



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA
QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A
LOS 5 DÍAS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS
RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 636-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-15256 presentado por el (la) Bachiller: **RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SOLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SOLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Miercoles 16 de julio del 2025
- * **HORA** : 08:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc. Archivo interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 244-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 1586 por el señor (a): **RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 173 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 002 - 2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 002 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la)**, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Oscar V. Viamonte Calla
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1705-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 16589, presentado el señor (a) **RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1350 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 163-2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SOLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 163-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SOLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SOLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


ALTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


Dr. Efraim Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA

DEL OXÍGENO A

LOS 5 DÍAS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS

RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024

20%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	5%
2	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upeu.edu.pe:8080 Fuente de Internet	1%
6	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	journalusco.edu.co Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%



Metadatos complementarios - UANCV



TITULO	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SOLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024	
Datos de autor	
Nombres y Apellidos	RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70075995
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6629-4203
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres Y Apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres Y Apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres Y Apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821

Datos de investigación	
Línea de investigación	CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Dirección: ciudad de Juliaca País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: -15.49389 Longitud: -70.11077 https://maps.app.goo.gl/5UPN81faciVKqTCC6</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2024 – Julio 2025
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>
- Librería	<p>https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</p>



 Dr. Fritz Kelly Morani Apoza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA, identificado con DNI Nro. 70075995 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SOLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.


Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 13 de AGOSTO del 2025


FIRMA (ASESOR)


FIRMA (obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A mis padres, Octavio y Vilma, por su fuente incondicional de amor, apoyo y sacrificio. Su constante aliento y ejemplo han sido el norte que ha guiado cada paso de mi trayecto, especialmente durante esta decisiva etapa académica.



AGRADECIMIENTO

Mi gratitud para mis catedráticos universitarios por compartir conmigo su vasto conocimiento y por ser una fuente constante de motivación.

A mi familia por enseñarme con su ejemplo el verdadero significado de la perseverancia y la disciplina. Su apoyo incondicional y sus lecciones de vida me han demostrado que los grandes logros son el fruto del esfuerzo constante y de la fortaleza para nunca rendirse, incluso ante las adversidades.

A la Dra. Arnaldo Yana Torres por su paciencia y su apoyo incondicional en la asesoría de la tesis.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPÍTULO I

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática	13
1.2. Formulación del planteamiento del problema	14
1.2.1. Problema general.....	14
1.2.2. Problemas específicos	14
1.3. Justificación de la investigación.....	15
1.3.1. Justificación teórica.....	15
1.3.2. Justificación práctica	15
1.3.3. Justificación metodológica	15
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1. Objetivo general	16



1.4.2. Objetivos específicos	16
1.5. Hipótesis.....	16
1.5.1. Hipótesis general	16
1.5.2. Hipótesis específicas	16
1.6. Variables e indicadores	17
1.6.1. Conceptualización de variables.....	17
1.6.2. Operacionalización de las variables	17

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio	19
2.1.1. A nivel internacional	19
2.1.2. A nivel nacional	24
2.1.3. A nivel regional o local	27
2.2. Bases teóricas	31
2.2.1. Parámetros DQO, DBO5 y SS	31
2.2.2. Aguas residuales urbanas.....	39
2.3. Marco conceptual	44

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación.....	47
3.2. Método o métodos aplicados en la investigación	47



- 3.3. Tipo de investigación 47
- 3.4. Nivel de investigación 48
- 3.5. Diseño de investigación 48
- 3.6. Población y muestra 48
 - 3.6.1. Población 48
 - 3.6.2. Muestra 49
- 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información 49
 - 3.7.1. Técnicas de la investigación 49
 - 3.7.2. Instrumentos de la investigación 50
- 3.8. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación 50
 - 3.8.1. Validación de los instrumentos..... 50
 - 3.8.2. Confiabilidad de los instrumentos 50
- 3.9. Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis 50

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

- 4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos 53
 - 4.1.1. Parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del rio Torococha, 2024 54
 - 4.1.2. Parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del rio Torococha, 2024 56
 - 4.1.3. Parámetro SS de las aguas residuales urbanas del rio Torococha, 2024 59



4.1.4. Análisis estadístico.....	61
4.2. Proceso de la prueba de hipótesis.....	64
4.3. Discusión de los resultados	67
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS	80
Anexo 01. Matriz de consistencia	81
Anexo 02. Panel fotográfico.....	83
Anexo 03. Resultados de laboratorio.....	88



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	17
Tabla 2 Parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024	55
Tabla 3 Parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024	57
Tabla 4 Parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024 ..	59
Tabla 5 Resumen del parámetro DQO	61
Tabla 6 Análisis de varianza del parámetro DQO	61
Tabla 7 Resumen del parámetro DQO	62
Tabla 8 Análisis de varianza del parámetro DQO	62
Tabla 9 Resumen del parámetro DQO	63
Tabla 10 Análisis de varianza del parámetro DQO	63
Tabla 11 Prueba t student del parámetro DQO	65
Tabla 12 Prueba t student del parámetro DBO5	66
Tabla 13 Prueba t student del parámetro SS	67



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Aguas residuales domésticas.....	42
Figura 2 Aguas residuales industriales.....	42
Figura 3 Aguas residuales agrícolas	43
Figura 4 Aguas residuales urbanas.....	43
Figura 5 Puntos de extracción de las muestras de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024.....	54
Figura 6 Parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024	55
Figura 7 Parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024	57
Figura 8 Parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024 .	59



RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general: Realizar el análisis estadístico de los parámetros demanda química de oxígeno, demanda biológica del oxígeno a los 5 días y sólidos en suspensión de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024, se empleó una metodología de investigación de enfoque cuantitativo, método hipotético - deductivo, diseño no - experimental, nivel correlacional, tipo transversal, los resultados de DQO, DBO5 y SS se obtuvieron extrayendo las muestras de agua en 10 puntos estratégicos, donde los resultados utilizando la prueba t de Student para evaluar si las concentraciones de dichos parámetros superan los valores establecidos en las normas peruanas. Los resultados indicaron que para los parámetros DQO y DBO5, se rechazó la hipótesis nula (H_0), lo que demuestra que las concentraciones observadas exceden los límites permitidos. Por otro lado, para el parámetro SS, no se rechazó la hipótesis nula (H_0), evidenciando que las concentraciones medidas se encuentran por debajo del valor máximo permitido según los estándares establecidos. Asimismo el parámetro DQO muestran valores que superan ampliamente el límite máximo permitido de 10 mg/L a 30 mg/L establecido por el DS N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), los valores varían entre 42.1 mg/L y 140.2 mg/L; el parámetro DBO5 muestran valores que exceden ampliamente el límite máximo permitido de 3 mg/L a 10 mg/L establecido por el DS N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), los valores varían entre 15.0 mg/L y 65.0 mg/L; el parámetro SS muestran valores que varían entre 2.3 mg/L y 38.0 mg/L, los valores están dentro del límite máximo permitido de 60 mg/L a 100 mg/L establecido por el DS N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Palabras claves. Aguas residuales, parámetros DQO, DBO5, SS



ABSTRACT

The general objective of this research was to perform the statistical analysis of the parameters chemical oxygen demand, biological oxygen demand at 5 days and suspended solids in the urban wastewater of the Torococha River, 2024. A quantitative research methodology was used, a hypothetical-deductive method, a non-experimental design, a correlational level, a cross-sectional type. The results of COD, BOD5 and SS were obtained by extracting water samples at 10 strategic points, where the results were obtained using the Student t test to evaluate whether the concentrations of said parameters exceed the values established in the Peruvian standards. The results indicated that for the COD and BOD5 parameters, the null hypothesis (H_0) is rejected, which shows that the observed concentrations exceed the permitted limits. On the other hand, for the SS parameter, the null hypothesis (H_0) is not rejected, showing that the measurements are below the maximum value permitted according to the established standards. Likewise, the COD parameter shows values that greatly exceed the maximum permitted limit of 10 mg/L to 30 mg/L established by DS No. 004-2017-MINAM, corresponding to the Environmental Quality Standards (ECA), the values vary between 42.1 mg/L and 140.2 mg/L; the BOD5 parameter shows values that greatly exceed the maximum permitted limit of 3 mg/L to 10 mg/L established by DS No. 004-2017-MINAM, corresponding to the Environmental Quality Standards (ECA), the values vary between 15.0 mg/L and 65.0 mg/L; The SS parameter shows values that vary between 2.3 mg/L and 38.0 mg/L, the values are within the maximum permitted limit of 60 mg/L to 100 mg/L established by DS No. 004-2017-MINAM, corresponding to the Environmental Quality Standards (ECA)

Keywords: Wastewater, parameters COD, BOD5, SS



INTRODUCCIÓN

En la actual exploración se estudian los parámetros de demandas químicas de oxígenos, demandas biológicas de oxígenos a los 5 días y sólidos en suspensión de las aguas cloacales urbanas, recolectando información relacionada al tema de estudio en general, donde estos datos DQO, DBO5 y SST son parámetros que se usan para medirse las calidades del agua y caracterizar la contaminación de las aguas cloacales.

Demandas Químicas de Oxígeno (DQO): Mide las cantidades de oxígeno que se necesitan para oxidarse las materias orgánicas e inorgánicas en el agua. La DQO es un parámetro que incluye a la DBO, ya que la DQO oxida todo el material orgánico, mientras que la DBO solo oxida el material orgánico biodegradable. Un alto valor de DQO puede indicar la presencia de sustancias químicas difíciles de degradar.

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5): Determine la cantidad de oxígeno que necesitan las bacterias para descomponerse las materias orgánicas en agua durante cinco días a 20 °C. Un nivel alto de DBO significa que se requiere más oxígeno para el tratamiento, ya que hay más contaminantes orgánicos en el agua.

Sólidos Suspendidos Totales (SST): Describe partículas sólidas, orgánicas o inorgánicas, suspendidas en el agua. Los sistemas de tratamientos de aguas cloacales pueden obstruirse por un exceso de SST. (Von Sperling, 2019).

Las aguas cloacales son aguas contaminadas por vertidos de diversas fuentes, principalmente de hogares y negocios. Por lo tanto, pueden contener contaminantes procedentes de residuos industriales o urbanos. También se las conoce como aguas negras, aguas fecales, alcantarillado y aguas negras. Incluso cuando las aguas grises no incluyen desechos humanos, se consideran aguas residuales. (Ecomar, 2020).



Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad ha sido afectada negativamente por la actividad humana. Agua que carece de valor inmediato para su uso o producción previstos debido a factores como su edad, cantidad o calidad. (Zarza, 2020).



CAPÍTULO I

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática

A nivel internacional debido a su impactación directa en los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana, la calidad del agua es un problema global de gran importancia. Al evaluar la contaminación de las aguas residuales, las métricas DQO (Demandas Químicas de Oxígeno), DBO5 (Demandas Bioquímicas de Oxígeno a 5 días) y SS (Sólidos Suspendidos) son esenciales, ya que muestran las cargas orgánicas y la presencia de sólidos que dificultan los tratamientos y afectan la calidad del agua.

A nivel nacional, es decir en Perú, la contaminación de los cuerpos de agua es un problema grave que afecta tanto a ríos como lagos y mares. Muchas ciudades del país descargan sus aguas residuales directamente en cuerpos de agua sin el tratamiento adecuado, lo que deteriora la calidad de las fuentes hídricas y pone en riesgo la salud de la población y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos. El Ministerio del Ambiente ha establecido límites máximos permisibles para la DQO, DBO5 y SS en aguas residuales con el objetivo de reducir la contaminación y proteger los recursos hídricos del país. Sin embargo, el cumplimiento de estas normas es



desigual y, en muchas zonas, no se cuenta con un sistema de tratamientos de aguas adecuado.

A nivel regional en el departamento de Puno, donde se ubica el río Torococha es un claro ejemplo de las problemáticas de contaminación en cuerpos de agua urbanos, este río recibe gran cantidad de descargas de aguas residuales provenientes de áreas urbanas, lo cual incrementa significativamente los niveles de DQO, DBO5 y SS, afectando tanto las calidades del agua como la salud de las comunidades aledañas. La ausencia de monitoreo continuo y exhaustivo de estos parámetros impide una evaluación precisa de la magnitud de la contaminación y limita las acciones para mejorar los tratamientos de las aguas cloacales en la región. Además, la escasez de información estadística sobre los niveles de contaminación en el río Torococha representa una barrera para que las autoridades locales implementen programas de saneamiento y recuperación del río.

1.2. Formulación del planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

PG. ¿Cuál es el análisis estadístico de los parámetros demanda química de oxígeno, demanda biológica del oxígeno a los 5 días y sólidos en suspensión de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024?

1.2.2. Problemas específicos

PE1. ¿Cómo determinar el parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024?

PE2. ¿Cómo determinar el parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024?



PE3. ¿Cómo determinar el parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación teórica

La exploración se justifica porque se fundamenta en los conceptos y teorías relacionadas con la calidad del agua, la contaminación hídrica y los parámetros de evaluación de aguas cloacales como las Demandas Químicas de Oxígeno (DQO), las Demandas Bioquímicas de Oxígeno (DBO5) y los Sólidos Suspendidos (SS). Estos parámetros son reconocidos mundialmente como indicadores críticos de las cargas orgánicas y las presencias de sólidos en las aguas cloacales, reflejando la magnitud de la contaminación y las capacidades de un cuerpo de agua para auto depurarse.

1.3.2. Justificación práctica

La exploración se justifica porque proporcionará información básica para la elaboración de planes de gestión y mitigación de la contaminación mediante una examinación de estadística exhaustiva de los parámetros DQO, DBO5 y SS. Al implementar políticas e iniciativas de saneamiento, las autoridades locales y regionales pueden utilizar los resultados como guía.

1.3.3. Justificación metodológica

La exploración de un enfoque cuantitativo, método inductivo-deductivo, diseño no experimental, nivel correlacional y tipo transversal es una de las técnicas de exploración que lo hacen justificable.



