Criterios de Calidad Ambiental (ECA) aplican para la evaluación de los cuerpos de agua, y se basan en las normas aprobadas por el ECA (El Peruano, 2017). Límite Máximo Permisible, LMP – que se aplica a lo anterior, son las concentraciones de parámetros caracterizados por efluencias, que pueden perjudicar a las personas en su integridad y también el medio ambiente. Se exige de acuerdo a las normas de cada gobierno (El peruano, 2018). A su vez, la entidad responsable del recurso tiene la función de realizar un seguimiento tendiente a evaluar la calidad del agua, diagnosticando su estado mediante la evaluación de los indicadores químico-físicos de la calidad del agua, obtenidos a través de mediciones y observaciones sistemáticas de las variables de las aguas, estas mediciones se desarrollan a través de un metodología y procedimientos estandarizados que involucran muestras de agua con criterios ya establecidos, lo que permite minimizar y eliminar errores de modo que se puede realizar proyecciones de medidas de recuperación del agua,

todo ello está establecido dentro de marco del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado por D.S. N° 006-2010-AG y en cumplimiento al artículo 126 del D.S.N.°001-2010-AG. La cual elabora el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los recursos Hídricos Superficiales” (Autoridad Nacional del Agua, 2016). Del mismo modo, la Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos” promueve la gestión integrada de los Recursos Hídricos con el propósito de lograr eficiencia y sostenibilidad en la gestión de agua, por cuencas hidrográficas y acuíferos, para la conservación e incremento de la disponibilidad del agua, así como para asegurar la protección de su calidad, fomentando una nueva cultura del agua (El Peruano, 2010).

Por otro lado, la calidad y la cantidad aguas residuales varían en función a las actividades antropogénicas realizadas, y conociendo el impacto de este es necesario que estas sean tratadas, la trata de agua es fundamental para reutilizar el elemento, evitando su polución y del medio en especial para la producción agropecuaria y la salud en general (Fernando & Gonzales, 2015). Mundialmente las aguas residuales no se tratan ni recolectan. Se botan sin tratarse antes. (Ferre & Seco, 2018). Los flujos de agua varían tanto como la fuente y el tipo que los componen los últimos estando en función del primero. Terminando como residuos en los mares. El mismo destino corren las aguas residuales (UNESCO, 2017). El reciclaje y la recuperación del agua y los recursos de las aguas residuales es necesario para mantener el uso sostenible de nuestros limitados recursos de agua dulce a nivel mundial. Para hacerlo, es necesario poder distinguir y hacer referencia a diferentes tipos de agua y aguas residuales, el parámetro de calidad del agua dependerá en estándares nacionales e internacionales, estos rangos de calidad del agua para cada parámetro se determinaron con base en las regulaciones del país y los procesos de tratamiento de agua (Hsien & Sze, 2019). El agua dulce es recurso muy importante, esencial para la agricultura, la industria y la existencia humana. Sin agua adecuada no será posible un desarrollo sostenible de calidad. La calidad del río son la base indispensable para proteger los parámetros físico-químicos del río y el ineficiente manejo de vertidos a estos cuerpos de agua los cuales se deben a la deficiencia técnica del sistema a tratar, uso desmedido de tanques sépticos, baja educación, costumbres (Georgieva & Gartsiyanova, 2018).

La biorremediación actualmente se hace uso para trata de contaminantes con metales, es la tecnología capaz de usar microorganismos para prevenir contaminación en los desechos. Se demostró que es una opción para depurar agua residual y permitir optimizar sistemas tradicionales así también para mejorar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicas del cuerpo de agua (Barrera & Mejía, 2018). Otro aspecto a considerar al analizar la calidad de agua es la cobertura de la tierra, el uso de la tierra, el manejo de la tierra, la deposición atmosférica, la geología y el tipo de suelo, el clima, la topografía y la hidrología de la cuenca pues estos afectan la cantidad de sedimentos en suspensión, nutrientes y concentraciones de sal en captaciones (es decir, la fuente), la movilización y la entrega de estos constituyentes a las aguas receptoras, lo que llega a ocasionar que muchos ríos estén experimentando una disminución de la calidad del agua, con niveles alterados de sedimentos, sales y nutrientes (Lintern & Webb, 2017). Se han realizado varios estudios sobre varios métodos de tratamiento, entre ellos los fisicoquímicos, de oxidación avanzada y biorremediación, en los que la biorremediación surge como la opción más sostenible y económicamente viable. La biorremediación o degradación biológica tiene una ventaja sobre otros métodos químicos que no han tenido éxito y han tornado el agua tóxica debido a la producción de subproductos en el proceso de tratamiento. El proceso de biorremediación se basa en la acción de especies de hongos, bacterias o plantas (fitorremediación), o en el uso de biorreactores aeróbicos, anaeróbicos o de membrana para tratar y mantener un estado estable de sustancias químicas en el ecosistema del agua. Una técnica de biorremediación tiene como objetivo tratar xenobióticos y plásticos como resultado de la transformación microbiana que hace que el agua sea menos tóxica y más estable que su estado contaminado inicia, por lo que la borremediación ha surgido como una técnica prometidora para el tratamiento de aguas residuales (Ananya & Manan, 2020).

III. METODOLOGÍA

Ubicación de la fuente hídrica de estudio

La fuente Hídrica Río Chuyapi, se encuentra ubicado políticamente en:

Ciudad : Quillabamba

Distrito : Santa Ana.

Provincia : La Convención.

Región : Cusco.

La ubicación hidrográfica es la siguiente:

Unidad Hidrográfica – 4	Región Hidrográfica del Amazonas
Unidad Hidrográfica – 49	Alto Amazonas
Unidad Hidrográfica – 499	Ucayali
Unidad Hidrográfica – 4994	Urubamba
Unidad Hidrográfica – 49949	Vilcanota
Unidad Hidrográfica – 4994971	Bajo Vilcanota

Cuadro N° 01. Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales

CURSO DE AGUA					UNIDAD GEOGRAFICA	
N°	Código	Nombre	categoría	Longitud (Km)	Código	Nombre
1051	49 94971	Rio Vilcanota	categoría 4	66.14	4994	Cuenca Urubamba

Fuente: R.J. 056-2018- ANA.

Cuadro N° 02. Puntos de muestreo rio Chuyapi

PUNTOS DE MUESTREO				
Punto	Este	Norte	Elevación	Nombre
Aguas arriba	740119	8572190	1680	Chuy-2
Aguas arriba	749982	8576721	1048	Chuy-4
Aguas abajo	749577	8578079	984	Chuy-1
Aguas abajo	749610	8577930	1002	Chuy-5

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 03. Puntos de vertimiento rio Chuyapi

PUNTOS DE VERTIMIENTO			
Punto	Este	Norte	Caudal (L/S)
Vertimiento 1	749801	8577415	2.00
Vertimiento 2	750004	8576763	0.05
Vertimiento 3	749674	8577738	85.00

Fuente: Constancia de Inscripción RUPAP - EPS EMAQ SRL TDA.

Imagen N° 01. Plano de Ubicación de los puntos de muestreo y vertimiento



3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación: Aplicada

El estudio fue de tipo aplicado, dado que pretendió emplear técnicas prácticas para el desarrollo experimental y modificará las variables en el contexto. Esta investigación se distingue por tener propósitos prácticos bien definidos, es decir se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector, para resolver problemas de la realidad (Hernández & Mendoza, 2018)

El estudio fue de diseño experimental, dado que se procedió a manipular las variables de estudio de manera intencional para obtener el resultado deseado en base a los tratamientos que medirán de forma cuantitativa los valores estimados para establecer las diferencias comparativas entre muestras.

Este tipo de diseño se fundamenta en el enfoque. Se basan en hipótesis preestablecidas, miden variables y su aplicación debe sujetarse al diseño concebido con antelación; al desarrollarse, el investigador está centrado en la validez, el rigor y el control de la situación de investigación. (Hernández & Mendoza, 2018)

3.2 Variables de Operacionalización

Variable independiente

Vertimiento de las aguas residuales domesticas

DIMENSIONES

- Parámetros fisicoquímicos
- Parámetros microbiológicos

Variable dependiente

Calidad de Agua del Rio Chuyapi

DIMENSIONES:

- Parámetros fisicoquímicos
- Parámetros microbiológicos

3.3 Población, Muestra y Muestreo

La población de la presente investigación está compuesta por el cuerpo de agua desde la cabecera de la cuenca del Rio Chuyapi hasta el punto de confluencia con el rio Vilcanota – Distrito de Santa Ana.

Muestra:

Agua del río Chuyapi, previo, durante y post de ser contaminada por las aguas residuales domesticas del distrito de Santa Ana.

Muestreo:

Muestra puntual representativa del vertimiento de las aguas residuales domésticas, cuerpo receptor y cuerpo de agua del Rio Chuyapi en épocas de estiajes y lluvia. Para el muestreo del agua del Río Chuyapi, se tomaron 4 puntos de estratégicos para medir la calidad de agua en el cuerpo receptor, vertimiento y cuerpo de agua, en dos épocas del año (lluvia, estiaje).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se utilizarán en el presente estudio, será la recolección de muestras para el análisis de la contaminación del río Chuyapi.

3.4.1 Materiales

- Cooler grandes y pequeños
- Frascos de plástico y vidrio
- Baldes de plástico de primer uso y limpios (4L)
- Guantes descartables
- Refrigerantes

3.4.2 Equipos

- GPS
- Multiparámetro
- Cámara fotográfica

3.4.3 Soluciones y Reactivos

- Agua destilada
- Preservantes

3.4.4 Formatos

- Formatos Ficha de Campo
- Cadena custodia

3.4.5 Mapa Hidrográfico

- Material cartográfico
- Mapa hidrográfico

3.4.6 Indumentaria de protección

- Zapato de seguridad
- Botas de jebe
- Mascarilla
- Lentes
- Casco

3.4.7 Otros

- Plumones indelebles
- Lápices
- Cinta adhesiva

- Papel secante
- Libreta de campo
- Cinta métrica
- Tablero

3.5 Procedimientos

Las muestras se recogieron de la siguiente manera:

- Procedimiento de muestreo: Tomar muestras de agua del río Chuyapi en un envase estéril de un litro.
 - 1) Indicadores biológicos:** Las muestras microbianas se toman directamente, dejando un pequeño espacio para la aireación, a una profundidad de 20-30 cm.
 - 2) Indicadores orgánicos:** Para los aceites, la toma se realiza directamente en la superficie.
 - 3) Parámetros Físicos - Químicos:** se tomaron las muestras a una profundidad de 20 cm, y se cerró inmediatamente.
- Identificación de las muestras de agua: los envases fueron identificados antes y después de la toma de muestra con una etiqueta, la cual contenía la siguiente información: Número de muestra, Código de identificación, Origen de la fuente, Descripción de la fuente, Fecha y hora, Preservación realizada o tipo de preservante utilizado, Tipo de análisis requerido, Nombre del responsable.
- Conservación y transporte de las muestras: las muestras recolectadas fueron guardadas en cajas térmicas (Coolers), con la finalidad de conservar las muestras en las mejores condiciones, y así evitar su deterioro.
- Fueron transportadas con todas las medidas de seguridad sugeridas por el laboratorio encargado de analizar las muestras.
- Análisis de las muestras: Los análisis físicosquímicos y bacteriológicos fueron realizados por un laboratorio ambiental acreditado por INACAL.
- La recolección de datos se ejecutó en un periodo 10 meses, mediante la aplicación de los instrumentos.

3.6 Método de análisis de datos

- Los datos obtenidos se han realizado en cuadros y gráficos, a fin de realizar el análisis e interpretación de cada uno de ellos. Todo esto de acuerdo al marco conceptual y a las variables presentadas en la investigación, así como también se comparó con los datos obtenidos por otros autores.
- Se realizó través de cuadros descriptivos, en los cuales se analizó y comparo con la literatura de otros autores.
- Se estableció un contacto real con el área de estudio con la finalidad de obtener claridad y veracidad de los datos.
- Se procedió a realizar el análisis, interpretación y comparación de los resultados obtenidos.
- Se planteó las conclusiones y recomendaciones derivadas del resultado de la investigación.

3.7 Aspectos éticos

El desarrollo de la investigación empleará los datos reales y se plasmarán los resultados de forma verídica de acuerdo a los ensayos estudiados, además se respetó la normativa para la elaboración de proyecto de tesis establecidos por la Universidad César Vallejo.

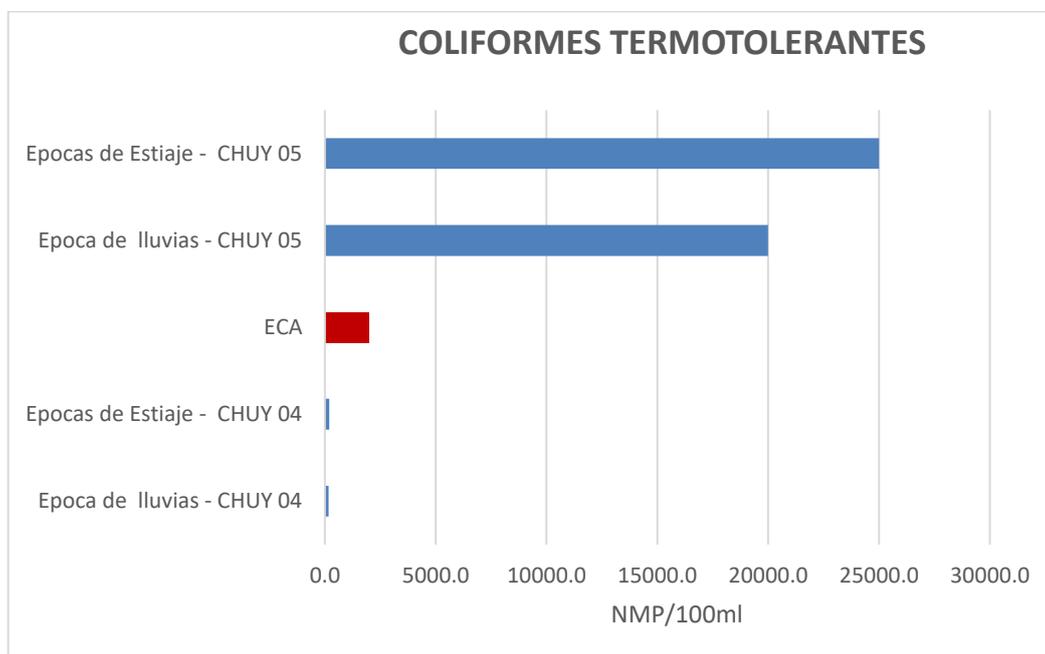
IV. RESULTADOS

4.1 Resultados de laboratorio de las muestras fisicoquímicas y microbiológicas en el vertimiento de las aguas residuales domesticas en el rio chuyapi, Distrito de Santa ANA, 2021

Tabla N° 01. Comparación de parámetros de coliformes termotolerantes en vertidos con la norma de calidad ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		ECA ECA IV E2
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	170	20 000	2 000 NMP/100ml
Estiaje (17/07/2021)	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	190	25 000	2 000 NMP/100ml

Gráfico N° 01. Comparación de parámetros de coliformes termotolerantes en vertidos con la norma de calidad ambiental ECA IV E2



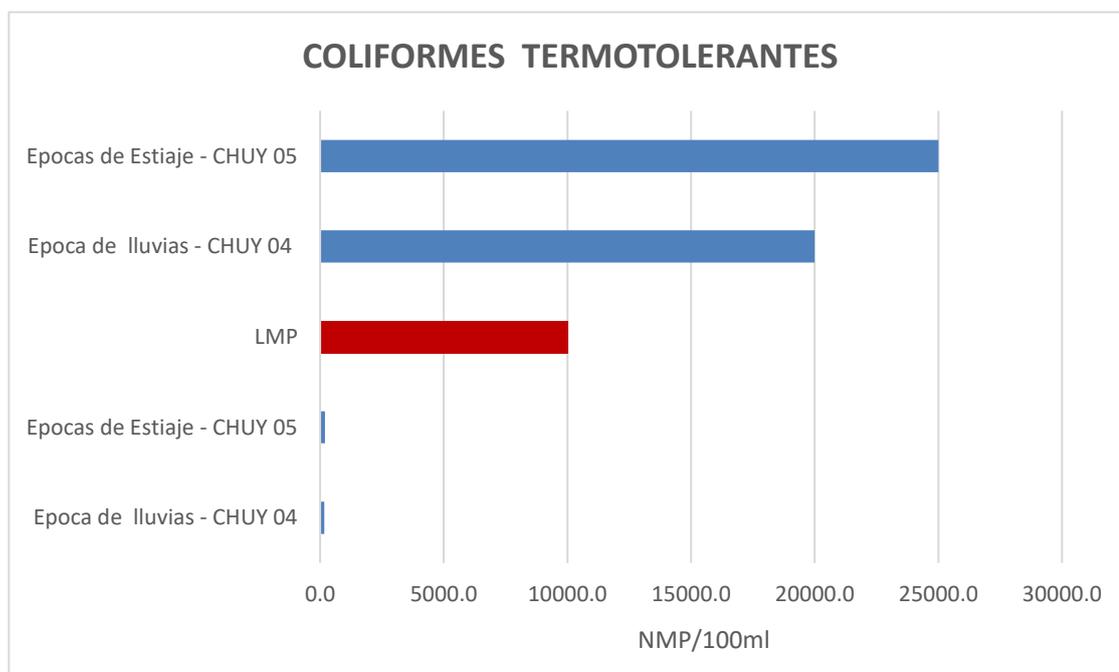
Elaboración Propia

Se aprecia que las emisiones de coliformes termotolerantes superaron la Norma de Calidad Ambiental ECA IV (CHUY 05) para ambas épocas del año (lluviosa y seca).

Tabla N° 02. Comparación de coliformes termorresistentes y el LMP en vertimientos

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		LMP
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	170	20 000	10 000 NMP/100ml
Estiaje (17/07/2021)	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	190	25 000	10 000 NMP/100ml

Gráfico N° 02. Comparación de coliformes termorresistentes y el LMP en vertimientos



Elaboración Propia

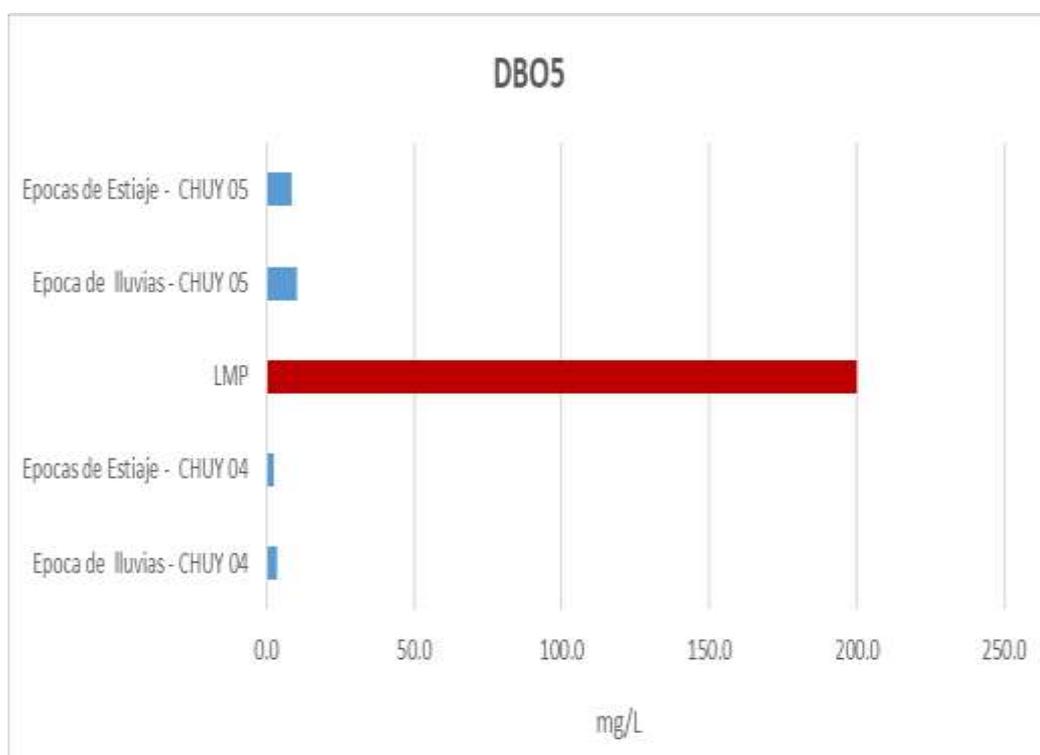
Antes del vertimiento los coliformes Termotolerantes se encuentran dentro de los parámetros de los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 y LMP - con valores 170 NMP/100ml y 190 NMP/100ml

Los coliformes Termotolerantes en las dos épocas del año (lluvia y estiaje) sobrepasa LMP en el vertimiento (CHUY 05), el cual afecta a la calidad de agua del Rio Chuyapi con valores de 20 000 NMP/100ml y 25000 NMP/100ml.

Tabla N° 03. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en Vertederos y el Decreto Supremo N° 003 - 2010 (LMP)–MINAM

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		LMP
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	DBO5	mg/L	3.7	10.46	200 mg/L
Estiaje (17/07/2021)	DBO5	mg/L	2.54	8.45	200 mg/L

Gráfico N° 03. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en Vertederos y el Decreto Supremo N° 003 - 2010 (LMP)–MINAM



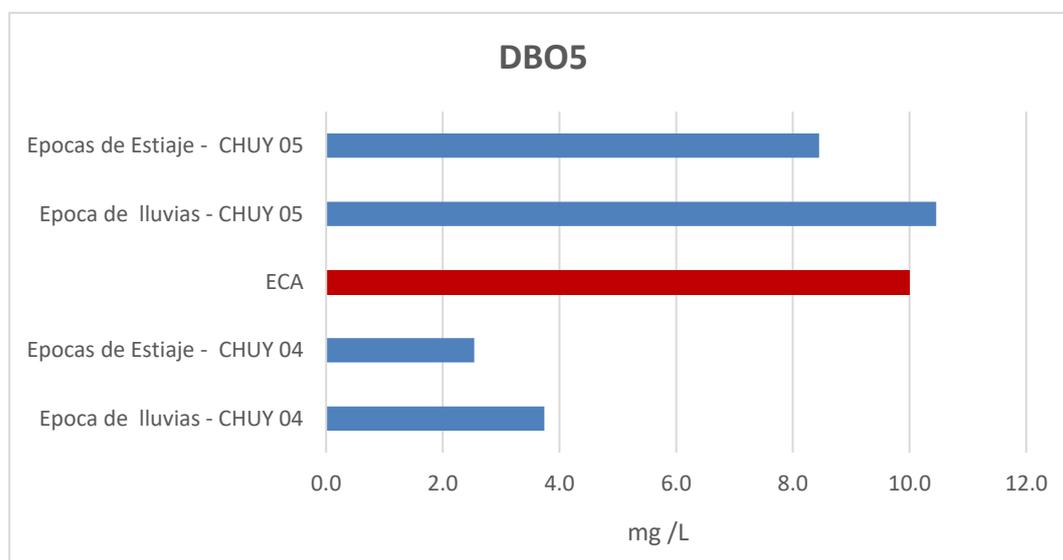
Elaboración Propia

La demanda bioquímica de oxígeno para dos estaciones del año (lluvia, sequía), emisión (CHUY 05) no supera el LMP, los valores son 10,6 mg/L y 8,45 mg/L.

