

# VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA-CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA

*por* IVAN FLEMING LARICO ROBLES

---

**Fecha de entrega:** 18-sep-2024 07:17a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2457833256

**Nombre del archivo:** T036\_72723447\_T.docx (24.32M)

**Total de palabras:** 16040

**Total de caracteres:** 89000

**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**



**<sup>1</sup>VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA-  
CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DOMÉSTICAS, POR LA MUNICIPALIDAD  
DISTRITAL DE CHUPA**

TESIS PRESENTADA POR:  
**Bach. IVAN FLEMING LARICO ROBLES**

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

JULIACA - PERÚ  
2024

**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**

**VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA-  
CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DOMÉSTICAS, POR LA MUNICIPALIDAD  
DISTRITAL DE CHUPA**


**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. IVAN FLEMING LARICO ROBLES**

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

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

  
: **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**


**PRIMER MIEMBRO**

  
: **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

**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° 871-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 10741 presentado por el (la) Bachiller: **IVAN FLEMING LARICO ROBLES** 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. **IVAN FLEMING LARICO ROBLES**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA**, 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. MILTHON QUISPE HUANCA
- \* **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- \* **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de 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: **IVAN FLEMING LARICO ROBLES**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.** de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Lunes 02 de setiembre del 2024
- \* **HORA** : 08:00 a.m.
- \* **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

**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.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

cc.  
Archivo  
interesado (a)

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. Efraín Carlos Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 751-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 10197, presentado por el señor (a) **IVAN FLEMING LARICO ROBLES** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 147-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 702-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **IVAN FLEMING LARICO ROBLES** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 147-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 702-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Efraín Parillo Sosa** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA**.

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 del Director de la Unidad 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, 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 **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **IVAN FLEMING LARICO ROBLES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL**, se le asigna como:

**ASESOR: Dr. ARNALDO YANA TORRES**

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** 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.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 702-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 31 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 8742 por el señor (a): **IVAN FLEMING LARICO ROBLES** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 705 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 033 - 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): **IVAN FLEMING LARICO ROBLES**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA**, 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° 033 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA**, 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): **IVAN FLEMING LARICO ROBLES**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA** 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), **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

**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 Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



Dr. Efraín Vargas Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 147-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de abril del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-17263, presentado por el señor (a) IVAN FLEMING LARICO ROBLES solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 290 -2023-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 14 -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 (la) estudiante: IVAN FLEMING LARICO ROBLES ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA**, 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° 14 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA**.

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 o (la) Bachiller: IVAN FLEMING LARICO ROBLES, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA** 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 Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

**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 CS. PURAS  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



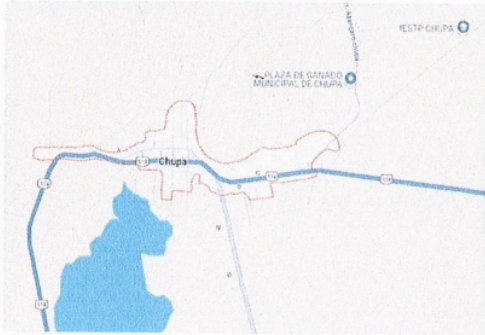
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS  
Dr. Efraín Padilla Spoa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



### Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
<b>VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPACHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	IVAN FLEMING LARICO ROBLES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72723447
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0001-5714-3825">https://orcid.org/0009-0001-5714-3825</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	01323821
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Contaminación y Calidad Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú  Departamento: Puno  Provincia: Azángaro  Distrito: Chupa  Coordenadas:  Latitud: -15.108784°S  Longitud: -69.987460°W</p>  <p><b>URL Maps:</b>  <a href="https://maps.app.goo.gl/W4clwXPhvW6vRfBa9">https://maps.app.goo.gl/W4clwXPhvW6vRfBa9</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2023 – Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<b>Ingeniería ambiental</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</a>  <b>Ciencias del medio ambiente</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</a>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y AGRICULTURAS

**Dr. Eirain Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo IVAN FLEMING LARICO ROBLES, identificado con DNI  
Nro. 72723447, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

“ VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA-CHUPA  
POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS,  
POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA ”

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 06 de SETIEMBRE del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella

## **DEDICATORIA**

Con respeto y gratitud a mis padres Marcial Larico y Teresa Robles por darme la vida, por su lucha incansable, esfuerzo y dedicación por formar a sus hijos en hombres de bien. A mis hermanitos David Reiser, Luz Clarita, Deyvis Joel y Flor Yanina, por su grata compañía, apoyo y amor fraternal.

A mi pareja Yemy Ivonne y mi amado hijo Marx Stephen quienes son mi soporte.

En memoria de mis queridos y recordados abuelos Tomas Robles y Candelaria Yucra, por sus grandes enseñanzas, y a toda mi familia por la compañía y grandes consejos.

**Ivan Fleming Larico Robles**

## AGRADECIMIENTOS

<sup>51</sup>

Mi agradecimiento a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez por abrirme sus puertas y acogerme en sus instalaciones, brindándome la oportunidad de crecer y desarrollarme profesionalmente en la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

A los maestros de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, les doy mi más sincero agradecimiento por compartir sus saberes, vivencias y principios que han sido clave en mi formación académica y profesional. Su acompañamiento y orientación a lo largo de mi experiencia universitaria han resaltado lo mejor de mí. Muchas gracias.

Ivan Fleming Larico Robles

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
<b>3</b> ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	xv
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	15
<b>1.1. Análisis De La Situación Problemática</b> .....	15
<b>1.2. Planteamiento Del Problema</b> .....	17
<b>1.2.1. Problema General</b> .....	17
<b>1.2.2. Problemas Específicos</b> .....	17
<b>1.3. Objetivos De La Investigación</b> .....	17
<b>1.3.1. Objetivo general</b> .....	17
<b>1.3.2. Objetivos Específicos</b> .....	17
<b>1.4. Justificación Del Estudio</b> .....	18
<b>1.5. Hipótesis</b> .....	19
<b>1.5.1. Hipótesis General</b> .....	19
<b>1.5.2. Hipótesis Específica</b> .....	19
<b>1.6. Variables</b> .....	20
<b>17</b> <b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>22</b>

MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Antecedentes del estudio .....	22
2.1.1. A nivel internacional .....	22
2.1.1 Antecedentes Nacionales.....	24
2.1.2 Antecedentes Locales .....	26
2.2 Marco Teórico .....	27
2.2.1 Tratamiento De Aguas Residuales .....	27
2.2.2 La Utilización De Aguas Residuales Como Fuente De Alternativa De Agua.....	32
2.2.3 <sup>6</sup> Sistemas De Tratamiento Basados En Macrófitas Enraizadas Emergentes.....	33
2.2.4 Fuentes Contaminantes En La Cuenca De La Laguna Arapa- Chupa	34
2.2.5 <sup>2</sup> Vertimiento De Aguas Residuales .....	35
2.2.6 Situación de los sistemas de tratamiento y disposición final de las aguas residuales.....	35
2.2.7 Características de las aguas residuales .....	37
2.2.8 VMAs (valores máximos admisibles) para descargas:.....	39
2.2.9 <sup>7</sup> Evaluación de la calidad ambiental y sanitaria de los recursos hídricos en la cuenca del lago arapa-chupa.....	40
2.3 <sup>16</sup> Determinación de parámetros físico químicos de la calidad del agua.....	41
2.3.1 <sup>18</sup> Demanda química de oxígeno (DQO) .....	41

2.3.2	Potencial de hidrogeno (PH)	42
2.3.3	Solidos totales en suspensión (STS)	42
2	2.3.4 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	42
2.3.5	Fosfatos totales (PO <sub>4</sub> )	43
2.3.6	Temperatura	43
2.3.7	Turbidez	43
2.3.8	Olor Y Sabor	43
2	2.4 Estándares de calidad ambiental (eca) para agua según las características físicos químicos y microbianas en ecosistemas acuáticos	44
2	2.4.1 Categoría 3: Riego De Vegetales Y Bebidas De Animales	44
	2.4.2 Categoría 4: Conservación Del Ambiente Acuático	44
	CAPITULO III	46
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	46
15	3.1 Diseño De La Investigación	46
	3.2 Tipo De Investigación	47
	3.3 Diseño estadístico	47
	3.4 Ubicación Geográfica De La Investigación	48
	3.5 Criterios de inclusión	49
	3.5.1 Población	49
	3.5.2 Muestra	49
	3.6 Técnicas e Instrumentos Para La Recolección De Datos	50

	vi
3.6.1 Técnicas.....	50
<sup>25</sup> 3.7 Validez y confiabilidad del instrumento .....	51
3.8 Plan de recolección y procesamiento de datos.....	52
3.8.1 Determinación de la calidad de agua .....	52
3.9 Determinación de las propiedades fisicoquímicas de las aguas superficiales del lago Arapa-Chupa.....	58
3.10 La flora .....	59
3.11 La fauna .....	61
3.12 Diagnostico actual .....	61
<sup>1</sup> CAPITULO IV.....	64
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	64
4.1 Resultados .....	64
4.1.1 Resultados de la concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficial del lago Arapa-Chupa. ....	64
<sup>4</sup> 4.1.2 Resultados de la concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales del efluente de la PTAR, por vertimientos de aguas residuales por la municipalidad distrital Chupa. ....	77
<sup>8</sup> 4.1.3 Resultados de la caracterización de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas residuales domésticos.....	83
<sup>1</sup> 4.1.4 Resultado de la Prueba de Hipótesis .....	88
4.2 Discusiones .....	93
CONCLUSIONES .....	95

RECOMENDACIONES .....	97
BIBLIOGRÁFICAS .....	98
ANEXOS .....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Operación De Variables .....	21
<b>Tabla 2</b>	Resumen de los niveles de <sup>3</sup> concentración de los principales parámetros que definen las aguas residuales domésticas.....	28
<sup>6</sup> <b>Tabla 3</b>	Mecanismos de remoción en los sistemas de tratamiento basados en macrófitos.....	34
<b>Tabla 4</b>	Contaminantes clave <sup>2</sup> en el tratamiento de aguas residuales .....	38
<b>Tabla 5</b>	Anexo 01 DS 021- 2009 – VIVIENDA .....	40
<b>Tabla 6</b>	<sup>9</sup> LMP Para Los Efluentes De PTAR.....	41
<b>Tabla 7</b>	Interpretación de la Calificación ICA- PE .....	52
<b>Tabla 8</b>	valores del pH para una T° de 25°c .....	56
<b>Tabla 9</b>	Definición para solidos hallados en agua residual .....	57
<b>Tabla 10</b>	Clasificación de los puntos de muestreo según código.....	59
<b>Tabla 11</b>	<sup>4</sup> Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficial aguas abajo – fecha 07/01/2024 y 14/01/2024 .....	64
<b>Tabla 12</b>	<sup>4</sup> Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficial aguas arriba – fecha 07/01/2024 y 14/01/2024 .....	71
<b>Tabla 13</b>	<sup>4</sup> Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas depuradas del efluente de la PTAR – fecha 07/01/2024 y 14/01/2024 .....	77

<b>Tabla 14</b>	Concentración <sup>2</sup> de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas – fecha 07/01/2024 y 14/01/2024.....	83
<b>Tabla 15</b>	ANOVA. Concentración <sup>20</sup> parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la zona de mezcla .....	89
<b>Tabla 16</b>	ANOVA. Concentración <sup>5</sup> parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el efluente de la PTAR .....	91
<b>Tabla 17</b>	ANOVA. Concentración <sup>5</sup> parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas superficiales .....	92

## 2 INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Esquema De Clasificación De Los Sistemas De Depuración Con Macrófitas.....	32
<b>Figura 2</b> Humedal artificial de flujo superficial .....	34
<b>Figura 3</b> Localización Del Área De Estudio, De La Zona Afectada Por El Vertimiento De Aguas Depuradas Domésticas. Donde se efectúan la delimitación de la zona estudio satelitalmente por el Google Earth	36
<b>Figura 4</b> Ubicación del distrito de Chupa zona estudio .....	48
<b>Figura 5</b> Preparación y recolección de muestras en los recipientes.....	54
<b>Figura 6</b> Obtención de muestras de agua .....	54
<b>Figura 7</b> Obtención de muestras y acondicionamiento para traslado a laboratorio .....	54
<b>Figura 8</b> Impresión panorámica del área de análisis .....	60
<b>Figura 9</b> Vista del habitat de especies silvestres.....	61
<b>Figura 10</b> Vista del habitat de especies silvestres.....	62
<b>Figura 11</b> Vertimiento directo al cuerpo receptor lago.....	62
<b>Figura 12</b> Vista del mal estado de la PTAR por falta de mantenimiento .....	63
<b>Figura 13</b> Concentración del potencial de hidrogeno en las aguas superficial aguas abajo VS los LMP. ....	66
<b>Figura 14</b> Concentración de los sólidos totales en suspensión en las superficial aguas abajo VS los LMP. ....	67
<b>Figura 15</b> Concentración de la DQO en las aguas superficial aguas abajo VS los LMP. ....	68
<b>Figura 16</b> Concentración de la DBO en las aguas superficial aguas abajo VS los LMP. ....	69

<b>Figura 17</b> Concentración de los coliformes termotolerantes en las aguas superficial aguas abajo VS los LMP.....	70
<b>Figura 18</b> Concentración del potencial de hidrogeno en las aguas superficial aguas arriba VS los LMP.....	72
<b>Figura 19</b> <sup>23</sup> Concentración de los sólidos totales en suspensión en las aguas superficial aguas arriba VS los LMP.....	73
<b>Figura 20</b> <sup>43</sup> Concentración de la DQO en las aguas superficial aguas arriba VS los LMP. ....	74
<b>Figura 21</b> Concentración de la DBO en las aguas superficial aguas arriba VS los LMP. ....	75
<b>Figura 22</b> <sup>5</sup> Concentración de los coliformes termotolerantes en las aguas superficial aguas arriba VS los LMP.....	76
<b>Figura 23</b> <sup>2</sup> Concentración del potencial de hidrogeno de las aguas residuales del efluente de la PTAR VS los LMP.....	78
<b>Figura 24</b> <sup>1</sup> Concentración de los sólidos totales en suspensión de las aguas residuales del efluente de la PTAR VS los LMP. ....	79
<b>Figura 25</b> <sup>1</sup> Concentración de DQO de las aguas residuales del efluente de la PTAR VS los LMP.....	80
<b>Figura 26</b> <sup>1</sup> Concentración de DBO de las aguas residuales del efluente de la PTAR VS los LMP.....	81
<b>Figura 27</b> <sup>8</sup> Concentración de los coliformes termotolerantes de las aguas residuales del efluente de la PTAR VS los LMP. ....	82
<b>Figura 28</b> <sup>2</sup> Concentración del potencial de hidrogeno de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas VS los LMP.....	84

<b>Figura 29</b> <sup>36</sup> Concentración de los sólidos totales en suspensión de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas VS los LMP. ....	85
<b>Figura 30</b> <sup>12</sup> Concentración de DQO de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas VS los LMP. ....	86
<b>Figura 31</b> <sup>12</sup> Concentración de DBO de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas VS los LMP. ....	87
<b>Figura 32</b> <sup>5</sup> Concentración de los coliformes termotolerantes de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas VS los LMP. ....	88
<b>Figura 33</b> <sup>5</sup> Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en comparación con el LMP. ....	89
<b>Figura 34</b> <sup>5</sup> Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en comparación con el LMP. ....	90
<b>Figura 35</b> <sup>5</sup> Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en comparación con el LMP. ....	92

## RESUMEN

El estudio evaluó la calidad del agua del Lago Arapa-Chupa, afectado <sup>4</sup> por el vertimiento de aguas residuales domésticas de la municipalidad de Chupa, Azángaro, Puno, Perú. El objetivo fue evaluar <sup>1</sup> la variación de la calidad del agua del lago Arapa-Chupa por vertimientos de aguas residuales domésticas, contribuir al control en la gestión de la contaminación y apoyar la restauración, utilización y administración apropiada del ecosistema de las aguas superficiales lagos. Se efectuaron muestreos en el lago y en el efluente de la PTAR en dos fechas (07/01/2024 y 14/01/2024), evaluando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los resultados revelaron que tanto el lago como el efluente de la PTAR excedieron los LMP establecidos por la normativa peruana. La DQO en el lago alcanzó hasta <sup>1</sup> 690 mg/L, superando el LMP de 200 mg/L, y los coli. termotolerantes en el efluente llegaron a 1,500,000 NMP/100mL frente al LMP de 10,000 NMP/100mL. Los STS en el lago fueron de 41 <sup>2</sup> mg/L y 155 mg/L, comparados con el LMP de 150 mg/L. Se concluyó que las aguas del lago presentan niveles elevados de contaminantes, especialmente DQO y coliformes termotolerantes, debido a las descargas de la PTAR. Esto subraya la urgencia de mejorar <sup>33</sup> el tratamiento de las aguas residuales antes de su vertimiento para mitigar la disminución constante de la pureza del agua del lago Arapa-Chupa.