1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo general*

OG. Realizar el análisis estadístico de los parámetros demanda química de oxígeno, demanda biológica del oxígeno a los 5 días y sólidos en suspensión de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024.

1.4.2. *Objetivos específicos*

OE1. Determinar el parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024.

OE2. Determinar el parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024.

OE3. Determinar el parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024.

1.5. Hipótesis

1.5.1. *Hipótesis general*

HG. El análisis estadístico de los parámetros demanda química de oxígeno, demanda biológica del oxígeno a los 5 días y sólidos en suspensión de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024 indica la alta contaminación.

1.5.2. *Hipótesis específicas*

HE1. Los resultados del parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.

HE2. Los resultados del parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.

HE3. Los resultados del parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Conceptualización de variables

Se tienen las variables:

Variable 1

Parámetros DQO, DBO5 y SS

Variable 2

Aguas residuales urbanas

1.6.2. Operacionalización de las variables

Se tiene la tabla:

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Índices
Parámetros DQO, DBO5 y SS	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	<ul style="list-style-type: none">Cantidad/presencia de DQO en el aguaLimite Máximo Permitido según norma peruana	mg O ₂ /L mg/L mg/L / ppm %



Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad/presencia de DBO5 en el agua • Límite Máximo Permitido según norma peruana
Sólidos Suspendidos (SS)	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad/presencia de SS en el agua • Límite Máximo Permitido según norma peruana

Variable	Dimensiones	Indicadores	Índices
Aguas residuales urbanas	Tipos de agua residual	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales domésticas. • Aguas residuales industriales. • Aguas residuales agrícolas. • Aguas residuales urbanas. 	
	Componentes del agua residual	<ul style="list-style-type: none"> • Potable • No potable 	



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. A nivel internacional

Sánchez-Ramírez et al. (2017) tuvo por finalidad la realización de una exploración estadística que permita obtener relaciones entre los datos analíticos usados para la caracterización del ARU según los modelos matemáticos de fangos activados. En España, se han empleado métodos biológicos, como la técnica de tratamientos de lodos activados, ampliamente utilizada, para tratar aguas cloacales. Para explicar estos procedimientos, se han empleado modelos matemáticos que explican las eliminaciones de contaminantes del agua (fósforo, nitrógeno y materia orgánica). Para el uso de tales modelos es necesaria caracterizaciones exhaustivas de los contaminantes expuestos en las aguas residuales urbanas (ARU). La caracterización de una URA es necesaria para el uso de estos modelos de simulación en el diseño y modelado de plantas de tratamiento de aguas residuales (EDAR). En esta investigación se emplearon y tuvieron en cuenta los parámetros recomendados en el modelo de lodos activados BNRM1, que es una expansión del modelo ASM2d de la Asociación Internacional del Agua (IWA). Dado que no todos los datos



necesarios para caracterizar el agua están siempre disponibles, se deben realizar suposiciones y consideraciones basadas en la experiencia del diseñador, datos de diferentes plantas y datos bibliográficos de URA analizadas en diferentes ubicaciones para obtener todos los componentes del modelo matemático a partir de información limitada. En esta investigación se utilizaron datos de la caracterización de URA de varias EDAR en el área de Murcia (Valencia, España) y la Comunidad Valenciana.

Pillapa (2022) tuvo por finalidad estimar el error de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en aguas residuales de las empresas de jeans de la ciudad de Pelileo usando redes neuronales. Inicialmente, se creó una base de datos con una variable de salida, nueve parámetros químicos y seis parámetros físicos. Utilizando el estándar TUSLA, estas variables se seleccionaron y recopilaron de un laboratorio de análisis de aguas certificado y del catastro de la Generalitat de Cataluña (GAD) de Pelileo para el periodo 2017-2018. Posteriormente, se diseñó una red neuronal artificial de retropropagación con una capa de entrada de 15 variables utilizando el software Matlab. Diez neuronas conformaron la primera capa oculta, la capa de salida incluyó la variable de respuestas correspondientes a la estimación de las Demandas Bioquímicas de Oxígeno mediante el método de aprendizaje de Levenberg-Marquardt, mientras que la segunda capa de suma fue construida por una neurona. La comparación con la prueba de Tukey arrojó los siguientes resultados, el error de red estimado y las coeficiencias vinculantes: 0,98081, 0,8890 y 0,9833. Estos números muestran que las valoraciones estimadas de la red y los valores reales coinciden. Finalmente, los hallazgos mostraron que los modelos neuronales podrían utilizarse para predecir cuantitativamente las Demandas Bioquímicas de Oxígeno (DBO) de las aguas cloacales. Estos tipos de modelos neuronales solo representa



una parte de la función matemática que la red construye a partir de la recopilación de datos.

Mira (2006) en su exploración "Análisis estadístico multivariado de los parámetros de calidad del agua en vertimientos urbanos en la ciudad de bogotá.", los ríos y las vías fluviales superficiales en general son cruciales para la absorción, el movimiento y la conducción de aguas residuales provenientes de hogares, negocios y escorrentías. Al considerar su uso en los sistemas de drenaje urbano, su importancia se acentúa. Por ello, las presiones artificiales como la contaminación por aguas residuales locales y dispersas o los vertidos de contaminantes, por mencionar algunas, así como las presiones naturales como las precipitaciones, los ciclos climáticos, etc., tienen un impacto directo en estas masas de agua. (Singh, Malik & Sinha 2005) Cosas que las personas enfrentan a lo largo de sus vidas. "Se han medido, analizado y comparado las cargas y concentraciones de contaminantes producidas en entornos metropolitanos", de acuerdo con los crecientes desarrollos de políticas y prácticas de gestión y administración de las calidades del agua, así como con la importancia del agua como recurso natural. Proporcionar resultados que permitan una comprensión más profunda de la información recopilada a lo largo de las campañas de muestreo realizadas, este trabajo de grado analiza la información recaudada para el Informe Final Fase IIb de la exploración contratada por la EAAB, el tercero de las exploraciones completadas por la Universidad de los Andes, ya mencionados. Esto se realiza mediante herramientas de Estadística Multivariante.

Intriago & Cuenca (2014) tuvo por finalidad propone usar un humedal de flujo subsuperficial (HFS) para depurar las aguas sépticas que se originan a nivel doméstico. El modelo HFS se ha constituido para evaluar los comportamientos de los iones nitrato, los radicales amonios, las demandas químicas de oxígeno y las



demandas biológicas de oxígeno a los cinco días. El influente tenía una carga de DBO5 de 1453,30 mg/L, sólidos solubles totales de 3095,56 mg/L, nitrógeno de 12,57 mg/L y fósforo de 65,32 mg/L. Los comportamientos de estos parámetros se evaluaron mediante los rangos de vinculación de Spearman, que reveló una asociación inversa y altamente significativa entre NO_3^- y DBO5, así como entre NH_4^+ y DBO5. Mientras tanto, DBO5- NO_3^- , DQO- NO_3^- , DQO- NH_4^+ y NO_3^- - NH_4^+ están correlacionados directa y significativamente. El comportamiento de cada terapia puede explicarse con el uso de estos hechos.

Déniz (2010) en su exploración "Análisis estadístico de los parámetros DQO, DBO5 y SS de las aguas residuales urbanas en el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa", según el Plan Hidrológico de Gran Canaria, la demanda hídrica de la isla ha aumentado hasta los 147,5 hm^3 debido al crecimiento demográfico y a la mejora de los niveles de vida en las Islas Canarias, especialmente en la isla de Gran Canaria. Los 58 hm^3 de recursos hídricos naturales renovables y reservas de agua subterránea estimadas en la isla permiten la producción de esta cantidad de agua potable. Los acuíferos de la isla se equilibraban inicialmente entre la captación de agua subterránea renovable (47 $\text{hm}^3/\text{año}$), el drenaje de agua de manantiales y vertidos al mar (40 $\text{hm}^3/\text{año}$) y la infiltración de agua (87 $\text{hm}^3/\text{año}$). La extracción incontrolada de agua de pozos y galerías alteró este equilibrio natural, reduciendo gradualmente el contenido de agua de los acuíferos e incluso provocando su salinización. La producción de recursos hídricos no naturales debe aumentar para satisfacer las necesidades futuras, lo que requerirá reducir el consumo o recurrir a nuevas fuentes de agua. Los dos métodos principales para lograr este crecimiento son la desalinización y la regeneración de aguas cloacales. En lugar de disminuir, la demanda está disminuyendo en la dirección opuesta. Por consiguiente, a pesar de



sus deficiencias, la desalinización y la purificación deben ser las principales prioridades. El uso de energías renovables puede ayudar a reducir los gastos energéticos y ambientales asociados a estas fuentes alternativas, que constituyen su principal inconveniente. Como resultado, el binomio agua-energía representa un vínculo poderoso e inquebrantable que debe gestionarse adecuadamente. En la mayoría de los casos, el agua regenerada es el resultado de un tratamiento más exhaustivo del agua previamente tratada. Es reutilizable tanto para aplicaciones urbanas como rurales. El Real Decreto 1620/2007, que crea los marcos legislativos para la reutilización del agua depurada, regula las múltiples aplicaciones y los estándares de calidad que deberían cumplirse. Las aguas cloacales regeneradas se utilizan principalmente en los riegos de campos de golf y la agricultura en las Islas Canarias. Por consiguiente, la planta de Hoya del Pozo en Telde fue elegida como el sitio de investigación para el tratamiento avanzado utilizado en las plantas de tratamientos de aguas cloacales. Los organismos patógenos y los productos químicos con biodegradabilidad limitada o nula se eliminan mediante los tratamientos avanzados o terciarios de esta planta. En su última fase, utiliza tecnología de membranas, en particular membranas de ósmosis inversa y microfiltración. Las tecnologías de membranas mejoran significativamente la calidad del efluente al aplicarlas al agua tratada, pero su coste es mayor. El ensuciamiento de las membranas es un problema importante con estas tecnologías, especialmente cuando se utiliza agua con altos contenidos de biomasa o materias orgánicas. En esta exploración se utilizan los principales marcadores de materias orgánicas, como las demandas químicas y biológicas de oxígeno, así como las partículas en suspensión, para investigar el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversas. Para la



investigación y el análisis de esta tesis, se requirieron dos años de recopilación de datos.

2.1.2. A nivel nacional

Calcina & Moreno (2019) tuvo por finalidad evaluarse la disminución de carga orgánica en aguas residuales domesticas tratadas en 6 reactores aerobios tipo bach (3 control + 3 experimentales), que tienen calentamiento con colectores solares de bajo costo en condiciones altoandinas. Cada tres días, se midieron in situ pH, CE y DO; cada siete días, se midieron DBO5, DQO, SST y turbidez. Durante 35 días, se monitorizaron las temperaturas del sistema experimental las 24 horas del día en una plataforma Arduino. Las valoraciones de pH de las aguas cloacales que debían tratarse fueron 7,33, 1015 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de CE, y las concentraciones de DBO5, DQO, SST y DO fueron 203, 434,8, 98 y 0,84 mg/L, respectivamente. La baja biodegradabilidad de las aguas cloacales se demostró mediante la vinculación DBO5/DQO de 0,46. En los tratamientos sin calentamiento solar, la eliminación de cargas orgánicas fue inferior (74,8 y 73,5% para DBO5 y DQO), pero en los tratamientos con calentamientos solares, las eliminaciones de cargas orgánicas fueron mayores (87,9 y 80,7% para DBO5 y DQO). En los reactores calentados por el sol, se obtuvieron 993,3 kWh de energía mediante colectores solares. Según las estadísticas, los sistemas con colectores solares presentaron una mayor reducción de la carga orgánica, cumpliendo con las normativas nacionales e internacionales sobre aguas residuales domésticas.

Leiva (2024) tuvo por finalidad determinarse el % de remoción de DQO y DBO5 en el tratamiento de las aguas residuales mediante la electrocoagulación en el distrito de Ahuac. Se ejecutó un diseño de exploración experimental puro de 32 factores, con una metodología hipotético-deductiva. El estudio de la efectividad del proceso de



electrocoagulación para las remociones de cargas orgánicas se desarrolló utilizando las variables de tiempos de residencias (30, 35 y 40 minutos) e intensidad de corriente (3, 3.5 y 4 amperios). Esto produjo 27 experimentos con tres duplicados. Inicialmente, se analizaron y describieron las aguas cloacales residenciales de Ahuac. Posteriormente, se construyó una celda de electrocoagulación acrílica, seguida de la instalación de electrodos de hierro y aluminio. Finalmente, se inició los procesos y se conectó a una fuente de alimentación. Para examinar la DQO y la DBO5 eliminadas, las aguas residuales se sometieron a las pruebas correspondientes, según lo establecido en nuestro diseño experimental. Los hallazgos mostraron que las concentraciones iniciales de DBO5 y DQO superaron las Limitaciones Máximas Permisibles (LMP), que son de 200 mg/L para DBO5 y 96,70 mg/L para DQO, con 220,20 mg/L y 317,38 mg/L, respectivamente. Con una duración de 40 minutos e intensidades de corrientes de 4 A, se utilizó electrocoagulación para tratar las concentraciones, eliminando hasta el 70,80 % de DBO5 (concentración final de 64,31 mg/L) y el 69,54 % de DQO (concentración final de 96,70 mg/L). Esto sugiere que la electrocoagulación es un método eficaz para los tratamientos de aguas cloacales domésticas.