Tabla N° 04. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el vertimiento con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		ECA
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	DBO5	mg/L	3.74	10.46	10 mg/L
Estiaje (17/07/2021)	DBO5	mg/L	2.54	8.45	10 mg/L

Gráfico N° 04. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el vertimiento con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



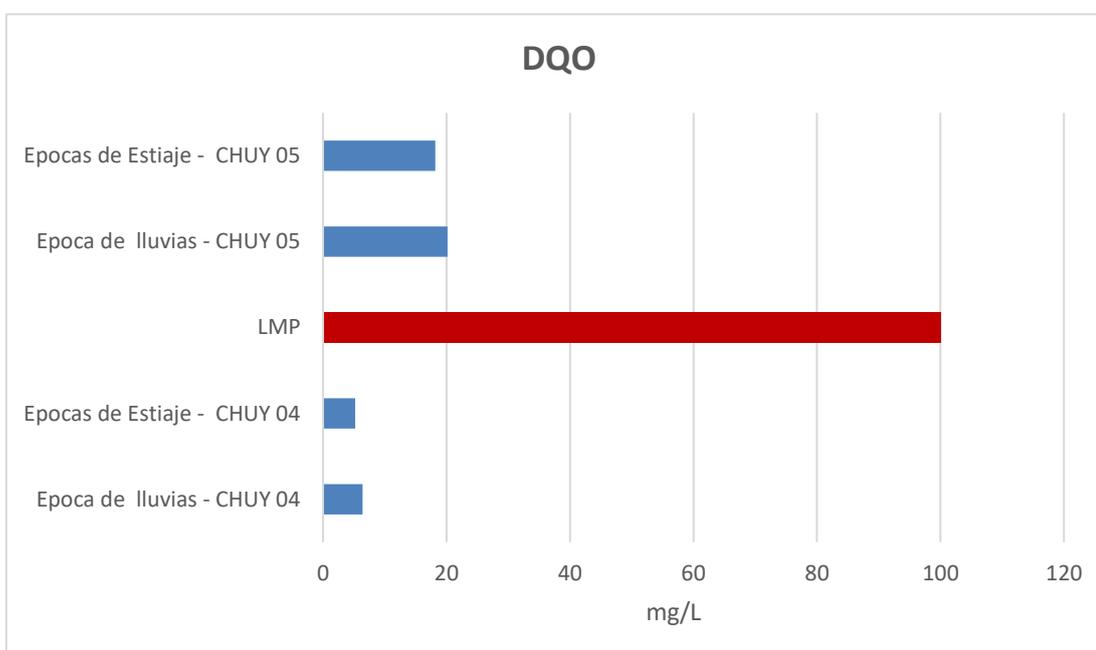
Elaboración Propia

La demanda bioquímica de oxígeno antes del vertido estuvo dentro del rango de los parámetros estándar de calidad ambiental ECA IV para las dos épocas del año (lluviosa y seca), y los valores fueron de 3,74 mg/L y 2,54 mg/L, respectivamente. La demanda bioquímica de oxígeno analizada después del vertimiento alcanzó el valor ECA IV E2 en época poco lluviosa con un valor de 8,45 mg/L, pero superó el estándar de calidad ambiental ECA IV E2 en época lluviosa con un valor de 10,46 mg/L.

Tabla N° 05. Comparación de la Demanda Química de Oxígeno con el LMP en el vertimiento

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		LMP
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	DQO	mg/L	6.4	20.16	100 mg/L
Estiaje (17/07/2021)	DQO	mg/L	5.2	18.02	100 mg/L

Gráfico N° 05. Comparación de la Demanda Química de Oxígeno con el LMP en el vertimiento



Elaboración Propia

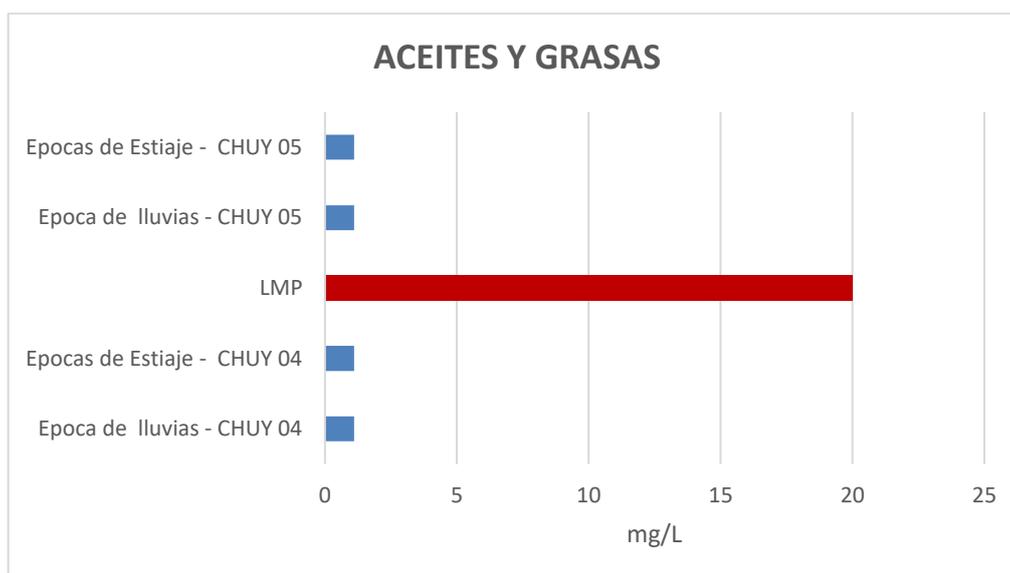
La demanda química de oxígeno antes y después de la descarga se encuentra dentro del límite máximo permisible de LMP para las dos estaciones del año (temporada de lluvias y estación seca), y los valores son de 6,4 mg/L y 5,2 mg/L, respectivamente.

No se realizó comparación con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2 ya que este parámetro no se encuentra en esta categoría.

Tabla N° 06. Comparación de los Aceites y Grasas con el el LMP en el vertimiento

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		LMP
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	Aceites y Grasas	mg/L	1.11	1.1	20 mg/L
Estiaje (17/07/2021)	Aceites y Grasas	mg/L	1.1	1.11	20 mg/L

Gráfico N° 06. Comparación de los Aceites y Grasas con el LMP en el vertimiento



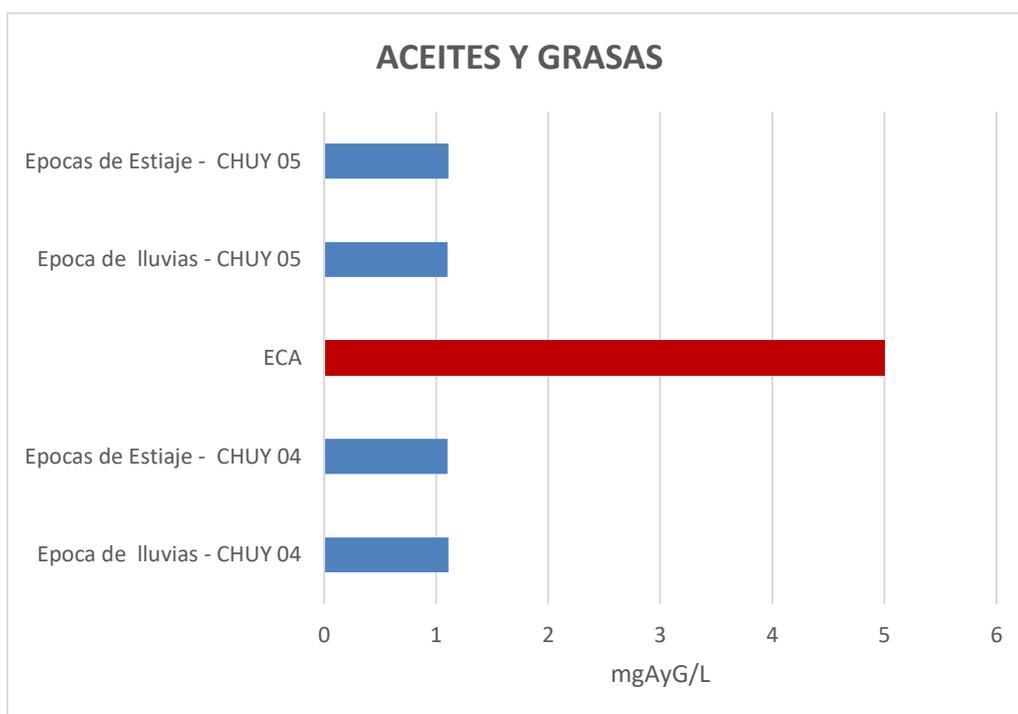
Elaboración Propia

El aceite antes del vertimiento se encuentra dentro de los parámetros límite máximo permisible en dos temporadas (temporada de lluvias y estación seca) del año, respectivamente 1,11 mg/L y 1,1 mg/L, que también cumplen con los límites máximos permisibles después del vertimiento. son 1,0 mg/L y 1,11 mg/L, es decir, este parámetro no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 07. Comparación de los Aceites y Grasas con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 en el vertimiento

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		ECA
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	Aceites y Grasas	mg/L	1.11	1.1	5 mg/L
Estiaje (17/07/2021)	Aceites y Grasas	mg/L	1.1	1.11	5 mg/L

Gráfico N° 07. Comparación de los Aceites y Grasas con los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 en el vertimiento



Elaboración Propia

El aceite antes del vertimiento se encuentra dentro de los parámetros del estándar de calidad ambiental ECA IV E2 de 1,1 mg/L y 1,11 mg/L en las dos épocas del año (época de lluvias y época seca), y también cumple con el parámetro de calidad ambiental post estándar ECA IV E2 El valor de emisión es de 1.0 mg/L y 1.11 mg/L respectivamente, es decir, este parámetro no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 08. Comparación de los Sólidos totales disueltos con el LMP en el vertimiento

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		LMP
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	Sólidos Totales Disueltos	ppm	20.2	20.92	150 ppm
Estiaje (17/07/2021)	Sólidos Totales Disueltos	ppm	19.5	20.4	150 ppm

Gráfico N° 08. Comparación de los Sólidos totales con el LMP en el vertimiento



Elaboración Propia

Antes del vertimiento los sólidos totales disueltos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles en las dos épocas del año (lluvia y estiaje) con valores de 20.2 mg/L y 19.5 mg/L, después del vertimiento los sólidos totales disueltos se encuentran dentro límites máximos permisibles con valores de 20.92 y 20.4

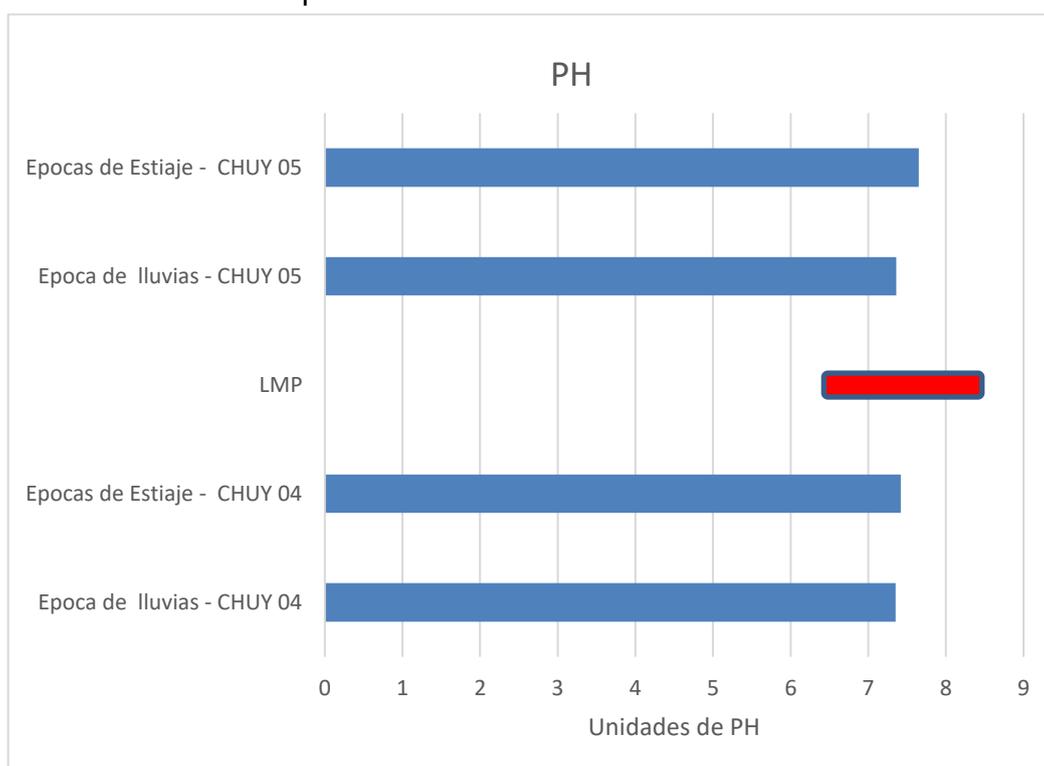
Antes de la descarga, los sólidos disueltos totales en dos temporadas al año (lluvia, seca) están dentro del límite máximo permitido (20,2 mg/L y 19,5 mg/L); los sólidos disueltos totales después de la descarga están dentro del rango máximo permitidos (20.92 y 20.4)

No se realizó comparación con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2 ya que este parámetro no se encuentra en esta categoría.

Tabla N° 09. Comparación del PH con el LMP en el vertimiento

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		LMP
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	PH	Unidades de PH	7.35	7.36	6.5 – 8.5 ppm
Estiaje (17/07/2021)	PH	Unidades de PH	7.42	7.65	6.5 – 8.5 ppm

Gráfico N° 09. Comparación del PH con el LMP en el vertimiento



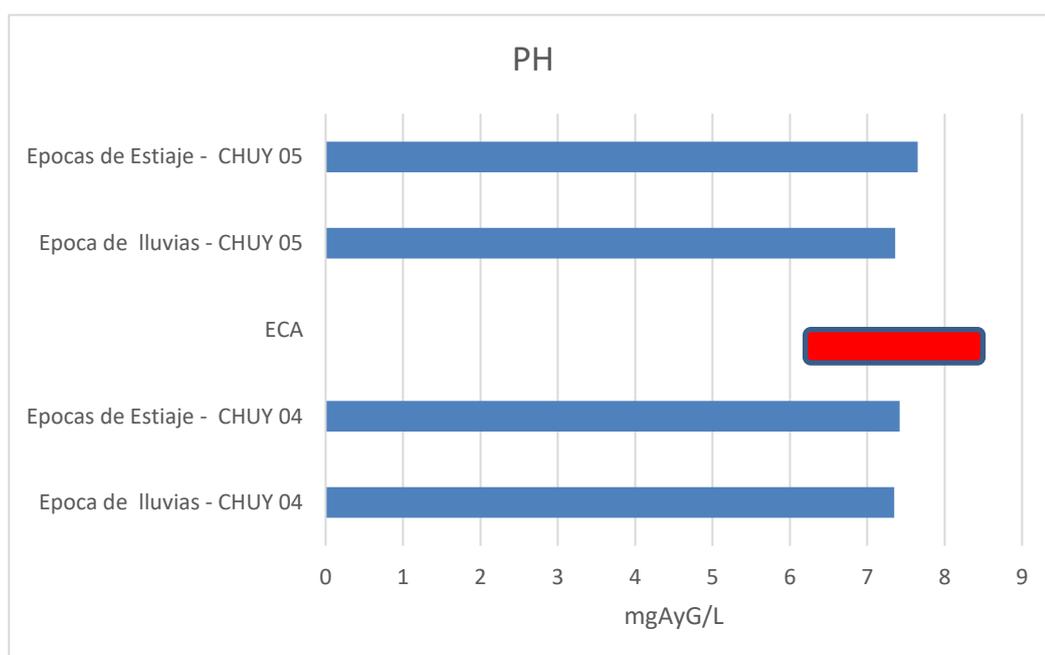
Elaboración Propia

El valor de PH antes del vertido se encuentra dentro de los parámetros límite máximo permisible para las dos estaciones del año (temporada de lluvias y época seca) que son 7.35 unidades de PH y 7.42 unidades de PH, respectivamente. Los límites permisibles para estas dos épocas son 7.36 unidades PH y 7.65 unidades PH respectivamente, es decir este parámetro no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 10. Comparación del Valor de PH en el vertimiento con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		ECA
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	PH	Unidades de PH	7.35	7.36	6.5 – 8.5 Unidades de PH
Estiaje (17/07/2021)	PH	Unidades de PH	7.42	7.65	6.5 – 8.5 Unidades de PH

Gráfico N° 10. Comparación del Valor de PH en el vertimiento con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



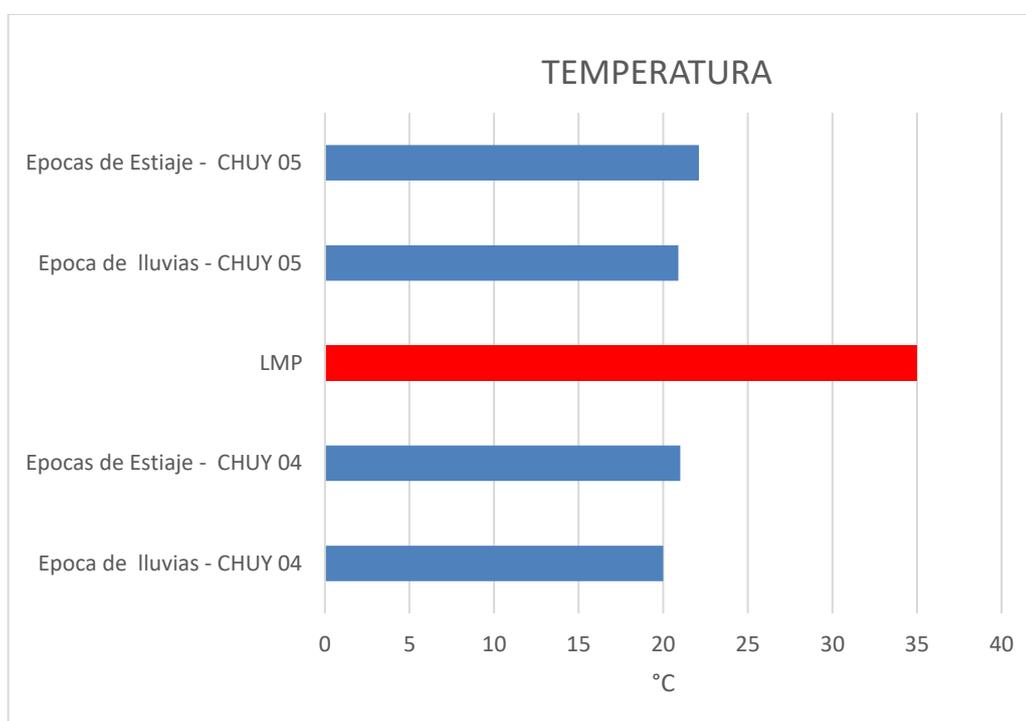
Elaboración Propia

El valor de pH antes del vertido estuvo dentro del estándar de calidad ambiental ECA IV E2 para dos estaciones del año (época húmeda y seca), 7.35 unidades Ph y 7.42 unidades Ph, respectivamente, y el pH post vertido también estuvo dentro del ECA IV E2 estándar de calidad ambiental El estándar de calidad ECA IV E2 tiene un pH de 7.36 unidades y 7.65 unidades para las dos estaciones del año (lluviosa y seca).

Tabla N° 11. Comparación de la T° con el LMP en el vertimiento

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo (antes y después del vertimiento)		LMP
			CHUY - 04	CHUY - 05	
Lluvias (21/12/2021)	Temperatura	°C	20.00	20.9	menor 35 °C
Estiaje (17/07/2021)	Temperatura	°C	21.00	22.5	menor 35 °C

Gráfico N° 11. Comparación de la T° con el LMP en el vertimiento



Elaboración Propia

La temperatura antes del vertido está dentro de los parámetros límite máximos permisibles para las dos estaciones (lluviosa y seca) de 20.0°C y 21.0°C, y la temperatura después del vertido también está dentro del límite. En las dos estaciones del año (lluviosa y seca) los valores son de 20.9°C y 22.5°C, es decir este parámetro no afecta la calidad del agua del río Chuyapi ya que su cambio máximo es de 2.5°C.