**Palabras claves:** Aguas residuales domésticas, Calidad del agua, Contaminación y (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales).

## ABSTRACT

The study evaluated the water quality of Lake Arapa-Chupa, affected by the discharging of domestic wastewater from the municipality of Chupa, Azángaro, Puno, Peru. The objective was to assess the variation in Lake Arapa-Chupa's water quality due to domestic wastewater discharges, contribute to pollution control, and promote the recovery, proper use, and environmental management of the lake's surface water ecosystem. Sampling was conducted in the lake and at the effluent PTAR on two dates (07/01/2024 and 14/01/2024), evaluating physicochemical and microbiological endpoints. The results revealed that both the lake and the PTAR effluent exceeded the LMP established by Peruvian regulations. The COD in the lake reached up to 690 mg/L, surpassing the LMP of 200 mg/L, and thermotolerant coliforms in the effluent reached 1,500,000 MPN/100mL compared to the LMP of 10,000 MPN/100mL. Total suspended solids in the lake were measured at 41 mg/L and 155 mg/L, compared to the LMP of 150 mg/L. It was concluded that the lake waters exhibit elevated levels of contaminants, particularly COD and thermotolerant coliforms, due to PTAR discharges. This underscores the urgent need to improve wastewater treatment before discharge to mitigate ongoing degradation of Lake Arapa-Chupa's water quality.

**Keywords:** Domestic wastewater, Water quality, Pollution, Wastewater Treatment Plant.

### 3 INTRODUCCIÓN

El agua es vital, esencial para la existencia y los ecosistemas, se ve seriamente afectada por diversas problemáticas. Entre ellas, la sequía y el desperdicio destacan, pero la contaminación provocada por las actividades humanas representa la amenaza más grave. Esta situación, que aqueja a numerosas regiones del mundo, incluyendo el Perú, requiere medidas urgentes para proteger este recurso vital. (Cumbal y Ordoñez, 2023).

Localizado en el departamento de Puno, provincia de Azángaro, distrito de Chupa, el lago Arapa-Chupa abarca los distritos de Chupa, Arapa, Samán, Taraco y Huancané. Este lago recibe las liberaciones de aguas depuradas municipales de toda la población. Por lo tanto, es esencial evaluar las consecuencias de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tras el vertido de aguas depuradas domésticas y determinar el ICA del lago Chupa-Arapa utilizando la metodología NSF. (Lima, 2020).

La EIA se entiende como un estudio de las funciones propuestas en el ambiente, evaluando sus efectos en los aspectos de biodiversidad, vegetación y ecología, así como en el agua y el aire, con el propósito de detectar impactos ambientales positivos o negativos y decidir sobre su viabilidad. Esta evaluación es específica para cada proyecto y actúa como una herramienta que permite una evaluación detallada. Las actividades del proceso constructivo, como la recolección, transporte, almacenamiento y suministro de agua, afectan al entorno natural y al consumo humano, y contribuyen a optimizar el proyecto y aumentar sus beneficios tanto operativos como socioambientales. (Pineda, 2021).

Las aguas depuradas tienen un alto nivel de nitrógeno ya que, este se encuentra presente en los residuos de alimentos y el vaciado de los inodoros, en los sistemas de tratamiento el amoníaco es reducido por procesos convencionales de nitrificación aeróbica y la desnitrificación, aunque en años recientes, se ha iniciado un proceso biológico avanzado para la reducción del nitrógeno llamado oxidación anaeróbica del amonio "Anammox" el cual es una alternativa sostenible y rentable, que oxida el amoníaco utilizando nitrito como aceptor de electrones en condiciones anaeróbicas para producir gas di nitrógeno (Osorio y Solano, 2021).

En Perú, se evalúa la calidad del agua contrastando los efectos de diferentes valores físicos, químicos y biológicos con los cifras instituidos en el ECA - Agua, conforme con la clasificación de la masa de agua superficial. Esto determina si se cumplen los estándares, especificando solo los parámetros críticos y sus concentraciones. No obstante, esta evaluación es imprecisa al momento de determinar o categorizar el nivel de calidad del recurso hídrico, es decir, si es excelente, buena, regular, deficiente o muy deficiente.(ANA, 2018).

# **1** CAPÍTULO I

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Análisis De La Situación Problemática**

En la actualidad, a nivel mundial, los planes de tratamiento de agua para consumo humano, son esenciales para la purificación de las aguas depuradas presentes en los recursos hídricos. La ausencia de este recurso vital es de suma relevancia para el entorno natural y la humanidad dado que amenaza los distintos ecosistemas, volviendo fundamental un manejo adecuado de las aguas residuales, trae consigo alteraciones patógenas que generan enfermedades comunes como, gastrointestinales, diarreas, fiebre tifoidea, entre otros en toda la población. Frente a esta situación, es imprescindible llevar a cabo exámenes de efecto ambiental para localizar las fuentes de contaminación en una Planta de PTAR. (Pineda, 2021).

En el Perú, con la aprobación ECA para agua en su primera versión, que consta de tres ediciones, se establecieron valores y/o concentraciones para distintos parámetros del agua, ajustados a los posibles usos, tales como: uso residencial y recreativo; actividades costeras y marinas; riego de plantas y bebida de ganado, y la preservación de ecosistemas acuáticos. Los niveles y/o manifestaciones especificadas según el umbral de calidad ambiental del agua,

no conllevan amenazas para el bienestar público y de las personas. (Condori y Parillo, 2018).

El proceso de aguas servidas o residuales es un asunto realmente complejo, es más complejo que el tratamiento de aguas superficiales, las impurezas procedentes de las viviendas a los colectores principales incluyen cualquier variedad de agua cuya condición ha sido comprometida por actividades antropogénicas. El agua residual puede contener contaminantes provenientes de residuos urbanos, o procesos y desechos industriales (Enriquez, 2020).

El lago Arapa-Chupa, no ha estado exenta de estas dificultades de contaminación, ya que se ha convertido en el receptor principal de las aguas depuradas domésticas a medida que ha crecido. El objetivo de este análisis fue investigar el estado presente del estado del agua afectada por los descargas de aguas depuradas de los sectores urbanos y rurales del distrito de Chupa, mediante el cálculo del ICA, empleado en las ubicaciones de muestreo, permitiendo detectar los puntos con niveles elevados de contaminación. (Santacruz, 2019).

SEGÚN RESOLUCIÓN DIRECTORIAL N° 0358-2022-ANA-AAA.TIT APLICAR, a la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA, identificada con RUC N° 20199931599, Regulación de la Ley de Recursos Hídricos, por verter aguas depuradas en el cuerpo natural de la Laguna Arapa, sin la autorización de la ANA, por infringir lo estipulado En el artículo 120°, apartado 9) de la Ley N° 29338 efectuar vertidos, y en el D.S. N° 01-2010-AG, Disposición de la Ley N° 29338, en su artículo 277° literal d) Verter aguas depuradas en el cuerpo de agua, sin la permisión de la ANA. (ANA, 2022).

## **1.2. Planteamiento Del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo realizar el monitoreo físico-químico y microbiológico del vertimiento de las aguas residuales hacia el lago, ver en qué medida es la variación de las aguas residuales vertidas al lago Arapa-Chupa?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cómo contribuir con el saneamiento y disminuir la influencia al ecosistema acuático y en los habitantes de la localidad Chupa?
- ¿De qué manera hacer la zonificación de la contaminación del cuerpo receptor sobre la base de los resultados del monitoreo?
- ¿Cómo identificar las principales fuentes de efluente o sustancias peligrosas que se vierten al lago Arapa-Chupa?

## **1.3. Objetivos De La Investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar la variación de la calidad del agua del lago Arapa-Chupa por vertimientos de aguas residuales domésticas, contribuir al control de la contaminación y promover la recuperación, uso y manejo ambiental adecuado del ecosistema de las aguas superficiales lagos.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficial del lago Arapa-Chupa.
- Analizar la concentración de parámetros fisicoquímicos y

microbiológicos de las aguas residuales del efluente de la PTAR, por vertimientos de aguas residuales por la municipalidad distrital Chupa.

- Realizar la caracterización de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas residuales domésticos.

#### 1.4. Justificación Del Estudio

La mayor parte de las acciones humanas que involucran agua generan desechos líquidos. Las alteraciones que son generadas por el hombre estas como desechos domésticos, industrias; de ríos, lagos y de más fuentes de aprovechamiento de agua. En gran parte del mundo, principalmente en economías emergentes, las aguas residuales se eliminan sin pretratamiento, lo que genera graves problemas para la salud pública, la economía, las fuentes de agua y los ecosistemas.(Santacruz, 2019).

Usualmente, la administración actual de las aguas depuradas derivados de las estaciones de procesamiento de aguas depuradas en el Perú están clasificadas según los contaminantes de agua, contaminante químico, contaminante físico, contaminantes biológicos. Ciertos parámetros pueden causar daños ambientales, tales como la disminución de la vida acuática, por evacuaciones de aguas depuradas a cuerpos acuáticos de manera directa (Fernández, 2015).

Los VMA establecen los límites superiores de manifestaciones de elementos, sustancias o parámetros fisicoquímicos que un efluente no residencial puede tener antes de ser vertido en el sistema de desagüe sanitario. Si se superan estos límites, se pueden producir perjuicios instantáneos o

progresivos en las instalaciones, la infraestructura de salud pública, la maquinaria y los mecanismos de las redes de desagüe y procesamiento de aguas depuradas, además de perjudicar los procedimientos de depuración de estas aguas. (Enriquez, 2020).

La DBO es un indicador que cuantifica el oxígeno que los microorganismos requieren para desintegrar la sustancias orgánicas que se descomponen contenida en una muestra de agua. La DBO5 se centra principalmente en el material orgánico basado en carbono, mientras que la DBO20 cuantifica la cantidad de material orgánico basado en carbono como el nitrogenado. (Enriquez, 2020).

El estudio realizado por la SUNASS (2008) en Perú, señala que el 70.0% de las aguas líquidas no recibe ningún tratamiento. Estas aguas depuradas sin procesar se vierten directamente en las extensiones acuáticas superficiales, como lagos, lagunas y ríos, lo que impide que las comunidades las utilicen de inmediato situadas aguas abajo y provoca enfermedades relacionadas con el contacto con aguas contaminadas. (Condori y Parillo, 2018).

48

## 1.5. Hipótesis

### 1.5.1. Hipótesis General

Los vertimientos de aguas residuales domésticas generan una variación significativa en la calidad del agua del lago Arapa-Chupa, contribuyendo a la contaminación del ecosistema de aguas superficiales.

2

### 1.5.2. Hipótesis Específica

- La concentración promedio de parámetros fisicoquímicos y

microbiológicos en las aguas superficiales en el punto de mezcla del lago Arapa-Chupa exceden los LMP.

- En el efluente de la PTAR, ciertas concentraciones promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos exceden los LMP.
- Las aguas superficiales presentan concentraciones promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que no exceden los LMP.

### 1.6. Variables

Este estudio presenta variables descriptivas no experimentales de acuerdo al desarrollo de la investigación.

#### **Variable Independiente**

Caracterización de aguas residuales.

#### **Variable Dependiente**

Impactos al medio ambiente.

1

**Tabla 1***Operación De Variables*

<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Variable independiente</b>	Eficiencia de la planta de aguas residuales.	Calidad de agua	LMP, ECA
<b>Variable dependiente</b>	Parámetros afluentes efluentes Calidad de agua	DBO <sub>5</sub> DQO PH y STS, T°, CT.	Mg/L, mg/L, acido alcalino NM/100mL

## 27 CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

##### 2.1.1. A nivel internacional

Santacruz (2019), En su estudio, planteó el objetivo de analizar la condición del agua por motivo de descarga de aguas depuradas en la parte intermedia y baja de la quebrada Miraflores en el municipio de San Juan de Pasto. El análisis tenía un enfoque experimental. La investigadora concluyó que el análisis fisicoquímico reveló un deterioro progresivo de la quebrada Miraflores, incrementado de los efluentes de materia orgánica e inorgánica provenientes de la localidad de Catambuco y sus zonas circundantes, así como por las actividades socioeconómicas a lo largo del río. En la sección media e inferior, las cifras de la calidad del agua fluctuaron entre 21,3 y 47,2, lo que la categorizó como deficiente y precaria según el ICA. Las variables que tuvieron mayor influencia en el valor final del ICA fueron las relacionadas con la existencia de patógenos y las vinculadas al material particulado.

Cumbal y Ordoñez (2023), en su investigación propusieron evaluar las características del agua en la microcuenca del río Sicalpa por medio de

indicadores físicos, químicos y microbiológicos, cantón Colta. El análisis se realizó en la temporada de sequía entre junio y septiembre, comenzando con un análisis geoespacial para determinar la morfometría. La investigación fue de tipo exploratoria, basada en un enfoque cuantitativo y experimental. Los resultados indicaron que la microcuenca es pequeña y nivelada, con zonas irregulares en el páramo de Návag, en el que los cauces se vacían durante largos períodos. Los estudios físicos, químicos y microbiológicos revelaron diferencias marcadas entre la sección superior e inferior de la microcuenca, con valores altos en las muestras y un ICA de 67.90, 68.01, 68.07 y 68.42, lo que clasifica la calidad del agua como regular. Estas variaciones en los resultados demuestran la influencia <sup>37</sup> de las acciones humanas en el detrimento de la condición del agua en el área de estudio.

Osorio y Solano (2021), en su investigación propusieron el objetivo de Oxidación anaerobia del amoníaco en el tratamiento de efluentes domésticas a gran escala aplicado hacia la época de purificación de agua depurada de la ciudad de Tunja, la pesquisa tenía un enfoque experimental con un diseño cuasiexperimental. Los expertos arribaron a la conclusión de que de La ciudad de Tunja en su extensión produce aguas depuradas domésticas que son descargadas al río "Jordán" para su posterior tratamiento en la planta de aguas depuradas de Veolia, donde la caracterización del agua cruda está compuesta por manifestaciones de DBO, DQO, nitritos, nitratos, SST, fósforo, coliformes totales, entre otros, los cuales se busca remover por medio de un proceso biológico y a su vez funcionan como suministro de carbono y energía para la aplicación del proceso anammox.