Rios & Cisneros (2019) tuvo por finalidad evaluarse la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas mediante un Biodigestor como tratamiento primario a nivel familiar en la Asociación "Los Viques" Carapongo- Lurigancho Chosica- Lima. La digestión anaeróbica y las remociones de diferentes parámetros de las aguas cloacales son el funcionamiento del sistema del biodigestor. A una altitud de 471 metros sobre el nivel del mar, el biodigestor se instaló y se colocó en un tanque de flujo continuo de 600 litros con unas caudales de entradas de 381,12 litros por día. Las coordenadas



geográficas del tanque fueron WGS 84, Este 0297327 UTM, Norte 8672809 UTM. La implementación tardó 50 días en ejecutarse y luego comenzó a operar durante aproximadamente 90 días, por un total de tres meses. En esta investigación se utiliza una metodología cuantitativa preexperimental de antes-después (pre-post). Un laboratorio acreditado por Inacal realizó tres sesiones separadas de muestreo y análisis de aguas residuales domiciliarias en noviembre y diciembre de 2018 y enero de 2019. Los resultados promedio de remoción en el influente (pre) y efluente (post) se obtuvieron a través de la evaluación de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos. Estos incluyeron los siguientes: DBO5 (2632,6 y 393 mg/l); DQO (3799,3 y 680 mg/l); sólidos suspendidos totales (1788,6 y 187 mg/l); potencial de hidrógeno (8,6 y 7,4); temperaturas de las aguas (22,4 y 22,5 °C); aceites y grasas (108 y 21 mg/l); coliformes totales ($9,4 \times 10^7$ y $1,5 \times 10^6$ NMP/100 ml); y coliformes termotolerantes ($2,6 \times 10^7$ y $6,9 \times 10^5$ NMP/100 ml). La DBO5 fue del 84,9 %, la DQO del 82 %, los SST del 89,5 %, los coliformes totales del 98,3 %, los coliformes termotolerantes del 97,3 % y la eliminación de aceites y grasas fue del 82,5 %. La eficiencia promedio del biodigestor para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas fue del 89 %, lo que demuestra que es un sustituto práctico y sostenible para reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente (suelo, agua y aire) y mejorar la salud de la población en general.

Chagua & Quispe (2020) tuvo por finalidad realizarse un análisis bibliográfico para demostrar y analizar la eficiencia de dicha tecnología, logrando la reducción de DBO, DQO, NTK, SST, SDT y utilizando la especie *Eisenia foetida* para tratar las aguas cloacales que ingresan a la UPEU con el fin de elevar su pH para su posterior uso en los riegos de sus espacios verdes y para producir lombricompost, un biofertilizante con alto contenido en NPK. Debido al crecimiento poblacional, la



excesiva intervención humana está contaminando los suministros de agua existentes. Se requiere tecnología sostenible que cumpla con las normativas ambientales para resolver este problema. Por ello, la vermifiltración se reconoce como un método rentable y ecológico para purificar el agua contaminada por la basura doméstica. En definitiva, se ha determinado que la tecnología de vermifiltración es adecuada para su uso en la agricultura, ya que alcanza una eficacia de eliminación de casi el 90 %.

Chavesta & Velásquez (2020) tuvo por finalidad evaluarse la eficiencia de Aloe vera para la remoción de DBO5 y turbidez de las aguas residuales domésticas. Uno de los problemas fundamentales que enfrentarían tanto las poblaciones urbanas como las rurales es el envenenamiento de las fuentes de aguas causados por los vertidos de aguas cloacales sin tratar. Dado que el aloe vera contiene polímeros naturales llamados polisacáridos, que poseen cualidades ventajosas en los procesos de coagulación y atraen partículas coloidales, funciona como adyuvante en los procesos de coagulación-floculación, reduciendo los contaminantes. Se utilizaron tres concentraciones diferentes de terapia de aloe vera (600, 700 y 800 mg/L) y se realizaron tres pruebas para cada una. Como resultado, se añadió una concentración de 800 mg/L, lo que resultó en una reducción del 46,8 % en la DBO5 y del 45,3 % en la turbidez. Se concluyó que los coagulantes naturales a base de aloe vera son eficaces para eliminar la turbidez y la DBO5 de las aguas residuales domésticas.

2.1.3. A nivel regional o local

Flores (2023) tuvo por finalidad determinarse el efecto de microorganismos eficaces en los tratamientos de aguas residuales domésticas del distrito de Torata, así como la proporción de dosis de EM-AGUA® Activada y el tiempo necesario para la terapia. Se ha usado diseños de bloques completamente aleatorizado (CRBD) con



un diseño factorial 3 x 3, un control y dos réplicas para cada tratamiento para las evaluaciones a los 10, 20 y 30 días. Se tomó una muestra de cada unidad experimental y se recaudaron 180 litros de aguas cloacales que se dividieron en contenedores de 20 litros. La prueba de Tukey y el Análisis de Varianza (ANVA) fueron los análisis estadísticos que se utilizaron. Los hallazgos indicaron que la dosis del 2%, 10 días de contacto, produjo la DBO5 más baja a 54.30 mg l-1; las dosis del 4 y 6% produjeron valores de DBO5 de 260.45 y 825.95 mg l-1, respectivamente; 20 y 30 días de contacto produjeron resultados comparables. Cuando se utilizaron las dosis más pequeñas del 2% y el 4%, y hubo menos exposición durante 10 días, se mostraron resultados similares para la DQO, incluyendo una disminución del deseo. Con niveles de pH de 7,61 y 7,28 tras 20 y 30 días de contacto, observamos que las dosis del 2 % y del 4 % fueron prácticamente neutras. Descubrimos que la utilización del 2 % durante un periodo de contacto de 30 días resultó en una menor concentración de coliformes termotolerantes.

Mendoza (2023) tuvo por finalidad determinarse el efecto de los efluentes residuales del camal en la calidad de agua del río llave. Se recogieron muestras de agua según la técnica aprobada como parte de una investigación descriptiva. Según los resultados, las características del efluente incluían un caudal de 4,9 m³/s, una temperatura de 16 °C, una conductividad de 3387,5 µS/cm, una salinidad del 1,65 %, 1565,25 mg/l de sólidos disueltos totales, 159,95 mg/l de sólidos suspendidos totales, un pH de 7,62, 3,13 mg/l de oxígenos disueltos, 167,25 mg/l de DBO₄, 418,25 mg/l de DQO, > 1100 NMP/100 ml de coliformes totales y 118,50 NMP/100 ml de coliformes fecales. Las calidades de los efluentes se consideran inaceptables según las normativas de la UE, pero aceptable según las normativas nacionales. Tres lugares de muestreo del río llave (cien metros antes y cien metros después de la



descarga) arrojaron los siguientes resultados: temperaturas de 10,8, 13 y 11,5 °C, conductividad de 895 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 891,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 878,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$, salinidad de 0,18%, 0,2% y 0,2%, sólidos disueltos totales de 418 mg/l, 412,50 mg/l y 407,5 mg/l, sólidos suspendidos totales de 44,8 mg/l, 62,4 mg/l y 48,8 mg/l, oxígeno disuelto de 8,83 mg/l, 7,13 mg/l y 10,98 mg/l. DBO5 de 21,30 mg/l, 20,60 mg/l y 13,90 mg/l; DQO de 53,25 mg/l, 51,5 mg/l y 34,75 mg/l; coliformes totales de 877,5 NMP/100 ml, 647,5 NMP/100 ml y 250,75 NMP/100 ml; y coliformes fecales de 64,5 NMP/100 ml, 142 NMP/100 ml., coliformes totales y fecales, lo que indica una contaminación de leve a moderada con un impacto particular en la calidad del agua del río llave. Las temperaturas y los oxígenos disueltos son las características más afectadas por el efluente. Los valores de 44,4, 38,4 y 51,5 en los índices de calidades del agua (ICA) se encuentran por debajo del rango tolerable típico. (60).

Brousset-Minaya et al. (2021) tuvo por finalidad evaluarse las condiciones físicas y químicas de las aguas superficiales derivadas de los deshielos del nevado Riticucho en la Rinconada- Puno, que se ven claramente afectados por las operaciones mineras no oficiales que allí se realizan. Esta investigación examina cómo esta actividad afecta el agua y los sedimentos de las lagunas Lunar y Cumunni, que se midieron en 2018 durante las estaciones húmedas y secas. El pH, la conductividad, el OD, la DBO5, la DQO, las durezas, los cloruros y las partículas suspendidas se examinaron en el examen físico y químico. El agua y los sedimentos también incluyeron metales (As, Cd, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb y Zn). Dado que los datos recopilados se informan y examinan sin cambiar ninguna de las variables de la exploración, el diseño de la exploración es descriptivo. Los enfoques nefelométricos, fotométricos y colorimétricos fueron parte de la metodología que se estableció, que se basó en los Métodos Estandarizados para el Agua: APHA, AWWA 2012. Los



resultados se contrastaron con los niveles de referencia de EE. UU. y los requisitos de calidad ambiental de Canadá y Perú. Los hallazgos, que en su mayoría indican agua dura y un pH ácido, no alcanzan los límites establecidos. Los límites típicos también fueron superados por los metales Cd, Ni, Pb, Fe y Zn. Durante las estaciones húmedas y secas, el contenido de mercurio en los sedimentos aumentó a niveles altos de 20,13 y 33,32 mg/kg, respectivamente.

Gallegos (2024) tuvo por finalidad evaluarse los parámetros fisicoquímicos de los afluentes y efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de Capachica - Puno 2023 conforme al D.S. N° 003-2010-MINAM. Debido al mantenimiento inadecuado, las aguas vertidas de las plantas de tratamientos de aguas cloacales de Capachica se utilizan para regar campos, contaminando suelos y fuentes de agua cercanas. Los siguientes resultados de efluentes se obtuvieron siguiendo el protocolo de muestreo para aguas: pH 7,69, temperaturas 16,50 °C, sólidos totales 310 mg/L, DQO 75,04 mg/L, DBO 31,02 mg/L, aceites y grasas 14,50 mg/L, turbidez 12,12 NTU, CE 124 μ S/cm, sólidos disueltos totales 62,80 mg/L y una eficiencia del 66,23%. Tras su entrega al laboratorio, las muestras se sistematizaron, compararon con los LMP e interpretaron para su estudio individual. Los parámetros fisicoquímicos de los afluentes y efluentes de la PTAR de Capachica se ajustaron a los LMP, con excepción de los sólidos totales (775 mg/L) y los aceites y grasas (32,40 mg/L), presentes en la muestra de efluente M2 y la muestra de entrada M3 (310 mg/L), respectivamente. Estos parámetros superan los LMP establecidos en el DS n.° 003-2010-MINAM y presentan eficiencias normales.

Arias (2021) tuvo por finalidad determinarse la eficiencia de los tratamientos físicos-químicos en las aguas de la Planta de Tratamiento Norte del Distrito de Chucuito, provincia de Puno. Acorde con los protocolos de monitoreo establecidos



por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), se recolectaron muestras en sitio de parámetros físico-químicos (DBO, DQO, pH y SST) con el fin de evaluarse la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y su agotamiento a nivel mundial, lo que a su vez afecta la salud pública, los cuales son posteriormente examinados por los laboratorios de aguas del INIA. Los resultados son analizados utilizando la formulación de eficiencias de Parra (2006), arrojando la valoración de eficiencias más altas de 7.99% para pH, 2.60 por ciento para DBO5 y 1.85% para DQO. Los sólidos suspendidos totales tuvieron una eficiencia negativa de -7.48% para la segunda repetición. De igual manera, en el análisis de la primera repetición, el pH es 1.75% efectivo, y las valoraciones de STS, DBO y DQO, en orden secuencial, tienen valoraciones negativas de -19.69%, -0.01% y -17.86%, indicando que las eficacias de remociones de los tratamientos físicos-químicos de la PTAR Norte de Chucuito, Puno, su eficiencia es baja, con valoraciones inferiores a 0,8%; las concentraciones de DBO, DQO, pH y SST en los influentes y efluentes de la PTAR Norte de Chucuito de Puno no difieren significativamente, y para cada uno de los cuatro parámetros examinados, la DBO, DQO y SST son superiores a las limitaciones máximas permisibles; sólo el pH, con una valoración promedio de 7,26, neutros con tendencias alcalinas, cumple con la normativa.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Parámetros DQO, DBO5 y SS

DQO, DBO5 y SST son parámetros usados para medirse las calidades del agua y caracterizar las contaminaciones de las aguas cloacales:

Demandas Químicas de Oxígeno (DQO): Mide las cantidades de oxígeno que se necesitaría para oxidar las materias orgánicas e inorgánicas en el agua. La DQO



es un parámetro que incluye a la DBO, ya que la DQO oxida todo el material orgánico, mientras que la DBO solo oxida los materiales orgánicos biodegradables. Un alto valor de DQO puede indicarse las presencias de sustancias químicas difíciles de degradar.

Demandas Biológicas de Oxígeno (DBO5): Calcula la cantidad de oxígeno que necesitarían las bacterias para descomponer las materias orgánicas del agua durante cinco días a 20 °C. El agua con un alto nivel de DBO contiene más contaminantes orgánicos y requiere más oxígeno para su tratamiento.

Sólidos Suspendidos Totales (SST): Se refiere a las partículas sólidas que están suspendidas en el agua, las cuales pueden ser orgánicas o inorgánicas. Una presencia excesiva de SST puede obstruir los sistemas de tratamientos de aguas cloacales (Von Sperling, 2019).

2.2.1.1. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Las Demandas Químicas de Oxígeno, o DQO, se mide en miligramos por litros de oxígeno. Para comprenderla mejor, es necesario tener en cuenta que el agua o un efluente contiene distintas sustancias además del agua pura. Estos otros componentes podrían no ser medibles o ser susceptibles a la oxidación y, por lo tanto, estar incluidos en nuestra medición.

Esta característica se utiliza a menudo en efluentes industriales, como los de fábricas de papel o empresas agroalimentarias, o en plantas de tratamiento de aguas cloacales (EDAR) municipales.

Dado que se requiere añadir un reactivo para la descomposición de estos componentes, también es crucial en los procedimientos de tratamiento.

El agua sin tratar con altos niveles de DQO puede provocar una eutrofización extrema, que mata toda la vida acuática. (Aquanova, 2023).

De acuerdo a Al Air Liquide España S.A. (2024) en los saneamientos y los tratamientos de aguas cloacales, la DQO es una métrica crucial. Representa las cantidades de oxígeno necesaria para purificar el agua de fosas sépticas, aguas pluviales, aguas residuales, grandes ciudades y viviendas.