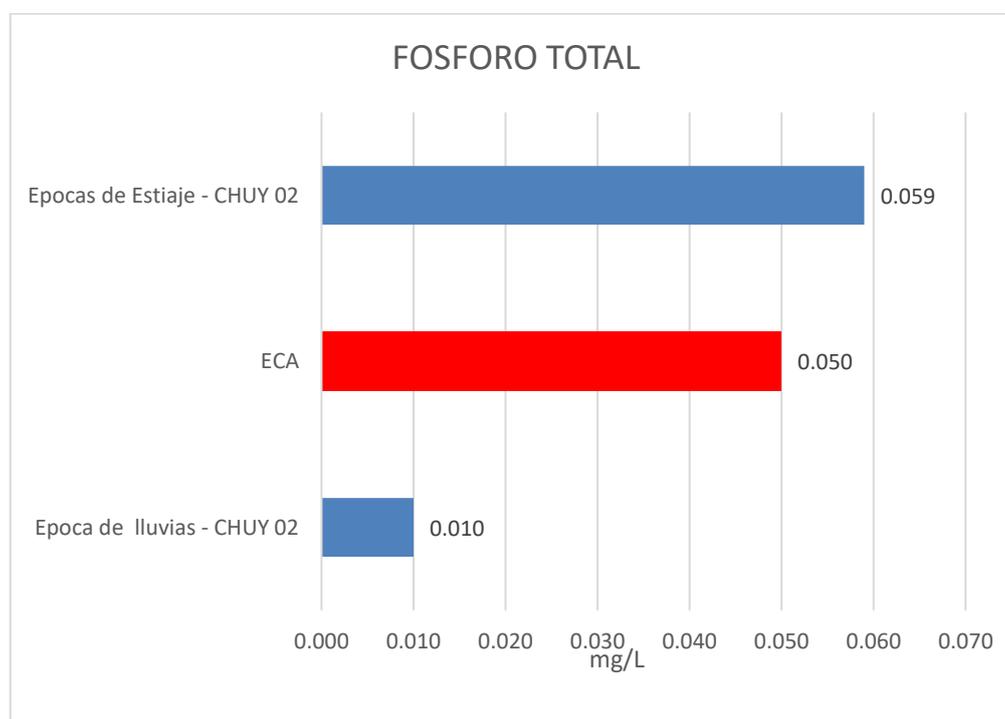
4.2 Resultados de laboratorio de las muestras fisicoquímicas y microbiológicas en el cuerpo de agua el rio chuyapi, Distrito de Santa ANA, 2021

PARAMETROS FISICOS QUIMICOS

Tabla N° 12. Comparación de Fósforo Total en Agua con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Fosforo Total	mg/L	0.010	0.050 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Fosforo Total	mg/L	0.059	0.050 mg/L

Gráfico N° 12. Comparación de Fósforo Total en Agua con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

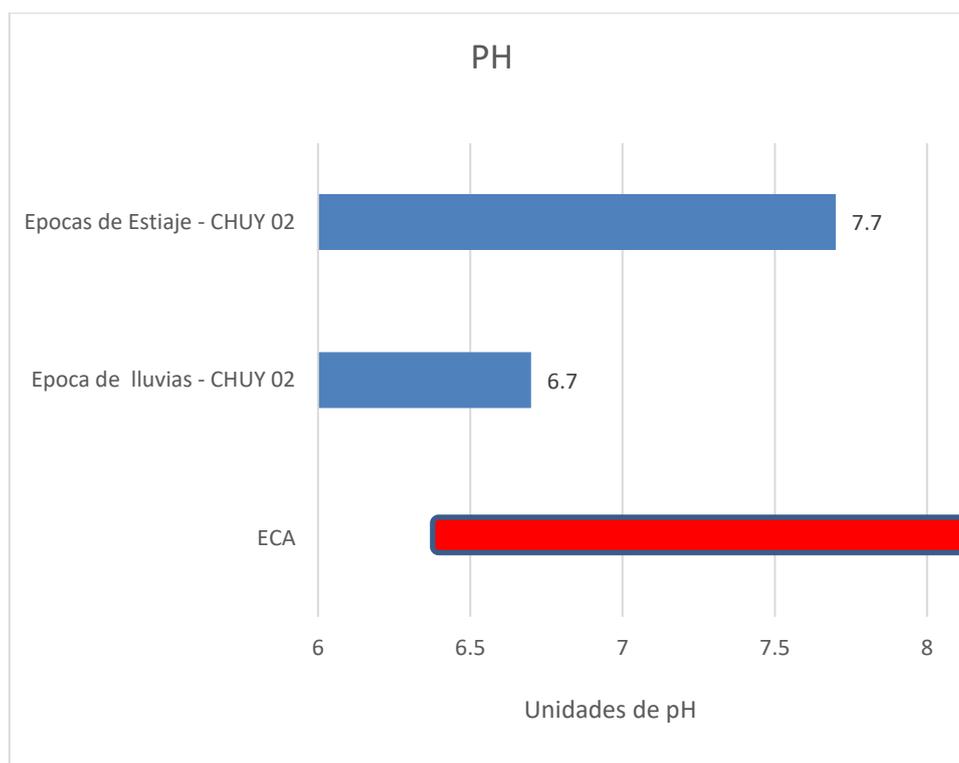


El fósforo total en el cuerpo de agua supera el estándar de calidad ambiental - clase IV, el fósforo total en la estación seca alcanza 0,059 mg/L, y un gran exceso de fósforo como nutriente puede causar eutrofización, lo que afectará el uso del agua.

Tabla N° 13. Comparación del pH del agua y los estándares de calidad ambiental ECA IV

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	PH	Unidades de pH	6.7	6.5 – 9.0 Unidades de pH
Estiaje (14/09/2021)	PH	Unidades de pH	7.7	.5 – 9.0 Unidades de pH

Gráfico N° 13. Comparación del pH del agua y los estándares de calidad ambiental ECA IV

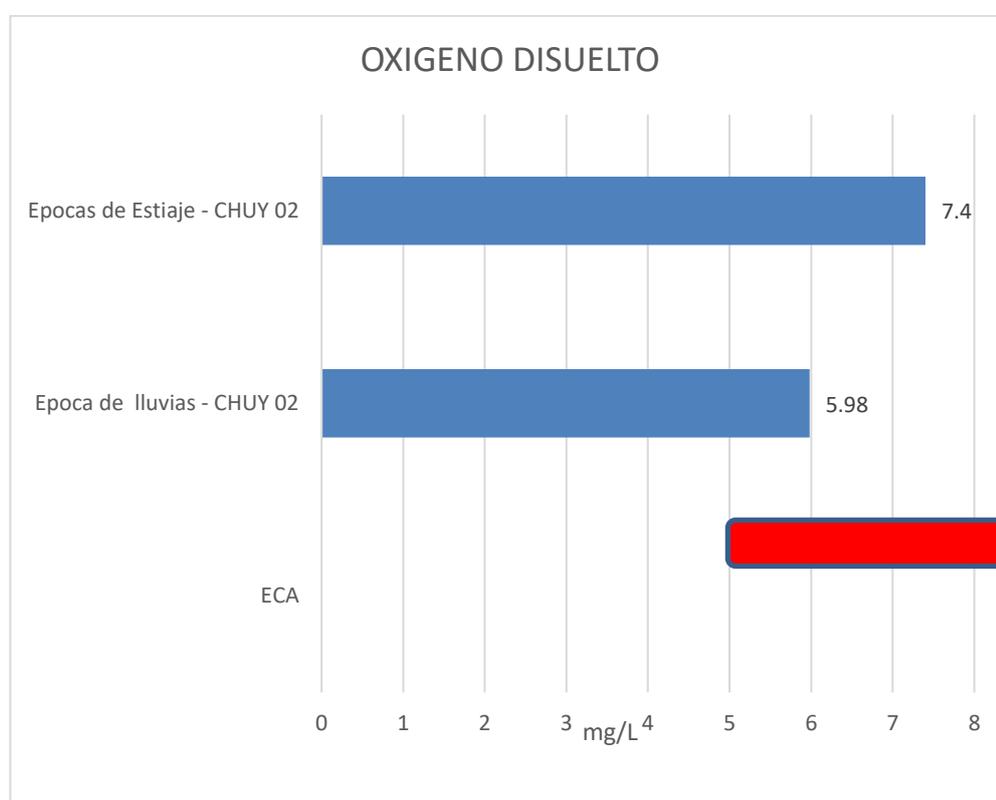


Los valores de pH en el cuerpo de agua alcanzaron valores de 7,7 unidades de pH y 6,7 unidades de Ph en las dos épocas de estudio (lluviosa y seca) en la Norma de Calidad Ambiental - IV categoría E2.

Tabla N° 14. Comparación de Oxígeno Disuelto en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	5.98	≥ 5 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	7.4	≥ 5 mg/L

Gráfico N° 14. Comparación de Oxígeno Disuelto en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



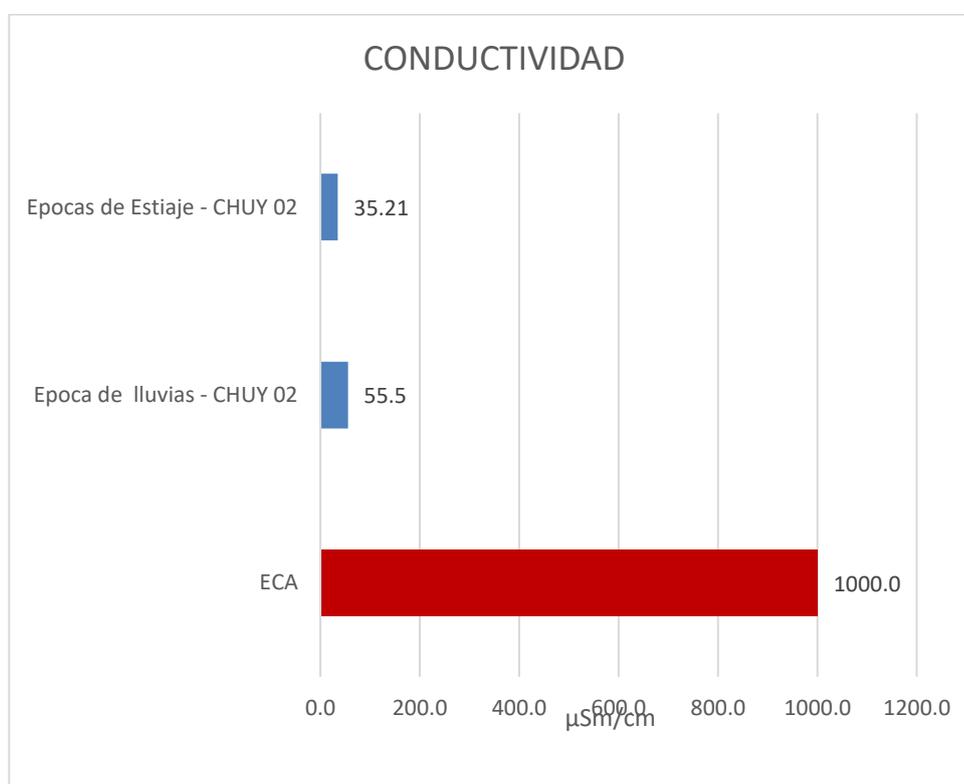
Elaboración Propia

El oxígeno disuelto en el cuerpo de agua alcanzó valores de 5,98 mg/L y 7,4 mg/L en las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca) para estándares de calidad ambiental - categoría IV E2.

Tabla N° 15. Comparación de Conductividad en Agua y Calidad Ambiental Estándar ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Conductividad	uS/cm	55.5	1000 uS/cm
Estiaje (14/09/2021)	Conductividad	uS/cm	35.21	1000 uS/cm

Gráfico N° 15. Comparación de Conductividad en Agua y Calidad Ambiental Estándar ECA IV E2



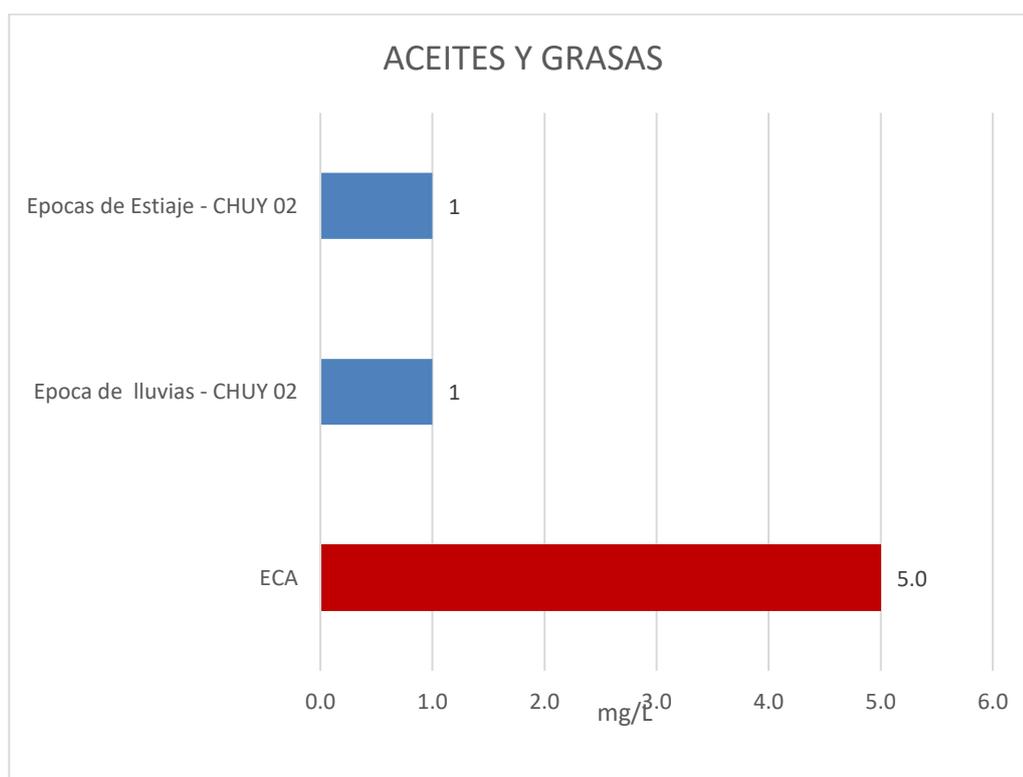
Elaboración Propia

La conductividad en el cuerpo de agua se encuentra dentro del rango de la norma de calidad ambiental IV E2 en las dos épocas de estudio (lluviosa y poco lluviosa), alcanzando valores de 35.21 uS/cm y 55.5 uS/cm, respectivamente, es decir no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 16. Comparación de Aceites y Grasas y Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 en agua

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	1	5,0 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	1	5,0 mg/L

Gráfico N° 16. Comparación de Aceites y Grasas y Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 en agua



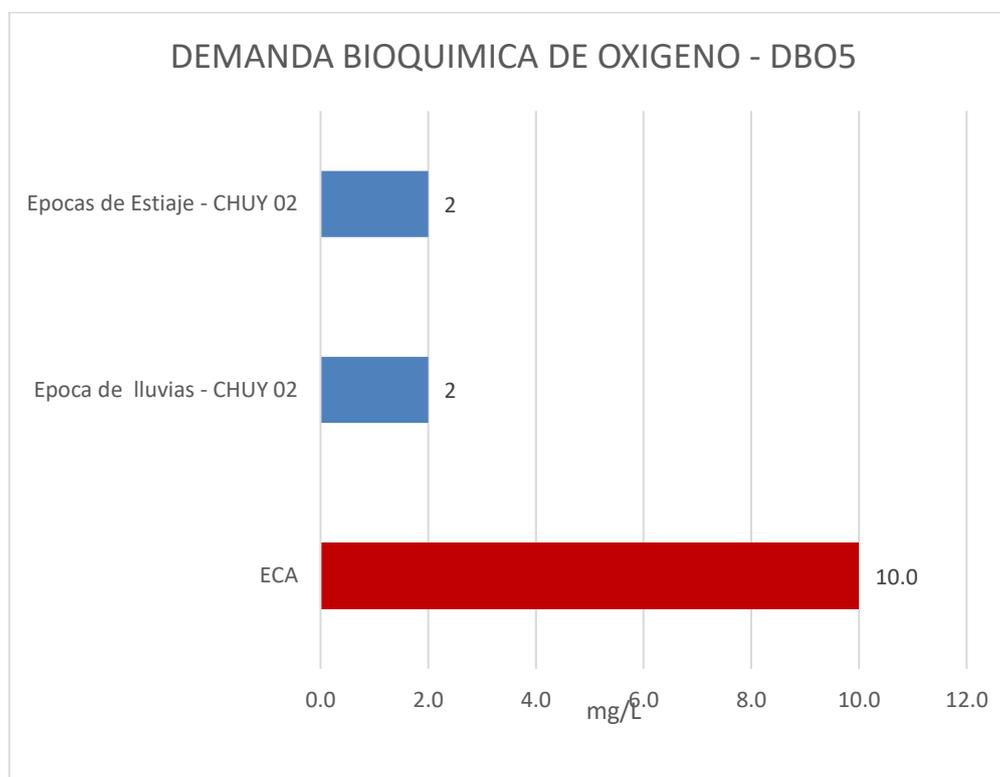
Elaboración Propia

El aceite y la grasa en el cuerpo de agua alcanzaron el valor de 1 mg/L y 1 mg/L en las dos temporadas (lluviosa y seca) del estudio estándar de calidad ambiental-IV categoría E2, es decir, no afectó la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 17. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en Agua y la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2	10 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2	10 mg/L

Gráfico N° 17. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en Agua y la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



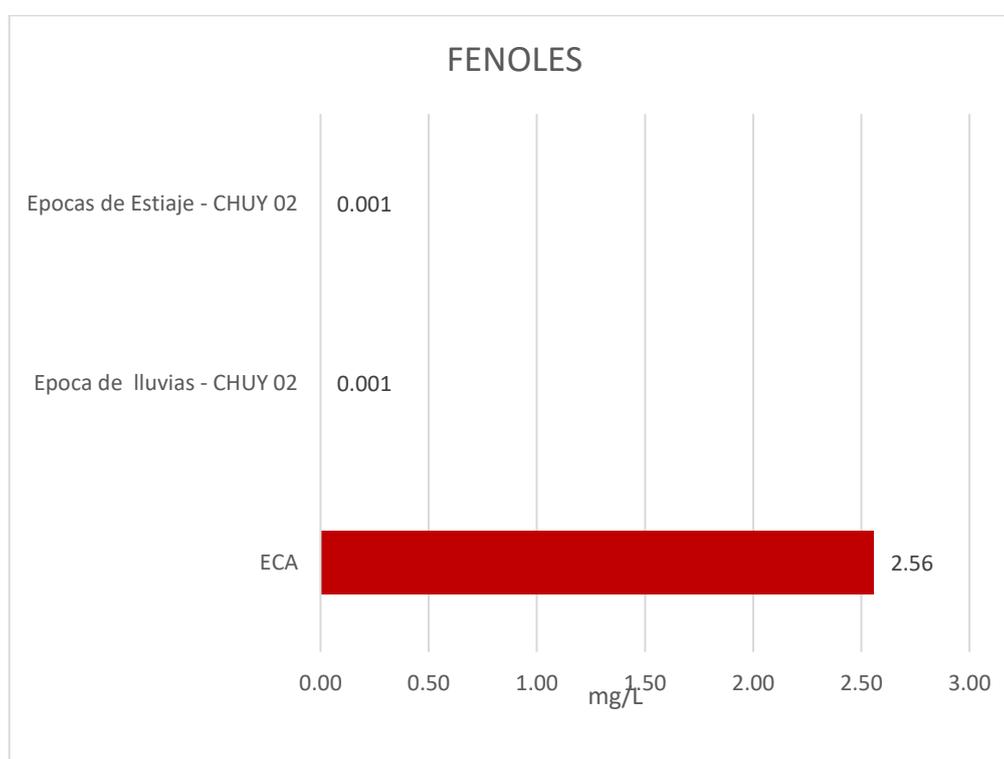
Elaboración Propia

La demanda bioquímica de oxígeno en el cuerpo de agua alcanza el valor de 2 mg/L y 2 mg/L en las dos épocas de estudio (época lluviosa y seca) de la norma de calidad ambiental-IV clase E2, es decir, no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 18. Comparación de Fenoles en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Fenoles	mg/L	0.001	2,56 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Fenoles	mg/L	0.001	2,56 mg/L

Gráfico N° 18. Comparación de Fenoles en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



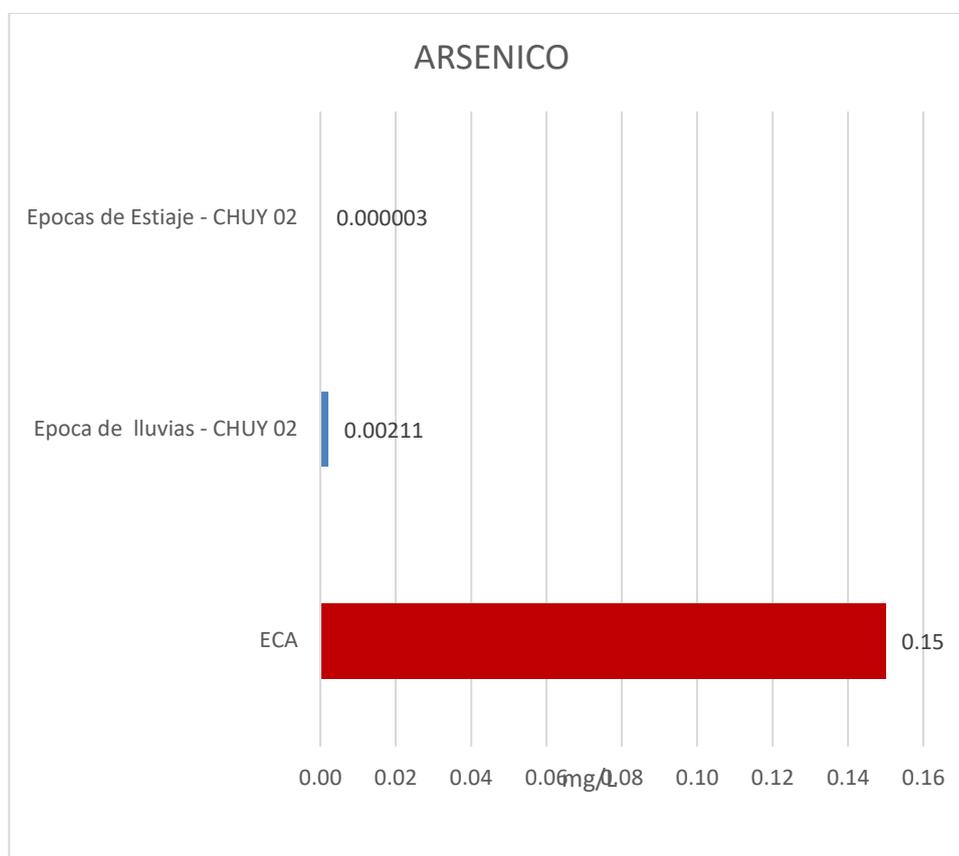
Elaboración Propia

Los estándares de calidad ambiental para fenoles en el cuerpo de agua en las dos épocas de estudio (lluviosa y seca) - IV E2 alcanzando valores de 0.001 mg/L y 0.001 mg/L, es decir no afectando la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 19. Comparación de Arsénico en Agua con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Arsénico	mg/L	0.00211	0,15 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Arsénico	mg/L	Menor a 0.000003	0,15 mg/L

Gráfico N° 19. Comparación de Arsénico en Agua con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



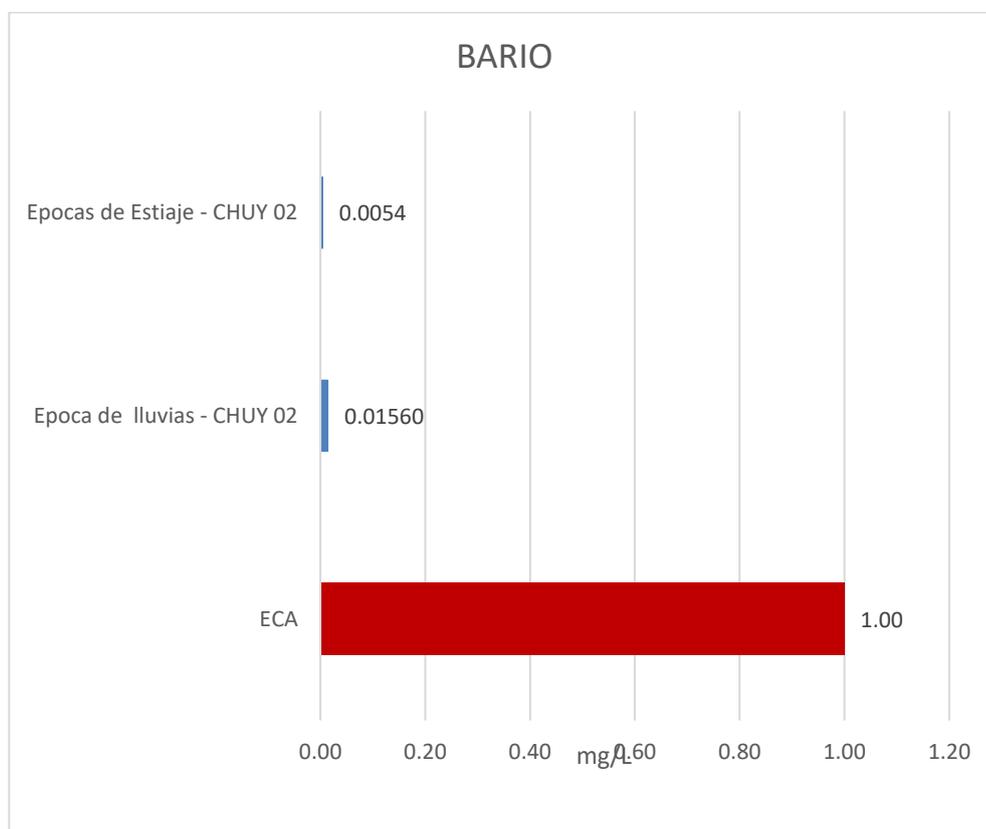
Elaboración Propia

El arsénico en el cuerpo de agua alcanza el valor de 0.00211 mg/L y menos de 0.000003 mg/L dentro del rango de la norma de calidad ambiental IV E2 de las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca), es decir no afecta el agua calidad del río Chuyapi.