### 3 2.1.1 Antecedentes Nacionales

Enriquez (2020) en su trabajo de investigación, planteó el propósito de evaluar la necesidad de instaurar un sistema de filtrado de aguas Depuradas Industriales, con la finalidad de disminuir los niveles de DBO5, DQO, SST, Sulfatos y Aluminio presentes en las descargas líquidas generados por una instalación agroindustrial dedicada a la producción de pigmentos naturales usando cochinilla. El enfoque de la investigación fue descriptivo, utilizando sondeos como procedimiento para obtener datos, y el diseño adoptado fue no experimental. La investigadora finalizó que en ciertos momentos los niveles de parámetros como la DBO, la DQO, los STS, los sulfatos y el aluminio exceden ampliamente los valores VMA. Tras analizar las viabilidades técnicas y económicas, y teniendo en cuenta el punto de vista de los administradores, supervisores y trabajadores, se considera viable la construcción e implementación de una PTAR.

Huerta (2020), en su investigación el propósito fue investigar la capacidad para remover compuestos orgánicos en humedales artificiales de flujo horizontal bajo la superficie examinando el desempeño de un par de humedales artificiales con variaciones en sus dimensiones: área de superficie y elevación, pero con igual capacidad y colocados en paralelo. Cada uno de ellos trató un caudal de 1.5 ml/s y empleó tubos de PVC Hendidos como base de soporte, en los cuales se cultivó y promovió el crecimiento de la macrófita *Scirpus californicus*, conocida usualmente como Totorá. La metodología empleada fue de tipo experimental. La investigadora concluyó que la hipótesis planteada no se confirmó. Entre los dos parámetros analizados, DBO5 y DQO, solo se evidenció una mejora considerable en la reducción de DBO5 en el humedal artificial de gran tamaño

superficial, con un aumento del 14.41%. Respecto a la efectividad en la remoción de DQO, el humedal con la mayor extensión tuvo solo un aumento del 5.82%. Además de estos parámetros, se analizaron otros, y se determinó que los efluentes de ambos humedales artificiales respetaron <sup>49</sup> los LMP para los residuos de PTAR, según el DS N° 003-2010-MINAM. Sin embargo, la falta de determinación de coliformes termotolerantes impidió concluir si se cumplió en todos los parámetros evaluados.

Ala (2021), En su estudio, se estableció el objetivo de presentar la instalación de un humedal de circulación subterráneo mediante la metodología BIM en el asentamiento de Yura Viejo para el depuración de sus aguas depuradas. Este humedal se diseñará con un enfoque en minimizar los costos de funcionamiento y conservación, con la finalidad de preservar el bienestar público de los residentes. Además, se pretende reutilizar el efluente tratado para el riego de plantas y como agua potable para animales, cumpliendo con los ECA para el Agua. Esta propuesta se basa en un enfoque teórico de investigación. Donde la investigadora llegó a la conclusión de que la elaboración y el diseño de las infraestructuras sanitarias del modelo seguirán las directrices establecidas por el MEF en los " Normas para la aplicación de la metodología BIM" La implementación de esta metodología permitirá crear un modelo 3D inteligente y una representación gráfica tridimensional, lo que facilitará la mejora y optimización de la ejecución de la inversión. Como resultado, se podrán hacer elecciones transparentes, eficientes y confiables durante la implementación del proyecto.

### 2.1.2 Antecedentes Locales

Ccuno (2020), con el fin de determinar el impacto del agua del río Azángaro en la salud de las plantas, la investigadora planteó el objetivo de evaluar los efectos de este riego en el brote y propagación de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y lechuga (*Lactuca sativa*) especies comúnmente utilizadas como indicadores de toxicidad vegetal. Con este propósito, se ejecutó una investigación experimental utilizando un diseño de grupo control y grupo experimental. El análisis reveló que los caudales del río Azángaro exhibieron cifras de pH que oscilaban entre 8.07 y 8.46 unidades, niveles de magnesio entre 33.04 y 53.84 mg/l, y concentraciones de cloruros que fluctuaban entre 11.81 y 59.61 mg/l. El empleo de estas aguas para el riego durante el brote de semillas de lechuga arrojó promedios de germinación significativamente más bajos (4.67% - 22.67%) en comparación con los obtenidos para el tomate (24.0% - 66.6%), ostentando una diferencia estadísticamente significativa según la zona de muestreo ( $P < 0.05$ ). Es importante destacar que no hubo crecimiento de plántulas con el uso de aguas de las regiones de San Antón, Asillo y Azángaro. Por lo tanto, las muestras de agua extraídas en las distintas ubicaciones del río Azángaro exhiben variaciones en los niveles de pH, magnesio, cloruros y bicarbonatos. De igual forma, se realizó el suministro de agua del río Azángaro para regar semillas y plántulas de lechuga y tomate provoca una reducción considerable en los índices de germinación y desarrollo de las plántulas.

Pineda (2021), se propuso como objetivo principal evaluar la PTAP del distrito de Yanahuaya y su impacto ambiental en la población local durante el año 2021. Se empleó un enfoque descriptivo no experimental para analizar los efectos de la PTAR en las variadas etapas de su maduración, desde la

planificación y ejecución hasta la operación y abandono. La matriz de Leopold sirvió como herramienta para señalar y categorizar los impactos ambientales generados por la PTAP en sus componentes bióticos, abióticos y socioculturales. Los resultados del análisis mostraron que la PTAR ha generado tanto impactos positivos como negativos a lo largo de su ciclo de vida. Sin embargo, se destaca que los impactos positivos predominan, especialmente durante la fase de operación. En las demás fases, si bien se observan impactos negativos, estos son considerablemente menores en comparación con los positivos. En general, la investigación concluye que la operación de la PTAP del distrito de Yanahuaya es viable debido a la prevalencia de impactos ambientales positivos, lo que la hace una herramienta esencial para asegurar la distribución del recurso hídrico potable de primera calidad para la comunidad local.

1

## 2.2 Marco Teórico

### 2.2.1 Tratamiento De Aguas Residuales

Por lo tanto, el proceso de tratamiento de aguas depuradas comprende diversas etapas físicas, químicas y biológicas destinadas a remover los polutantes existentes en las extensiones lacustres, como sustancias tóxicas, eutrofización, patógenos y reducción de oxígeno. La magnitud del tratamiento requerido para las aguas residuales está directamente relacionada con la potencialidad de autodepuración natural del cuerpo acuático receptor. Esta capacidad de autodepuración, a su vez, depende fundamentalmente del volumen del cuerpo receptor, su concentración de oxígeno y su eficacia de regeneración de oxígeno. En consecuencia, el objetivo fundamental del tratamiento de aguas depuradas es obtener un efluente adecuado para su

reutilización en el medio natural y un desecho sólido o fango (también denominado biosólido o lodo) idóneo para su erradicación o reutilización. (Enriquez, 2020).

**Tabla 2**

Resumen de los niveles de concentración de los principales parámetros que definen las aguas residuales domésticas.

PARÁMETROS		CONCENTRACIÓN (mg/l)		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días a 20 °C	DBO 5	300	200	100
Demanda química de oxígeno	DQO	1000	500	250
Carbono orgánico total	COT	300	20	100
Sólidos totales	ST	1200	700	350
S. Disueltos totales	SDT	850	500	250
S.D. Fijos	SDF	525	300	145
S.D. Volátiles	SDV	325	200	105
S. Suspendidos Totales	SST	350	200	100
S.S. Fijos	SSF	75	50	30
S.S. Volátiles	SSV	275	150	70
Sólidos sedimentables (ml/l)	SS	20	10	5
Nitrógeno (total como N)	N	85	40	20
Orgánico		35	15	8
Amoniaco libre		50	25	12
Nitritos	NO <sub>2</sub>	0	0	0
Nitratos	NO <sub>3</sub>	0	0	0
Fosforo (total como P)	P	20	10	6
Orgánico		5	3	2
Inorgánico		15	7	4
Cloruros		100	50	30
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )		200	100	50
Grasas		150	100	50

En la tabla 2 se ve parámetros caracterizados de aguas depuradas domésticas, cuyos valores servirán para la comparación de los datos conseguidos en la caracterización del agua depuradas del distrito de Chupa.

Para entender el impacto del drenaje de aguas depuradas domésticas en el estado del agua del lago Arapa-Chupa, es fundamental probar que dichas aguas residuales corresponden a las aguas tratadas domésticas; así como demostrar el cambio en el estado del agua del lago provocado por el vertido de estas aguas depuradas, como la determinación de sólidos sedimentables y suspendidos son de gran valor en la valoración de la calidad, concentraciones del desagüe doméstico y aguas ligeramente contaminadas (Condori y Parillo, 2018).

- En muchas ciudades del Perú, los mecanismos de tratamiento hídrico depuradas se han visto colapsados cumpliendo sus últimos años de vida útil en cuanto a infraestructura. En vista del aumento constante de la población, se hace imperativo implementar sistemas descentralizados de tratamiento de aguas depuradas. Estos sistemas ofrecen una alternativa más eficiente y económica a los sistemas de tratamiento estándar, con costos de instalación que oscilan entre el 20% y el 50% del valor de estas últimas. Estos sistemas logran eliminar contaminantes mediante procesos que van desde simples métodos físicos, como la sedimentación en la que los poluentes se sedimentan en el fondo por efecto gravitacional, hasta llegar a procesos complejos químicos, físicos y biológicos (Santacruz, 2019).

**a) Tratamientos Físicos:**

- **Deposición**
- **Flotación:** Natural, provocada.
- **Filtración:** Arena, carbón, cerámicos
- **Evaporación** (Temperatura)
- **Absorción:** Carbón activo.
- **Distribución:** (Se desplaza <sup>14</sup> el contaminante al aire, se trata con amoníaco).
- **Extracción:** Solución acuosa <sup>14</sup> que no se combina con el agua..

**b) Tratamiento Químico**

- **Coagulación**
- **Floculación**
- **Cloración:** aglomeración de partículas diminutas utilizando coagulantes y floculantes, incluyendo sales de hierro y aluminio.
- **Precipitación química:** es la neutralización y sedimentación de metales pesados al convertirlos en insolubles al añadir una mezcla <sup>57</sup> de cal, hidróxido de sodio, u otros compuestos que aumenten el pH.
- **Oxidación – reducción:** la oxidación empleando hidrógeno, ozono, cloro, permanganato de potasio o <sup>14</sup> sulfito sódico.

- **Reducción electrolítica:** causando la sedimentación del contaminante en el electrodo.
- **Intercambio iónico:** el intercambio de iones, se emplean para eliminar la dureza del agua.
- **Osmosis inversa:** filtración mediante membranas semipermeables para atrapar impurezas disueltas en el agua.

### c) Tratamiento Biológico

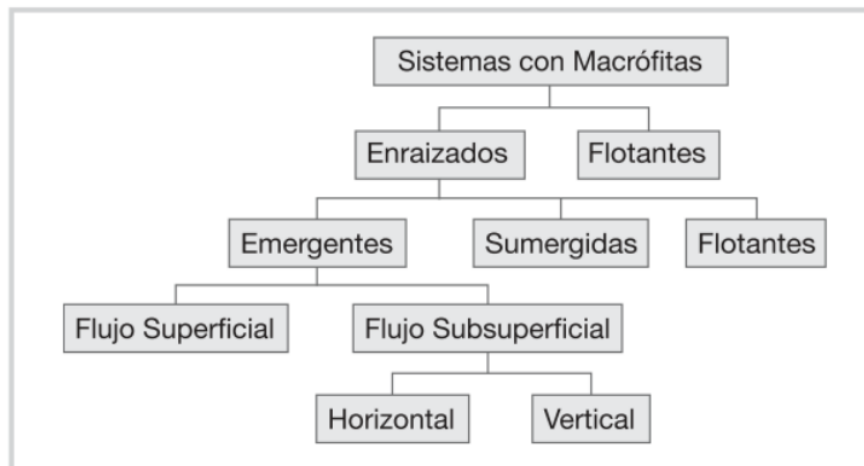
- Para este tratamiento se utilizan microorganismos que se nutren de distintos constituyentes del agua.
- **Lodos activos:** agregación de agua con microorganismos a las aguas depuradas en circunstancias orgánicas.
- **Filtros bacterianos:** los microorganismos están adheridos a un sustrato sobre el cual fluye el agua a tratar, proporcionando oxígeno necesario para mantener el proceso aeróbico.
- **Biodiscos:** sistema con discos grandes inmersos en una mezcla de aguas depuradas con microorganismos que promueven la adhesión y la actividad microbiológica.
- **Lagunas aereadas:** empleo de tratamiento biológico en extensas lagunas (aeración)
- **Degradación anaeróbica:** procedimientos con microorganismos que no dependen de oxígeno para su metabolización.

### 2.2.2 <sup>8</sup> La Utilización De Aguas Residuales Como Fuente De Alternativa De Agua.

Las aguas servidas o desechos como fuente de materiales recuperables, tales como energía y nutrientes para la agricultura, permanecen insuficientemente explotadas. Es posible recuperar energía, incluyendo la generación de electricidad, calefacción y refrigeración. Actualmente, se disponen de tecnologías que permiten recuperar energía en el sitio a través del tratamiento de lodos/biosólidos incorporados en las PTAR de aguas servidas o residuales. Esto les posibilita evolucionar de ser altos consumidores de energía a conseguir la neutralidad energética o incluso ir más allá de convertirse en generadores netos de energía. (Santacruz, 2019).

**Figura 1**

<sup>34</sup> Esquema de clasificación de los sistemas de purificación con Macrófitas



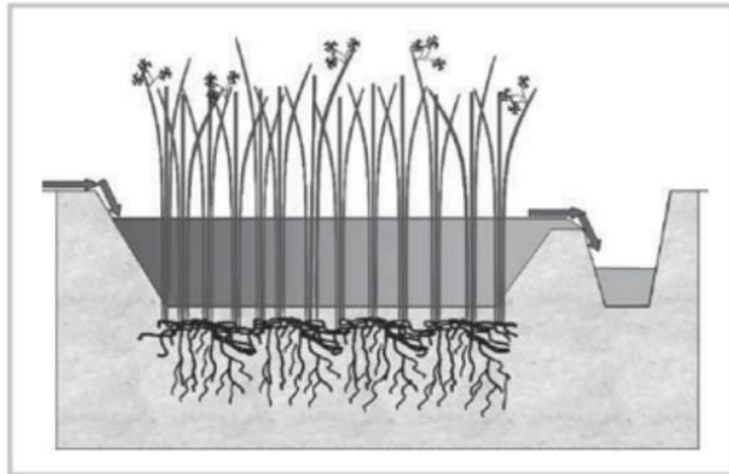
Nota. (Delgadillo et al., 2010).

### 2.2.3 Sistemas De Tratamiento Basados En Macrófitas Enraizadas

#### Emergentes.

El distrito de Chupa se dispone un mecanismo de tratamiento hídrico servidas o residuales convencional, basado en macrófitas enraizadas emergentes. El tipo de circulación del agua utilizado es el de humedales con flujo en superficie, donde el agua fluye por la parte superior entre los tallos de las macrófitas. (Huerta, 2020).

Comprendiendo las propiedades <sup>1</sup> de los humedales artificiales de flujo superficial en la instalación de depuración de aguas depuradas del distrito de Chupa, se ha identificado un vertimiento de aguas residuales de competencia municipal hacia la Laguna Arapa-Chupa, sin autorización de la ANA, utilizando macrófitas emergentes enraizadas como la Totora. La categoría de humedal artificial a la que nos referimos está compuesto por plantas que se ajustan a condiciones de suelo húmedo e inundado, es decir, capaces de soportar una notable restricción en la presencia de oxígeno en el suelo. La PTAR de la municipalidad distrital de Chupa se ha visto colapsada debido a la negligencia en el cuidado y el aumento de la población. <sup>6</sup> (Delgadillo et al., 2010).