Esta información se usa posteriormente para garantizarse mejores controles de los rendimientos del tratamiento del agua como consecuencia lógica.

Esta característica crucial ofrece un resumen rápido del nivel de tratamiento y calidad de la purificación del agua. A la hora de fijar tarifas y emitir licencias para que una planta de tratamientos de aguas cloacales libere su agua al medio ambiente, la DQO es la consideración más crucial desde una perspectiva administrativa.

Independientemente de si el sistema de agua es para saneamiento comunitario o no colectivo, sirve como índice de referencia para todas las redes territoriales, conurbaciones y municipales.

En términos más generales, la proporción de materia orgánica biodegradable se representa mediante la DBO, mientras que el conjunto de sustancias químicas oxidables se representa mediante la DQO. Las cantidades de materias orgánicas poco biodegradables o no biodegradables se indica mediante las diferencias entre la DQO y la DBO. La proporción para las aguas solidas domésticas es de 1,5 a 2, lo que indica una fácil biodegradación. Sin problemas mayores puede llegar a 2,5 o 3.

El uso metódico de la DQO para caracterizar un efluente facilita y agiliza la medición, además de mejorar la repetibilidad de las vías biológicas. Las agencias de agua y saneamiento, así como cualquier organización, sindicato o mediador a cargo

de la gestión comunitaria, deben implementarla en todas las plantas de tratamientos de aguas cloacales.

Las métricas cruciales para la industria de los tratamientos de aguas, el valor de DQO, expresado en mg/L o mg/m³, muestra las cantidades de oxígenos necesarias para la oxidación de todos los componentes orgánicos existentes en las aguas.

El Método del Dicromato, una técnica de laboratorio común, está estrechamente relacionado con la DQO. Este método establece las demandas químicas de oxígeno de las cargas orgánicas presentes en las aguas servidas de las instalaciones durante la digestión del ácido crómico.

Gracias a este enfoque, la DQO se ha convertido en una métrica frecuentemente utilizada en las exámenes rutinarios de las calidades de las aguas residuales. La planificación de instalaciones de tratamientos de aguas residuales, el seguimiento de las eficacias de los sistemas de descontaminación de aguas y las creaciones de facturas de aguas cloacales se realizan mediante él.

Valores normales de DQO en el agua analizada

Independientemente de si la contaminación proviene de fuentes biodegradables o no biodegradables, las Demandas Químicas de Oxígeno (DQO) son proporcionales a las cantidades de contaminaciones presentes en el agua.

La Demanda Química de Oxígeno tiene un valor máximo de 500 mg/l.

2.2.1.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Es un acrónimo que representa la cantidad de oxígeno que necesitan los organismos vivos para consumir las materias orgánicas del agua. ¿Cuánto tiempo tardará? La interrogante crucial, razón por la cual se utiliza a menudo la DBO5, es cuánto oxígeno necesitan las bacterias en cinco días para consumir toda la materia.

Medir esta característica en aguas residuales es de gran ayuda ya que nos permite determinar si el agua receptora está sobrecargada.

Los mismos problemas mencionados en la sección anterior (la definición de DQO), la eutrofización del agua, ocurre cuando se superan los niveles de referencia. Todas las criaturas acuáticas, incluidos los peces, mueren como consecuencia. Las bacterias mueren precisamente porque consumen agua. (Aquanova, 2023).

¿Por qué se mide la DQO y el DBO en las aguas residuales?

El grado de contaminación del agua se mide mediante las Demandas Químicas de Oxígeno (DQO). Esta se mide en miligramos de oxígenos diatómicos por litro.

Específicamente, se utiliza para determinar la cantidad de materiales en el agua, ya sean orgánicos o inorgánicos, que causan contaminación. La principal causa del aumento de las demandas químicas de oxígenos son las materias orgánicas; sin embargo, algunos compuestos inorgánicos pueden tener un impacto.

Los niveles de contaminaciones del agua también están determinados por las demandas biológicas de oxígeno, aunque en este caso solo examinaremos las herramientas orgánicas. Por lo tanto, su valoración será inferior que el obtenido a partir de las demandas químicas de oxígeno.

Debe quedar claro que ambas conceptualizaciones se miden para evaluar el nivel de contaminaciones de las aguas. Por lo tanto, los vertidos (es decir, el agua que se devuelve a los arroyos receptores) son la unidad de medida principal. El agua de una fábrica, por ejemplo, se devuelve al río.

También se utiliza para las aguas de riego, ya que permite determinar rápidamente si están contaminadas y si dichas contaminaciones son de naturaleza química, lo que la hace inadecuada para los riegos. Por el contrario, si el agua no es

pura, sino que solo contiene ingredientes biológicos o naturales, sería apta para el riego desde el principio. (Aquanova, 2023).

Diferencia entre DQO y DBO de un análisis de agua

La cantidad de contaminantes oxidables en el agua se indica mediante la DQO. Sin embargo, la DBO identifica los contaminantes presentes; solo aquellos que pueden biodegradarse pueden oxidarse.

En consecuencia, aunque las demandas químicas de oxígenos siempre son sensibles a los contaminantes orgánicos, evalúa la presencia de todos ellos. Sin embargo, solo las sustancias orgánicas que contaminan el agua en la muestra de laboratorio se miden mediante la DBO.

Comprender la distinción entre ambas es crucial, ya que, en estudios de agua o efluentes, ambas se suelen investigar, ya que proporcionan datos más esclarecedores al combinarse (Aquanova, 2023).

5) Relaciones entre la DQO y la DBO en una examinación de agua

Dado que tanto la DQO como la DBO miden los contaminantes del agua, existen numerosos paralelismos entre ambas métricas.

Veremos cómo se examinan ambas en un gran número de estudios, si no en una proporción significativa. Esto nos permitirá evaluar el grado de contaminación y nos proporcionará una visión más completa del agua. Dado que la DQO también incluye contaminantes inorgánicos, es evidente que las valoraciones de DQO siempre son mayores que los de DBO. Debido a que las aguas residuales industriales incluyen más productos químicos no biodegradables, sus niveles de DQO suelen ser mayores.

Valores normales de DBO en el agua analizada

Las valoraciones de las Demandas Biológicas de Oxígeno (DBO) Se correlaciona con los grados de contaminación detectado en la muestra de agua examinada. Por lo tanto, niveles más altos de DBO sugieren que hay más contaminantes biodegradables en el agua.

A nivel orientativo nosotros podemos tener un nivel similar a este:

Aguas Puras, Aguas Levemente Contaminadas, Aguas Moderadamente Contaminadas, Aguas Muy Contaminadas, Aguas Extremadamente Contaminadas.

Considerando que estos niveles definidos dentro del ámbito de DBO tienen que ser interpretados dentro del contexto del tipo de agua según la morfología que este presenta, esto quiere decir que a mayor nivel de contaminación mayor DBO.

2.2.1.3. Sólidos Suspendidos (SS)

Los SST son un grupo de materiales que se capturan mediante un tamaño de filtro predeterminado (residuos no filtrables) durante el proceso de filtración. Estos sólidos pueden incluir residuos vegetales como hojas o ramas, partículas sedimentarias o de lodo, o incluso huevos y larvas de insectos. Los SST se clasifican como contaminantes convencionales acorde a la Ley de Agua Limpia de EE. UU. debido a su impacto negativo en el color y la turbidez del agua. Los SST podrían ser indicadores importantes de las calidades del agua en diversas muestras, incluidas las del océano o las aguas residuales. Para crear correlaciones específicas para cada sitio y facilitar una gestión más eficaz, los expertos en calidades del agua suelen combinarse los datos de SST y turbidez. (Omega Peru S.A., 2023).

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) se refieren a las partículas sólidas que permanecen en suspensión en el agua y que pueden ser retenidas mediante filtración. Estas partículas incluyen materiales orgánicos e inorgánicos, como sedimentos,

restos vegetales, microorganismos y otros desechos. La presencia de SST en el agua incide en su turbidez y calidad, afectando tanto a los ecosistemas acuáticos como a los procesos de tratamientos de agua. La medición de los SST se realiza comúnmente por métodos gravimétricos, donde una muestra de agua se filtra, y las partículas retenidas se secan y pesan para determinar su concentración, expresada en miligramos por litro (mg/L) (Sigmadaf, 2023).

Medición de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el Análisis de Calidad del Agua

Los sólidos suspendidos totales (SST) no tienen una fórmula química específica, pero se utilizan técnicas físicas y gravimétricas para su medición y cuantificación en lugar del análisis químico. En realidad, se realiza de la siguiente manera:

Muestra de agua: Se obtiene una muestra representativa del agua a examinar, que puede provenir de un arroyo, una masa de agua, los efluentes de plantas de tratamientos de aguas cloacales u otras fuentes comparables.

Filtración: Se pasa un filtro con un tamaño de poro determinado (normalmente una membrana de celulosa o un filtro de fibra de vidrio) por la muestra de agua. Este filtro captura los sólidos suspendidos totales y otras partículas en suspensión.

Pesaje y secado: Tras filtrar la muestra, se pesa el filtro que contiene las partículas retenidas tras secarlo a temperatura constante. Solo las partículas en suspensión permanecen en el filtro tras eliminar el agua mediante este procedimiento.

Cálculo: El peso del filtro seco se deduce del peso original del filtro antes de la filtración para determinarse las cantidades totales de partículas suspendidas. El

resultado es el contenido total de sólidos suspendidos de las muestras, que suele expresarse en partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg/L).

Con este método, es posible cuantificar con precisión el peso de las partículas suspendidas en la muestra, lo que es esencial para evaluar las calidades del agua y su idoneidad para una variedad de aplicaciones, incluido el tratamiento de aguas cloacales y la protección del medio ambiente acuático. A pesar de que los SST carecen de una fórmula química precisa, este método práctico permite su medición eficiente en laboratorios de medio ambiente y calidad del agua. (Omega Peru S.A., 2023).

2.2.2. Aguas residuales urbanas

Son aguas contaminadas por vertidos de diversas fuentes, principalmente de hogares y negocios. Por lo tanto, pueden contener contaminantes procedentes de residuos industriales o urbanos. También se las conoce como aguas negras, aguas fecales y alcantarillado. Incluso cuando las aguas grises no incluyen desechos humanos, se consideran aguas residuales. (Ecomar, 2020).

Cualquier agua cuya condición haya sido afectada de forma negativa por las actividades humanas se consideran aguas cloacales. Es agua que carece de valor inmediato para su uso o producción previstos debido a factores como la edad, la cantidad o la calidad. (Zarza, 2020).

La principal fuente de aguas cloacales urbanas es la actividad doméstica humana, incluyendo la basura doméstica y las heces. Esta agua contiene contaminantes como partículas en suspensión, lípidos, nutrientes y moléculas orgánicas que consumen oxígeno. Si no se gestiona adecuadamente, puede dañar los cultivos y el suministro de agua, y causar problemas de salud. (León Mier, 2016).

La UNESCO define las aguas residuales municipales y urbanas como aquellas provenientes de regiones urbanizadas, como las descargas de viviendas, negocios e instalaciones industriales. Estos fluidos requieren un tratamiento especial antes de ser reutilizados o liberados al medio ambiente, ya que contienen diversos elementos orgánicos e inorgánicos, tanto suspendidos como disueltos. (UNESCO, 2017).

2.2.2.1. Tipos de agua residual

El agua generada por el ser humano puede contener amplias gamas de contaminantes que degradan su calidad. Entre ellos se encuentran metales pesados como el plomo, el mercurio o el zinc; sólidos como el papel higiénico, los plásticos o las toallitas desechables; productos químicos domésticos, como jabones, detergentes o cosméticos; e incluso residuos orgánicos de operaciones industriales, como disolventes o heces. (Telwesa, 2024).

Existen distintas formas de clasificar el agua residual, ya sea teniendo en cuenta su cantidad, los tipos de sustancias que contiene o sus características. Las aguas cloacales se podrían dividir en tres categorías principales según su procedencia:

Aguas residuales domésticas: Los sectores residenciales y de servicios son la fuente de esta agua. Suele provenir de actividades domésticas y suele contener bacterias y contaminantes orgánicos.

Aguas residuales industriales: Esto incluye cualquier agua utilizada con fines comerciales o industriales, ya sea que provenga de plantas de fabricación o de fabricantes. Estas aguas se distinguen por la presencia de ingredientes químicos y metales pesados. Consulte nuestro artículo anterior para obtener más información sobre el agua industrial.



Aguas residuales de la agricultura y la ganadería: La principal fuente de esta agua es la ganadería, que constituye la industria primaria. Si bien el riego representaría la mayor parte de los consumos de agua en la agricultura, algunas actividades pueden requerir el uso de agua y su posterior eliminación.

Aguas residuales urbanas: Las aguas cloacales domésticas, o una combinación de aguas cloacales industriales y domésticas, constituyen las aguas residuales urbanas. Dado que las precipitaciones pueden transportarse contaminantes de la atmósfera, también contienen aguas residuales de la lluvia.

Según Zarza (2020) las aguas cloacales se presentan en diversas formas según su procedencia. Las categorías fundamentales de aguas cloacales incluyen:

1 . Aguas residuales urbanas: Escorrentía de aguas pluviales o una combinación de escorrentía de aguas pluviales y aguas cloacales industriales o domésticas.

2 . Aguas residuales domésticas: Aguas cloacales de hogares y empresas que en su mayoría son producidas por las actividades domésticas y los metabolismos humanos.

3 . Aguas residuales industriales: Todas las aguas residuales, excluidas las escorrentías de aguas pluviales y las aguas cloacales domésticas, liberadas por edificios usados para operaciones comerciales o industriales.