Tabla N° 20. Comparación de Bario en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Bario	mg/L	0.01560	1 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Bario	mg/L	0.0054	1 mg/L

Gráfico N° 20. Comparación de Bario en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



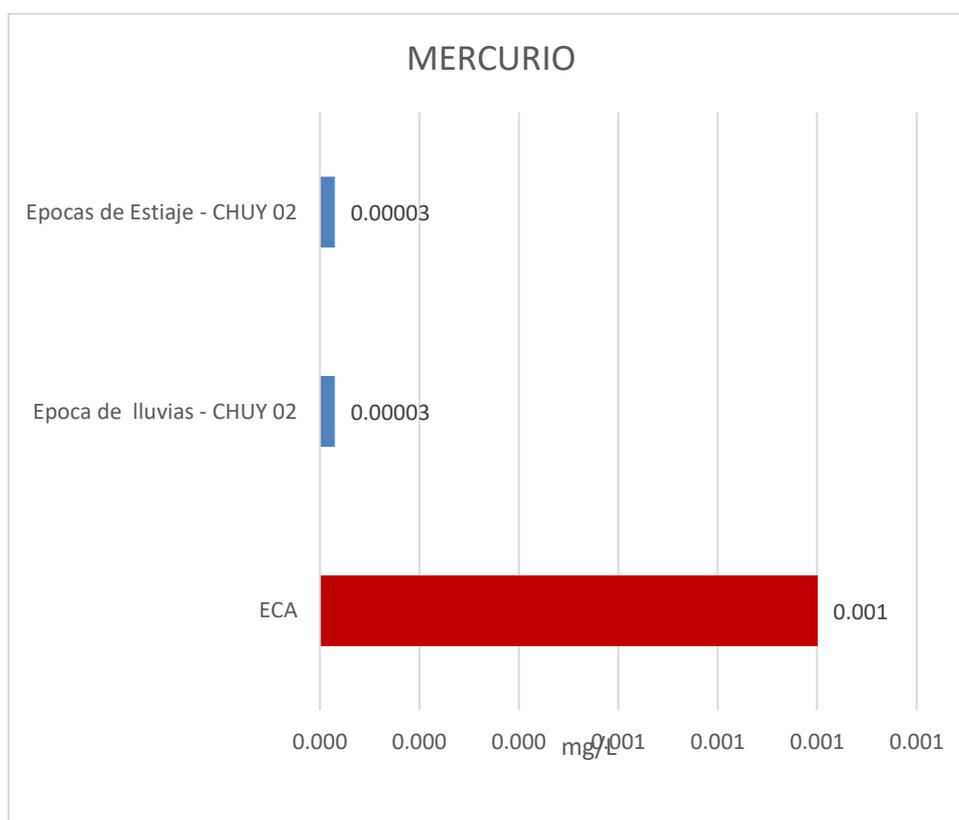
Elaboración Propia

Los estándares de calidad ambiental para bario en el cuerpo de agua en las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca) - Clase IV E2 alcanza valores de 0.01560 mg/L y 0.0054 mg/L, es decir no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 21. Comparación de Mercurio en Agua con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Mercurio	mg/L	0.00003	0,0001 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Mercurio	mg/L	0.00003	0,0001 mg/L

Gráfico N° 21. Comparación de Mercurio en Agua con la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



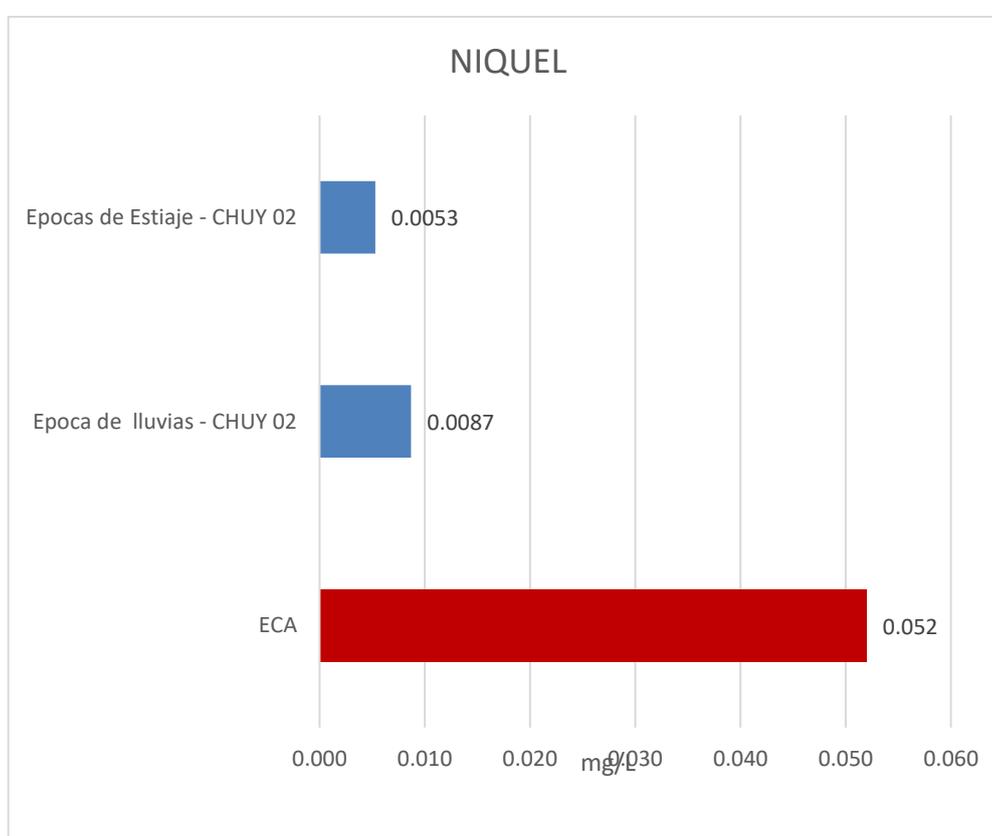
Elaboración Propia

El mercurio en el cuerpo de agua alcanza valores de 0.00003 mg/L y 0.00003 mg/L dentro de los estándares de calidad ambiental - IV E2 para ambas épocas de estudio (lluviosa y seca), es decir no afecta la calidad del agua del Chuyapi Río.

Tabla N° 22. Comparación de Níquel en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Níquel	mg/L	0.0087	0,052 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Níquel	mg/L	0.0053	0,052 mg/L

Gráfico N° 22. Comparación de Níquel en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



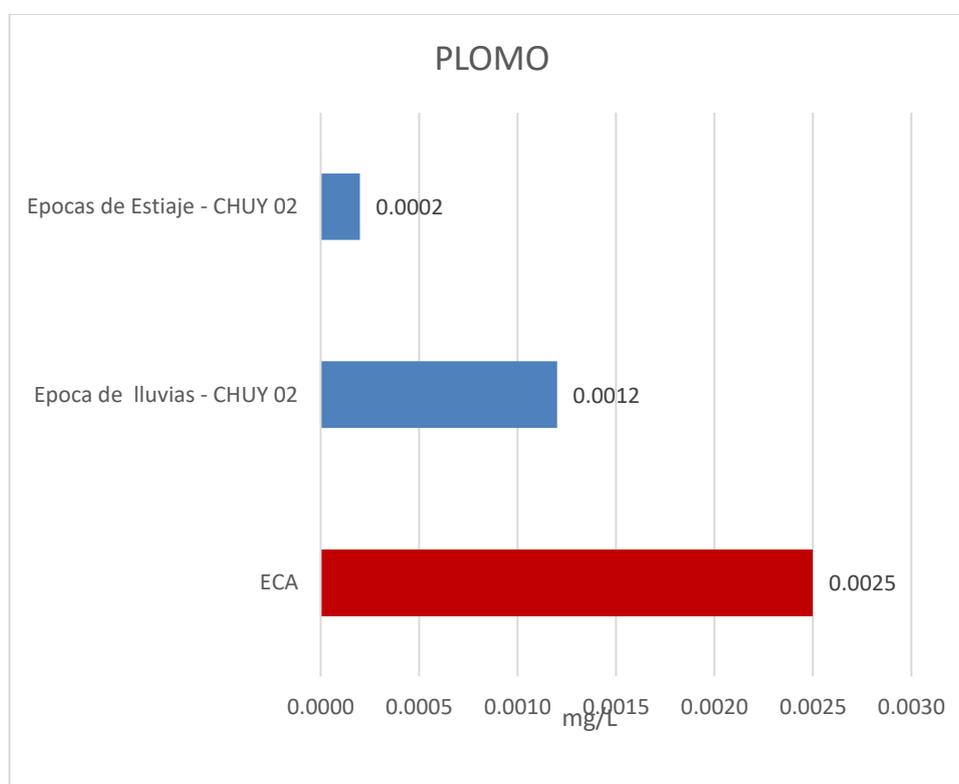
Elaboración Propia

El níquel en el cuerpo de agua alcanza valores de 0.0087 mg/L y 0.0053 mg/L dentro de los estándares de calidad ambiental para las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca) - Categoría IV E2, es decir no afecta la calidad del agua del Río Chuyapi.

Tabla N° 23. Comparación de Plomo en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Plomo	mg/L	0.0012	0,0025 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Plomo	mg/L	0.0002	0,0025 mg/L

Gráfico N° 23. Comparación de Plomo en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



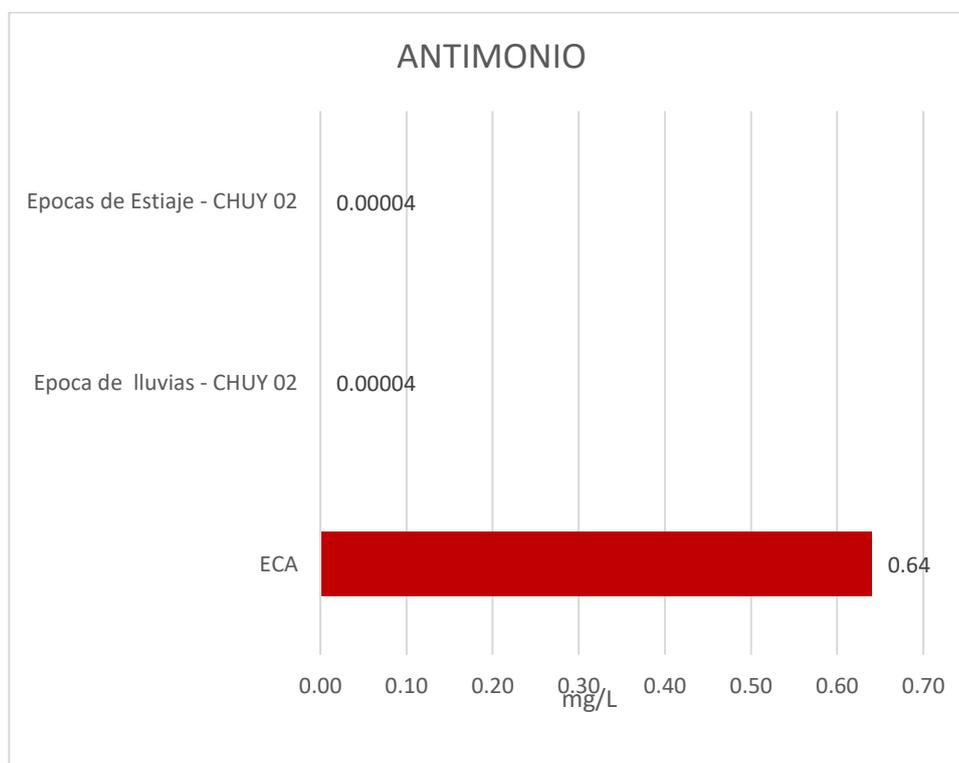
Elaboración Propia

El plomo en el cuerpo de agua alcanza valores de 0.0012 mg/L y 0.0002 mg/L dentro de los estándares de calidad ambiental para ambas épocas de estudio (lluviosa y seca) - Clase IV E2, es decir, no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 24. Comparación de Antimonio en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Antimonio	mg/L	0.00004	0,64 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Antimonio	mg/L	0.00004	0,64 mg/L

Gráfico N° 24. Comparación de Antimonio en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



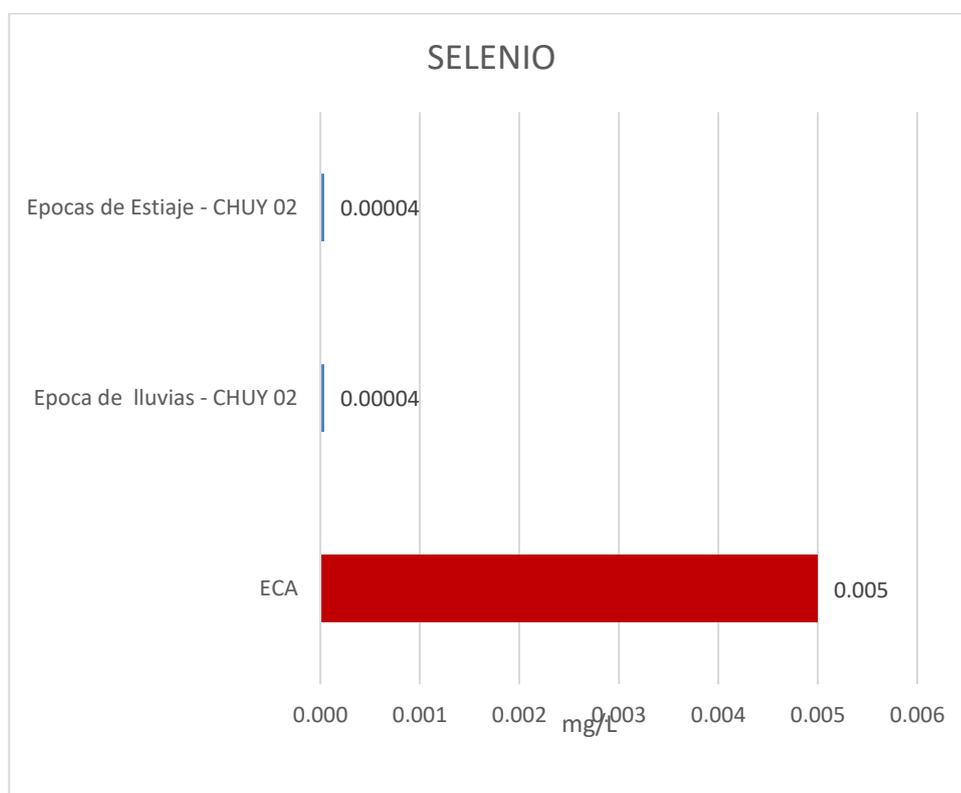
Elaboración Propia

Los estándares de calidad ambiental para antimonio en el cuerpo de agua durante las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca) - Categoría IV E2 alcanza valores de 0.00004 mg/L y 0.00004 mg/L, es decir no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 25. Comparación de Selenio en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Selenio	mg/L	0.00004	0,005 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Selenio	mg/L	0.00004	0,005 mg/L

Gráfico N° 25. Comparación de Selenio en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



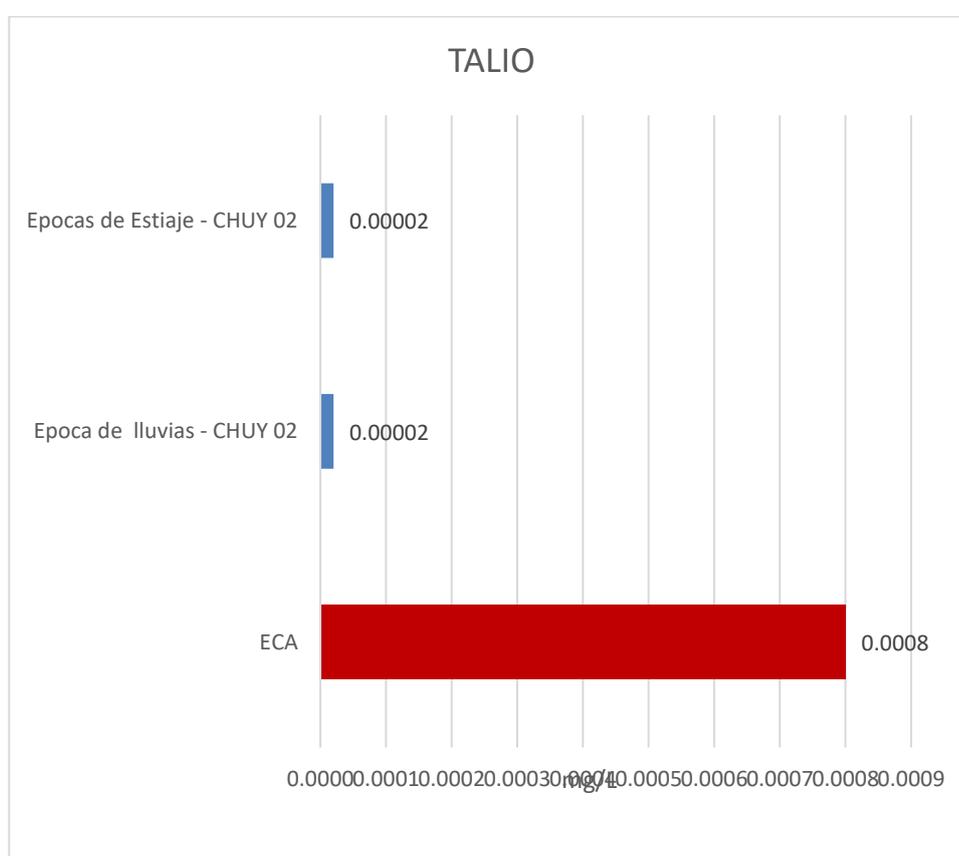
Elaboración Propia

El selenio en el cuerpo de agua alcanza valores de 0.00004 mg/L y 0.00004 mg/L dentro de los estándares de calidad ambiental para las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca) - Clase IV E2, es decir no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 26. Comparación de Talio en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Talio	mg/L	0.00002	0,0008 mg/L

Gráfico N° 26. Comparación de Talio en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



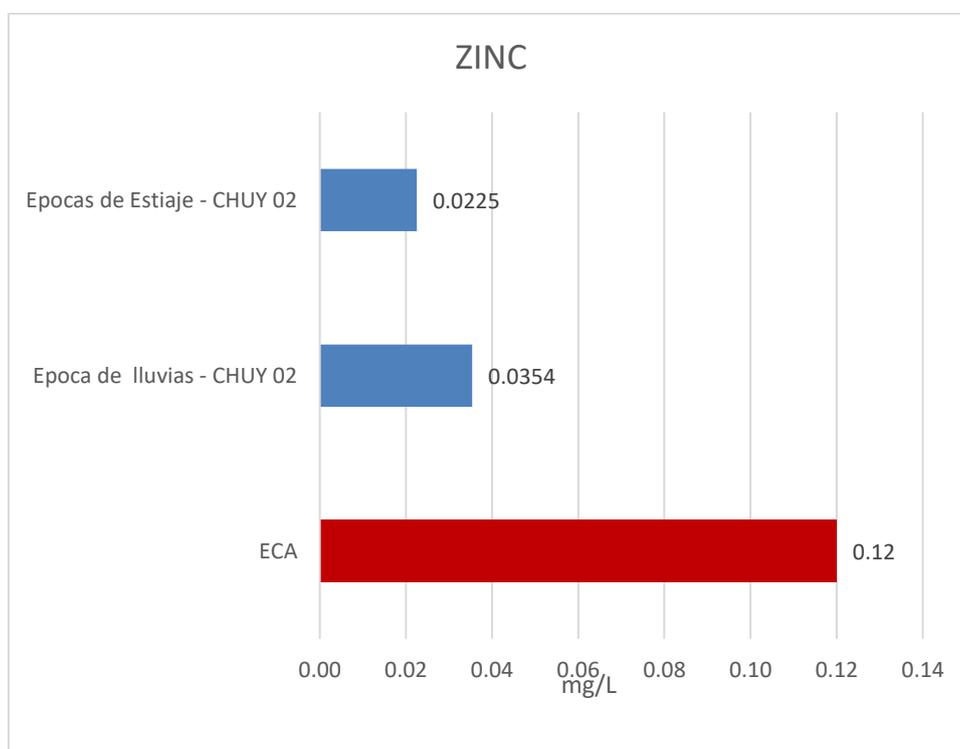
Elaboración Propia

Los estándares de calidad ambiental para el talio en el cuerpo de agua en las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca) - La categoría IV E2 alcanza valores de 0.00002 mg/L y 0.00002 mg/L, es decir no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 27. Comparación de Zinc en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Zinc	mg/L	0.0354	0,12 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Zinc	mg/L	0.0225	0,12 mg/L