**Figura 2***humedal artificial de flujo superficial**Nota. (Delgadillo et al., 2010).***Tabla 3**

50 *Mecanismos de remoción en los sistemas de tratamiento asentados en macrófitos*

Parámetros	Mecanismo De Remoción
Evaluados	
Sólidos suspendidos	- Sedimentación/ filtración
DBO	- Degradación microbiana (aeróbica orgánica/lodo en la capa superior del sedimento)
Nitrógeno amoniacal	- Transformación de amonio en nitritos y posterior desnitrificación del amoníaco - Captado por la planta - Asentamiento/filtrado
Patógeno	- Declinación - Energía ultravioleta exudación de antibióticos por las raíces de los macrófitos

*Nota. (Delgadillo et al., 2010).*

#### 2.2.4 Fuentes Contaminantes En La Cuenca De La Laguna Arapa-Chupa

Este estudio sobre la fluctuación en la condición del agua en la laguna Arapa-Chupa debido al vertimiento de aguas depuradas domésticas, se han

reconocido como orígenes de contaminación los vertimientos de aguas depuradas sin un tratamiento conveniente. A continuación, se detallan los aspectos relevantes.

#### 2.2.5 <sup>7</sup> Vertimiento De Aguas Residuales

- **Ámbito de la Administración Local de Agua Chupa.**

En el valle hidrográfico de la laguna Arapa-Chupa en el año 2022 Se ha localizado una zona de liberación de aguas depuradas de competencia municipal. El lago de Administración Local de Agua Huancané ALA-Huancané (MINAM, 2014).

#### 2.2.6 <sup>7</sup> Situación de los sistemas de tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

En 2011, en cumplimiento de los objetivos del programa PNUMA-Titicaca, se efectuaron cuestionarios acerca de las instalaciones de purificación de aguas depuradas en 34 localidades con más de 1.000 habitantes, entre las cuales se incluyó el distrito de Chupa. El contexto natural de los métodos de tratamiento y eliminación final se encuentra en las siguientes circunstancias. (MINAM, 2014).

El medio ambiente de los sistemas de depuración y disposición final se describe de la siguiente forma:

- ✓ En estado adecuado: 6 métodos de depuración (23,1 %)
- ✓ En condiciones regulares: 18 métodos de depuración (69,2 %).
- ✓ En mal estado: 2 métodos de depuración (7,7 %).

El uso de tecnologías para cumplir con las normativas de vertido y aprovechamiento de aguas depuradas es:

- ✓ Ineficiente: en 13 métodos de depuración (50%).
- ✓ Adecuado: en 13 métodos de depuración (50%)

La eficacia de los sistemas de depuración y erradicación de aguas depuradas se categorizo como:

- ✓ Adecuado: en 4 (15%) métodos de depuración.
- ✓ Viable: en 19 (73%) métodos de depuración.
- ✓ Inadecuado: en 3 (12%) métodos de depuración.

### Figura 3

*Localización Del Área De Estudio, De La Zona Afectada Por El Vertimiento De Aguas Depuradas Domésticas. Donde se efectúan la delimitación de la zona estudio satelitalmente por el Google Earth*



**Nota** Google Earth.

Donde también <sup>7</sup> se han realizado inversiones en la ejecución de los sistemas de purificación de aguas depuradas en el distrito de Chupa. (ver anexo 3)

### <sup>2</sup> 2.2.7 Características de las aguas residuales

Las aguas servidas los residuos generados de operación productor de desechos, que son las proliferaciones de organismos, que contribuyen a grandes alteraciones en las características de las aguas depuradas, son esos cambios que van desde el olor y calor debido a la presencia de organismos patógenos convirtiendo las aguas en peligro para la salud y el entorno ambiental, afectadas por desperdicios de la ciudad o industriales de diversos procesos (Enriquez, 2020).

Las aguas servidas contienen <sup>30</sup> un 99.0% de agua y un 1.0% de sólidos, que se encuentran en suspensión o disueltos, y que consiguen categorizarse en orgánicos e inorgánicos.

- Los sólidos inorgánicos incluyen en su mayor parte <sup>30</sup> nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, bicarbonatos y algunas sustancias nocivas. como plomo, zinc, mercurio, cobre, cromo, cadmio, cianuro, arsénico.
- Los residuos inorgánicos se pueden ordenar como nitrogenados y no

**Tabla 4***Contaminantes clave en el tratamiento de aguas residuales*

Contaminantes	Importancia
Sólidos suspendidos	La presencia de SS puede conducir a la acumulación de lodo y a condiciones anaeróbicas cuando los desechos sin tratar son vertidos en el entorno subacuático. Compuesta mayormente formada por proteínas, carbohidratos y grasas. Usualmente se mide a través de DBO y BQO. Si se libera al entorno sin tratamiento previo, su descomposición biológica puede resultar en el consumo de oxígeno natural y al establecimiento de circunstancias sépticas.
Materia orgánica biodegradable	Los patógenos encontrados en las aguas depuradas tienen el potencial de transmitir enfermedades.
Microorganismos patógenos	Al ser liberados en el entorno acuático, pueden fomentar el desarrollo de fauna acuática indeseable. Si se aplican al suelo en exceso, también suelen afectar la pureza del agua subterránea.
Nutrientes	Compuestos tanto orgánicos como inorgánicos elegidos en base a su potencial carcinogénico, mutagénico, teratogénico o alta toxicidad. Varios de estos compuestos están presentes en las aguas depuradas.
Compuestos tóxicos	Esta materia orgánica a menudo no se elimina con los métodos estándar de tratamiento de aguas depuradas. Entre los ejemplos típicos se localizan los limpiadores, fenólicos y pesticidas de granja.
Materia orgánica refractaria	

*contaminantes clave en el tratamiento de aguas residuales*

Metales pesados	Los metales pesados son comúnmente añadidos a través de acciones humanas. Su notable persistencia en el entorno incrementa su potencial de acumulación tóxica.
Solidos inorgánicos disueltos	Compuestos inorgánicos, como calcio, sodio y sulfato, conviene ser erradicados si se va a reutilizar el agua depuradas, ya que son potenciales agentes de degradación del suelo.

*Nota. (Delgadillo et al., 2010).*

### **2.2.8 VMAs (valores máximos admisibles) para descargas:**

Los VMA fijan los límites permitidos para las concentraciones de componentes, materiales o características físicas y/o químicos en las aguas depuradas que se vierten al medio ambiente. Por ejemplo, en el caso de coli. fecales, el VMA es de 1,000 para el promedio mensual y 2,000 para el promedio diario por cada 100 ml de agua. Superar estos valores puede causar daños inmediatos o progresivos en las instalaciones de purificación de aguas depuradas y tener impactos desfavorables en los procedimientos de tratamiento. (MINAM, 2010).

**Tabla 5**Anexo 01 DS <sup>11</sup> 021-2009 – VIVIENDA

PARÁMETROS	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA
			DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	Mg/L	DBO <sub>5</sub>	500
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	Mg/L	DQO	1000
Solidos Suspendidos Totales	Mg/L	S.S.T.	500
Aceites Y Grasas	Mg/L	A y G	100

Nota. (DS N° 021-2009-Vivienda, 2009)

### <sup>7</sup> 2.2.9 Evaluación de la calidad ambiental y sanitaria de los recursos hídricos en la cuenca del lago arapa-chupa.

El monitoreo del estado de las masas de agua superficial también se fundamenta en la recopilación de muestras de los desechos característicos de las cuencas, debido a su relevancia y contribución a la carga contaminante, datos que serán útiles para una estimación de la carga contaminante descargada a los cuerpos receptores lagos y lagunas, tomándose en cuenta los valores de los ECAs, ya determinados según categoría las que corresponde DS N° 002-2028-MINAM y N° 202-2010-ANA) (MINAM, 2014).

Es crucial evaluar las masas de agua según regulaciones estandarizadas para su valoración ambiental. Esto implica priorizar la salvaguarda de los recursos naturales vulnerables, susceptibles y vulnerables, identificados con la intención de preservar la biodiversidad, la salud humana y fomentar la seguridad alimentaria en los campos a orillas del lago fuente principal de alimentación para

comunidades aledañas, el recurso hídrico fuente de vida para diferentes especies y preservar la flora y fauna silvestre. De ahí la importancia de contar con una PTAR, eficientes y óptimas que cumplan al máximo con las normas, estándares, de calidad para su vertimiento a fuentes acuíferos (ANA, 2018).

**Tabla 6**

<sup>13</sup> **LMP Para Los Efluentes De PTAR**

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

Nota. (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2010).

### <sup>16</sup> 2.3 Determinación de parámetros físico químicos de la calidad del agua.

#### <sup>18</sup> 2.3.1 Demanda química de oxígeno (DQO)

Son todas aquellas muestras que determinan la cantidad de oxígeno requerida para degradar La MO en circunstancias específicas de temperatura, duración y agente oxidante. La DQO, por su parte, es la medida <sup>4</sup> del oxígeno que los microorganismos utilizan en el proceso de descomposición de la MO en presencia de oxígeno. (Frisancho, 2022).

### 2.3.2 Potencial de hidrogeno (PH)

Para interpretar los resultados de la medición del pH, es fundamental tener comprensión y una noción de los valores de las lecturas en términos de acidez y basicidad. El pH es crucial en cualquier aplicación práctica, puesto que sirve para medir el grado de la acidez o alcalinidad en una solución dada. Es la forma de cuantificar la manifestación de iones de hidrógeno, mediante relaciones fundamentales entre el pH, la acidez y la alcalinidad. Es importante tener conocimientos tanto teóricos como prácticos sobre el pH (Cumbal & Ordoñez, 2023).

### 2.3.3 Solidos totales en suspensión (STS)

Los STS incluyen tanto los sólidos disueltos como las partículas en suspensión. Los elementos disueltos e inorgánicos abarcan sustancias como calcio, bicarbonato, nitrógeno, hierro y sulfatos, entre otros. En niveles adecuados, estos materiales son indispensables para la correcta preservación de la vida en ambientes acuáticos. Por otro lado, las partículas contenidas en los sólidos en suspensión de sedimento, lodos arrastrados a causa de las corrientes, el plancton y los residuos industriales y de aguas depuradas (Jaya, 2018).

### 2.3.4 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

La DBO representa el volumen de oxígeno utilizado por las bacterias necesitan para descomponer MO bajo condiciones aeróbicas. Las aguas grises o contaminadas, así como los desechos industriales, contienen tres tipos de materiales que contribuyen a la demanda de oxígeno: materiales orgánicos carbonosos, materiales nitrogenados oxidables y sustancias químicas

reductoras (como <sup>2</sup>hierro ferroso, sulfito y sulfuro), que interactúan con el OD a nivel molecular. (Huerta, 2020).

### **2.3.5 Fosfatos totales (PO<sub>4</sub>)**

Surge del fósforo inorgánico existente como mineral, influenciando el contenido de oxígeno en el agua, es una fuente de nutrición para la eutroficación de los hábitats acuáticos para el crecimiento de algas (Bolaños et al., 2017).

### **2.3.6 Temperatura**

Parámetro importante para detallar la acción de los microorganismos y tratamientos químicos, considerada como una variable fisicoquímica.

### **2.3.7 Turbidez**

La turbidez del agua puede originarse por una variedad de materiales suspendidos, que van desde coloides hasta partículas gruesas, dependiendo del nivel de agitación. Por ejemplo, en lagos u otras aguas tranquilas, la turbidez se debe principalmente a coloides y dispersiones muy finas. En virtud de la heterogeneidad de materiales que pueden inducir turbidez en aguas naturales, se ha adoptado una unidad de medida arbitraria: 1 mg de oxígeno por litro equivale a una unidad de turbidez, (SiO<sub>2</sub>Oxido de silicio o Sílice) (Lima, 2020).

### **2.3.8 Olor Y Sabor**

La calidad del agua residual se determina cualitativamente según su tiempo de residencia. Por ejemplo, el agua reciente tiende a tener un aspecto grisáceo. Sin embargo, incluso cuando el agua parece reciente, los compuestos presentes son orgánicos y después de haber sido degradados por bacterias. El oxígeno en el agua puede ser consumido por elementos que crean olores y

sabores., las cuales suelen ser productos de la actividad microbiana y algas, o pueden provenir de descargas de aguas depuradas. (Santacruz, 2019).

## 2.4 Estándares de calidad ambiental (eca) para agua según las características físicos químicos y microbianas en ecosistemas acuáticos

El Perú en cuestiones de utilización de los recursos hídricos está enmarcada por una mala cultura hídrica en su aprovechamiento, con la ejecución de la ley general de aguas establecida por el D.L N° 17752 que pasó por alteraciones, regulaciones en el uso y utilización del recurso hídrico y la creación de MINAM, donde decreta siete agrupaciones de agua, terrestre o marítima (ANA, 2018).

### 2.4.1 Categoría 3: Riego De Vegetales Y Bebidas De Animales

- **Riego de vegetales:** es la cantidad de agua utilizada del mismo lago para el riego de plantas como, tubérculos y granos andinos frecuentemente utilizado riego por aspersion, es un método automatizado siendo muy común por los residentes de las márgenes del lago Arapa-Chupa (Ccuno, 2020).
- **Bebida de animales:** son aguas usadas por los moradores de las riberas del lago para sus animales como ganado vacuno, ovino, porcino y equino, como también para aves de corral, cuyes y conejos.

### 2.4.2 Categoría 4: Conservación Del Ambiente Acuático

- **Lagunas y lagos:** son todas aquellas aguas que no presentan un volumen de agua que lleva una corriente.

- **Ríos:** los ríos generalmente son los principales afluentes de mayor y menor volumen hídrico, que fluye de manera permanente en dirección irreversible en estado lótico.

Los ECAS-Agua son de suma importancia en la relevancia de los usos de las masas de agua recogiendo circunstancias naturales o niveles de fondo. Según las normas legales de conformidad ley N° 28611. Ley General del Medio Ambiente, que sirve como una herramienta clave para evaluar las condiciones del estado de los recursos acuáticos en las cuencas fluviales del país (ANA, 2018).

De acuerdo a los ECA del Agua, están establecidas las categorías, subcategorías, normas, leyes, disposiciones complementarias, las características físicas, químicas y microbianas en las siguientes categorías de nuestro interés para el presente estudio, categoría 3. Riego de plantas y alimentación animal, clasificación 4. Preservación del medio acuático.

### 3 CAPITULO III

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1 Diseño De La Investigación

En relación con el tipo de investigación **NO EXPERIMENTAL** Este enfoque de estudio se desarrolla sin intervención en las variables experimentales. Se registran datos recopilados en un único intervalo de tiempo, en una sola ocasión, observando los eventos en su entorno natural para su análisis posterior (Hernandez et al., 2014).

**Figura 1**

*Metodología De Investigación*



Nota. (Guerra, 2018).

### **3.2 Tipo De Investigación**

De acuerdo a lo expuesto en este estudio, se observa que el investigador se dedica a la descripción, documentación, examen e interpretación del estado actual y la estructura o dinámica de los fenómenos. La perspectiva se dirige hacia las conclusiones principales, hechos y características fundamentales. (Enrique & Cutipa, 2016).

### **3.3 Diseño estadístico**

El ANOVA es una herramienta estadístico para verificar los promedios de tres o más conjuntos no relacionados y analizar si hay desigualdades relevantes entre ellos. La base teórica del ANOVA se fundamenta al dividir la fluctuación completa de los datos en dos elementos fundamentales: la variación intergrupala y la variación intragrupal.