Para Sabadel (2022) se tiene:

1. Aguas residuales domésticas: Son de fabricación nacional. Pueden ser aguas grises, negras o con agentes de limpieza.

Figura 1

Aguas residuales domésticas

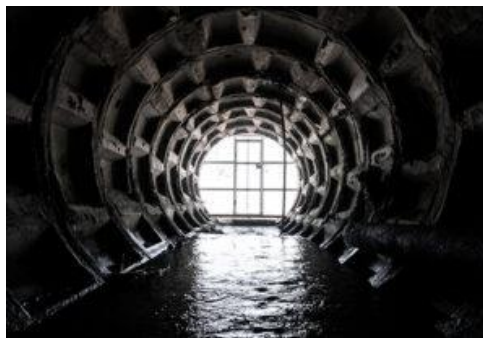


Nota. (Sabadel, 2022)

2. Aguas residuales industriales: Éstos son los que provienen de las empresas a lo largo de sus procesos de fabricación.

Figura 2

Aguas residuales industriales



Nota. (Sabadel, 2022)

3. Aguas residuales agrícolas: Según el estudio "¿Peor agua, más alimentos, más gente?" de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en su "Examen mundial sobre la contaminación del agua en la agricultura", los nitratos procedentes de las prácticas agrícolas son de las principales fuentes de contaminación de las aguas subterráneas.

Figura 3

Aguas residuales agrícolas



Nota. (Sabadel, 2022)

4. Aguas residuales urbanas: Se trata de vías fluviales que son consecuencia del uso de las vías y estructuras de la ciudad.

Figura 4

Aguas residuales urbanas



Nota. (Sabadel, 2022)

2.2.2.2. Componentes del agua residual

Las aguas servidas pueden tener componentes físicos, químicos y biológicos.

Físicos: Los colores, los olores, los sólidos y las temperaturas son los elementos físicos y las particularidades de las aguas residuales.



Químicos: Las sustancias más frecuentes en las aguas residuales son:

Proteínas, fenoles, aceites, carbohidratos, grasas animales, pesticidas, contaminantes prioritarios, surfactantes, compuestos orgánicos volátiles, etc., todos se consideran orgánicos.

Inorgánicos: Azufre, nitrógeno, pH, fósforo, metales pesados, alcalinidad y cloruros.

Gases: Oxígeno, metano y sulfuro de hidrógeno.

Biológicos: Las plantas y los animales son los elementos biológicos más frecuentes en las aguas servidas.

Tras una explicación de las particularidades fundamentales de las aguas residuales, analizamos sus diversos tipos:

– Aguas residuales domésticas o urbanas: Son consecuencia del uso del agua en residencias y zonas urbanas, que también albergan un número significativo de empresas e industrias. Las bacterias, las partículas sedimentables y los contaminantes orgánicos son especialmente frecuentes en este efluente. (Ecomar, 2020).

2.3. Marco conceptual

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Un método para analizar y comprender datos es la examinación de estadísticos. Trata de conjuntos de estrategias y tácticas que nos permitirían clasificar, caracterizar, evaluar e interpretarse información para lograr conocimiento significativo y práctico.



Cuando recopilamos y examinamos datos con el objetivo de encontrar patrones y tendencias, se lleva a cabo el análisis estadístico. Esto indica que, si bien es un tipo de examinación de información en sí mismo, se aborda desde una perspectiva interpretativa que resulta útil para llegar a conclusiones tangibles y comprenderse las conductas y las experiencias de los clientes potenciales de una empresa.

PARÁMETROS

Los parámetros se pueden definir como los datos o factores que se utilizan para analizar o valorar una situación. También se pueden definir como características que ayudan a identificar o clasificar un sistema, como un evento, proyecto, objeto o situación.

PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

Los indicadores, conocidos como parámetros de calidades del agua, establecen los requisitos de calidades para que sean aptas para los consumos humanos y no tenga efectos negativos en los entornos ambientales. Las características físicas, químicas, biológicas y bacteriológicas del agua sirven de base para estos criterios.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

Las Demandas Químicas de Oxígeno (DQO) son parámetros que miden las cantidades de oxígeno que se necesita para oxidarse las materias orgánicas y las sustancias inorgánicas que se hallan en el agua



DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS

Las demandas biológicas de oxígeno de 5 días (DBO5) de una muestra de agua es la cantidad de oxígeno que necesitan las bacterias y otros microorganismos para descomponerse las materias orgánicas durante cinco días a 20 °C.

SOLIDOS EN SUSPENSIÓN

Las partículas sólidas expuestas en el agua, pero que no podrían filtrarse de la muestra, se conocen como sólidos en suspensión. Pueden eliminarse por sedimentación y constituyen una de las fuentes de contaminación de las aguas cloacales.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

Cuantitativo

La medición y generalización de los hallazgos son el foco principal de la exploración cuantitativa, a la que se denomina técnica convencional o general. (Bernal, 2010).

3.2. Método o métodos aplicados en la investigación

Hipotético - deductivo

El objetivo de la examinación de la información es determinarse los niveles de importancias de las correlaciones previstas entre las variables. Se utiliza una metodología hipotético-deductiva, que comienza con el desarrollo de hipótesis teóricas y continúa con la operacionalización de las variables, la recopilación, el procesamiento y la interpretación de la información. (Monje, 2011).

3.3. Tipo de investigación

Se empleo el tipo transversal



En los estudios que abarcan un solo año, se utiliza una investigación transversal; en lugar de seguir una variable a lo largo de cinco o más años, se la investiga simultáneamente en ese año. (Ñaupas et al., 2018).

3.4. Nivel de investigación

Correlacional

Su objetivo es determinarse los grados de una relación o correlación no causal entre dos o más variables. Estas investigaciones evalúan primero las variables y luego estiman la asociación mediante métodos de estadísticas y pruebas de hipótesis correlacionales. Las posibles causas de fenómenos pueden inferirse de la investigación correlacional, incluso cuando no demuestra explícitamente asociaciones causales. (Arias, 2012).

3.5. Diseño de investigación

No - experimental

La ausencia de control sobre las variables independientes, que es una característica de la investigación experimental y cuasiexperimental, y la ausencia de grupos de estudio son características de la exploración no experimental. (Briones, 2002).

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

Los fines de una tesis nunca se pueden alcanzar sin informantes o fuentes de informaciones primarias o directas. La población (N) es un grupo de todas las personas objeto de la exploración. El grupo de individuos u objetos que se hallan en



un lugar o territorio, presentan una o más características y cambian con el tiempo se denomina población. (Vara, 2010).

En esta exploración, la población será las aguas residuales urbanas del río Torococha.

3.6.2. Muestra

Un subconjunto o porción del universo o población que será objeto de exploración se denomina muestra. Los números de componentes de la muestra puede obtenerse mediante diversos métodos, como la lógica y las matemáticas. Una muestra es una porción de la población que es significativa. (López, 2004).

La muestra está determinada por conveniencia

La muestra para la exploración está conformada por 10 muestras de aguas residuales urbanas del río Torococha.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.7.1. Técnicas de la investigación

Las acciones que realizaron los investigadores para recopilar la información necesaria para abordarse temas de exploración se conocerían como procedimientos de investigación. Son los guardianes de la información científica, lo que los hace significativos. Dado que la ciencia es una forma de pensar y actuar, el uso de estos modelos de acción de forma más o menos uniforme garantiza la validación científica del estudio y, por consiguiente, de la información obtenida. (Gomez-Escalonilla, 2021).

3.7.2. Instrumentos de la investigación

Aunque a menudo tienen varias funciones, cada instrumento suele estar diseñado para un fin específico. Algunos de ellos son utilizados por investigadores por razones prácticas, más que por una teoría específica, ya que ofrecen ciertas ventajas respecto a la observación sin equipo. (De la Lama Zubirán et al., 2021).

3.8. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación

3.8.1. Validación de los instrumentos

En general, los grados en que instrumentos miden realmente las variables que pretendería medirse se denomina validez. La validez es un aspecto más complejo que debe abordarse en cada dispositivo de medición usado. (Hernández et al., 2010).

3.8.2. Confiabilidad de los instrumentos

Según varios autores (Tavakol y Dennick, 2011; DeVellis, 2003; Streiner, 2003; Nunnally y Bernstein, 1994; Petterson, 1994), el coeficiente debería estar entre 0,70 y 0,90. Nunnally (1987) recomienda un valor superior a 0,80. Según Lauriola (2003), las escalas deberían tener un valor mínimo de 0,90 y las comparaciones intergrupales de 0,70. Según Garson (2013), 0,80 se considera "bueno" para fines explicativos, mientras que 0,60 es aceptable para fines exploratorios y 0,70 para fines confirmatorios. Por otra parte, un coeficiente superior a 0,90 podría sugerir que es necesario reducir los instrumentos y que ciertos ítems o indicadores son redundantes. (Hernández et al., 2014).

3.9. Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis

Se tiene lo siguiente:



Diseño estadístico

Para comprobarse la veracidad de la teoría que se ha planteado en la exploración, la prueba de teoría mediante el uso de la distribución T-Student. Esta metodología es adecuada para comparar medias o determinar diferencias significativas en una muestra pequeña bajo la suposición de normalidad.

La fórmula de la estadística T es la siguiente:

$$T = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

X: Medias muestrales.

μ : Medias poblacionales o valores de referencias.

S: Desviación estándar de las muestras.

n: Tamaños de las muestras.

Determinación de las hipótesis estadísticas

H₁: $X \neq \mu$ (las medias muestrales son significativamente diferente de las medias poblacionales).

H₀: $X = \mu$ (no hay diferencia significativa entre las medias muestrales y las medias poblacionales).



Nivel de significancia

Elegiremos niveles significantes del 1% al 10%. Si no se proporciona, se asumirá un umbral significativo del 5%, o $\alpha = 0,05$.

Estadística de prueba

Se usará la distribución T-Student con $n-1$ niveles de libertad.

Regla de decisión

Si $|T_c| > T_t$, niéguese H_0

Si $|T_c| \leq T_t$, afírmese H_0

Donde:

T_c : Valor calculado de la estadística T.

T_t : Valor crítico de la distribución T para para niveles significantes α y $n-1$ niveles de libertad.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos

En la exploración se ejecutó la exploración y análisis estadístico de los parámetros demandas químicas de oxígenos (DQO), demandas biológicas de oxígenos a los 5 días (DBO5) y sólidos en suspensiones (SS) de las aguas servidas urbanas del río Torococha ubicado de Juliaca del departamento de Puno.

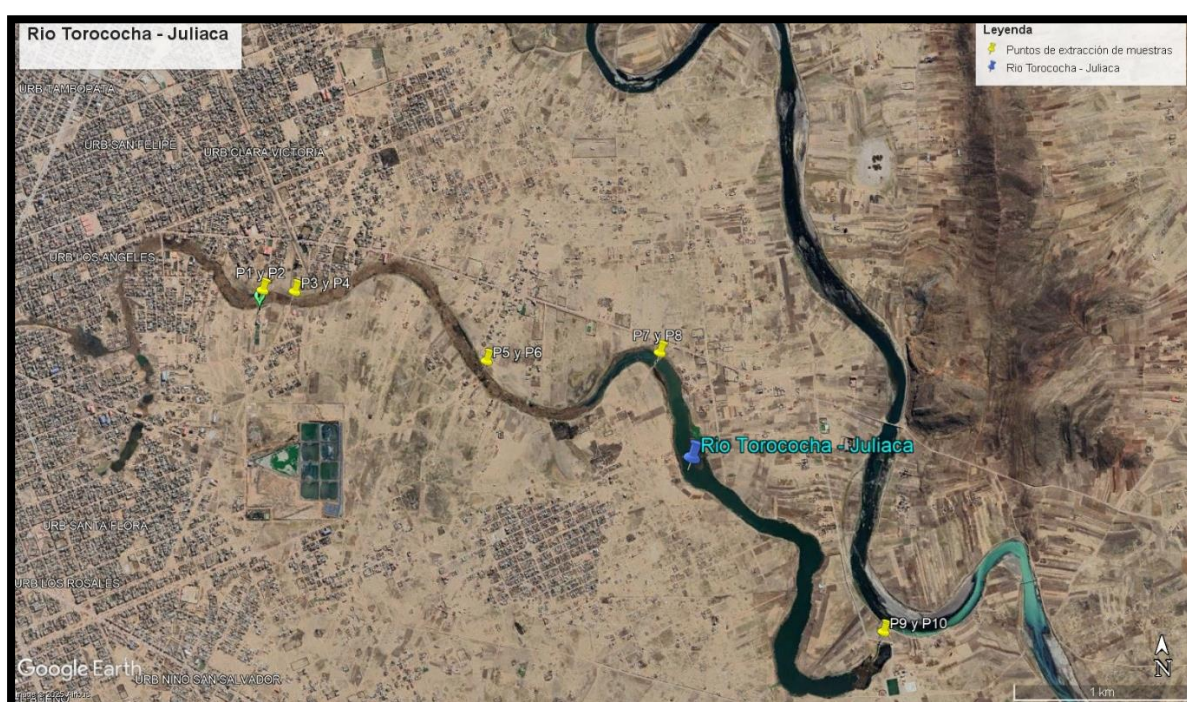
Para los ensayos y análisis de las aguas servidas urbanas se tomó las muestras de 10 puntos:

- 1: E: 381645 N: 8287233
- 2: E: 381645 N: 8287233
- 3: E: 381827 N:8287226
- 4: E: 381827 N:8287226
- 5: E: 382916 N: 8286841
- 6: E: 382916 N: 8286841
- 7: E: 383898 N: 8286893

- 8: E: 383898 N: 8286893
- 9: E: 385174 N: 8285328
- 10: E: 385174 N: 8285328

Figura 5

Puntos de extracción de las muestras de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024



Nota. En el gráfico se puede apreciar los puntos de extracciones de las muestras de las aguas servidas urbanas del río Torococha de Juliaca, departamento de Puno, 2024.

Por lo tanto: se tienen los siguientes resultados de cada parámetro: DQO, DBO5 y SS.