Gráfico N° 27. Comparación de Zinc en Agua y Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



Elaboración Propia

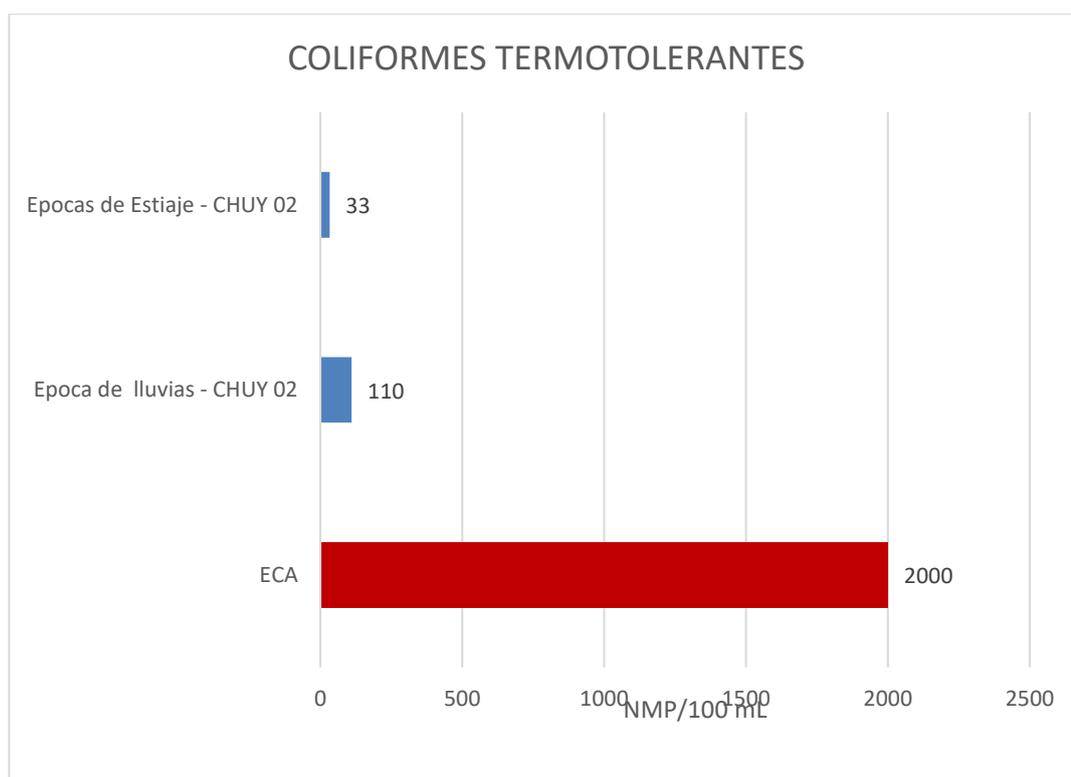
El zinc en el cuerpo de agua alcanza los valores de 0.0354 mg/L y 0.0225 mg/L dentro de la norma de calidad ambiental - IV E2 para las dos épocas de estudio (lluviosa y seca), es decir no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO

Tabla N° 28. Comparación de coliformes resistentes al calor en el agua y estándar de calidad ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo de agua	ECA (D.S N° 004 - 2017 – MINAM)
			CHUY - 02	
Lluvias (23/03/2021)	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	110	2 000 NMP/100 mL
Estiaje (14/09/2021)	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	33	2 000 NMP/100 mL

Gráfico N° 28. Comparación de coliformes resistentes al calor en el agua y estándar de calidad ambiental ECA IV E2



Elaboración Propia

Los coliformes termotolerantes en el cuerpo de agua alcanzaron valores de 110 NMP/100 ML y 33 NMP/100 ML en las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca) bajo la Norma de Calidad Ambiental-IV Categoría E2, es decir, no afectaron la calidad del agua del Río Chuyapi.

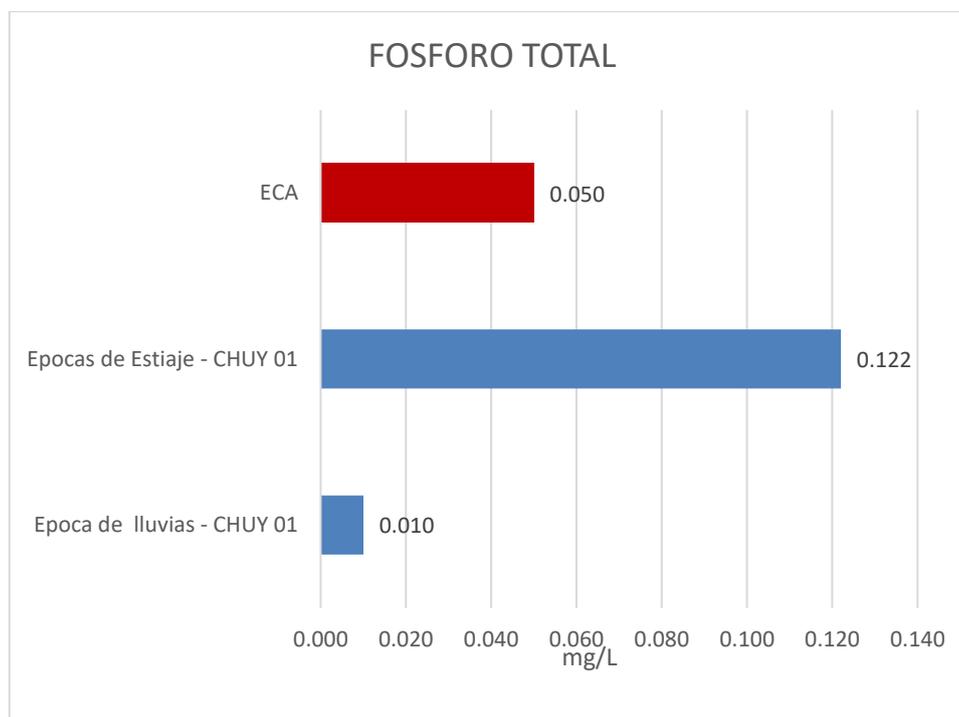
4.3 Resultados de laboratorio de las muestras fisicoquímicas y microbiológicas en el cuerpo receptor el río chuyapi, Distrito de Santa ANA, 2021

PARAMETROS FISICOS QUIMICOS

Tabla N° 29. Comparación de Fósforo Total en Receptor con Estándar de Calidad Ambiental ECA IV E

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Fosforo Total	mg/L	0.010	0.050 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Fosforo Total	mg/L	0.122	0.050 mg/L

Gráfico N° 29. Comparación de Fósforo Total en Receptor con Estándar de Calidad Ambiental ECA IV E

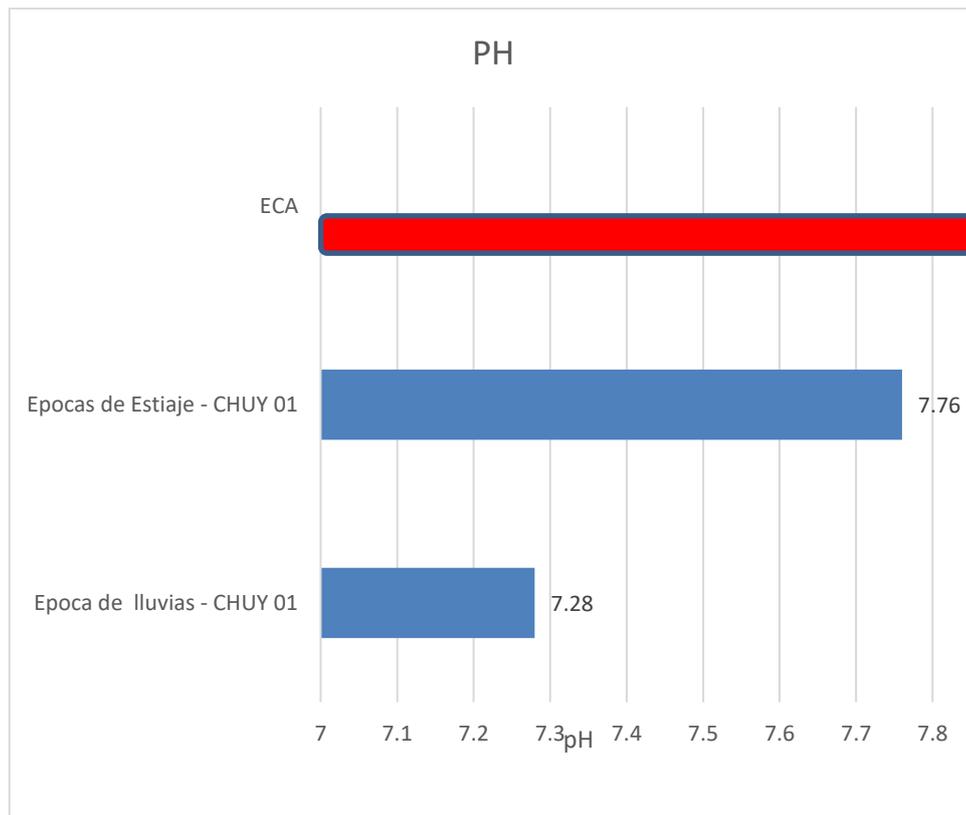


El fósforo total del receptor cumple con la norma de calidad ambiental - clase IV E2 en época de lluvia, el valor es de 0,010 mg/L, y no cumple con la norma de calidad ambiental - clase IV E2 en época seca, presentando un valor de 0,122 mg/L.

Tabla N° 30. Comparación del valor de pH y el estándar de calidad ambiental del receptor ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	PH	Unidades de pH	7.28	6.5 – 9.0 Unidades de pH
Estiaje (14/09/2021)	PH	Unidades de pH	7.76	6.5 – 9.0 Unidades de pH

Gráfico N° 30. Comparación del valor de pH y el estándar de calidad ambiental del receptor ECA IV E2

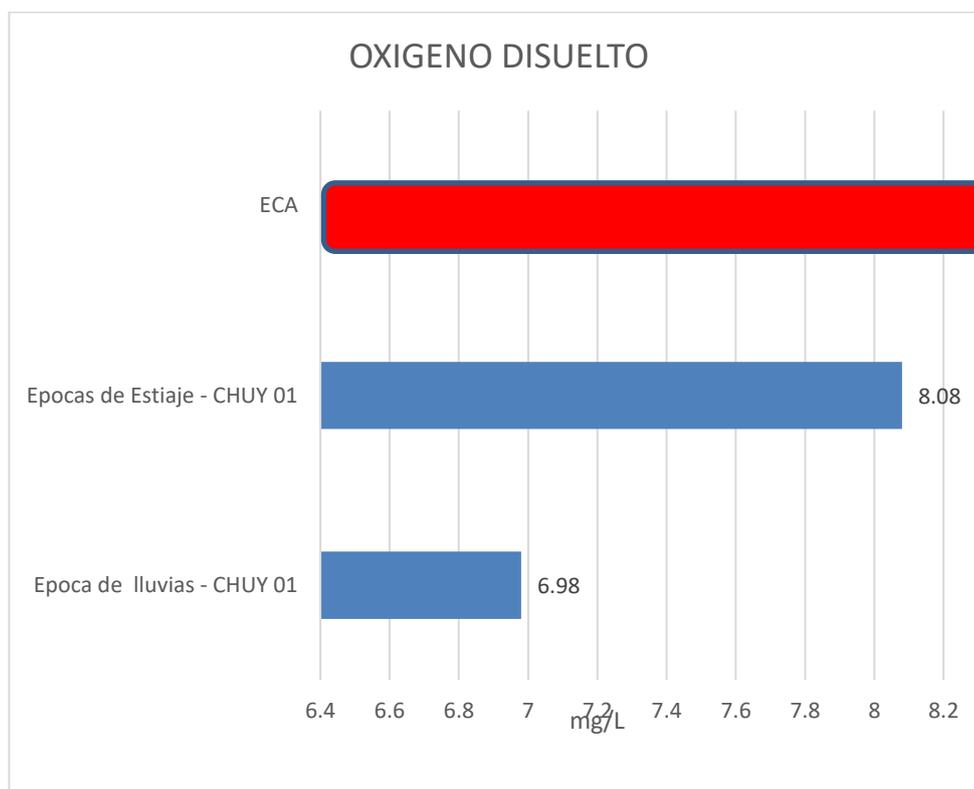


El pH de las aguas del cuerpo receptor alcanzó valores de 6,7 unidades de pH y 7,7 unidades de Ph durante las dos épocas de estudio (lluviosa y seca) en los Estándares de Calidad Ambiental - IV E2.

Tabla N° 31. Comparación del Oxígeno Disuelto en el receptor y el Estándar de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	6.98	≥ 5 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	8.08	≥ 5 mg/L

Gráfico N° 31. Comparación del Oxígeno Disuelto en el receptor y el Estándar de Calidad Ambiental ECA IV E2



Elaboración Propia

El oxígeno disuelto en el cuerpo receptor alcanzó valores de 6,98 mg/L y 8,08 mg/L dentro de la Norma de Calidad Ambiental - IV E2 para ambas épocas de estudio (lluviosa y seca).

Tabla N° 32. Comparación de Conductividad en el receptor y la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Conductividad	uS/cm	58.83	1000 uS/cm
Estiaje (14/09/2021)	Conductividad	uS/cm	65.68	1000 uS/cm

Gráfico N° 32. Comparación de Conductividad en el receptor y la Norma de Calidad Ambiental ECA IV E2



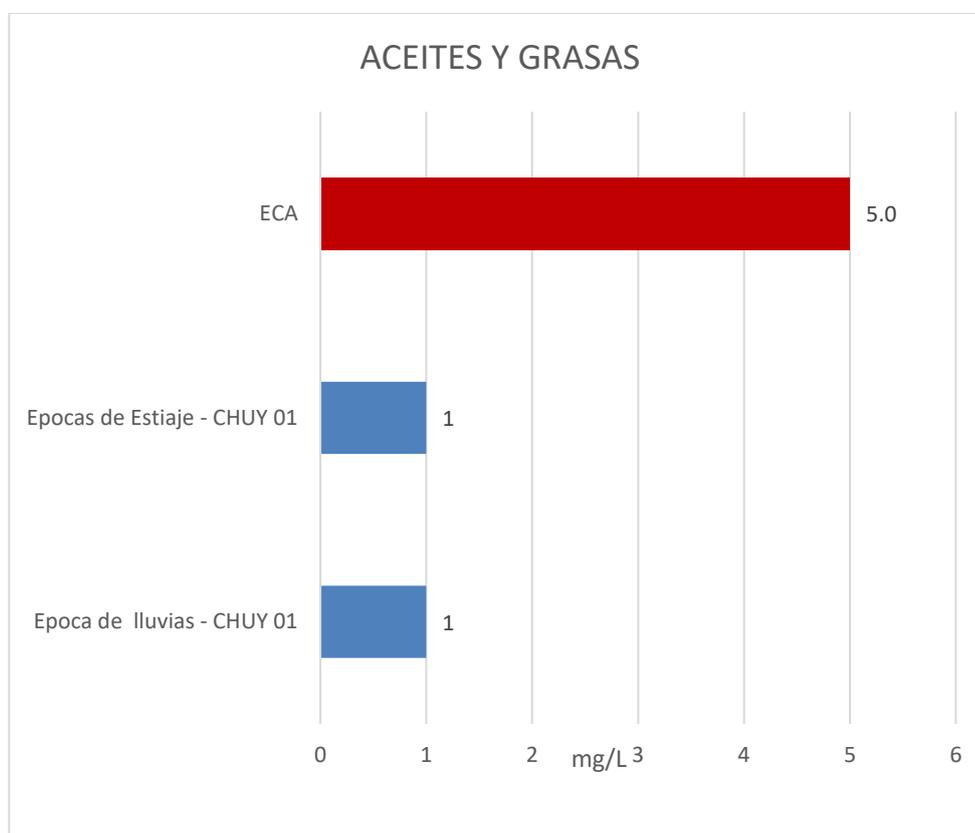
Elaboración Propia

La conductividad en el cuerpo receptor se encuentra dentro de los valores de 58.63 uS/cm y 65.68 uS/cm según las normas de calidad ambiental - IV E2 para ambas épocas de estudio (lluviosa y seca), es decir no afecta la calidad del agua del Río Chuyapi.

Tabla N° 33. Comparación de Aceites y Grasas en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	1	5,0 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	1	5,0 mg/L

Gráfico N° 33. Comparación de Aceites y Grasas en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



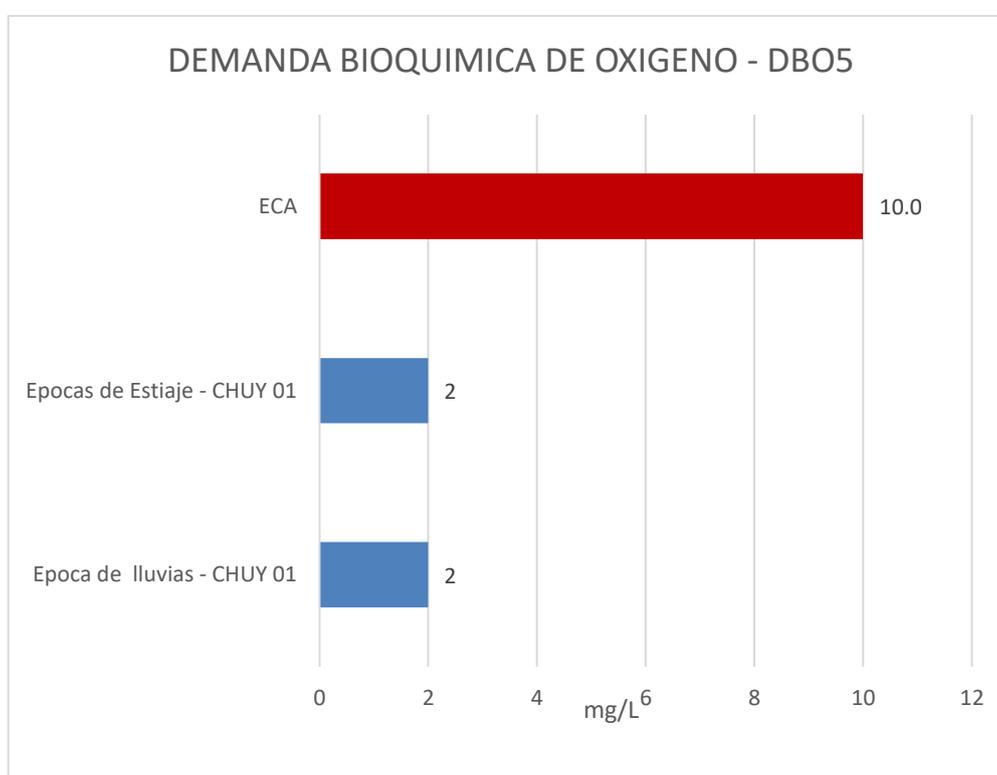
Elaboración Propia

Los aceites y grasas en el cuerpo receptor alcanzaron los valores de 1 mg/L y 1 mg/L dentro de la norma de calidad ambiental-IV categoría E2 para las dos épocas de estudio (lluviosa y seca), es decir, no afectaron la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 34. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2	10 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2	10 mg/L

Gráfico N° 34. Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2.



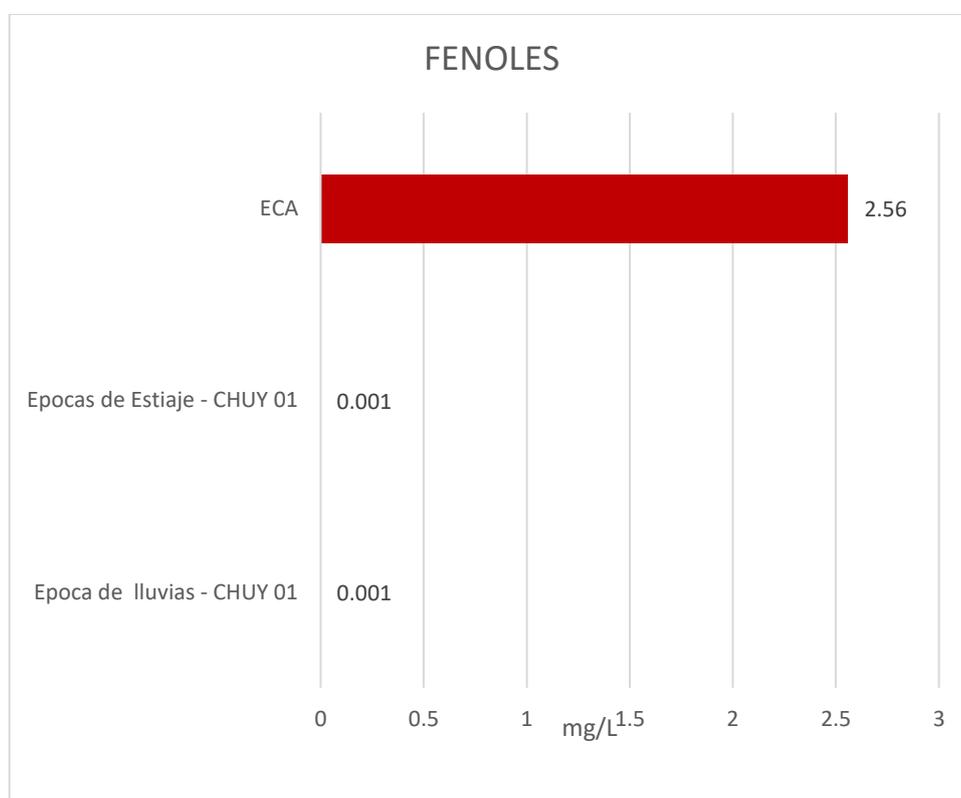
Elaboración Propia

La demanda bioquímica de oxígeno en el cuerpo receptor alcanza los valores de 2 mg/L y 2 mg/L en las dos épocas de estudio (lluviosa y seca) de la norma de calidad ambiental-IV categoría E2, es decir, no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 35. Comparación de los Fenoles en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Fenoles	mg/L	0.001	2,56 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Fenoles	mg/L	0.001	2,56 mg/L

Gráfico N° 35. Comparación de los Fenoles en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