La variabilidad entre grupos refleja las discrepancias entre las medias de los grupos y se determina sumando los cuadrados de las variaciones entre cada promedio del grupo y el promedio general global de todos los datos, ponderada por el tamaño de cada grupo. Por otro lado, la variabilidad dentro de los grupos representa las diferencias dentro de cada grupo y se estima como la adición de los cuadrados de las desviaciones personales en comparación con la media de su respectivo grupo.

El estadístico F del ANOVA se determina al partición la dispersión entre grupos por la variación interna de los grupos. Un valor F elevado señala que la variación entre grupos es considerablemente superior a la variación en el interior de los grupos, lo que señala que al menos un grupo muestra una

diferencia significativa con respecto a los demás en términos de las medias de las variables medidas. (Montgomery, 2017, p. 421).

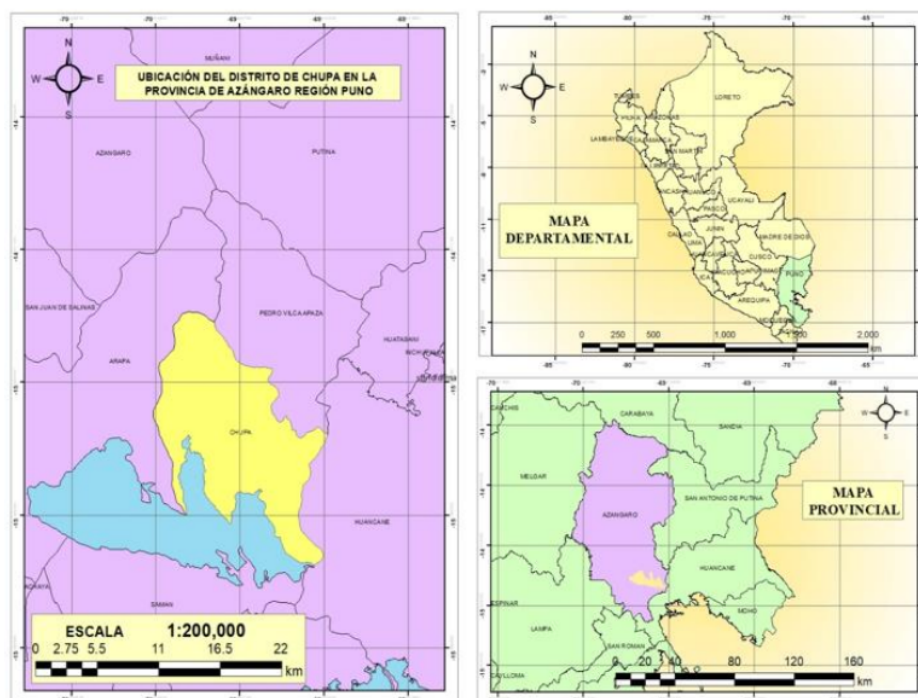
### 3.4 Ubicación Geográfica <sup>3</sup> De La Investigación

La investigación se ejecutó en el distrito de Chupa PTAR de la Municipalidad Distrital de Chupa, ubicada <sup>3</sup> en el distrito de Chupa de la Provincia de Azángaro del Dpto. Puno.

El lago Arapa-Chupa recepción descargas de la red de alcantarilla de la PTAR Chupa, provenientes de la PTAR de uso doméstico e industrial. En el Lago Arapa-Chupa ubicándose puntos de muestreo, para evaluar sus características fisicoquímicas, aguas que también son usadas para el consumo humano, consumo de animales y riego de vegetales.

**Figura 4**

*Ubicación del distrito de Chupa zona estudio*



En la figura 4. Se detalla la ubicación donde se hará los muestreos fisicoquímicos de las aguas residuales. Lugar que colinda con los distritos de Arapa, Pedro Vilca Apaza, Huancané, Lago Titicaca.

### **3.5 Criterios de inclusión**

- En efecto las muestras de agua están entre el lago Arapa-Chupa.
- Se extraen muestras de agua a una profundidad específica no mayor a 1 m.
- Las muestras tomadas entre las 09:00 y las 14:00 horas (ANA, 2018).

#### **3.5.1 Población**

Considerando la población de estudio, son todas aquellas aguas superficiales y el agua residual vertidas al lago Arapa-Chupa.

La población está compuesta por la conjunto completo de personas u objetos con una característica común observable, conformada por una población infinita de litros de agua, zonas de viviendas de la población del distrito de Chupa (Enrique y Cutipa, 2016).

#### **3.5.2 Muestra**

De acuerdo al trabajo una muestra está en base al procedimiento de tomas de muestras de efluentes y aguas superficiales que comprende el área de estudio de 8.82 km del lago Arapa-Chupa, en la presente investigación

es NO PROBABILÍSTICA, que corresponde a la cantidad de aguas superficiales (aguas residuales).

Se detalla la muestra que posee toda la información requerida para su extracción. Además, es relevante referenciar que, en ciertas circunstancias, una población puede desempeñar el papel de muestra en un análisis, y una muestra puede representar a la población, dependiendo de los objetivos de la investigación. (Guerra, 2018).

### 54 3.6 Técnicas e Instrumentos Para La Recolección De Datos

Por resultado, el método de técnica observacional en donde se registran características fisicoquímicas, como los desenlaces de los valores fisiológicos en las plantas acuáticas propias del lago. Equipos para la recopilación de registro: cadena de custodia para la matriz de agua, procedimientos de toma de muestras, y etiquetado y clasificación de las muestras de agua.

#### 3.6.1 Técnicas

**Observacional:** visto de esta forma la observación directa conlleva a muchos casos ser el más apropiado donde el investigador relaciona los procedimientos e identifica las situaciones del problema.

**Trabajo en Campo:** recolección de muestras de las aguas depuradas del lago Arapa-Chupa, siguiendo los protocolos de supervisión del estado de los vertidos de las instalaciones de tratamiento de aguas depuradas domésticas o municipales.

**Comparación:** Los resultados obtenidos se contrastan con el <sup>38</sup> D.S. N° 003-2010-MINAM, que instituye los LMP para los efluentes de PTAR domésticas o municipales.

### **Instrumentos**

Cadena custodio matriz-agua, protocolos de tomas de muestra aguas, rotulación y etiquetado de las muestras de agua

### **3.7 Validez y confiabilidad del instrumento**

El análisis precedente a fin de realizar las pruebas de laboratorio, así como pH, T°, STS, DQO, DBO, CT, fueron adecuadamente ajustadas en el laboratorio de Calidad Ambiental.

**Tabla 7***Interpretación de la Calificación ICA- PE*

ICA - PE	Calificación	Interpretaci
90-100	Excelente	El estado del agua está garantizada al estar libre de riesgos o deterioro. Las condiciones se aproximan mucho a los niveles naturales o esperados.
75-89	Bueno	El estado del agua se aparta ligeramente de la calidad natural. No obstante, las condiciones ideales podrían presentar algunas molestias o afectaciones menores.
45-74	Regular	El estado del agua natural está en riesgo o sufre daños de vez en cuando. Frecuentemente, la calidad del agua no llega a los niveles deseados, y diversos aplicaciones requieren un manejo
30-44	Malo	El estado del agua no satisface los criterios establecidos; a menudo, las condiciones ideales están en peligro o deterioradas. Muchos usos requieren tratamiento.
0-29	Pésimo	El estado del agua no se ajusta a los objetivos deseados; a menudo, está comprometida. Todos los usos precisan un tratamiento previo.

Nota. (ANA, 2018)

<sup>1</sup>

### 3.8 Plan de recolección y procesamiento de datos

#### 3.8.1 Determinación de la calidad de agua

##### a. Toma de muestra agua

Ahora bien, un ves determinada los puntos de muestreo del lago

Arapá-Chupa según el D.S. N° 031-2010-SA del MINSA de acuerdo a la estimación de los recursos acuáticos superficiales del ANA (2018), las muestras hídricas son extraídas en envases de plástico y vidrio estéril de 500 ml (ANA, 2018).

- **Muestra Puntual o Simple:** Se trata de una muestra individual recolectada en un breve periodo de tiempo, en un punto predefinido y con una hora establecida de antemano.
- **Muestra compuesta:** Se trata de una muestra compuesta, obtenida mediante la mezcla de varias muestras simples o puntos de muestreo. El cálculo del volumen se basa en el flujo instantáneo de cada punto de muestreo.

**b. Evaluación fisicoquímica del agua**

**Recopilación de datos:** Conforme al procedimiento para supervisar la situación de los efluentes provenientes de las PTAR municipales o domésticas, se toman muestras en el terreno utilizando formularios de laboratorio de aguas.

**c. Muestreo de agua en el lago.**

La recolección de muestras de un lago es un procedimiento estipulado en la valoración de la excelencia del agua acorde al D.S. N° 003-2010-MINAM, identificando los puntos de contaminación y las características hidrodinámicas en cuerpos de aguas.

**Figura 5**

*preparación y recolección de muestras en los recipientes*

**3**  
**Figura 6**

*obtención de muestras de agua*

**Figura 7**

*obtención de muestras y acondicionamiento para traslado a laboratorio*



**d. Registro y manejo de muestra.**

De acuerdo la labor de campo de exploración y reconocimiento los sitios de toma de muestras, se procede a tomar muestras con sus respectivos datos relevantes como la ubicación, condiciones ambientales, equipos, vías de acceso, entre otros.

Se hace el almacenamiento de las muestras en condiciones adecuadas siguiendo el protocolo de muestreo:

- Preparar los contenedores de muestra conforme a <sup>19</sup> la lista de parámetros a analizar.
- Extraer las muestras de agua y mantenerlas según el <sup>19</sup> tipo de parámetro, siguiendo las instrucciones generales de conservación.
- Etiquetar los recipientes, empleando marcadores de tinta, <sup>19</sup> cinta adhesiva transparente.
- Depositar las muestras preservadas y etiquetadas en una nevera con hielo para garantizar su transporte al laboratorio.
- En el caso de recipientes de vidrio, emplear bolsas de burbujas de polietileno para evadir roturas durante el traslado.

**e. Determinación de pH.**

Se explica la determinación del pH mediante colorimétricamente o electrométricamente, con un potenciómetro, multiparámetro portátil es necesario calibrar el equipo para proceder al análisis de la muestra, donde los indicadores pueden deteriorarse al igual que los patrones de color, ningún indicador abarca la gama de pH de interés de las

aguas (UNI, FIA).

El pH se establece como el logaritmo inverso de la concentración de  $H_3O^+$ .

**Tabla 8**

valores del pH para una  $T^\circ$  de  $25^\circ C$

<b>Solución</b>	<b>pH = 7</b>
<b>neutra</b>	
<b>Solución</b>	<b>pH = &lt;</b>
<b>ácida</b>	<b>7</b>
<b>Solución</b>	<b>Ph = &gt;</b>
<b>básica</b>	<b>7</b>

**Nota.** (UNI, n.d.)

f. <sup>56</sup> **Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y (DQO)**

Para la medición de la DBO<sub>5</sub> mediante el método directo en muestras donde la DBO<sub>5</sub> no supere los 7 ppm, no es requerido diluirla. Muchas aguas de ríos y lagos cumplen con este criterio (Ala, 2021).

g. **Temperatura**

De acuerdo a los resultados obtenidos la temperatura del lago Arapa-Chupa oscilan entre 15.3 a 15.6 °C de acuerdo a los seis puntos de muestreo lo que indica, la variación entre 11 °C en invierno y 15 °C en verano en la zona del altiplano peruano.

h. **Coliformes Termo tolerantes**

La detección de coli. en el suministro de agua indica la posible contaminación con aguas residuales o materiales en descomposición. (Ruelas, 2023).

### **Determinación de sólidos, totales, suspendidos, Disueltos, fijos, volátiles y sedimentales.**

El agua posee una variedad de partículas sólidas que incluyen partículas grandes hasta material coloidal.

**Tabla 9**

*Definición para solidos hallados en agua residual.*

<b>Definición Para Solidos Encontrados En Agua Residual</b>	
<b>Prueba</b>	<b>Descripción</b>
Solidos totales (ST)	Residuos restantes tras la <sup>22</sup> aporación y secado de la muestra a una temperatura determinada (103 a 105 °C).
Solidos volátiles (SVT)	Sólidos que suelen ser volatilizados e quemados al calentar los sólidos totales a una temperatura de (500 ± 50°C).
Solidos fijos totales (SFT)	Restos que quedan tras la <sup>28</sup> ineración de los sólidos totales (500 ± 50°C).
Solidos suspendidos totales (SST)	Fracción de ST atrapada en un filtro con un diámetro de poro particular, registrado luego de secar a una temperatura concreta. El filtro más empelado pa <sup>6</sup> determinar los sólidos suspendidos es el Whatman de fibra de vidrio, con un diámetro de poro nominal de cerca de 1.58 μm.
<sup>21</sup> Solidos suspendidos volátiles (SSV)	Estos sólidos suelen ser evaporados e quemados al calentar los SST a (500 ± 50°C).

Sólidos suspendidos fijos (SSF)	Residuos restantes tras calentar los SST ( $500 \pm 50^\circ\text{C}$ ).
Sólidos disueltos totales (SDT) (ST-SST)	Sólidos que recorren por el filtro y se someten a desecación y calentamiento a un grado determinada. La medición de STS abarca tanto coloides como SD, con los coloides teniendo un diámetro de $0.001$ a $1 \mu\text{m}$ .
Sólidos disueltos volátiles (SDV) (SVT-SST)	Sólidos que tienen el potencial de volatilizarse e incinerarse al calentar los SDT a ( $500 \pm 50^\circ\text{C}$ ).
Sólidos disueltos fijos (SDF)	Residuos restantes tras la incineración de los SDT ( $500 \pm 50^\circ\text{C}$ )
<i>Definición para sólidos encontrados en agua residual.</i>	
Sólidos sedimentales	SS, medidos en <sup>2</sup> mililitros por litro, que se depositarán libre de la suspensión en un periodo <sup>2</sup> de tiempo determinado.

**Nota.** (Metcalf & Eddy, 1995).

### <sup>3</sup> 3.9 Determinación de las propiedades fisicoquímicas de las aguas superficiales del lago Arapa-Chupa

<sup>3</sup> El análisis de las propiedades físico químicas de las aguas depuradas superficiales del lago Arapa-Chupa se realizó en seis puntos de monitoreo en la toda la zona de estudio que comprende  $8.82$  km, la consecución de los resultados se efectuaron en el laboratorio de calidad ambiental.

Aquello resulta fundamental para interpretación y comprender el estado de los cuerpos de agua, de esa manera diferenciar su uso riego agrícola, consumo humano, recreación y preservación de la vida acuática.

Enfatizar que para determinar las propiedades fisicoquímicas se necesita un muestreo representativo respecto a las aguas externas, el control

de la excelencia del agua implica contar con personal capacitado, equipos de medición, evaluación de muestras y logística eficiente y diagnóstico del recurso hídrico. Esto es fundamental para desarrollar un sistema de control y monitoreo del estado del agua. La información recopilada a través del monitoreo facilitará la prevención y manejo del estado del agua, y se podrán tomar medidas correctivas si se observan incumplimientos con los ECA del Agua (D.S. N° 002-2008-MINAM).

**Tabla 10**

*Clasificación de los puntos de muestreo según código*

<b>Código</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Clasificación De Muestra</b>
P-001	15.109283 69.987878	Efluente PTAR
P-002	15.109661 69.987955	Efluente PTAR
P-003	15.112330 69.989313	Zona de mezcla
P-004	1 5.116539 69.991403	Aguas abajo
P-005	15.120923 69.9884s2	Aguas arriba

En la tabla 11: Se evidencia la clasificación de las tomas muestra realizadas efluentes, zona de mezcla, aguas arriba, aguas abajo en dos fechas diferentes.