4.1.1. Parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024

Se tienen los siguientes resultados:

Tabla 2

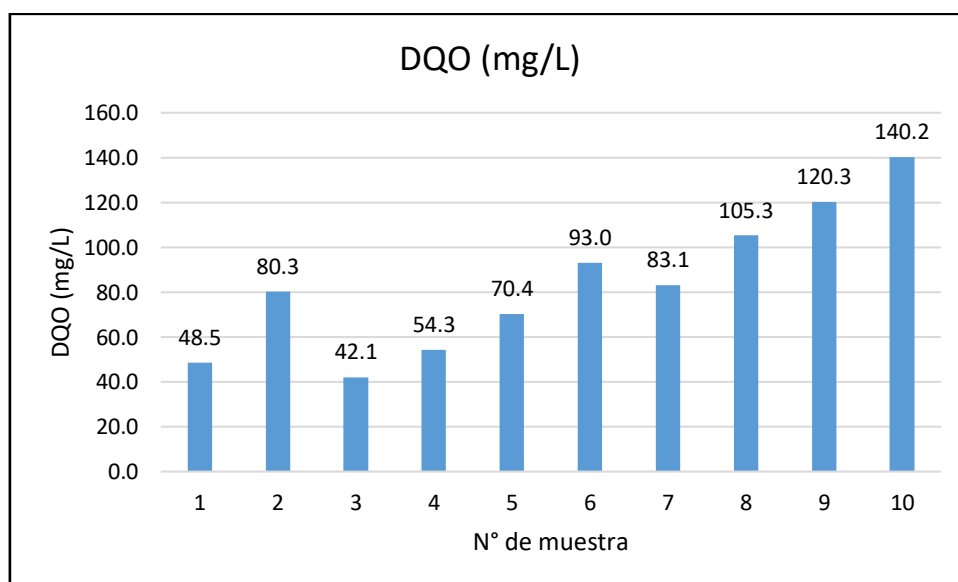
Parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024

N° de muestra	Coordenadas	Código	DQO (mg/L)
1	E: 381645 N: 8287233	P1	48.5
2	E: 381645 N: 8287233	P2	80.3
3	E: 381827 N:8287226	P3	42.1
4	E: 381827 N:8287226	P4	54.3
5	E: 382916 N: 8286841	P5	70.4
6	E: 382916 N: 8286841	P6	93.0
7	E: 383898 N: 8286893	P7	83.1
8	E: 383898 N: 8286893	P8	105.3
9	E: 385174 N: 8285328	P9	120.3
10	E: 385174 N: 8285328	P10	140.2

Nota. Resultados del análisis del agua

Figura 6

Parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024



Nota. Resultados del análisis del agua



Los hallazgos que se obtuvieron de la examinación de las Demandas Bioquímicas de Oxígeno a 5 días (DBO5) en las muestras de aguas superficiales muestran valores que superan ampliamente las limitaciones máximas permitidas de 10 mg/L a 30 mg/L instituido por el D.S. N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidades Ambientales (ECA) para aguas de la Categoría 1, Subcategoría A. Los datos varían entre 42.1 mg/L y 140.2 mg/L lo que indicaría que ninguna de las muestras cumple con los estándares que se establecieron para la producción de agua potable.

Este resultado es consistente con las condiciones observadas en el río Torococha, un cuerpo de agua altamente contaminado. Durante las inspecciones, se pudo notar la presencia de grandes cantidades de basura acumulada en sus márgenes y lecho, así como un color verdoso en el agua acompañado de una especie de costra superficial también verde, indicativo de posibles proliferaciones de microorganismos como algas o bacterias. Además, el río emite un olor fuerte y nauseabundo, característico de aguas con una elevada carga de materias orgánicas en descomposición y compuestos químicos que podrían incluir residuos industriales o domésticos no tratados.

Estas circunstancias suponen una amenaza sustancial para los ecosistemas acuáticos y los grupos humanos que pueden depender de este recurso directa o indirectamente, además de reflejar una grave degradación ambiental.

4.1.2. Parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024

Se tienen los siguientes resultados:

Tabla 3

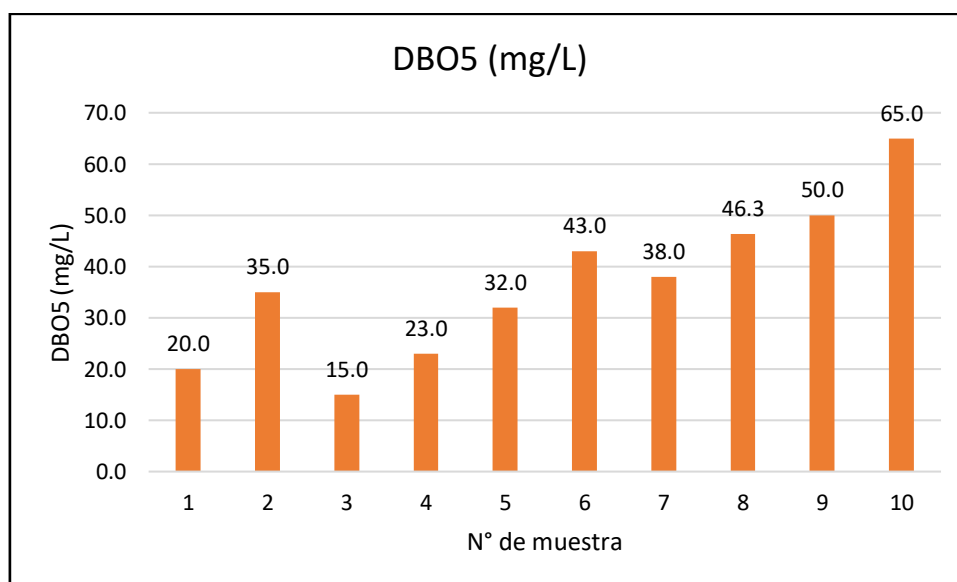
Parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del rio Torococha, 2024

N° de muestra	Coordenadas	Código	DBO5 (mg/L)
1	E: 381645 N: 8287233	P1	20.0
2	E: 381645 N: 8287233	P2	35.0
3	E: 381827 N:8287226	P3	15.0
4	E: 381827 N:8287226	P4	23.0
5	E: 382916 N: 8286841	P5	32.0
6	E: 382916 N: 8286841	P6	43.0
7	E: 383898 N: 8286893	P7	38.0
8	E: 383898 N: 8286893	P8	46.3
9	E: 385174 N: 8285328	P9	50.0
10	E: 385174 N: 8285328	P10	65.0

Nota. Resultados del análisis del agua

Figura 7

Parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del rio Torococha, 2024



Nota. Resultados del análisis del agua



Los hallazgos que se obtuvieron de la examinación de las Demandas Bioquímicas de Oxígeno a 5 días (DBO5) en las muestras de aguas superficiales muestran valores que exceden ampliamente las limitaciones máximas permitidas de 3 mg/L a 10 mg/L instituido por el D. S. N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidades Ambientales (ECA) para aguas de la Categoría 1, Subcategoría A. Los datos varían entre 15.0 mg/L y 65.0 mg/L, lo que confirma que ninguna de las muestras analizadas cumple con los estándares de calidad establecidos para la producción de agua potable.

Estos hallazgos se alinean con las condiciones observadas en el río Torococha, un cuerpo de agua severamente contaminado. Durante las inspecciones, se evidenció una acumulación considerable de basura a lo largo de sus márgenes y lecho. Asimismo, el agua presenta un color verdoso, acompañado de una costra superficial del mismo tono, probablemente causada por proliferaciones de algas u otros microorganismos. Además, el río desprende un fuerte olor nauseabundo, característico de las descomposiciones de materias orgánicas y la presencia de sustancias químicas provenientes de vertimientos industriales o domésticos sin tratamiento.

La alta DBO5 obtenida en este análisis indica una carga orgánica biodegradable significativa, lo que refleja un sistema acuático con niveles de oxígeno disuelto extremadamente bajos, incapaz de sostener formas de vida acuática saludables. Estas situaciones no solo pondrían en riesgos la biodiversidad del río, sino que también representa una amenaza ambiental y sanitaria para las comunidades humanas cercanas.

4.1.3. Parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024

Se tienen:

Tabla 4

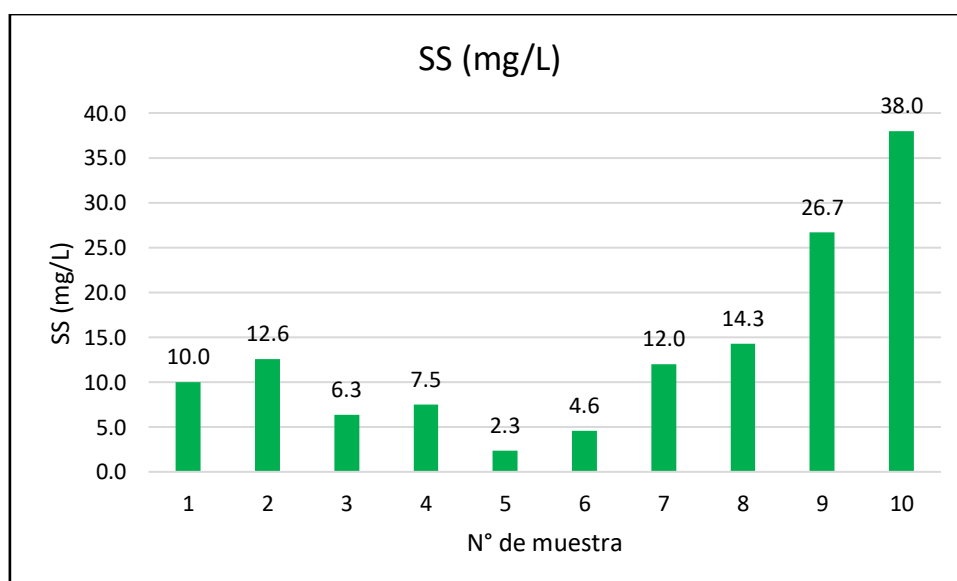
Parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024

N° de muestra	Coordenadas	Código	SS (mg/L)
1	E: 381645 N: 8287233	P1	10.0
2	E: 381645 N: 8287233	P2	12.6
3	E: 381827 N:8287226	P3	6.3
4	E: 381827 N:8287226	P4	7.5
5	E: 382916 N: 8286841	P5	2.3
6	E: 382916 N: 8286841	P6	4.6
7	E: 383898 N: 8286893	P7	12.0
8	E: 383898 N: 8286893	P8	14.3
9	E: 385174 N: 8285328	P9	26.7
10	E: 385174 N: 8285328	P10	38.0

Nota. Resultados del análisis del agua

Figura 8

Parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024





Nota. Resultados del análisis del agua

Los hallazgos que se obtuvieron de la examinación de sólidos en suspensiones (SS) en las muestras de agua superficial muestran valores que varían entre 2.3 mg/L y 38.0 mg/L, todos dentro de las limitaciones máximas permitidas de 60 mg/L a 100 mg/L establecido por el D.S. N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Esto indica que, con respecto a este parámetro, las muestras acaten con los estándares que se establecieron para las producciones de agua potable.

Sin embargo, pese a que las valoraciones de sólidos en suspensión se hallan dentro del rango permitido, las observaciones realizadas en el río Torococha muestran una realidad preocupante. La presencia de basura acumulada en las márgenes y el lecho, el color verdoso del agua, la costra superficial de aspecto verde y el fuerte olor nauseabundo son indicativos de contaminación severa. Los sólidos en suspensión en este caso pueden incluir partículas provenientes de residuos domésticos, industriales y orgánicos en descomposición, contribuyendo a la turbidez y afectando la condición general del agua.

Aunque los hallazgos de SS cumplen con el ECA, deben ser interpretados junto con los parámetros de Demandas Bioquímicas de Oxígeno (DBO5) y Demandas Químicas de Oxígeno (DQO), que exceden ampliamente los límites establecidos, lo que refleja un estado de contaminación grave del río Torococha.

La evaluación de los sólidos en suspensión por sí sola no representa un incumplimiento de los estándares ambientales; sin embargo, en conjunto con los otros parámetros analizados y las condiciones observadas, es evidente que el río está en un estado crítico de contaminación.

4.1.4. Análisis estadístico

El ANOVA (Análisis de Varianza) la comparación de las medias de los grupos y las identificaciones de posibles diferencias significantes entre ellos se realiza estadísticamente.

4.1.4.1. DQO

Tabla 5

Resumen del parámetro DQO

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Punto de extraccion	10	30	3	2.2222222
DQO	10	837.5	83.75	1011.9561

Nota. En base a los hallazgos de los ensayos

Tabla 6

Análisis de varianza del parámetro DQO

Origen de las variaciones	S. de cuadrados	G. de libertad	P. de los cuadrados	F	P	V. crítico para F
Entre grupos	32602.8125	1	32602.813	64.294	2.37E-07	4.414
Dentro de los grupos	9127.605	18	507.089			
Total	41730.4175	19				

Nota. En base a los hallazgos de los ensayos

El valor de F calculado 64.294 es mayor que el valor crítico de F 4.414. Esto indica que hay diferencias estadísticamente significantes entre los grupos en términos de DQO.

El valor de P 2.37E-07 está por debajo de los niveles significantes estándar $\alpha = 0.05$, confirmando que la probabilidad de que tales diferencias se deban al azar es prácticamente nula.

Se ha logrado a concluir que los valores de demandas químicas de oxígenos DQO varían significativamente entre las muestras de los puntos de extracción del río Torococha de Juliaca, esto podría deberse a factores como descargas de aguas servidas, contaminación doméstica, actividades industriales a lo largo del río.

4.1.4.2. DBO5

Tabla 7

Resumen del parámetro DQO

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Punto de extraccion	10	30	3	2.2222222
DBO5	10	367.3	36.73	230.41789

Nota. En base a los hallazgos de los ensayos

Tabla 8

Análisis de varianza del parámetro DQO

Origen de las variaciones	S. de cuadrados	G. de libertad	P. de los cuadrados	F	P	V. crítico para F
Entre grupos	5688.5645	1	5688.565	48.904	1.57E-06	4.414
Dentro de los grupos	2093.761	18	116.320			
Total	7782.3255	19				

Nota. En base a los hallazgos de los ensayos

El valor de F calculado 48.904 es mayor que el valor crítico de F 4.414. Esto indicaría que hay diferencias estadísticamente significantes entre los conjuntos en términos de DBO5.