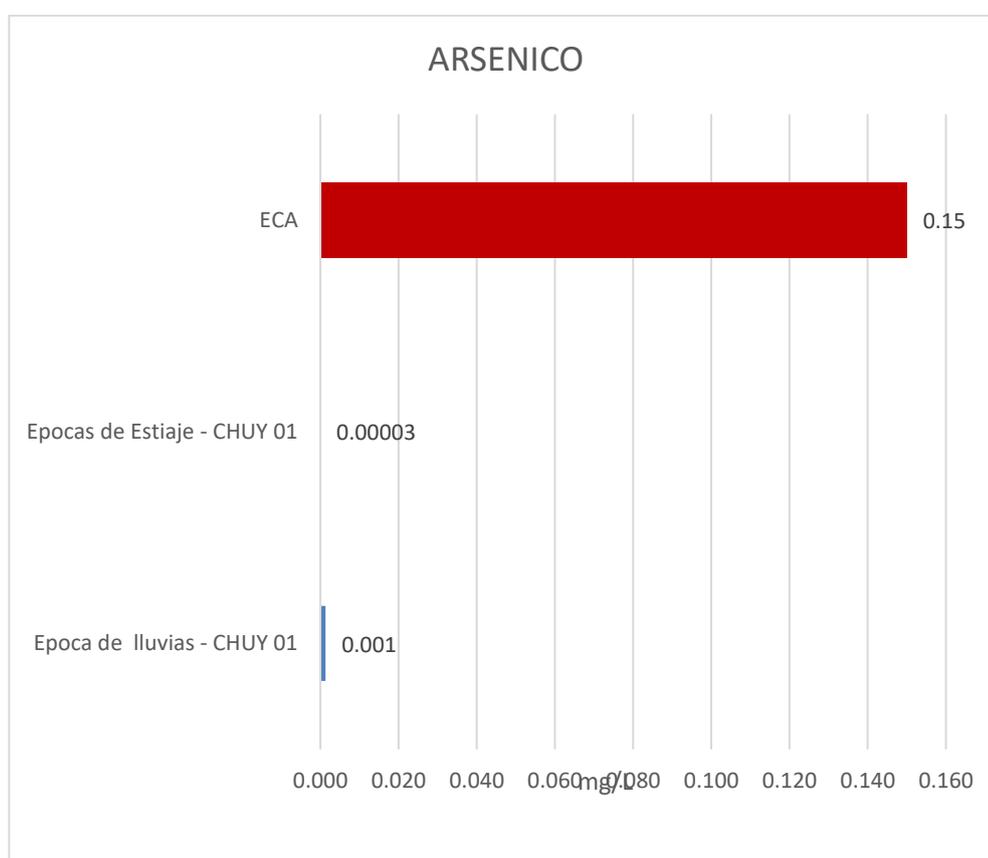
Elaboración Propia

Los estándares de calidad ambiental para fenoles en el cuerpo receptor en las dos épocas de estudio (lluviosa y poco lluviosa) - IV E2 para lograr valores de 0.001 mg/L y 0.001 mg/L, es decir no afectar la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 36. Comparación de Arsénico en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Arsénico	mg/L	0.001	0,15 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Arsénico	mg/L	Menor a 0.00003	0,15 mg/L

Gráfico N° 36. Comparación de Arsénico en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



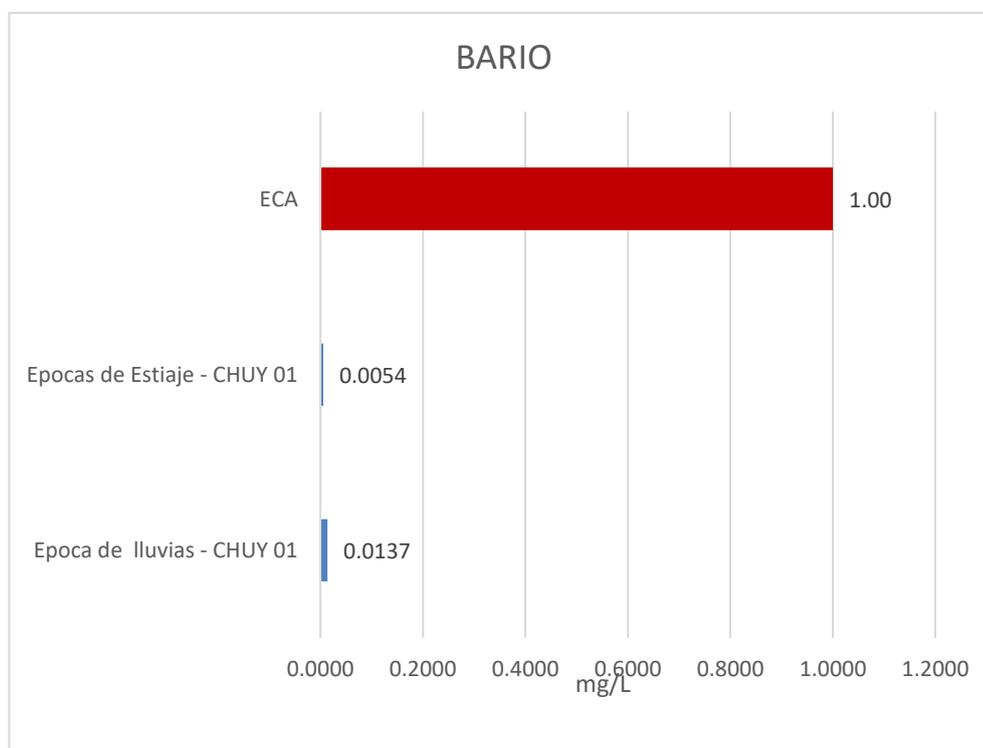
Elaboración Propia

El arsénico en el cuerpo receptor alcanzó valores de 0,001 mg/L y menores a 0,000003 mg/L dentro de la Norma de Calidad Ambiental - IV E2 para ambas épocas de estudio (lluviosa y seca), es decir, no afectó la calidad del agua del río Chuyapi

Tabla N° 37. Comparación del Bario en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Bario	mg/L	0.0137	1 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Bario	mg/L	0.0054	1 mg/L

Gráfico N° 37. Comparación del Bario en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



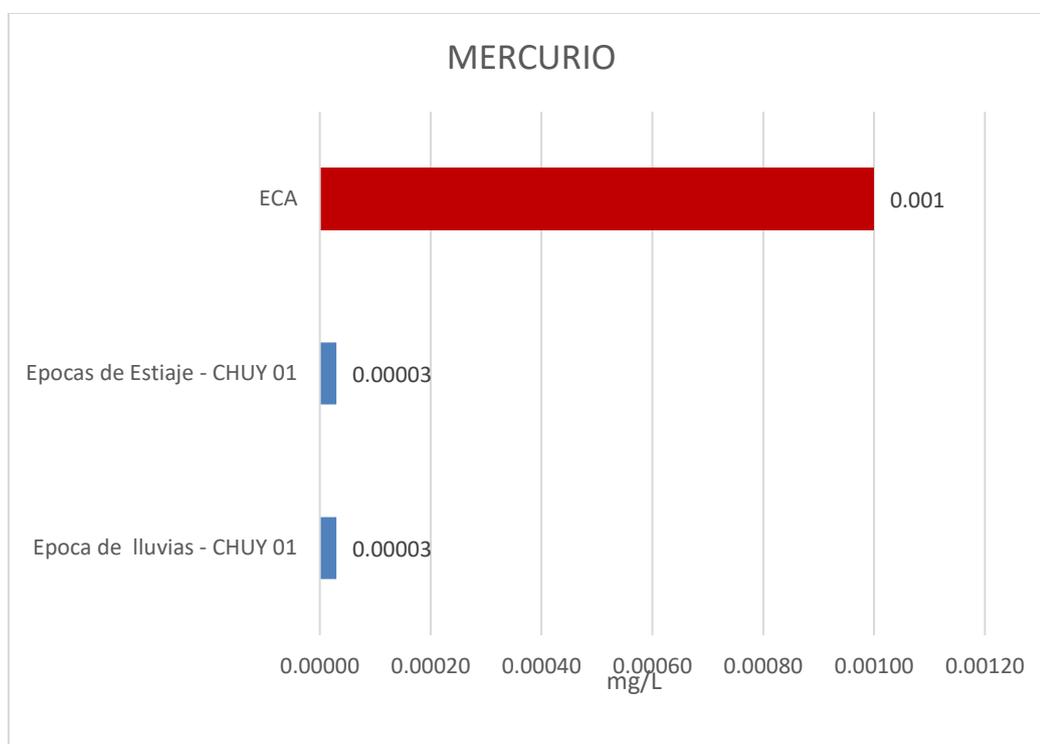
Elaboración Propia

El bario en el cuerpo receptor alcanzó los valores de 0,0137 mg/L y 0,0054 mg/L en las dos épocas de estudio (lluviosa y poco lluviosa) en la norma de calidad ambiental-IV clase E2, es decir, no afectó la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 38. Comparación del Mercurio en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Mercurio	mg/L	0.00003	0,0001 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Mercurio	mg/L	0.00003	0,0001 mg/L

Gráfico N° 38. Comparación del Mercurio en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



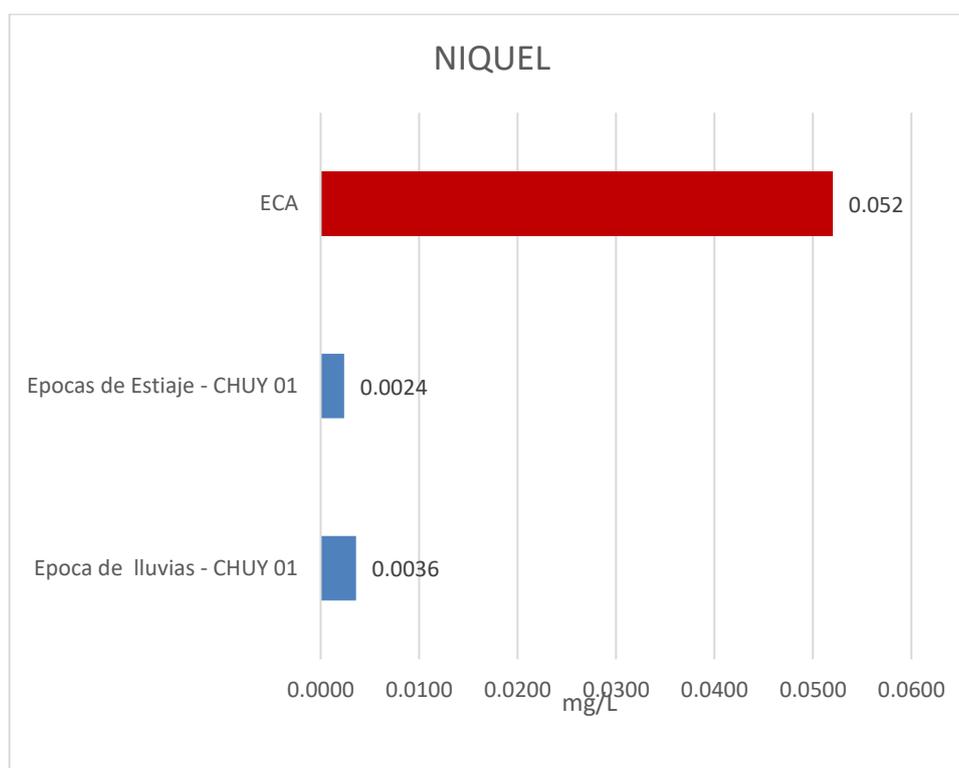
Elaboración Propia

El mercurio en el cuerpo receptor estuvo dentro de los límites de las Normas de Calidad Ambiental - Categoría IV E2 para ambas épocas de estudio (lluviosa y seca), alcanzando valores de 0.00003 mg/L y 0.00003 mg/L, es decir, no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 39. Comparación del Níquel en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Níquel	mg/L	0.0036	0,052 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Níquel	mg/L	0.0024	0,052 mg/L

Gráfico N° 39. Comparación del Níquel en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



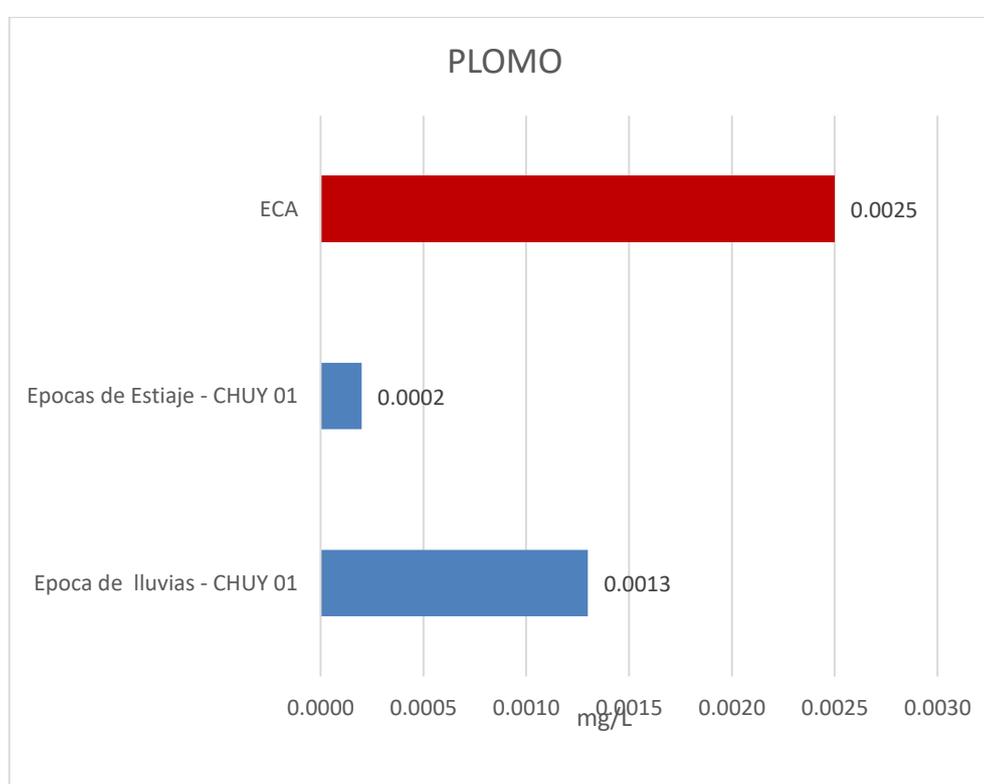
Elaboración Propia

Los estándares de calidad ambiental para el níquel en el cuerpo receptor para ambas épocas de estudio (lluviosa y seca) - Clase IV E2 a valores de 0.0036 mg/L y 0.0024 mg/L, es decir no afectar la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 40. Comparación del Plomo en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Plomo	mg/L	0.0013	0,0025 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Plomo	mg/L	0.0002	0,0025 mg/L

Gráfico N° 40. Comparación del Plomo en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



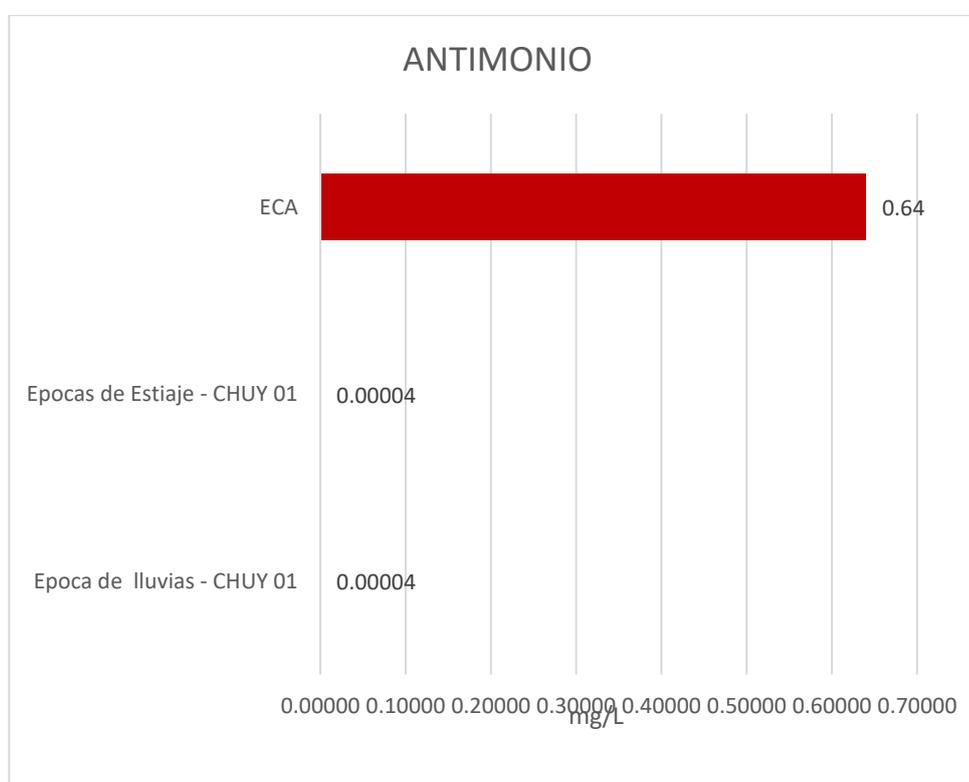
Elaboración Propia

El plomo en el cuerpo receptor alcanzó el valor de 0,0013 mg/L y 0,0002 mg/L en las dos épocas de estudio (lluviosa y poco lluviosa) bajo la norma de calidad ambiental-IV clase E2, es decir, no afectó la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 41. Comparación del Antimonio en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Antimonio	mg/L	0.00004	0,64 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Antimonio	mg/L	0.00004	0,64 mg/L

Gráfico N° 41. Comparación del Antimonio en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



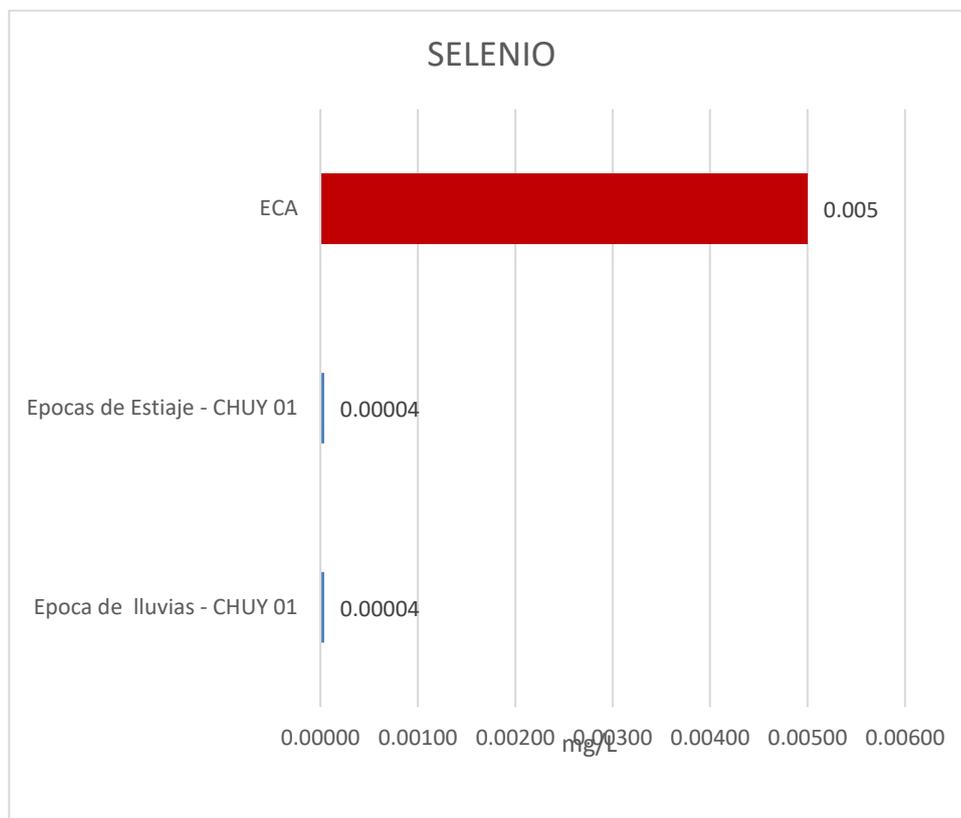
Elaboración Propia

El antimonio en el cuerpo receptor alcanzó los valores de 0,00004 mg/L y 0,00004 mg/L dentro de la norma de calidad ambiental-IV clase E2 en las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca), es decir, no afectó la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 42. Comparación del Selenio en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Selenio	mg/L	0.00004	0,005 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Selenio	mg/L	0.00004	0,005 mg/L

Gráfico N° 42. Comparación del Selenio en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



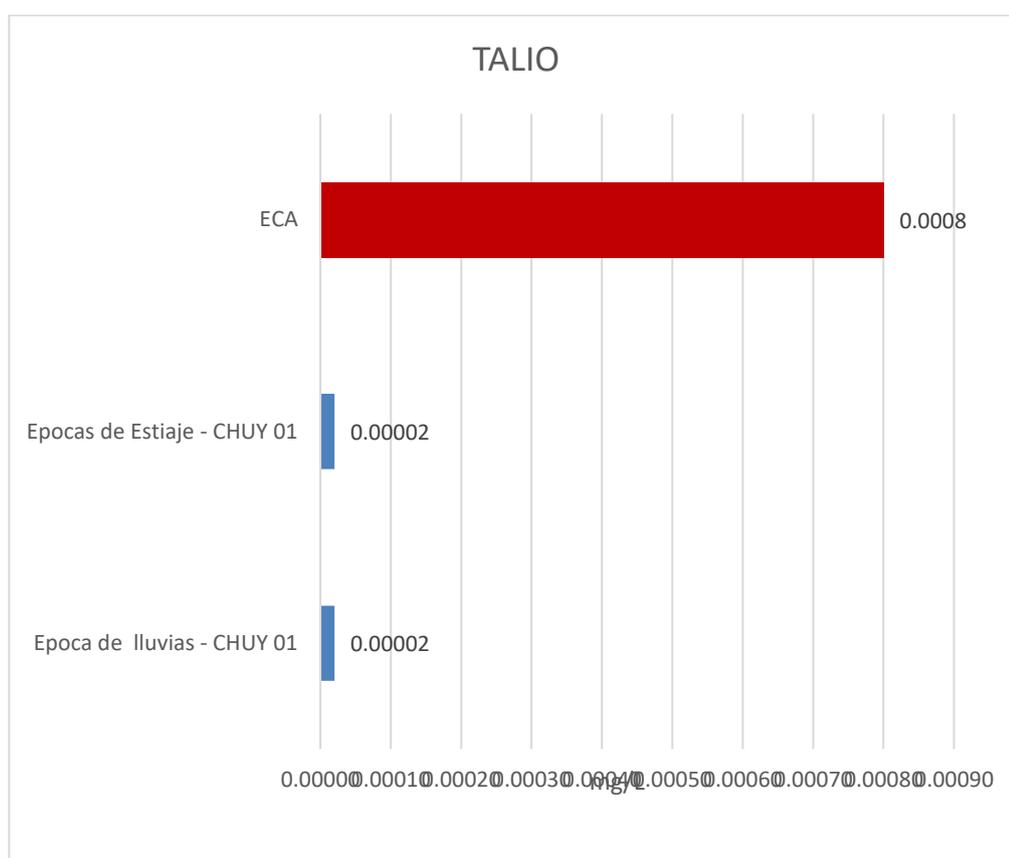
Elaboración Propia

El selenio en el cuerpo receptor alcanzó el estándar de calidad ambiental IV E2 de 0.00004 mg/L y 0.00004 mg/L en las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca), es decir, no afectó la calidad del agua del río Chuyapi..