### **3.10 La flora**

Cabe resaltar que el distrito de Chupa es de abundante vegetación y variada en especial en el lago Arapa-Chupa, no obstante, el lago de ser un

micro valle, donde hay plantas hidrofitos, es decir viven en contacto permanente con el agua crecen dentro del agua del lago también llamadas plantas sumergidas, numerosas plantas exóticas aromáticas, es decir aquellas que viven fuera del agua en las orillas del lago aprovechando la humedad adyacente.

Por consiguiente, el crecimiento de las plantas espontaneas y abundantes del micro valle son las siguientes, las totoras, lenteja de agua, llacho, cola de caballo, manzanilla, yerba buena, ichu, alfalfa, cebolla, orégano, ortiga, entre otros.

### **Figura 8**

*Impresión panorámica del área de análisis*



En la figura 8. Se evidencia la una mirada panorámica del área de estudio afectado por el vertimiento de aguas residuales domésticos, vegetación natural existen en las huertas y cercanías de las casas un conjunto de plantas que algunos son cultivados como plantas aromáticas, medicinales y

tubérculos de consumo humano y alimento para animales, las cuales son regadas con el agua del lago.

### **3.11 La fauna**

De acuerdo a los problemas identificados es muy variada la fauna del distrito de Chupa presenta un hábitat natural para las especies silvestres como, patos, perdiz, tórtolas, chihuancos, ruisiños, pariwana, tiki, ch'óqa, avocetas, cernícalos, andinas zqayta, cigüeñas dorsiblanco, qeñola, zorro, pequeñas culebras, sapos, roedores, venados, conejos, vizcachas, roedores y diferentes especies de insectos.

#### **Figura 9**

*vista del hábitat de especies silvestres*



En la figura 9, se puede visualizar el hábitat de las diferentes especies alrededor de lago entre cerros y pastizales.

### **3.12 Diagnostico actual**

En el distrito de Chupa, existe una instalación para el procesamiento de aguas residuales que no está preparada para manejar adecuadamente

estas aguas vertimientos directos a la laguna, también se pudo evidenciar contaminaciones de malos olores alrededor de la población afectando directamente la fauna y flora silvestre.

**Figura 10**

*vista del habitat de especies silvestres*



**Figura 11**

*vertimiento directo al cuerpo receptor lago*



En la figura 11, es una muestra de la falta de funcionamiento y cuidado de la PTAR que tiene el distrito de Chupa además de verificar la operación de la PTAR se pudo identificar en el interior se encuentra cantidad de gravas, malezas,

residuos sólidos, material sobre dimensionado por la falta de mantenimiento para su operación.

**Figura 12**

*vista del mal estado de la PTAR por falta de mantenimiento*



## <sup>1</sup> CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

##### 4.1.1 Resultados de la concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficial del lago Arapa-Chupa.

A continuación, se detallan los resultados derivados, las cuales se presentan en la siguiente tabla y figura <sup>1</sup> de los parámetro fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficial del lago Arapa-Chupa.

#### Tabla 11

*Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficial aguas abajo – fecha 07/01/2024 y 14/01/2024*

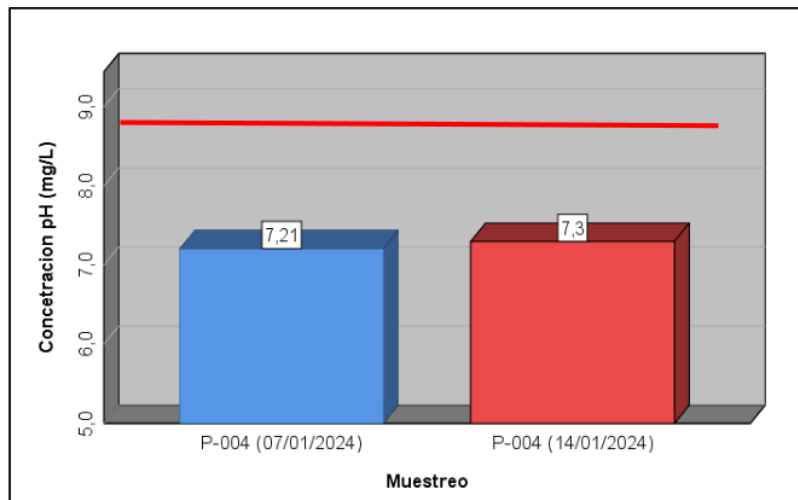
Parámetro	Unidad de medida	P-004	P-004	LMP
		(07/01/2024)	(14/01/2024)	
Temperatura	°C	15,6	15,5	-
<sup>4</sup> pH	mg/L	7,21	7,3	6,5-8,5
Solidos totales en suspensión	mg/L	12,5	11,8	50

<sup>4</sup> Demanda química de oxígeno	mg/L	155	125	200
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	64	73	100
Coliformes termotolerantes	NMP/mL	43	40	10000

La tabla 12 evidencia <sup>12</sup> la presencia de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas superficiales aguas abajo en las fechas 07/01/2024 y 14/01/2024, se observan varios cambios. La temperatura del agua se mantuvo mayormente constante, con una pequeña bajada de 15.6°C a 15.5°C, lo cual es insignificante y no afecta notablemente los ecosistemas acuáticos. El pH también mostró una leve variación de 7.21 a 7.3, manteniéndose dentro del rango óptimo de 6.5 a 8.5. Los STS disminuyeron de 12.5 mg/L a 11.8 mg/L, indicando una mejora en la claridad del agua. La DQO disminuyó significativamente de 155 mg/L a 125 mg/L. En contraste, la DBO aumentó de 64 mg/L a 73 mg/L, señalando una mayor presencia de materia orgánica biodegradable. Finalmente, los coliformes termotolerantes disminuyeron ligeramente de 43 NMP/mL a 40 NMP/mL.

29  
**Figura 13**

*Concentración del potencial de hidrogeno en las aguas superficial aguas abajo VS los LMP.*

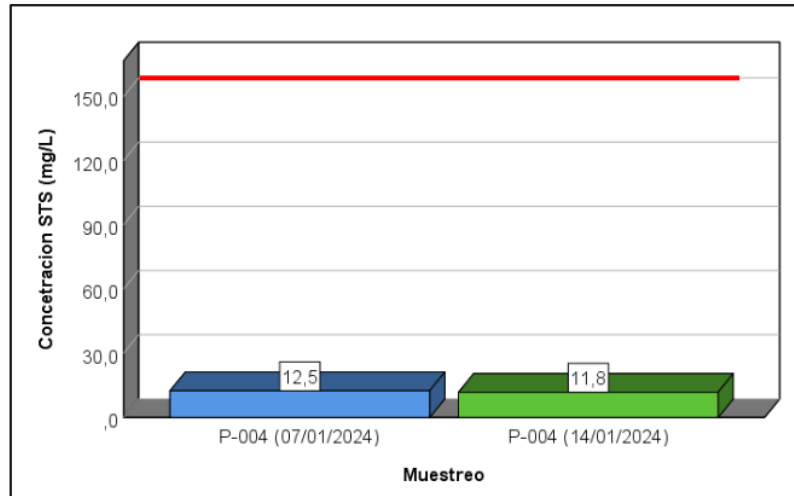


La figura 13, Indica la proporción del potencial de hidrógeno (pH) en las aguas superficiales aguas abajo, medida en dos fechas diferentes en el punto de muestreo P-004. El valor de pH de 7.21 mg/L medido el 07/01/2024, y el valor de 7.3 mg/L registrado el 14/01/2024. Ambos valores se sitúan dentro del rango permisible implementado por los LMP según el D.S. N° 004-2017-MINAM, que instituye un rango de 6.5 a 8.5 mg/L para aguas superficiales orientadas para preservar la biodiversidad acuática. Se observa que el valor de pH en la segunda fecha es ligeramente más alto que en la primera, lo que indica una ligera tendencia hacia la basicidad, pero aún así se mantiene dentro de los límites aceptables. Cabe destacar que el pH es un parámetro fundamental en el análisis del estado del agua.

**Figura 14**

23

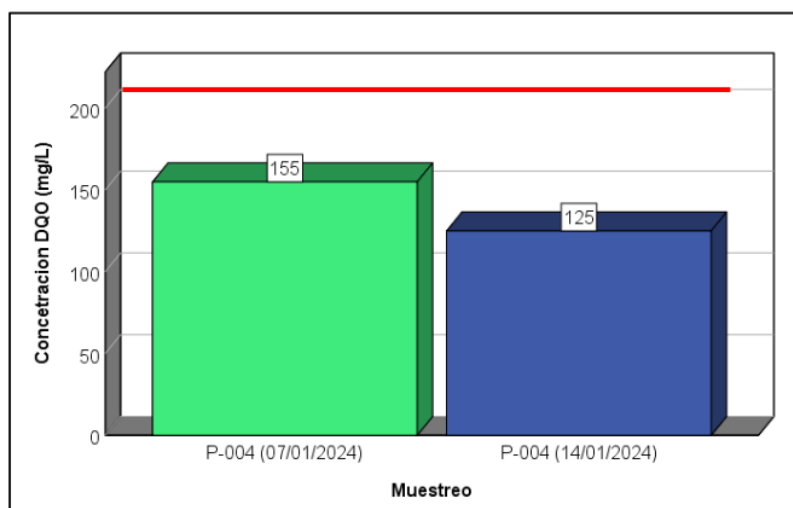
Concentración de los sólidos totales en suspensión en las aguas superficiales aguas abajo VS los LMP.



La figura 14, evidencia la cantidad de STS en las aguas superficiales aguas abajo, comparada con los LMP establecidos por el D.S. N° 004-2017-MINAM. El valor de 12.5 mg/L registrado el 07/01/2024, y el valor de 11.8 mg/L medido el 14/01/2024. Ambos valores se sitúan por debajo del LMP de 150 mg/L instituido para STS en aguas superficiales destinadas a la conservación del ambiente acuático. Se observa una ligera disminución de 0.7 mg/L en la concentración de STS entre la primera y la segunda fecha de muestreo. Los resultados muestran que, durante el período evaluado, las concentraciones de STS en las aguas superficiales aguas abajo se mantuvieron dentro de los LMP.

**Figura 15**

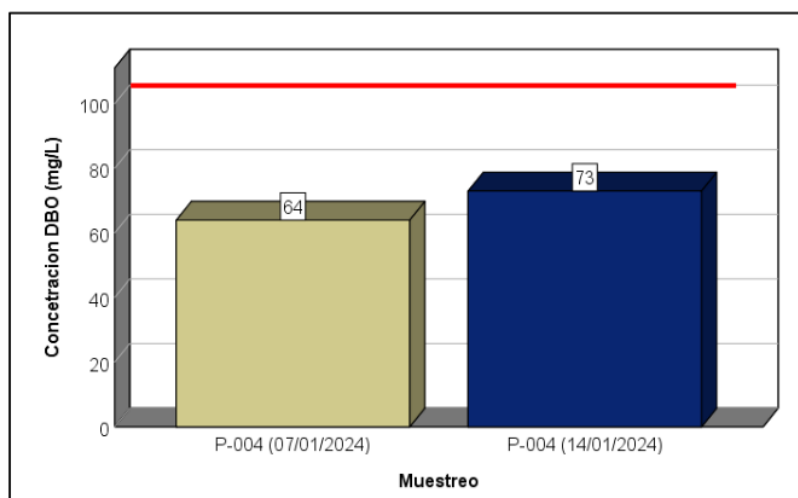
*Concentración de la DQO en las aguas superficial aguas abajo VS los LMP.*



La Figura 15 Indica la proporción de DQO en aguas superficiales aguas abajo en dos fechas de muestreo, comparadas con los LMP. El primer muestreo (P-004) muestra una concentración de 155 mg/L, mientras que en el segundo muestreo (P-004) la concentración disminuye a 125 mg/L. Ambos cifras se hallan por debajo del LMP determinado en 200 mg/L. Esto indica un descenso en los niveles de DQO en el agua superficial en la segunda fecha de muestreo, lo cual es positivo para la calidad del agua.

**Figura 16**

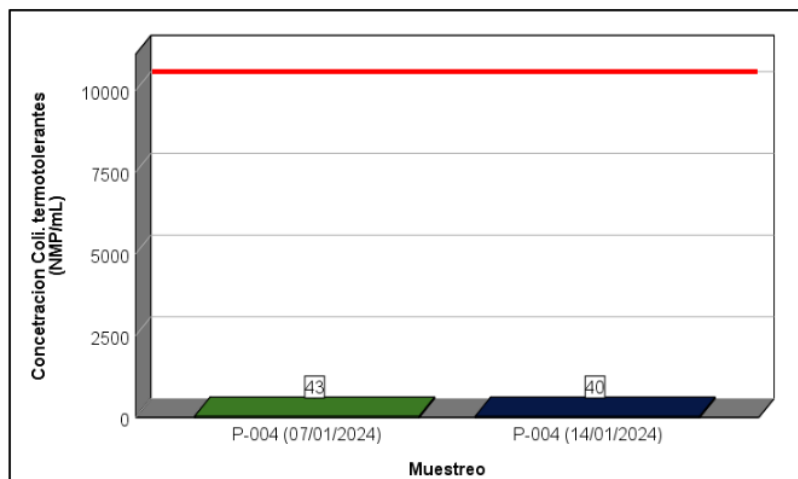
Concentración de la DBO en las aguas superficial aguas abajo VS los LMP.



La figura 16, ilustra la proporción de la DBO en aguas superficiales aguas abajo, comparándola con los LMP. La primera medición, realizada registró una concentración de DBO de 64 mg/L, mientras que la segunda mostró un aumento a 73 mg/L. Ambos cifras se sitúan por debajo del LMP determinado en 100 mg/L.

**Figura 17**

*Concentración de los coliformes termotolerantes en las aguas superficial aguas abajo VS los LMP.*



La figura 17, ilustra la proporción de coli. termotolerantes en aguas superficiales aguas abajo, comparándola con los LMP. la figura presenta datos de dos mediciones realizadas en el punto de muestreo P-004 en fechas diferentes. La primera medición muestra una concentración de 43 NMP/mL, La segunda medición, realizada una semana después, indica una ligera disminución en la concentración, registrando 40 NMP/mL. Ambos valores claramente evidencian que las concentraciones medidas están muy por debajo de los LMP establecido en 10000 NMP/mL.

**Tabla 11**

<sup>4</sup> *Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficial aguas arriba – fecha 07/01/2024 y 14/01/2024*

Parámetro	Unidad de medida	P-005 (07/01/2024)	P-005 R (14/01/2024)	LMP
Temperatura	°C	15,5	15,8	-
pH	mg/L	7,35	7,25	6,5-8,5
Solidos totales en suspensión	mg/L	9	10	50
<sup>1</sup> Demanda química de oxígeno	mg/L	128	118	2000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	52	58	100
Coliformes termotolerantes	NMP/mL	9	4	10000

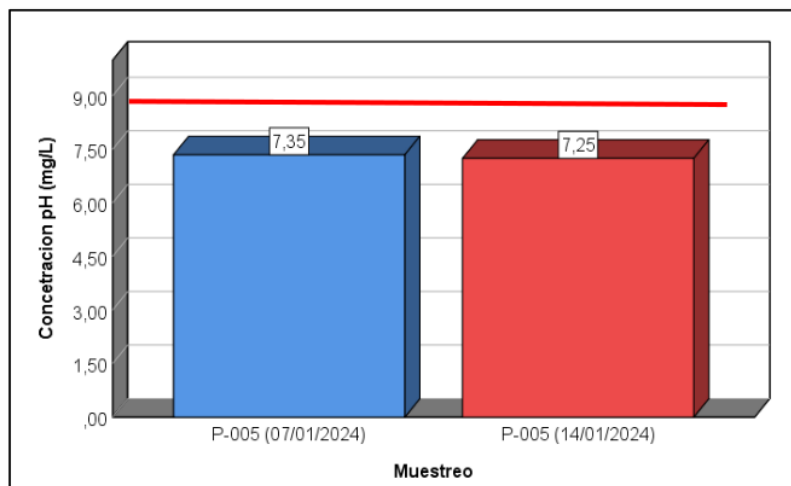
<sup>12</sup> La tabla 13 evidencia la presencia de variables fisicoquímicas y microbiológicos en las aguas superficiales aguas arriba en las fechas 07/01/2024 y 14/01/2024.