El valor de P 1.57E-06 está por debajo de los niveles significantes estándar $\alpha = 0.05$, confirmando que la probabilidad de que tales diferencias se deban al azar es prácticamente nula.

Se ha logrado a concluir que las valoraciones de demandas bioquímicas de oxígenos DBO5 varían significativamente entre las muestras de los puntos de extracción del río Torococha de Juliaca, esto podría deberse a factores como descargas de aguas servidas, contaminación doméstica, actividades industriales a lo largo del río.

4.1.4.3. SS

Tabla 9

Resumen del parámetro SS

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Punto de extraccion	10	30	3	2.2222222
SS	10	134.36	13.436	120.19854

Nota. En base a los hallazgos de los ensayos

Tabla 10

Análisis de varianza del parámetro SS

Origen de las variaciones	S. de cuadrados	G. de libertad	P. de los cuadrados	F	P	V. crítico para F
Entre grupos	544.55048	1	544.550	8.896	7.98E-03	4.414
Dentro de los grupos	1101.78684	18	61.210			
Total	1646.33732	19				

Nota. En base a los hallazgos de los ensayos

El valor de F calculado 8.896 es mayor que el valor crítico de F 4.414. Esto indicaría que hay diferencias estadísticamente significantes entre los grupos en términos de SS.

El valor de P 7.98E-03 está por debajo de los niveles significantes estándar $\alpha = 0.05$, confirmando que la probabilidad de que tales diferencias se deban al azar es prácticamente nula.



Se ha logrado concluir que los valores de sólidos en suspensión SS varían significativamente entre las muestras de los puntos de extracción del río Torococha de Juliaca, esto podría deberse a factores como descargas de aguas servidas, contaminación doméstica, actividades industriales a lo largo del río.

4.2. Proceso de la prueba de hipótesis

Utilice un método de estadística llamado examen t de Student para determinarse si las medias de los grupos varían significativamente. En ese caso, la prueba t de Student sirve para comparar cada parámetro individualmente (DBQ, DBO5 y SS) con el valor del ECA correspondiente, evaluando si la media de las mediciones difiere significativamente de ese límite

Acorde a las hipótesis específicas se tiene:

Hipótesis específica 1.

H₀: Los resultados del parámetro DQO de las aguas cloacales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que no sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.

H_a: Los resultados del parámetro DQO de las aguas cloacales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.

Tabla 11

Prueba t student del parámetro DQO

	DQO	ECA
Medias	83.75	10
Varianzas	1011.956111	0
Observaciones	10	10
Grados de libertad	9	
Estadísticos t	7.331303284	
P(T<=t) una cola	2.20721E-05	
Valores críticos de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	4.41442E-05	
Valores críticos de t (dos colas)	2.262157163	

Nota. En base a los hallazgos de los ensayos

Acorde a los hallazgos con niveles significantes del 5% ($\alpha=0.05$), hay suficientes evidencias estadísticas, entonces niéguese la H_0 . Esto indica que las concentraciones promedias de DQO (83.75) en tales aguas cloacales urbanas del río Torococha, 2024, sobrepasa significativamente lo establecido en las normas peruanas (ECA = 10).

Hipótesis específica 2.

H_0 : Los resultados del parámetro DBO5 de las aguas cloacales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que no sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.

H_a : Los resultados del parámetro DBO5 de las aguas cloacales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.

Tabla 12

Prueba t student del parámetro DBO5

	DBO5	ECA
Medias	36.73	3
Varianzas	230.4178889	0
Observaciones	10	10
Grados de libertad	9	
Estadísticos t	7.026810548	
P(T<=t) una cola	3.07027E-05	
Valores críticos de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	6.14054E-05	
Valores críticos de t (dos colas)	2.262157163	

Nota. En base a los hallazgos de los ensayos

Acorde a los hallazgos con niveles significantes del 5% ($\alpha = 0.05$), hay suficientes evidencias estadísticas, entonces niéguese la H_0 . Esto indica que las concentraciones promedias de DBO5 (36.73) en tales aguas cloacales urbanas del río Torococha, 2024, sobrepasa significativamente lo establecido en las normas peruanas (ECA = 3).

Hipótesis específica 3.

H_0 : Los resultados del parámetro SS de las aguas cloacales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que no sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.

H_a : Los resultados del parámetro SS de las aguas cloacales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.

Tabla 13*Prueba t student del parámetro SS*

	SS	ECA
Medias	13.436	60
Varianzas	120.1985378	0
Observaciones	10	10
Grados de libertad	9	
Estadísticos t	-13.43076308	
P(T<=t) una cola	1.46691E-07	
Valores críticos de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	2.93381E-07	
Valores críticos de t (dos colas)	2.262157163	

Nota. En base a los hallazgos de los ensayos

Acorde a los hallazgos con niveles significantes del 5% ($\alpha=0.05$), hay suficientes evidencias estadísticas, entonces afirmese la H_0 . Esto indica que las concentraciones promedias de SS (13.436) en tales aguas cloacales urbanas del río Torococha, 2024, es significativamente menor que el límite establecido en las normas peruanas.

4.3. Discusión de los resultados

Los hallazgos se obtuvieron de la examinación de las Demandas Químicas de Oxígeno (DQO) en las muestras de agua superficial muestran valores que superan ampliamente las limitaciones máximas permitidas de 10 mg/L a 30 mg/L determinado por el D.S. N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas de la Categoría 1, Subcategoría A. Los datos varían entre 42.1 mg/L y 140.2 mg/L lo cual indicaría que ninguna de las muestras cumple con los estándares que se establecieron para las producciones de agua potable.

Los hallazgos obtenidos de la examinación de la Demandas Bioquímicas de Oxígeno a 5 días (DBO5) en las muestras de agua superficial muestran valores que



exceden ampliamente las limitaciones máximas permitidas de 3 mg/L a 10 mg/L establecido por el D.S. N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas de la Categoría 1, Subcategoría A. Los datos varían entre 15.0 mg/L y 65.0 mg/L, lo que confirma que ninguna de las muestras analizadas cumple con los estándares de calidad establecidos para la producción de agua potable.

Los hallazgos obtenidos de la examinación de sólidos en suspensión (SS) en las muestras de aguas superficiales muestran valores que varían entre 2.3 mg/L y 38.0 mg/L, todos dentro de las limitaciones máximo permitidas de 60 mg/L a 100 mg/L señalado por el D.S. N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Esto indica que, con respecto a este parámetro, las muestras cumplen con los estándares que se establecieron para las producciones de agua potable.

Los análisis realizados muestran que las valoraciones de Demandas Químicas de Oxígeno (DQO) y Demandas Bioquímicas de Oxígeno (DBO5) en las muestras de agua superficial exceden los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para aguas de la Categoría 1, Subcategoría A, lo que indica una calidad inadecuada para la producción de agua potable. Tales hallazgos son coherentes con los antecedentes de Sánchez-Ramírez et al. (2017), quienes destacan la necesidad de una caracterización analítica detallada para modelar adecuadamente los tratamientos de aguas servidas urbanas mediante procesos como fangos activados. Aunque el contexto del en aguas servidas urbanas, la importancia de la caracterización de contaminantes, como la DQO y la DBO5, resalta la gravedad de los niveles observados en las muestras de este estudio, que superan ampliamente los estándares permitidos.



De forma similar, los hallazgos obtenidos en este trabajo guardan vinculación con el estudio de Pillapa (2022), que aborda la estimación de la DBO5 mediante redes neuronales artificiales en aguas residuales industriales. Aunque los valores reportados en Pelileo son significativamente más altos debido a la naturaleza del agua residual industrial, los datos de esta exploración confirman que las actividades antropogénicas incrementan de manera importante la DBO5, lo que coincide con la tendencia observada en las muestras superficiales analizadas.

Por otro lado, en relación con los sólidos en suspensión (SS), los valores obtenidos en este trabajo (2.3 mg/L a 38.0 mg/L) se encuentran dentro de los rangos permitidos, lo que contrasta con estudios como el de Intriago y Cuenca (2014), donde las aguas residuales domésticas mostraron niveles significativamente mayores de sólidos solubles (3095.56 mg/L). Este contraste puede explicarse por la diferencia en las fuentes de agua evaluadas y por la ausencia de cargas orgánicas extremadamente altas en las muestras analizadas.

El análisis multivariado presentado por Mira (2006) también aporta una perspectiva valiosa al señalar que las aguas superficiales están sometidas a presiones antropogénicas significativas, lo que afecta la condición del agua y contribuye al aumento de la DQO y la DBO5, como se observa en este estudio. Esto refuerza la conclusión de que la contaminación detectada en las muestras es producto de descargas puntuales y difusas de origen humano.

Finalmente, el trabajo de Déniz (2010) sobre el ensuciamiento de membranas en tratamientos avanzados de aguas residuales confirma que altos niveles de DQO, DBO5 y sólidos en suspensión afectan directamente las eficacias de los procesos de tratamientos. Aunque los valores de SS obtenidos en este estudio cumplen con los estándares, los elevados niveles de DQO y DBO5 identificados podrían representar



desafíos significativos en procesos de tratamiento similares si estas aguas fueran destinadas a potabilización.

En el caso de investigaciones nacionales, se tiene a Calcina & Moreno (2019) que analizaron la condición del agua en las cuencas del río Titicaca, encontrando niveles incrementados de DBO y DQO asociados principalmente a las contaminaciones agrícolas. En comparación con los hallazgos obtenidos en esta exploración, se observa que las valoraciones de DBO y DQO reportados son consistentes con los encontrados en nuestro análisis, lo que reafirma las presencias de fuentes orgánicas de contaminación en los cuerpos de agua de la región. Sin embargo, nuestros resultados destacan un nivel de sólidos suspendidos (SS) por debajo del límite normativo, lo que podría indicar una menor contribución de partículas en suspensión en comparación con los niveles de contaminación orgánica.

Leiva (2024) se enfocó en las impactaciones de la minería en la condición del agua, observando que esta actividad incrementa significativamente los niveles de DBO y DQO. Al contrastar estos hallazgos con los hallazgos de esta exploración, se confirma que las actividades mineras pueden ser una fuente importante de contaminación, aunque en el presente análisis los niveles de sólidos suspendidos y otros indicadores clave sugieren que la influencia minera puede no ser predominante en la cuenca estudiada. A pesar de esto, los valores de DQO y DBO muestran patrones similares, lo que resalta una problemática generalizada en los ecosistemas acuáticos de Puno.

Rios & Cisneros (2019) estudiaron la contaminación por prácticas agrícolas en un afluente del río Ramis, reportando altos niveles de DBO debido a desechos orgánicos. Este hallazgo es consistente con los valores de DBO observados en esta exploración, indicando que las actividades agrícolas son una fuente relevante de



contaminación en la región. Sin embargo, en el caso de los sólidos suspendidos, este análisis arroja valores menores a 150 mg/L.

Chagua & Quispe (2020) identificaron las contaminaciones por metales pesados en un río de la región, enfatizando los efectos de los efluentes industriales. Aunque nuestro estudio no analizó específicamente los metales pesados, la DQO elevada podría relacionarse con compuestos químicos asociados a fuentes industriales. Sin embargo, los sólidos suspendidos identificados en este análisis son considerablemente menores que los reportados, lo que podría atribuirse a diferencias en las actividades industriales predominantes o en las características geomorfológicas de las cuencas.

Chavesta & Velásquez (2020) evaluaron la eficiencia de una planta de tratamientos de aguas servidas, encontrando que las remociones de contaminantes como DBO y DQO no superaba el 50%. Al comparar este trabajo con los resultados actuales, se visualiza que los valores de DBO registrados en el presente análisis podrían reflejar insuficiencias similares en los sistemas de tratamiento, lo que sugiere que las plantas operativas en la región no logran cumplir con los estándares requeridos.

CONCLUSIONES

- PRIMERA.** Se realizó la examinación estadística de los parámetros demanda químicas de oxígenos, demandas biológicas de oxígenos a los 5 días y sólidos en suspensión de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024, extrayendo las muestras de agua en 10 puntos estratégicos, donde los hallazgos usando la examinación t de Student para evaluarse si las concentraciones de dichos parámetros superan los valores establecidos en las normas peruanas. Los resultados indicaron que para los parámetros DQO y DBO₅, niéguese la H_0 , lo que demuestra que las concentraciones observadas exceden las limitaciones permitidas. Por otro lado, para el parámetro SS, afirmese la H_0 , evidenciando que las concentraciones medidas se encuentran por debajo del valor máximo permitido según los estándares establecidos.
- SEGUNDA.** Se determinó el parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024, donde los hallazgos obtenidos del análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en las muestras de agua superficial muestran valores que superan ampliamente las limitaciones máximas permitidas de 10 mg/L a 30 mg/L establecido por el D.S. N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), las valoraciones varían entre 42.1 mg/L y 140.2 mg/L lo que indica que ninguna de las muestras cumple con los estándares establecidos e indica las contaminaciones del agua.



TERCERA. Se determinó el parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024, donde los hallazgos obtenidos del análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO5) en las muestras de agua superficial muestran valores que exceden ampliamente las limitaciones máximas permitidas de 3 mg/L a 10 mg/L establecido por el D.S. N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), los valores varían entre 15.0 mg/L y 65.0 mg/L, lo que confirma que ninguna de las muestras examinadas cumple con los estándares instituidos e indica la contaminación del agua.