Tabla N° 43. Comparación del Talio en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Talio	mg/L	0.00002	0,0008 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Talio	mg/L	0.00002	0,0008 mg/L

Gráfico N° 43. Comparación del Talio en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



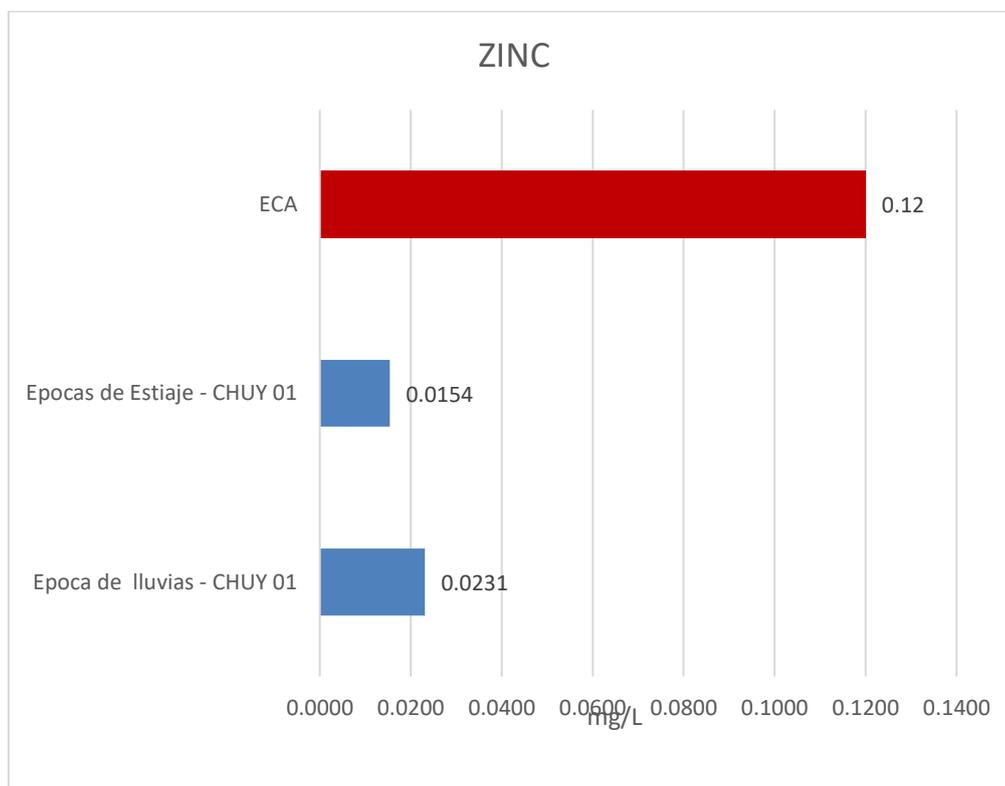
Elaboración Propia

El talio en el cuerpo receptor alcanza los valores de 0,00002 mg/L y 0,00002 mg/L dentro de la norma de calidad ambiental-IV categoría E2 en las dos temporadas de estudio (lluviosa y seca), es decir, no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

Tabla N° 44. Comparación del Zinc en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2

Temporada	Parámetro	Unidad	Punto de Muestreo – cuerpo receptor	ECA
			CHUY - 1	
Lluvias (23/03/2021)	Zinc	mg/L	0.0231	0,12 mg/L
Estiaje (14/09/2021)	Zinc	mg/L	0.0154	0,12 mg/L

Gráfico N° 44. Comparación del Zinc en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2



Elaboración Propia

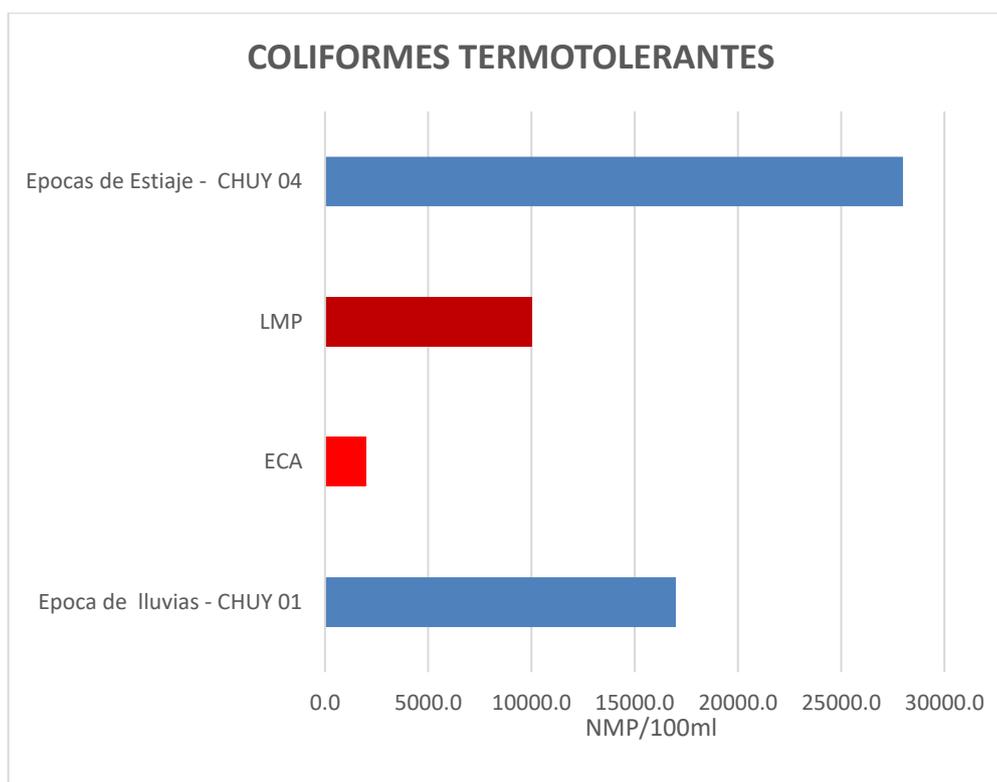
El zinc en el cuerpo receptor alcanza valores de 0.0231 mg/L y 0.0154 mg/L dentro de la norma de calidad ambiental-IV categoría E2 para ambas épocas de estudio (lluviosa y seca), es decir no afecta la calidad del agua del río Chuyapi.

PARAMETRO MICROBIOLOGICO

Tabla N° 45. Comparación de los Coliformes Termotolerantes en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 Y LMP

Temporada	Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo	ECA	LMP
			CHUY - 01		
Lluvias (23/03/2021)	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	17 000	2000 NMP/100ml	10000 NMP/100ml
Estiaje (14/09/2021)	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	28 000	2000 NMP/100ml	10000 NMP/100ml

Gráfico N° 45. Comparación de los Coliformes Termotolerantes en el receptor y los Estándares de Calidad Ambiental ECA IV E2 Y LMP



Elaboración Propia

Los coliformes resistentes al calor en el cuerpo receptor superaron los estándares de calidad ambiental - categoría IV E2 en ambas temporadas de estudio (lluviosa y seca), y tampoco cumplieron con el LMP, alcanzando 17.000 NMP/100ml y 28.000 NMP/100ml, respectivamente, el nivel de las aguas residuales domésticas el vertido afecta al cuerpo receptor.

V. DISCUSIÓN

El parámetro pH en el vertimiento, cuerpo de agua y cuerpo receptor, no sobrepasa los ECA categoría IV E2 y LMP para la temporada de estiaja y lluvia. Los valores de dicho parámetro tienen gran importancia para la adaptación de los microorganismos.

Mamani, C. (2018), en su estudio de evaluación de carga contaminante generado por el vertimiento de aguas residuales de la Municipalidad provincial de Yunguyo determina Un pH de 7.37 – 6.99 en el vertimiento, encontrándose dentro de los Estándares de Calidad Ambiental, similar a los resultados determinados en el estudio de Investigación de Avellaneda, P. (2016), en su estudio de evaluación de la calidad de agua del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca a nivel local; determina un pH entre 7.08 y 7.40 encontrándose dentro de los Estándares de Calidad Ambiental

Por el contrario, si realizamos irrigación con pH inadecuado, la planta no asimilará potasio, calcio o magnesio y en cuanto a la ingesta de agua de baja calidad en los animales presenta alteraciones digestivas, disminución en la producción láctea, alteración en la reproducción y en los casos más extremos hasta la muerte. Un alto o bajo pH puede modificar el balance de los químicos del agua y movilizar a los contaminantes, causando condiciones tóxicas. Los organismos acuáticos pueden sufrir problemas haciendo que las poblaciones disminuyan.

El parámetro de conductividad en el cuerpo receptor, cuerpo de agua y vertimiento en épocas de lluvia y estiaje no sobrepasan la categoría IV E2 y LMP, por lo contrario, estas aguas que discurren en el Rio Chuyapi si tuvieran grandes concentraciones de sales, provocaría la muerte de los ecosistemas acuáticos y la salinización de las mismas.

Avellaneda, P. (2016), en su estudio de evaluación de la calidad de agua del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca a nivel local; determina una conductividad con valores entre 429 y 746 $\mu\text{S}/\text{cm}$ encontrándose dentro de los Estándares de Calidad Ambiental, pero esta no es apta para el consumo de animales y para irrigar vegetales. Rivera, S. y Vásquez, F. (2016), encuentra una conductividad de 16.77 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el río Mazán, Loreto, hallándose dentro de los Límites Máximos

Permisibles exigido por la norma legal peruana y organismos internacionales; sin embargo, no son aptos para la bebida de animales, dado que, dichos ríos presentan característica amazónica.

El DBO5 superó los ECA en época de lluvia en el vertimiento en 10.46 mg/L, coincidiendo este con el arrastre de materia orgánica producto de las lluvias que arrastran substratos producto de la erosión y las escorrentías sumado a esto el vertimiento de las aguas residuales doméstica, es decir agua de mala calidad ecológica, con alto rango de contaminación, en la cual solo pueden vivir los microorganismos más resistentes tornándose el agua de un aspecto séptico, con alta turbiedad, color y olor. La demanda bioquímica de oxígeno es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto es consumido por los microorganismos, en los procesos de conservación de la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones anaeróbicas, en un laxo de tiempo de incubación de cinco días y a 20 °C.

Mamani, C. (2018), en su estudio de evaluación de carga contaminante generado por el vertimiento de aguas residuales de la Municipalidad provincial de Yunguyo, determinó la DBO5, estos presentando mayores niveles de contaminación en la Zona B y C, debido al vertimiento de aguas residuales, indica que el mes que presenta mayor promedio de DBO5 es en el mes de Abril, esto se debido a que en el muestreo realizado durante este mes, se pudo reunir una gran cantidad de materia orgánica debido al finalización de la lluvia que conlleva a una descenso en su cauce.

El DQO no sobrepaso los LMP para la temporada seca y de lluvia en el vertimiento, esta medida aproximada mide la cantidad de oxígeno requerida para la oxidación química de la materia orgánica biodegradable y no biodegradable de una muestra de agua.

Avellaneda, P. (2016), en su estudio de evaluación de la calidad de agua del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca; determinó una concentración entre 8.0 y 250 mg/L para demanda química de oxígeno superando los Estándares de Calidad Ambiental, con una concentración de 210 mg/L más al valor aceptado; asumiendo las enormes cantidades de residuos sólidos producidos por las zonas urbanas, Rivas et al (2005), encontró valores altos de 38.27- 46.66 mg/l para la DQO y

valores intermedios de 31.78-36.64 mg/l y de acuerdo a la relación DBO5/ DQO en los ríos varió entre 0.006 a 0.394 mostrando una alta cantidad de material biodegradable en el transporte. Medellín, I., & Tacilla, T. (2019). En su estudio de Influencia del vertimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas en la calidad de agua del rio Cajamarquino – Llacanora,2017 determinó que la demanda química de oxígeno no sobrepasa los LMP, pero sí sobrepasa los ECA de la categoría D.1 - D.2 con una concentración de 21mg/L en la época de lluvia. Coincidiendo con el acarreo de materia orgánica producto de las lluvias que arrastran substratos resultado de la erosión y las escorrentías sumado a esto el vertimiento de la planta de tratamiento de agua residual doméstica del distrito de Llacanora, sector La Banda.

El parámetro de sólidos suspendidos no sobrepasó los ECA categoría IV E2 y LMP para el cuerpo de agua, cuerpo receptor y vertimiento en las épocas de lluvia y estiaje en el Rio Chuyapi.

En referencia Nina, (2015) reporta la variación de los sólidos totales suspendidos en el sistema, con valores desde 279.33 mg/l hasta 379.67 mg/l esto en el afluente, y un mínimo de 60.33 mg/l hasta un máximo de 100mg/l en efluente como se puede corroborar hay una considerable cifra de remoción de sólidos totales suspendidos, evaluados y monitoreado durante los meses de evaluación. La menor cifra que reporta para el efluente, es en el mes de mayo con 279.33 mg/l, también 60.33 mg/l para el efluente en el mismo mes de mayo, entonces se dice que la remoción de este parámetro es directamente proporcional.

Avellaneda, P. (2016), en su estudio de evaluación de la calidad de agua del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca; determinó el parámetro de sólidos suspendidos totales con los valores entre 3.2 y 948 mg/L dicho valor no se realizó la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental. Sin embargo, al ser comparados con los Límites Máximos Permisibles supera considerablemente en 798 mg/L veces más al valor permitido.

El parámetro Aceites y Grasas no sobrepasa los ECA categoría IV E2 y LMP para el cuerpo de agua, cuerpo receptor y vertimiento en las épocas de lluvia y estiaje en el Rio Chuyapi, es decir existe una biodegradación de aceites y grasas, si esto

no fuera así, se alterarían los procesos aerobios y anaerobios, forman películas que impiden el desarrollo de la fotosíntesis y cubren los fondos y lechos de ríos, degradando el ambiente durante el proceso de descomposición.

Maldonado, M. (2019) en su estudio de Evaluación del impacto de las aguas vertidas por el Gran Tunel Graton a la calidad de las aguas del Rio Rimac en el Distrito de San Mateo, muestra los valores obtenidos del presente parámetro de control, mediante el análisis, muestran una constante aguas arriba antes del vertido de aguas del túnel Graton y aguas abajo posteriores al vertido de aguas del túnel Graton. Por cual el vertido de las aguas del túnel Graton a las aguas del rio Rímac, no presentan un impacto negativo para este.

Los parámetros de coliformes termotolerantes superaron sus LMP y ECA en el punto de muestreo del vertimiento y en el cuerpo receptor en la época de lluvias y estiaje en 20 000 NMP/100 mL, 25 000 NMP/100 mL, 17000 NMP/100 mL y 2800 NMP/100 mL, el cual indica contaminación lo cual genera una alteración significativa en la calidad de agua del rio Chuyapi debido al vertimiento de aguas residuales domésticas, por lo que el agua no solo el agua afecta al ecosistema acuático, sino también al hombre trayendo como consecuencia enfermedades epidémicas y parasitarias.

Loayza y Cano (2015), el resultado registrado se evidenció que la calidad de agua a partir del sector medio y bajo se ve afectada por la actividad doméstica por lo tanto las concentraciones de parámetros microbiológicos (coliformes fecales y Escherichia Coli) sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua categoría: 3

Castañeda, M. (2017), presenta una concentración de 1 600 NMP/100mL para Coliformes Termotolerantes; indicando contaminación termotolerante. Asumiendo que aguas están contaminadas con residuos termotolerantes cuando hay actividades excretales de forma directa a los cuerpos de agua natural, procedentes de los seres humanos y de animales haciendo que no sea apta para consumo de ningún ser vivo.

Avellaneda, P. (2016), en su estudio de evaluación de la calidad de agua del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca a nivel local; determina el parámetro de

coliformes termotolerantes con los valores entre 2 000 y 92×10^6 NMP/100 mL sobrepasando los Estándares de Calidad Ambiental; dicho autor asume que es por consecuencia de grandes cantidades de residuos sólidos y desechos excretales de las poblaciones y áreas ganaderas en las orillas.

El cuerpo de agua y el cuerpo receptor supera los Estándares de Calidad Ambiental - categoría IV con respecto al Fosforo en épocas de estiaje llegando a valores de 0.059 mg/L y 0.122 mg/L.

Ki-moon (2014), en el mundo, la problemática con relación al agua lo compone la eutrofización, el cual es originado por el incremento de las concentraciones de los diversos nutrientes tales como el fósforo y también el nitrógeno, los cuales afectan para el uso del agua. Para las principales fuentes de los diversos nutrientes es el resultado de las escorrentías agrícolas y el de las aguas que son residuales de fuentes domésticas, y los efluentes industriales. Para el caso de los lagos y de los pantanos están expuestos a diversos impactos que son de característica negativa de la eutrofización, esto según el complicado dinamismo, que tiene un tiempo de residencia del agua de manera relativa largo, y a la situación de la concentración de los diversos contaminantes que vienen de las cuencas de drenaje.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que la influencia del vertimiento de las aguas residuales domesticas alteró los Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental en los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para las dos temporadas de estudio (seca y lluvia) en la calidad de agua del rio Chuyapi, los parámetros fisicoquímicos analizados fueron: pH, conductividad, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, aceites grasos y demanda bioquímica de oxígeno el cual en épocas de lluvias con un valor de 10.46 mg/L el cual está por encima de los Estándares de calidad ambiental - categoría IV E2 y microbiológico los coliformes totales los cuales en épocas de lluvia y estiaje con valores de 20 000 NMP/100 mL, 25 000 NMP/100 mL, DBO5 EN LLUVIA 10.46 mg/L.

Se determinó que el cuerpo de agua cumple con los parámetros microbiológicos en las dos temporadas de estudio (lluvia y estiaje), pero no cumple con los parámetros fisicoquímicos en épocas de estiaje debido a que se tiene un valor de fosforo de 0.059 ml/L, los parametros físicos analizados fueron PH, Oxígeno disuelto, fosforo total, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, fenoles, arsénico, bario, mercurio, níquel, plomo, antimonio, selenio, talio, zinc.

Se determinó que el cuerpo receptor cumple con los parámetros fisicoquímicos en las dos épocas de estudio (lluvia y estiaje) los parámetros analizados fueron PH, Oxígeno disuelto, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, fenoles, arsénico, bario, mercurio, níquel, plomo, antimonio, selenio, talio, zinc, pero el fosforo supera los Estándares de calidad ambiental - categoría IV E2 en épocas de estiaje alcanzando un valor de 0.122 mg/L, los parámetros microbiológicos coliformes termotolerantes supera Estándares de Calidad Ambiental categoría IV E2 y Límites Máximos Permisibles para las dos temporadas de estudio, alcanzando valores de 17000 NMP/100 mL y 2800 NMP/100 mL, lo cual altera la calidad de agua del Rio Chuyapi.

VII. RECOMENDACIONES

Convocar al Grupo de trabajo del Área de Conservación Natural Chuyapi Urusayhua, el cual está presidido por el Gobierno Regional y conformado por la EPS EMAQ S.R. Ltda, Dirección General de Asuntos Ambientales – MINAM, Autoridad Nacional del Agua, servicio natural de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernanp), Servicio nacional forestal y de fauna silvestre (Serfor), gobiernos locales y autoridades centros poblados, para solicitar a la Municipalidad Provincial de la Convención la necesidad de una planta de tratamiento de aguas residuales, debido que a la fecha solo se tiene una cámara de rejas deficiente a la que solo llega una parte de las aguas residuales domesticas del Distrito de Santa Ana y el resto es vertido de manera directa al Rio Chuyapi y Vilcanota.

Realizar monitoreos continuos en el Rio Chuyapi de manera sistemática y periódica, dando énfasis a los parámetros encontrados que exceden los LMP y Estándares de Calidad Ambiental categoría IV E2 para tomar acciones correctivas de manera oportuna y poder conservar el recurso hídrico a este recurso dando énfasis que este rio se encuentra en un área de conservación regional Chuyapi Urusayhua.

Realizar estudios más detallados y con más elementos climáticos para que puedan evaluar la tecnología necesaria para la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas que se necesita para poder conservar el recurso hídrico en el Rio Chuyapi.

Capacitar a las poblaciones aledañas al Rio Chuyapi, concientizar sobre la importancia, de la preservación de un Recurso Hídrico, evitando la contaminación con los residuos sólidos en las orillas del rio debido a que por escorrentías superficiales o vertidos directamente contaminamos el recurso hídrico.