La temperatura del agua aumentó ligeramente de 15.5°C a 15.8°C, lo cual es una variación pequeña que generalmente no afecta significativamente a los ecosistemas acuáticos. El pH mostró una disminución leve de 7.35 a 7.25, manteniéndose dentro del rango óptimo de 6.5 a 8.5, adecuado. Los STS aumentaron de 9 mg/L a 10 mg/L, evidenciando una ligera disminución en la claridad del agua. La DQO descendió a 128 mg/L a 118 mg/L, implicando una disminución en la cantidad de materia orgánica oxidizable, lo que es una señal positiva para la calidad del agua. En contraste, la DBO aumentó de 52 mg/L a 58 mg/L, señalando una mayor presencia de materia orgánica que puede biodegradarse, lo que podría afectar negativamente a los organismos acuáticos si continúa aumentando. Finalmente, los coliformes termotolerantes

disminuyeron significativamente de 9 NMP/mL a 4 NMP/mL, lo que indica un avance notable en la excelencia microbiológica del agua, reduciendo el riesgo de contaminación de origen fecal.

### Figura 18

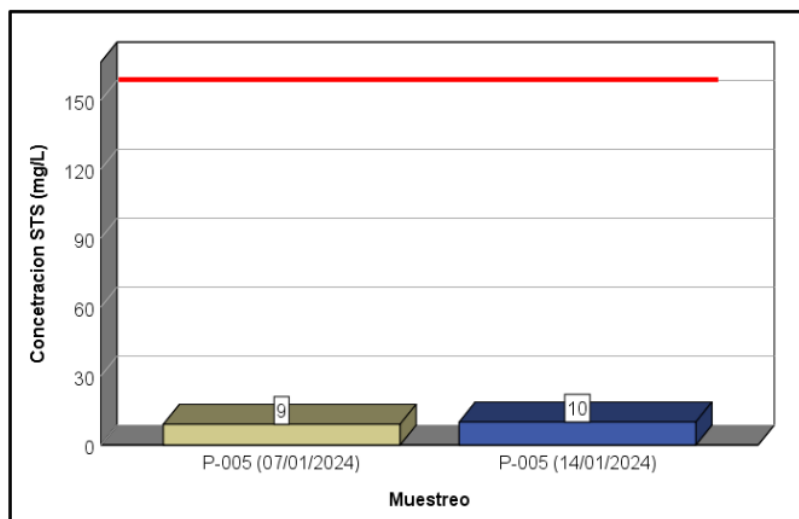
*Concentración del potencial de hidrogeno en las aguas superficial aguas arriba VS los LMP.*



La figura 18, Indica la proporción de la concentración del pH en las aguas superficiales aguas arriba, medida en dos fechas distintas en el punto de muestreo P-005. El valor de pH de 7.35 <sup>5</sup> mg/L, y el valor de 7.25 mg/L. Ambos valores se sitúan dentro del límite aceptable definido por los LMP según el D.S. N° 004-2017-MINAM, que establece un rango de 6.5 a 8.5 mg/L para aguas superficiales destinadas a la preservación del ambiente acuático. Se observa que el valor de pH en la segunda fecha es ligeramente más bajo que en la primera, pero aún así se mantiene dentro de los límites aceptables. Cabe destacar que el pH es un parámetro primordial en el análisis <sup>22</sup> de la calidad del agua.

**Figura 19**

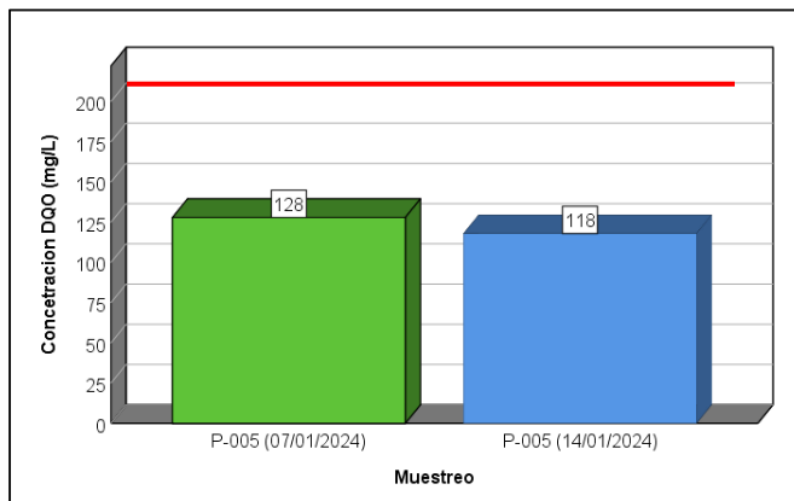
Concentración de **los sólidos totales en suspensión** en las aguas superficial aguas arriba VS los LMP.



La figura 19, evidencia la cantidad de STS en las aguas superficiales aguas arriba, comparada con los LMP implementado por el D.S. N° 004-2017-MINAM. El valor de 9 mg/L registrado el 07/01/2024, y el valor de 10 mg/L medido el 14/01/2024. Ambos valores se hallan por debajo del LMP de 150 mg/L instituido para STS en aguas superficiales destinadas a la conservación del ambiente acuático. Se observa un ligero aumento de 1 mg/L en la manifestación de STS entre la primera y la segunda fecha de muestreo. Los resultados muestran que, durante el período evaluado, las concentraciones de STS en las aguas superficiales aguas abajo se mantuvieron dentro de los LMP.

**Figura 20**

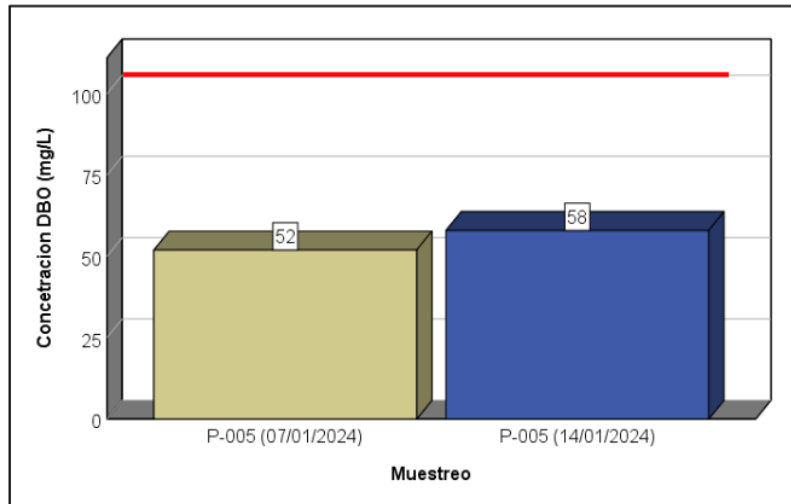
Concentración de la DQO en las aguas superficial aguas arriba VS los LMP.



La Figura 20, Indica la proporción de DQO en aguas superficiales aguas arriba en dos fechas de muestreo, comparadas con los LMP. El primer muestreo (P-005) muestra una concentración de 128 mg/L, mientras que en el segundo muestreo (P-004) la concentración disminuye a 118 mg/L. Ambas cifras se hallan por debajo del LMP determinado en 200 mg/L. Esto señala una reducción en los niveles de DQO en el agua superficial en la segunda fecha de muestreo, lo cual es positivo para la calidad del agua.

**Figura 21**

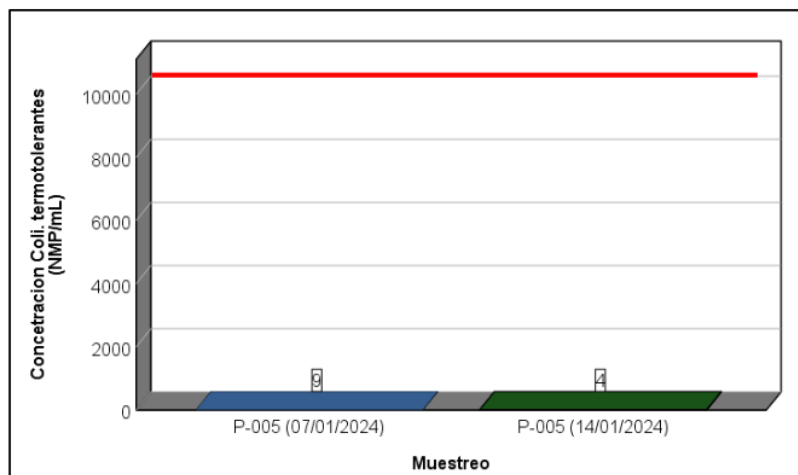
Concentración de la DBO en las aguas superficial aguas arriba VS los LMP.



La figura 21, ilustra la proporción de la DBO en aguas superficiales aguas arriba, comparándola con los LMP. La primera medición, realizada registró una concentración de DBO de 52 mg/L, mientras que la segunda mostró un aumento a 58 mg/L. Ambas cifras se hallan por debajo del LMP establecido en 100 mg/L. Este aumento podría sugerir una modificación en la calidad del agua durante ese período, posiblemente debido a un aumento en la carga orgánica o una merma en la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua.

**Figura 22**

Concentración de los coliformes termotolerantes en las aguas superficial aguas arriba VS los LMP.



La figura 22, ilustra la proporción de coli. termotolerantes en aguas superficiales aguas arriba, comparándola con los LMP. la figura presenta datos de dos mediciones realizadas en el punto de muestreo P-005 en fechas diferentes. La primera medición muestra una concentración de 9 NMP/mL, La segunda medición, realizada una semana después, indica una ligera disminución en la concentración, registrando 4 NMP/mL. Ambos valores claramente evidencian que las concentraciones medidas están muy por debajo de los LMP establecido en 10000 NMP/mL.

**4.1.2 Resultados de la concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales del efluente de la PTAR, por vertimientos de aguas residuales por la municipalidad distrital Chupa.**

**Tabla 12**

Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas depuradas del efluente de la PTAR – fecha 07/01/2024 y 14/01/2024

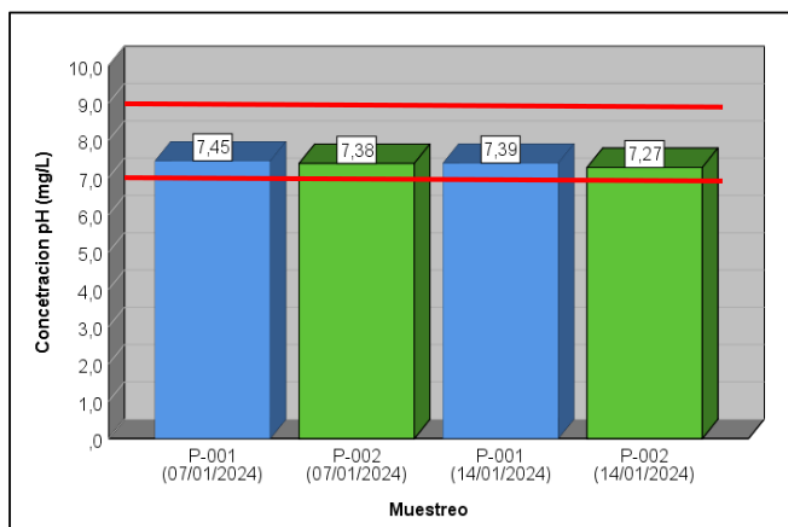
Parámetro	Unidad de medida	P-001 (07/01/2024)	P-002 (07/01/2024)	P-001 (14/01/2024)	P-002 (14/01/2024)	LMP
Temperatura	°C	15,3	15,6	15,7	15,8	
pH	mg/L	7,45	7,38	7,39	7,27	6,5-8,5
Sólidos totales en suspensión	mg/L	16,5	41	16,2	41	150
Demanda química de oxígeno	mg/L	843	690	882	710	200
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	540	445	555	460	100
Coliformes termotolerantes	NMP/mL	11000000	460000	15000000	4300000	10000

La tabla 14 evidencia la presencia de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas depuradas del efluente de la PTAR en las fechas 07/01/2024 y 14/01/2024. en los puntos de muestreo P-001 y P-002. Se observó un ligero incremento en la temperatura en ambos puntos, con P-001 pasando de 15.3°C a 15.7°C y P-002 de 15.6°C a 15.8°C, lo cual podría estar influenciado por variaciones ambientales. El pH mostró una ligera disminución en ambos puntos, manteniéndose en rangos ligeramente ácidos, con P-001 bajando de 7.45 a 7.39 y P-002 de 7.38 a 7.27. Los sólidos totales en suspensión presentaron una leve disminución en P-001 (de 16.5 mg/L a 16.2 mg/L) y se

mantuvieron constantes en P-002 (41 mg/L), indicando una ligera reducción de partículas suspendidas en el primer punto. La DQO incrementó en P-001 de 843 mg/L a 882 mg/L, mientras que en P-002 también aumentó de 690 mg/L a 710 mg/L, sugiriendo una mayor carga de materia orgánica oxidizable. La DBO mostró incrementos similares, con P-001 subiendo de 540 mg/L a 555 mg/L y P-002 de 445 mg/L a 460 mg/L, indicando una mayor cantidad de materia orgánica biodegradable. Los coliformes termotolerantes experimentaron un dramático aumento en P-001, de 11,000,000 NMP/mL a 15,000,000 NMP/mL, mientras que en P-002 también aumentaron significativamente de 460,000 NMP/mL a 4,300,000 NMP/mL, sugiriendo una elevada contaminación microbiológica y un posible riesgo para la salud pública.

**Figura 23**

Concentración del potencial de hidrogeno de las aguas residuales del efluente de la PTAR VS los LMP.

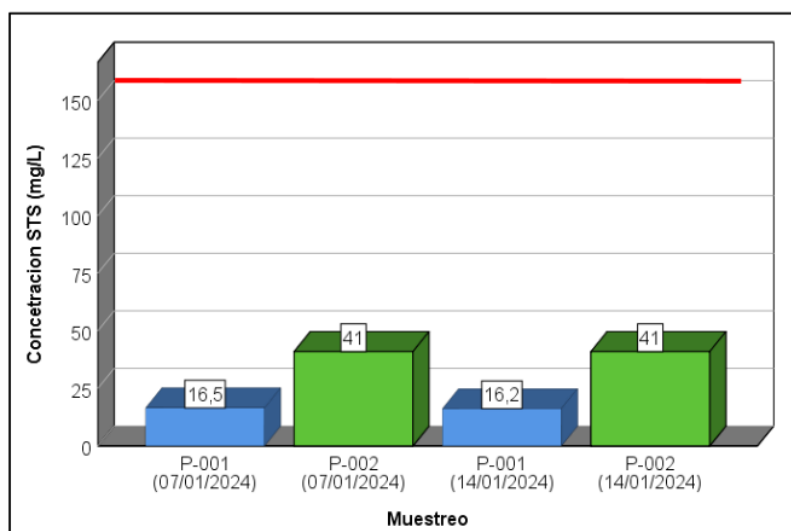


La figura 23 evidencian niveles de pH en los puntos de muestreo de aguas depuradas del efluente de la PTAR en comparación con los LMP de 6.5 a 8.5. Los resultados son: P-001 (07/01/2024) con 7.45, P-002 (07/01/2024) con 7.38,

P-001 (14/01/2024) con 7.39 y P-002 (14/01/2024) con 7.27. Todos estos valores se hallan dentro del rango de LMP, lo que indica que el pH de las aguas depuradas tratadas cumple con los estándares legales, asegurando su calidad adecuada antes de su liberación al medio ambiente.