CUARTA. Se determinó el parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024, donde los hallazgos obtenidos de la examinación de sólidos en suspensión (SS) en las muestras de agua superficial muestran valores que varían entre 2.3 mg/L y 38.0 mg/L, los valores están dentro de las limitaciones máximas permitidas de 60 mg/L a 100 mg/L instituido por el D.S. N° 004-2017-MINAM, correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), esto indica que, con respecto a este parámetro, las muestras cumplen con los estándares establecidos.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA.** Se sugiere a futuros exploradores realizar análisis comparativos en otros cuerpos de agua urbanos para determinar patrones similares o diferentes en la calidad del agua residual, lo que podría contribuir al desarrollo de normativas más específicas.
- SEGUNDA.** Para investigaciones futuras, se sugiere ampliar el análisis de DQO a lo largo del año para evaluar las influencias de factores climáticos y estacionales en los niveles de contaminación.
- TERCERA.** Se recomienda a futuras investigaciones incorporar análisis de la DBO5 en relación con los usos del suelo en la cuenca, para identificar fuentes específicas de contaminación orgánica.
- CUARTA.** Se sugiere a futuros estudios incluir técnicas de monitoreo continuo de los sólidos en suspensión para identificar picos de contaminación relacionados con actividades humanas o eventos naturales.



REFERENCIAS

- Al Air Liquide España S.A. (2024). *¿Qué es la DQO? – Tratamiento de aguas residuales.* <https://es.airliquide.com/soluciones/tratamiento-aguas/que-es-la-dqo-tratamiento-de-aguas-residuales#:~:text=La DBO5 mide la cantidad,minerales y los compuestos orgánicos.>
- Aquanova. (2023). *¿Qué es la DBO y DQO?* <https://www.aquanova.es/2020/04/que-es-el-dbo-y-dqo/>
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica* (Sexta Ed.). Editorial Epísteme. http://www.formaciondocente.com.mx/06_RinconInvestigacion/01_Documentos/El Proyecto de Investigacion.pdf
- Arias, T. J. C. (2021). *Análisis de la eficiencia del tratamiento físico-químicos de las aguas residuales de la planta de tratamiento norte del distrito de Chucuito, provincia de Puno - 2020.* 1–76. <https://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./334>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3 ed.). PEARSON EDUCACIÓN. https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion_66307
- Briones, G. (2002). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales.* https://books.google.com.pe/books/about/Metodología_de_la_investigación_cuanti.html?id=su2YtgAACAAJ&redir_esc=y
- Brousset-Minaya, M. A., Rondan-Sanabria, G. G., Chirinos-Marroquín, M., & Biamont-



- Rojas, I. (2021). Impacto de la Minería en Aguas Superficiales de la Región Puno. *Fides et Ratio*, 21, 187–207.
- Calcina, M. R., & Moreno, C. Y. (2019). Evaluación en la disminución de la carga orgánica de aguas residuales domesticas en reactores aerobios mediante colectores solares en condiciones altoandinas. *Tesis*, 138. <https://repositorio.upeu.edu.pe/items/a024f424-1192-4d92-a74e-9ed698b6108b>
- Chagua, R. L. Á. R., & Quispe, A. O. (2020). Evaluación del proceso de vermifiltración de las aguas residuales domésticas que ingresan a la universidad peruana unión para el riego de sus áreas verdes. *Universidad Peruana Unión*, 20. <https://repositorio.upeu.edu.pe/items/c2f92bdf-8d23-4fdc-b11f-f4550c65645d>
- Chavesta, M., & Velásquez, J. (2020). Remoción de DBO5 y turbiedad de las aguas residuales domésticas aplicando Aloe vera. *Universidad Peruana Unión*, 1–93. <https://repositorio.upeu.edu.pe/items/64bca743-9373-425b-a4ce-059028daa9aa>
- De la Lama Zubirán, P., De la Lama Zubirán, M. A., & De la Lama García, A. (2021). Los instrumentos de la investigación científica. Hacia una plataforma teórica que clarifique y gratifique. *Horizonte de La Ciencia*, 12(22), 189–202. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2022.22.1078>
- Déniz, Q. F. A. (2010). Análisis estadístico de los parámetros DQO, DBO5 y SS de las aguas residuales urbanas en el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa. *Universidad Las Palmas de La Gran Canaria*, 1–200. http://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/4858/2/0622200_00000_0000.pdf
- Ecomar, M. A. (2020). *¿Qué son las aguas residuales?*



<https://fundacionecomar.org/que-son-las-aguas-residuales/>

Flores, F. M. (2023). *Efecto de microorganismos eficaces en el tratamiento de aguas residuales domésticas del distrito de Torata - Moquegua, 2021*. 78.

<https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/2030>

Gallegos, S. C. R. (2024). *Análisis de los parámetros físico-químicos del afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Capachica - Puno*

2023. <https://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/750>

Gomez-Escalonilla, G. (2021). Métodos y técnicas de investigación utilizados en los estudios sobre comunicación en España. *Revista Mediterranea de Comunicacion*, 12(1), 115–127. <https://doi.org/10.14198/MEDCOM000018>

Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta Ed., Issue 2). Editorial McGraw Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Ed.). Editorial McGraw Hill.

Intriago, F. F., & Cuenca, N. G. (2014). Comportamiento de DBO 5 , DQO, NH 4 + y NO 3, mediante el diseño de un Humedal Artificial Subsuperficial para depurar aguas residuales de origen doméstico. *La Técnica: Revista de Las Agrocencias*. ISSN 2477-8982, 13, 82. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i13.600

Leiva, G. S. (2024). *Determinacion de la remoción de DQO Y DBO5 en el tratamiento de las aguas residuales domésticas mediante la electrocoagulación en el distrito de Ahuac*. 97.

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14036>



León Mier, E. (2016). *Tratamiento de aguas residuales urbanas*.

López, P. L. (2004). Población, muestra y muestreo. *Epidemiología Clínica: Investigación Clínica*, 129–139.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012

Mendoza, V. S. A. (2023). Impacto de los Efluentes residuales del Camal en la Calidad de agua del río llave – Puno, 2021. *Universidad Privada San Carlos-Puno*, 111.
<https://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/606>

Mira, O. L. C. (2006). *Análisis estadístico multivariado de los parámetros de calidad del agua en vertimientos urbanos en la ciudad de bogotá*.

Monje, Á. C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. *Universidad Surcolombiana*, 1–216.
<http://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo++Guía+didáctica+Metodología+de+la+investigación.pdf>

Ñaupas, P. H., Valdivia, D. M. R., Palacios, V. J. J., & Romero, D. H. E. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Quinta Ed., Vol. 53, Issue 9).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Omega Peru S.A. (2023). *Sólidos Suspendidos Totales (SST)*.
<https://omegaperu.com.pe/solidos-suspendidos-totales-sst/>

Pillapa, V. Y. E. (2022). Estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en aguas residuales de las empresas de jeans de la ciudad de Pelileo utilizando redes neuronales artificiales. In *ConcienciaDigital* (Vol. 5, Issue 3.1).
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2320>



- Rios, G. J. G., & Cisneros, P. L. Z. (2019). *Eficiencia de un Biodigestor en el Tratamiento de Agua Residual Domestica a nivel familiar en la Asociación "los Víquez" Carapongo - Lurigancho Chosica- Lima.* 1–23.
<https://repositorio.upeu.edu.pe/items/e16ccfb2-4530-4025-a27c-34941a7818a7>
- Sabadel, B. (2022). *¿Qué son y cómo se pueden clasificar las aguas residuales?*
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-y-como-se-pueden-clasificar-las-aguas-residuales/>
- Sánchez-Ramírez, J., Ribes, J., Ferrer, J., & García-Usach, M. F. (2017). Obtención de los principales parámetros del agua residual urbana empleados en los modelos matemáticos de fangos activados a partir de una caracterización analítica simple. *Ingeniería y Región*, 17, 33.
<https://doi.org/10.25054/22161325.1534>
- Sigmadaf, C. (2023). *Eliminación de sólidos en suspensión de aguas residuales.*
- Telwesa. (2024). *Aguas residuales: ¿Qué son y cómo se clasifican?*
<https://telwesa.com/aguas-residuales/>
- UNESCO. (2017). *Aguas residuales: el recurso desaprovechado.*
- Vara, H. A. A. (2010). *7 Pasos para una tesis exitosa: Un método efectivo para las ciencias empresariales.*
- Von Sperling, M. (2019). *Principios de Tratamiento Biológico de aguas residuales.*
<https://editorial.udenar.edu.co/?p=3160>
- Zarza, L. F. (2020). *¿Qué son las aguas residuales?*
<https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-residuales>



ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024

PREGUNTAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
PREGUNTA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DE ESTUDIO 1: Parámetros DQO, DBO5 y SS		
			Dimensiones	Indicadores	Índices
¿Cuál es el análisis estadístico de los parámetros demanda química de oxígeno, demanda biológica del oxígeno a las 5 horas y sólidos en suspensión de las aguas residuales urbanas del río torococha, 2024?	Realizar el análisis estadístico de los parámetros demanda química de oxígeno, demanda biológica del oxígeno a las 5 horas y sólidos en suspensión de las aguas residuales urbanas del río torococha, 2024.	El análisis estadístico de los parámetros demanda química de oxígeno, demanda biológica del oxígeno a las 5 horas y sólidos en suspensión de las aguas residuales urbanas del río torococha, 2024 indica la alta contaminación.	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad/presencia de DQO en el agua Límite Máximo Permitido según norma peruana 	mg O ₂ /L mg/L mg/L / ppm %
			Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad/presencia de DBO5 en el agua Límite Máximo Permitido según norma peruana 	
			Sólidos Suspendidos (SS)	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad/presencia de SS en el agua Límite Máximo Permitido según norma peruana 	
PREGUNTAS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DE ESTUDIO 2: Aguas residuales urbanas		
			Dimensiones	Indicadores	Ítem / Índices
P1. ¿Cómo determinar el parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024?	O1. Determinar el parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024.	H1. Los resultados del parámetro DQO de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.	Tipos de agua residual	<ul style="list-style-type: none"> Aguas residuales domésticas. Aguas residuales industriales. Aguas residuales agrícolas. Aguas residuales urbanas. 	Tipo de agua
P2. ¿Cómo determinar el parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024?	O2. Determinar el parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024.	H2. Los resultados del parámetro DBO5 de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.			
P3. ¿Cómo determinar el parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024?	O3. Determinar el parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024.	H3. Los resultados del parámetro SS de las aguas residuales urbanas del río Torococha, 2024 indica una concentración que sobrepasa lo establecido en las normas peruanas.	Componentes del agua residual	<ul style="list-style-type: none"> Potable No potable 	



METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN Cuantitativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN No experimental</p> <p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN Hipotético - deductivo</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN Correlacional</p> <p>VARIABLES DE ESTUDIO</p> <p>Observación de la variable 1: Parámetros DQO, DBO5 y SS Observación de la variable 2: Aguas residuales urbanas</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Transversal</p>	<p>Universo En este estudio, el universo será las Aguas residuales</p> <p>Población En este estudio, la población será de Aguas residuales urbanas del río Torococha</p> <p>Muestra En la presente investigación se ha considerado 10 muestras correspondientes a un tramo de 5.7 km de longitud del río torococha</p>	<p>TÉCNICAS De acuerdo a Ñaupas et al. (2018) son un conjunto de normas y procedimientos para regular un determinado proceso y alcanzar un determinado objetivo.</p> <p>INSTRUMENTOS De acuerdo a Ñaupas et al. (2018) son las herramientas conceptuales o materiales, mediante los cuales se recoge los datos e informaciones, mediante preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado. Asumen diferentes formas de acuerdo con las técnicas que le sirven de base.</p>

Anexo 02. Panel fotográfico

Fotografía 01.- Toma de muestras de agua residual del Rio Torococha



Fotografía 02.- Toma de muestras de agua residual del Rio Torococha



Fotografía 03.- Toma de muestras de agua residual del Rio Torococha



Fotografía 04.- Toma de muestras de agua residual del Rio Torococha



Fotografía 05.- Toma de muestras de agua residual del Rio Torococha



Fotografía 06.- Toma de muestras de agua residual del Rio Torococha



Fotografía 07.- Toma de muestras de agua residual del Rio Torococha



Fotografía 08.- Toma de muestras de agua residual del Rio Torococha



Fotografía 09.- Toma de muestras de agua residual del Rio Torococha



Fotografía 10.- Toma de muestras de agua residual del Rio Torococha





Anexo 03. Resultados de laboratorio



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA131 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Renzo Alexander Torres Valencia
- 1.2. **Proyecto** : ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SOLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas residuales
- 2.2. **Numero de muestras** : 10
- 2.3. **Muestreado por** : El laboratorio
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 21/11/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P1	E: 381645 N: 8287233	13/12/2024	8:00
P2	E: 381645 N: 8287233	13/12/2024	12:30
P3	E: 381827 N:8287226	15/12/2024	8:00
P4	E: 381827 N:8287226	15/12/2024	12:30
P5	E: 382916 N: 8286841	17/12/2024	8:00
P6	E: 382916 N: 8286841	17/12/2024	12:30
P7	E: 383898 N: 8286893	20/12/2024	8:00
P8	E: 383898 N: 8286893	20/12/2024	12:30
P9	E: 385174 N: 8285328	22/12/2024	8:00
P10	E: 385174 N: 8285328	22/12/2024	12:30



N°B.: 00052464

1



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

III. RESULTADOS

N°	Código	DQO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	SST (mg/L)
1	P1	48.5	20.0	10.0
2	P2	80.3	35.0	12.6
3	P3	42.1	15.0	6.33
4	P4	54.3	23.0	7.5
5	P5	70.4	32.0	2.33
6	P6	93.0	43.0	4.6
7	P7	83.1	38.0	12.0
8	P8	105.3	46.3	14.3
9	P9	120.3	50.0	26.7
10	P10	140.2	65.0	38.0

*DQO: Demanda química de oxígeno
*DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno
*SST: Sólidos totales en suspensión

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 31 de diciembre del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"
Mgtr. Ing. Milthon Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

N°B.: 00052464
2



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 13/08/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RENZO ALEXANDER TORRES VALENCIA

Dirección: JR. TUMBES 472

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70075995

Teléfono: 967697234 email: renzokb@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA BIOLÓGICA DEL OXÍGENO A LOS 5 DÍAS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL RÍO TOROCOCHA, 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): AGUAS RESIDUALES, PARÁMETROS DQO, DBO5, SS.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL – P22

Donzotones



13/08/2025

Firma de Autor

huella digital

Fecha