REFERENCIAS

- Ananya, S., & Manan, S. (2020). Characterisation and bioremediation of wastewater: A review exploring bioremediation as a sustainable technique for pharmaceutical wastewater. *Groundwater for Sustainable Development* Vol. 11, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100383>
- Aquino, P. (2017). *Calidad de Agua en el Perú*. Lima: Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR). Obtenido de ISBN: 978-612-4210-50-1.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N°010-2016-ANA)*. Lima: ANA. Obtenido de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf
- Barrera, O., & Mejía, Z. (2018). Key factors in Bioremediation Processes for the wastewater treatment. A review. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 21(2), pp. 573-585. doi:<https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1037>
- Bojarczuk, A., & Jelonkiewicz, Ł. (2018). The effect of anthropogenic and natural factors on the prevalence of physicochemical parameters of water and bacterial water quality indicators along the river Białka, southern Poland. *Environmental Science and Pollution Research volume*, pp. 10102–10114. doi:<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-018-1212-2>
- Bueno, A. (2021). *Evaluación de la Calidad de Agua del Rio Huancachupa, Contaminado por Descargas de Aguas Residuales en los Distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, Junio A Agosto – 2019*. Huanuco: Universidad de Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2961>
- Catañeda. (2017). *Calidad del agua en la microcuenca del Rio Challhuahuacho comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para riego y Bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac – 2016*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1414>
- Chacón, M. (2016). *Análisis Físico y Químico de la calidad del agua*. Colombia: Edicion, USTA. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=0hJ_DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Calidad+de+agua&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Calidad%20de%20agua&f=false

- Chavez, J., Rascon, J., & Eneque, A. (2017). Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Ventilla, Amazonas. *Revista Indes*, pp. 99-107. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.3828081>
- Cordova, M. (2017). *Calidad del agua en la microcuenca del Río Challhuahuacho comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para riego y Bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac – 2016*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1414>
- De la Lanza, G., & Hernandez, P. (2020). *Organismos indicadores de la calidad de agua y de la contaminación*. México: Plaza y Valdez S.A.C. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=DfXiBOYXb98C&printsec=frontcover&dq=Determinaci%C3%B3n+de+la+Concentraci%C3%B3n+de+contaminantes+Fisicoqu%C3%ADmicos+y+Bacteriol%C3%B3gicos+en+los+cuerpos+de+agua+de+la+margen+izquierda+del+Ri+o+Mayo,+2017&hl=es&sa=X&v>
- El Peruano. (2010). Decreto Supremo N°001-2010-AG. Normas Legales, N° 472561-3. *Diario Oficial El Peruano*. Obtenido de <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/decretosupremos/2010/ds01-2010-ag.pdf>
- El Peruano. (21 de Febrero de 2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones*. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- El peruano. (13 de Febrero de 2018). *Aprobar la Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales. Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA*. Obtenido de https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/turismo/asuntos_ambientales_turisticos/Normas_Ambientales/Normas_Ambientales_Transversales/Recursos_Hidricos/RJN_010_2016_ANA.pdf
- Fernando, L., & Gonzales, C. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Universidad San Ignacio de Loyola*, pp. 09-25. Obtenido de ISSN 2311 – 7613
- Ferre, J., & Seco, A. (2018). *Tratamientos biológicos de aguas residuales 3era Edición*. España: Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/113132/TOC_6410_01_01.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Galdron, L. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. *Dinamica Ambiental*, pp. 85-102. doi:<https://doi.org/10.18041/2590-6704/ambiental.1.2016.4593>
- Gallego, A., Bravo, J., Garcia, A., & Panigua, G. (2018). *Criterios de Calidad y Gestion del Agua Potable*. Universidad Nacional de Educacion a Distancia. doi: 978-84-362-7393-9
- Georgieva, S., & Gartsyanova, K. (2018). Assessment of Physical-Chemical Characteristics of Surface Water from Key Sites of the Mesta River: State and Environmental Implications. *Euroinvent ICIR*, pp.1-10. doi:10.1088/1757-899X/374/1/012093
- Gray, N. (2017). *Water Technology. 3rd ed.* London: CRC Press.
- Hassan, N. (2020). Water Quality Parameters. *Science, Assessments and Policy*, pp.1-18. doi:<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89657>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hsien, C., & Sze, J. (2019). Quality-based water and wastewater classification for waste-to-resource matching. *Resources, Consevation and Recycling*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104477>
- Huancas, J. (2018). *Determinación de la Concentración de contaminantes Físico Químicos y Bacteriológicos en los cuerpos de agua de la margen izquierda del Rio Mayo, 2017*. San Martin: Universidad Nacional de San Martin. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2844716>
- Hussein, S. (2020). Development and Evaluation of a Water Quality Index for the Iraqi Rivers. *Hydrology*, pp.67. doi:<https://doi.org/10.3390/hydrology7030067>
- Kyung, Y., & Hwa, C. (2017). The relative importance of water temperature and residence time in predicting cyanobacteria abundance in regulated rivers. *Water Research*, pp. 11-19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.040>
- Li, F., & Peng, Y. (2018). Application of Environmental DNA Metabarcoding for Predicting Anthropogenic Pollution in Rivers. *Environ. Sci. Technol.*, pp. 11708–11719. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.est.8b03869>
- Li, P., & Wu, J. (2019). Drinking Water Quality and Public Health. *Exposure and Health volume*, pp. 73–79. doi:<https://doi.org/10.1007/s12403-019-00299-8>
- Lintern, A., & Webb, J. (2017). Key factors influencing differences in stream water quality across space. *WIREs Water Vol. 5*. doi:10.1002/wat2.1260

- Lloms, E., Ololade, O., Ologa, H., & Selvarajan, R. (2020). Investigating Industrial Effluent Impact on Municipal Wastewater Treatment Plant in Vaal, South Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, pp. 1-18. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph17031096>
- Martos, Y. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Agenda 2030*. España: Editorial Elearning S.L. Obtenido de ISBN:9788418214950
- Minaya, R. (2017). *Influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en la calidad de agua del río cajamarquino - Llacanora, 2017*. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Obtenido de https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4690/Reynaldo_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Elaboración de un reporte Anual de Gases de efecto invernadero - Categoría: Efluentes industriales*. Lima: MINAM. Obtenido de https://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/Guia-N%C2%BA-6_Desechos_Efluentes-Industriales.pdf
- Novoa, X. (2021). *La prevención de la legionella y el control de la calidad del agua en entornos hospitalarios*. Xavier Novoa Conde. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=qQI7EAAAQBAJ&pg=PA1&dq=Calidad+de+agua&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=3#v=onepage&q=Calidad%20de%20agua&f=false
- Palomino, P. (2018). Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016. *Anales Científicos*, 79 (2), pp. 298 - 307. doi:<http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i2.1242>
- Parveen, S., Bharose, R., & Singh, D. (2017). Assessment of Physico-Chemical Properties of Tannery Waste Water and Its Impact on Fresh Water Quality. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, pp. 1879-1887.
- Pingping, S., & Nover, D. (2019). Water quality trend assessment in Jakarta: A rapidly growing Asian megacity. *PLoS ONE* 14(7): e0219009., 1-20. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219009>
- Pradana, J., & Gallego, A. (2019). *Criterios de Calidad y Gestion del Agua Potable*. Madrid: UNED. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=_bOWDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Calidad+de+agua&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjUzeTm1fDyAhX0sDEKHQIZBJE4ChDoATAlegQIBxAC#v=onepage&q=Calidad%20de%20agua&f=false

- Quispe, J., & Rojas, P. (2015). *Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua*. Lima: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3507>
- Quispe, M., & Piñas, L. (2020). *Aplicaciones tecnológicas de tratamiento de aguas residuales*. México: Nosotrica Ediciones.
- Rodriguez, H. (13 de Marzo de 2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. Obtenido de IAgua: <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
- Shah, C. (2017). Which Physical, Chemical and Biological Parameters of water determine its quality? *Technical Report*, pp.1-75. doi:10.13140/RG.2.2.29178.90569
- Sierra, C. (2021). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Colombia: Ediciones de la U. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=2fAYEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Calidad+de+agua&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Calidad%20de%20agua&f=false
- Spellman, F. (2017). *The Drinking Water Handbook*. Boca Raton: CRC Press. doi:<https://doi.org/10.1201/9781315159126>
- Torres, J., Magno, J., Pineda, R., & Cruz, M. (2017). Evaluación de la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales para riego mediante humedales Artificiales de flujo libre superficial (FLS) con las especies *Cyperus Papyrus* y *Phragmites Australis*, en Carapongo-Lurigancho. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, pp. 48-64. doi:<http://dx.doi.org/10.17162/rictd.v1i2.954>
- Uddin, M., & Emran, T. (2019). IoT Based Real-time River Water Quality Monitoring System. *Procedia Computer Science* 155, 161–168. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.025>
- UNESCO. (2017). *Aguas residuales, el recurso desaprovechado*. Paris: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Obtenido de ISBN 978-92-3-300058-2
- UNESCO. (2019). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019: no dejar a nadie atrás*. París: Unesco. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304>
- Wang, Z., Shao, D., & Westerhoff, P. (2017). Wastewater discharge impact on drinking water sources along the Yangtze River (China). *Science of the Total Environment*, pp. 1399-1407. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.078>

Zhenbo, L., & Fang, P. (2018). Water Quality Prediction Model Combining Sparse Auto-encoder and LSTM Network. *IFAC PapersOnLine 51-17*, 831–836. doi:10.1016/j.ifacol.2018.08.091

ANEXOS
ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONAL

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS
Variable Independiente Efluente de la planta de Biorremediación de Aguas residuales	La Biorremediación ha demostrado ser una alternativa para establecer nuevos sistemas de depuración de aguas residuales y optimizar los sistemas convencionales existentes para mejorar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del cuerpo de agua (Barrera & Mejía, 2018)	Parámetros Fisicoquímicos	Aceites y Grasas	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Demanda Química de Oxígeno	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			PH	Unidad de pH	PH metro
			Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	Instrumentos de laboratorio
			Temperatura	°C	Termómetro
		Parámetros Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	Instrumentos de laboratorio
Variable Dependiente Calidad de Agua del Río Chuyapi	Para Shah (2017) la calidad de agua es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas y/o para cualquier necesidad o propósito humano. Según Spellman (2017) existen tipos de parámetros de calidad de agua: fisicoquímicas y microbiológicas	Parámetros Fisicoquímicos	PH	Unidad de pH	Instrumentos de laboratorio
			Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	Termómetro
			Conductividad	µS/cm	Instrumentos de laboratorio
			Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Fenoles	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Fosforo Total	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Arsenico	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Bario	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Mercurio	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Niquel	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Plomo	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Antimonio	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Selenio	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Talio	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Zinc	mg/L	Instrumentos de laboratorio
		Parámetros Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	Instrumentos de laboratorio

ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA:

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MÉTODOS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>Problema General ¿Qué influencia tiene el vertimiento de las aguas residuales domesticas en la calidad de agua del Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021?</p> <p>Problema Específico ¿Cuáles son las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del vertimiento de las aguas residuales domesticas en el Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021?</p> <p>¿Cuáles son las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo de agua del Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021?</p> <p>¿Cuáles son las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo receptor Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021?</p>	<p>Objetivo general Determinar la Influencia del Vertimiento de las Aguas Residuales Domesticas en la Calidad del Agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021</p> <p>Objetivo Específico Determinar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del vertimiento de las aguas residuales domesticas en el Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021</p> <p>Determinar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo de agua del Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021</p> <p>Determinar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo receptor Rio Chuyapi – Distrito de Santa Ana, 2021</p>	<p>Hipótesis General H0: El vertimiento de las aguas residuales domesticas influye en la calidad de agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021</p> <p>Hipótesis Específico H1: El vertimiento de las aguas residuales domesticas no cumple los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos de calidad de agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021</p> <p>H2: El cuerpo del agua del rio Chuyapi cumple los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021</p> <p>H3: El cuerpo receptor del rio Chuyapi no cumple los parámetros físico químicos de calidad de agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021</p>	<p>Método Deductivo</p> <p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Nivel de investigación Descriptiva</p> <p>Diseño de investigación Pre experimental</p> <p>Población Cuerpo de agua del Rio Chuyapi desde la cabecera de la cuenca del Rio Chuyapi hasta el punto de confluencia con el rio Vilcanota.</p> <p>Muestras Muestra puntual representativa del vertimiento de las aguas residuales domésticas, cuerpo receptor y cuerpo de agua del Rio Chuyapi en épocas de estiajes y lluvia.</p>	<p>Variable independiente - Vertimiento de las aguas residuales domesticas</p> <p>Variable dependiente - Calidad de Agua del Rio Chuyapi</p>	<p>Parámetros fisicoquímicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH • Conductividad • Temperatura • Solidos totales disueltos • Aceites y grasas • DBO₅ • DQO • Oxígeno Disuelto • Conductividad • Fenoles • Fosforo Total • Arsénico • Bario • Mercurio • Níquel • Plomo • Antimonio • Selenio • Talio • Zinc <p>Parámetros Microbiológicos y Parasitológico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coliformes Termotolerantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolo de monitoreo de efluentes y aguas residuales domesticas o municipales • pH metro • Conductímetro • Termómetro • Multiparámetro • Gps • Instrumentos de laboratorio analítico

PANEL FOTOGRAFICO

Foto N° 01. Rio Chuyapi



Foto N° 02-04. Prueba de multiparámetro Rio Chuyapi-03



Foto N° 05-06. Toma de datos Rio Chuyapi-03



Foto N° 07-09. Toma de datos, muestras Rio Chuyapi-05



Foto N° 10-12. Toma de muestras antes del vertimiento Rio Chuyapi-04



Foto N° 13-14. Sedimentador-EPS EMAQ





PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección General de
Asuntos Ambientales

Registro: 110

Expediente: 00181539-2017

**CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO ÚNICO PARA EL PROCESO DE ADECUACIÓN
PROGRESIVA - RUPAP**

La Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento otorga la presente Constancia de Inscripción en el RUPAP a EPS EMAQ SRLTDA, representada por la Señora María Mirian Serrano Olvefa para la adecuación de vertimientos de los servicios de saneamiento de la localidad de Quillabamba - distrito de Santa Ana, que se detalla a continuación:

A. Datos Generales:

Denominación: Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Quillabamba

Ubicación : Distrito de Santa Ana, provincia de La Convención, departamento de Cusco.

B. Puntos de vertimientos y reúso inscritos:

Nº	DESCRIPCIÓN	VERTIMIENTO /REÚSO	COORDENADAS UTM WGS 84			CAUDAL (L/S)
			NORTE	ESTE	ZONA	
1	Nº V-PY-129-2	Vertimiento	8575018	750952	18	1.00
2	Nº V-PY-129-3	Vertimiento	8575560	750885	18	18.00
3	Nº V-PY-129-4	Vertimiento	8575555	750729	18	70.00
4	Nº V-PY-129-5	Vertimiento	8578137	750891	18	1.50
5	Nº V-PY-129-8	Vertimiento	8578223	750918	18	2.00
6	Nº V-PY-129-9	Vertimiento	8578329	750970	18	6.00
7	Nº V-PY-129-10	Vertimiento	8578476	750974	18	32.00
8	Nº V-PY-129-11	Vertimiento	8578581	750966	18	18.00
9	Nº V-PY-129-12	Vertimiento	8578649	750824	18	10.00
10	Nº V-PY-129-13	Vertimiento	8577178	750562	18	12.00
11	Nº V-PY-129-14	Vertimiento	8577738	749674	18	85.00
12	Nº V-PY-129-15	Vertimiento	8577415	749801	18	2.00
13	Nº V-PY-129-16	Vertimiento	8578965	749792	18	4.00
14	Nº V-PY-129-17	Vertimiento	8578763	750004	18	0.05

C. Obligaciones:

1. El prestador de los servicios de saneamiento deberá cumplir con las obligaciones establecidas en el Reglamento de los artículos 4 y 5 del Decreto Legislativo N° 1285, Decreto Legislativo que modifica el artículo 79° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y establece disposiciones para la adecuación progresiva a la autorización de vertimiento y/o reúso y a los Instrumentos de Gestión Ambiental, aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2017-VIVIENDA (en adelante, Reglamento del Decreto Legislativo N° 1285).
2. La vigencia de la inscripción en el RUPAP está sujeta a los plazos para cada tipo de prestador de servicios de saneamiento, que establece el Anexo I del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1285.
3. El prestador de los servicios de saneamiento podrá ser excluido del proceso de adecuación progresiva si se configuran los supuestos que establece el artículo 29 del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1285.

San Isidro, 22 NOV. 2017



SEGUNDO FABRISTO RONCAL VERGARA
Director General
Dirección General de Asuntos Ambientales
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

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

DECRETO SUPREMO
N° 004-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

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 precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

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:

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	Estuarios	Marinos
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
Ferrocianuros	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
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	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
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	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexafluorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benz(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clorlano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000087	0,000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036



de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5º.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

DECRETO SUPREMO Nº 003-2010-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3º de la Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32º de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permissible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33º de la Ley Nº 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7º del Decreto Legislativo Nº 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permissible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14º del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo Nº 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28º el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118º de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11º de la Ley Nº 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1º.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2º.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permissible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo:** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3º.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4º.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.



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.

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.

Artículo 5°.- Resultados de monitoreo

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.

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.

Artículo 6°.- Fiscalización y Sanción

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.

Artículo 7°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

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.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceres 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	en mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

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;

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;

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;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, 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;

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;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

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;

SE RESUELVE:

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.

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.

Artículo 3°.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4°.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

469445-1

CUT: 189104



RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 056 -2018-ANA

Lima, 13 FEB. 2018

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 73 de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos concordado con el artículo 106 de su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG, establece que la Autoridad Nacional del Agua, clasifica los cuerpos de agua en función a sus características naturales y a los usos que se destinan, tomando como base la implementación progresiva de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA-Agua) que apruebe el Ministerio del Ambiente, de acuerdo con los usos actuales y potenciales al que se destina el agua;

Que, en base a la normatividad expedida por el Ministerio del Ambiente, con Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA se aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino - costeros, según relación contenida en el Anexo N° 1, que contempla: i) la Clasificación de cuerpos de agua superficiales, ríos, lagos y lagunas, ii) Clasificación de cuerpos de agua superficiales lenticos y zonas protegidas; y iii) Clasificación de cuerpos marino - costeros;

Que, con Resolución Jefatural N° 030-2016-ANA se aprueba la clasificación del cuerpo de agua marino - costero, dejando sin efecto legal la clasificación aprobada con el Anexo N° 1 de la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, en el extremo de la clasificación marino - costero, dejando subsistente la clasificación de cuerpos de agua superficiales;

Que, posteriormente con Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, en el cual se indica que la Autoridad Nacional del Agua, es la encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua, categorías, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, según el marco normativo vigente;

Que, en ese sentido, con Resolución Jefatural N° 270-2017-ANA se prepublicó la propuesta de "Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales", habiéndose recibido los aportes y sugerencias respectivas por parte de entidades públicas, privadas y ciudadanos en general;

Que, la Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos a través del Informe Técnico N° 002-2018-ANA-DCERH/AGITN concluye que la clasificación de cuerpos de agua constituye una herramienta de uso obligatorio por personas naturales o jurídicas del territorio nacional, que como resultado de sus actividades generen agua residuales domésticas, municipales, industriales o agrícolas; cuyos vertimientos tratados serán descargados a un cuerpo natural de agua, por lo que se recomienda su aprobación;

Que, la Oficina de Asesoría Jurídica con Informe Legal N° 095-2018-ANA-OAJ, opina que la Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales propuesta debe ser aprobada;

Que, la propuesta de clasificación tiene como finalidad contribuir a la conservación y protección de la calidad de los cuerpos de agua superficiales continentales considerando los usos presentes y potenciales, en concordancia con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, en consecuencia, resulta necesario aprobar la Clasificación propuesta y dejar sin efecto la clasificación aprobada mediante Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA;



CURSO DE AGUA					UNIDAD HIDROGRÁFICA	
N°	Código Curso	Nombre	Categoría	Longitud (km)	Código UH	Nombre
1036	49942	Rio Inuya	Categoría 4	253,75	4994	Cuenca Urubamba
1037	49943	Rio Urubamba	Categoría 4	110,13	4994	Cuenca Urubamba
1038	49944	Rio Mishahua	Categoría 4	220,11	4994	Cuenca Urubamba
1039	49945	Rio Urubamba	Categoría 4	76,33	4994	Cuenca Urubamba
1040	49946	Rio Picha	Categoría 4	146,69	4994	Cuenca Urubamba
1041	49947	Rio Urubamba	Categoría 4	142,78	4994	Cuenca Urubamba
1042	49948	Rio Yavero	Categoría 4	337,42	4994	Cuenca Urubamba
1043	499491	Rio Urubamba	Categoría 4	54,22	4994	Cuenca Urubamba
1044	499492	Rio Cumpirusiato	Categoría 4	81,61	4994	Cuenca Urubamba
1045	499493	Rio Urubamba	Categoría 4	6,60	4994	Cuenca Urubamba
1046	499494	Rio Cushireni	Categoría 3	83,93	4994	Cuenca Urubamba
1047	499495	Rio Urubamba	Categoría 4	67,96	4994	Cuenca Urubamba
1048	499496	Rio Yanatle	Categoría 3	114,52	4994	Cuenca Urubamba
1049	499498	Rio Vilcanota	Categoría 4	102,86	4994	Cuenca Urubamba
1050	499499	Rio Saloca	Categoría 4	109,56	4994	Cuenca Urubamba
1051	4994971	Rio Vilcanota	Categoría 4	66,14	4994	Cuenca Urubamba
1052	4994972	Rio Vilcabamba	Categoría 3	55,55	4994	Cuenca Urubamba
1053	4994973	Rio Vilcanota	Categoría 4	19,89	4994	Cuenca Urubamba
1054	4994974	Rio Sacsara	Categoría 4	37,73	4994	Cuenca Urubamba
1055	4994975	Rio Vilcanota	Categoría 4	66,26	4994	Cuenca Urubamba
1056	4994976	Rio Huarcocondo	Categoría 3	58,30	4994	Cuenca Urubamba
1057	4994977	Rio Vilcanota	Categoría 3	153,18	4994	Cuenca Urubamba
1058	4994978	Rio Pitumarca	Categoría 3	57,39	4994	Cuenca Urubamba
1059	4994979	Rio Vilcanota	Categoría 3	9,74	4994	Cuenca Urubamba
1060	46622	Rio Manuripe	Categoría 4	267,06	4662	Cuenca Orthon
1061	46624	Rio Lanza	Categoría 4	38,75	4662	Cuenca Orthon
1062	46626	Rio Muymanu	Categoría 4	184,99	4662	Cuenca Orthon
1063	46627	Rio Orthon	Categoría 4	226,77	4662	Cuenca Orthon
1064	46628	Rio 46628	Categoría 4	84,18	4662	Cuenca Orthon
1065	46629	Rio Tahuamane	Categoría 4	235,63	4662	Cuenca Orthon
1066	46643	Rio Madre de Dios	Categoría 4	73,85	46643	Intercuenca Medio Bajo Madre de Dios
1067	46644	Rio Tambopata	Categoría 4	343,01	46644	Cuenca Tambopata
1068	46645	Rio Madre de Dios	Categoría 4	21,68	46645	Intercuenca Medio Madre de Dios
1069	46646	Rio De las Piedras	Categoría 4	794,41	46646	Cuenca De Las Piedras
1070	46647	Rio Madre de Dios	Categoría 4	102,30	46647	Intercuenca Medio Alto Madre de Dios
1071	466481	Rio Inambari	Categoría 4	114,49	46648	Cuenca Inambari
1072	466482	Rio Araza	Categoría 4	136,21	46648	Cuenca Inambari
1073	466483	Rio Inambari	Categoría 4	41,63	46648	Cuenca Inambari
1074	466484	Rio Sangaban	Categoría 4	135,53	46648	Cuenca Inambari
1075	466485	Rio Inambari	Categoría 4	18,02	46648	Cuenca Inambari





Universidad César Vallejo

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, REYNA MANDUJANO SAMUEL CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor de la Tesis titulada: Influencia del Vertimiento de las Aguas Residuales Domesticas en la Calidad del Agua del Rio Chuyapi - Distrito Santa Ana, 2021: Revisión Sistemática”, del autor Rodriguez Huamani Noemi, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 14 de enero de 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
REYNA MANDUJANO SAMUEL CARLOS DNI: 31662440 ORCID 0000-0002-0750-2877	