### Figura 24

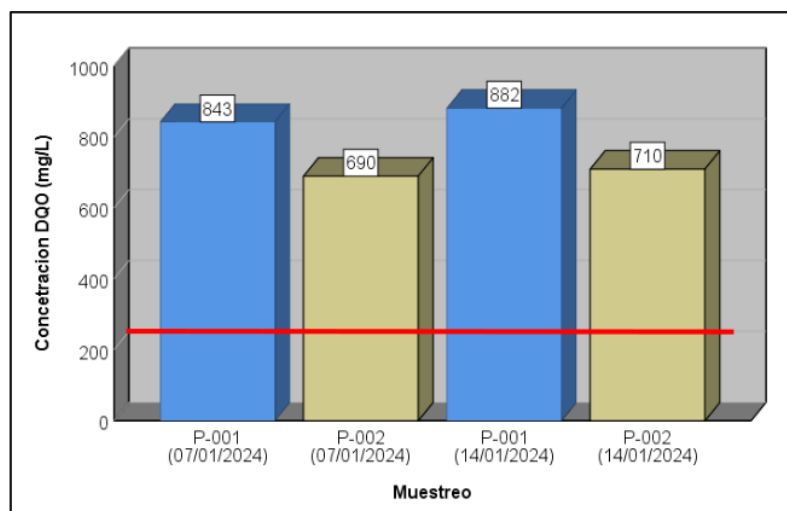
Concentración de los sólidos totales en suspensión de las aguas residuales del efluente de la PTAR VS los LMP.



La Figura 24 evidencia la presencia de STS en las aguas depuradas del efluente de la PTAR comparado con los LMP. Los valores de los LMP para STS son 150 mg/L. En los cuatro puntos de muestreo, los resultados fueron 16.5 mg/L, 41 mg/L, 16.2 mg/L y 41 mg/L respectivamente, todos están considerablemente por debajo del límite de 150 mg/L. Esto muestra que las manifestaciones de STS en las muestras son inferiores a los límites permitidos y no representan un riesgo significativo en cuanto a la normativa de calidad del agua.

**Figura 25**

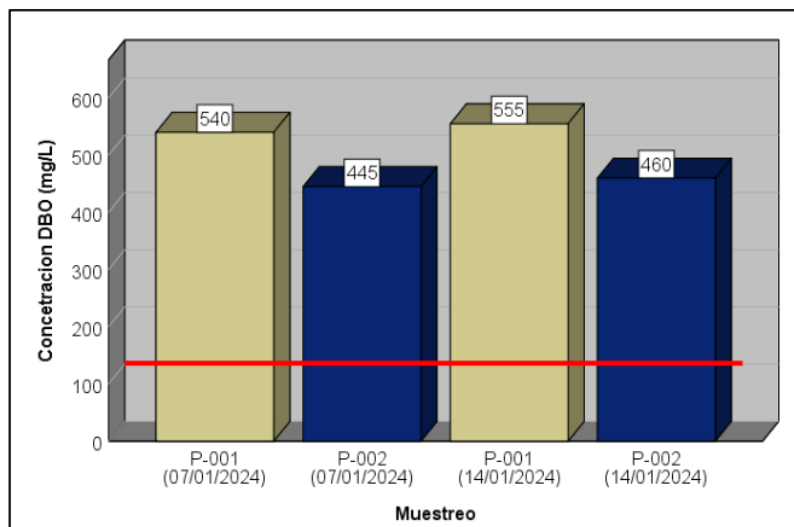
Concentración de DQO de las aguas residuales del efluente de la PTAR VS los LMP.



La Figura 25 ilustra la presencia de DQO en las aguas depuradas del efluente de la PTAR en comparación con los LMP, que se establecen en 200 mg/L. Los puntos de muestreo muestran concentraciones de 843 mg/L, 690 mg/L, 882 mg/L, y 710 mg/L respectivamente. Todos estos valores exceden significativamente el LMP, indicando un alto nivel de contaminación orgánica en las aguas depuradas del efluente de la PTAR.

**Figura 26**

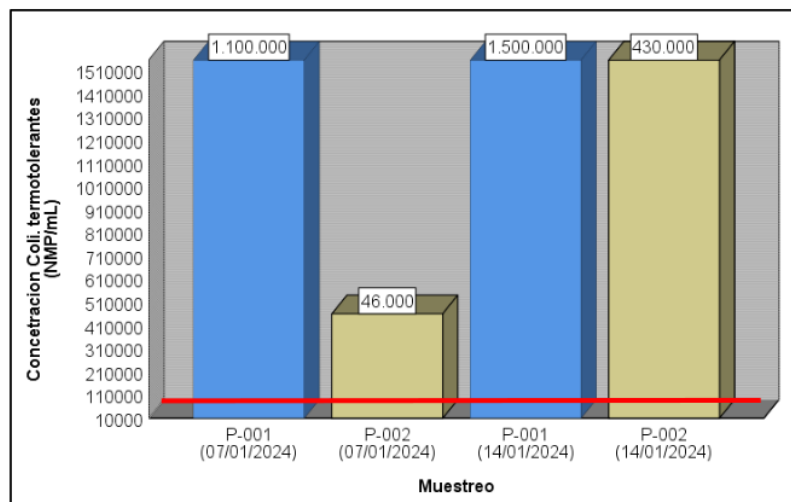
Concentración de DBO de las aguas residuales del efluente de la PTAR VS los LMP.



En la Figura 26, se muestra la presencia de DBO en las aguas depuradas del efluente de la PTAR. Los puntos de muestreo muestran concentraciones de 540 mg/L, 445 mg/L, 555 mg/L y 460 mg/L. también superan los LMP de 100 mg/L. Estos altos niveles de DBO reflejan una cantidad significativa de materia orgánica biodegradable en el efluente, lo cual puede perjudicar la calidad del agua y el medio ambiente receptor, indicando la urgencia de mejorar el tratamiento biológico del agua residual.

**Figura 27**

Concentración de los coliformes termotolerantes de las aguas residuales del efluente de la PTAR VS los LMP.



La Figura 27 presenta la presencia de coli. termotolerantes en las aguas depuradas del efluente de la PTAR en comparación con los LMP de 10000 NMP/100mL. Los resultados obtenidos son: P-001 (07/01/2024) con 1,100,000 NMP/100mL, P-002 (07/01/2024) con 46,000 NMP/100mL, P-001 (14/01/2024) con 1,500,000 NMP/100mL y P-002 (14/01/2024) con 430,000 NMP/100mL. Todos estos valores exceden considerablemente el LMP, indicando una elevada presencia de contaminación bacteriológica en el efluente.

#### 4.1.3 Resultados de <sup>8</sup> la caracterización de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas residuales domésticos.

**Tabla 13**

<sup>2</sup> Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas – fecha 07/01/2024 y 14/01/2024

Parámetro	Unidad de medida	P-003 (07/01/2024)	P-003 R (14/01/2024)	LMP
<sup>1</sup> Temperatura	°C	15,4	15,7	
pH	mg/L	7,38	7,38	6,5-8,5
Solidos totales en suspensión	mg/L	41	155	150
Demanda química de oxígeno	mg/L	690	330	200
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	445	150	100
Coliformes termotolerantes	NMP/mL	90000	93000	10000

La tabla 15 se evaluación de las aguas superficiales influenciadas por el desecho de aguas depuradas, realizada en las fechas 07/01/2024 y 14/01/2024 en el punto de muestreo P-003, se observó un ligero alza de la temperatura de 15.4°C a 15.7°C. El pH se sostuvo constante en 7.38, dentro del intervalo aceptable de 6.5-8.5. Sin embargo, los STS mostraron un incremento significativo de 41 mg/L a 155 mg/L, superando considerablemente el LMP de 9.5 mg/L, indicando un aumento en las partículas suspendidas en el agua. DQO disminuyó de 690 mg/L a 330 mg/L, pero aún así, superó ampliamente el LMP de 131.5 mg/L, reflejando una elevada carga de contaminantes orgánicos. La DBO también mostró una

reducción, de 445 mg/L a 150 mg/L, aunque sigue estando muy por encima del LMP de 61.75 mg/L, lo que sugiere una persistente contaminación por materia orgánica biodegradable. Los coliformes termotolerantes presentaron niveles extremadamente altos, con un ligero aumento de 90,000 NMP/mL a 93,000 NMP/mL, muy por encima del LMP de 24 NMP/mL, indicando una grave contaminación microbiológica.

### Figura 28

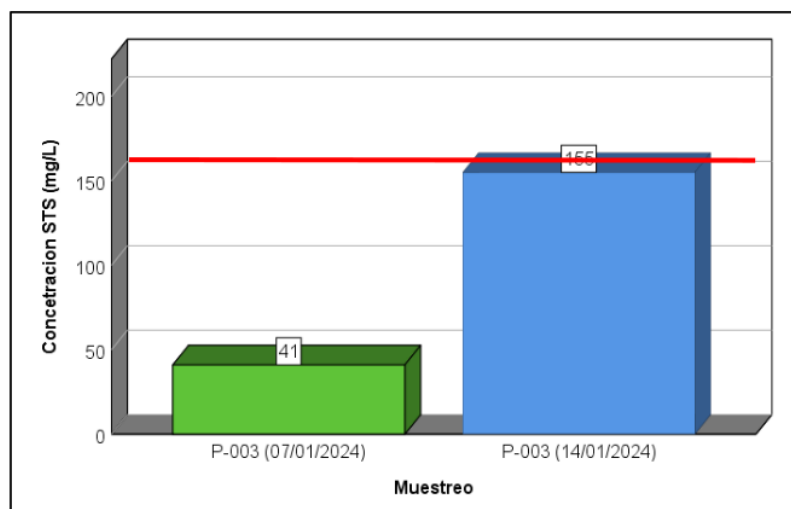
Concentración del potencial de hidrogeno de <sup>53</sup> las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas VS los LMP.



La figura 28 evidencia la presencia del pH en las aguas superficiales influenciadas por la descarga de aguas comparadas con los LMP establecidos entre 6.5 y 8.5. En ambos muestreos, P-003 del 07/01/2024 y P-003 del 14/01/2024, se observa un valor de pH de 7.38 mg/L, incluido en el intervalo permitido por los LMP. Esto indica que el estado del agua en términos de pH está adecuado y cumple con los estándares regulatorios, ya que se sitúa en un nivel neutral cercano a 7, minimizando riesgos ambientales y de salud.

**Figura 29**

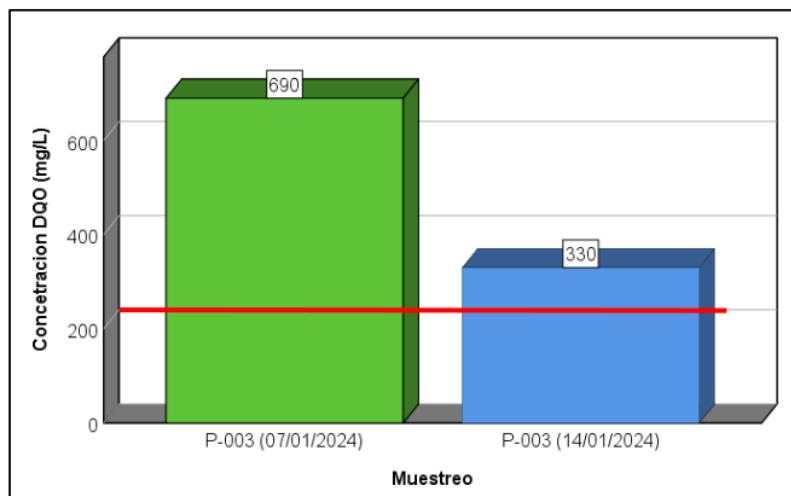
Concentración de los sólidos totales en suspensión de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas VS los LMP.



En la figura 29 se muestra la presencia de STS en las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas en dos muestreos distintos: P-003 del 07/01/2024 y P-003 del 14/01/2024. Los resultados indican que en el primer muestreo la concentración de STS es de 41 mg/L, mientras que en el segundo muestreo la concentración aumenta a 155 mg/L. Al comparar estos valores con el LMP de 150 mg/L, se evidencia que la presencia de STS en el segundo muestreo excede ligeramente el LMP, indicando una posible preocupación ambiental en ese punto de muestreo.

**Figura 30**

*Concentración de DQO de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas VS los LMP.*



En la Figura 30 se comparan la presencia de DQO en muestras de aguas superficiales afectadas por vertimientos con los LMP. La muestra del 07/01/2024 tiene una concentración de 690 mg/L, significativamente alta y por encima del LMP de 200 mg/L. La muestra del 14/01/2024 tiene una presencia de 330 mg/L, aún por encima del LMP pero menor que la muestra anterior. Es importante controlar y reducir estos niveles para salvaguardar el estado del agua y el entorno ambiental.

**Figura 31**

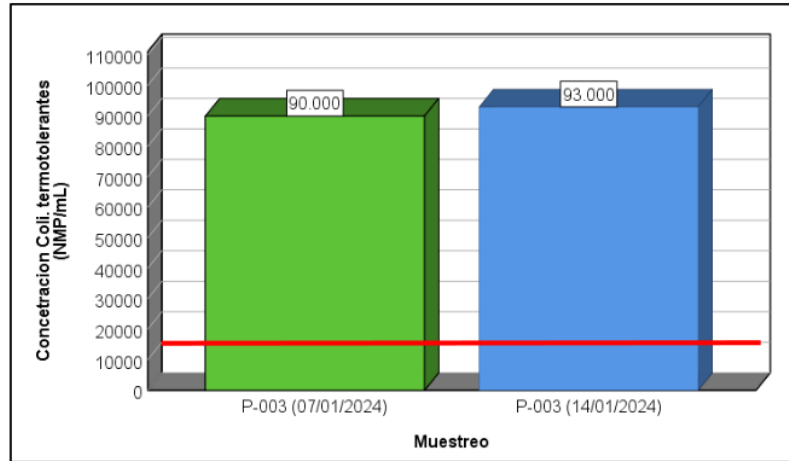
*Concentración de DBO de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas VS los LMP.*



En la Figura 31, se evidencia la presencia de DBO en aguas superficiales perjudicadas por vertimiento de aguas. Se observa que ambas muestras tomadas en diferentes fechas superan los LMP establecidos en 100 mg/l. La muestra tomada presenta una DBO de 445 mg/l, mientras que la otra muestra presenta una DBO de 150 mg/l. Ambos valores superan el límite permitido, lo que manifiesta la existencia de contaminación orgánica en el agua.

**Figura 32**

Concentración de los coliformes termotolerantes de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas VS los LMP.



La Figura 32 muestra la concentración de coli. termotolerantes en aguas superficiales perjudicados por vertimiento de aguas. Se observa que ambas muestras tomadas en diferentes fechas superan el LMP establecido en 10.000 NMP/mL. La muestra presenta una manifestación de 90.000 NMP/mL, mientras que la siguiente presenta una manifestación de 93.000 NMP/mL. Ambos valores superan el límite permitido, lo que indica la existencia de contaminación fecal en el agua, y por lo tanto, un riesgo potencial para la salud humana.

#### 4.1.4 Resultado de la Prueba de Hipótesis

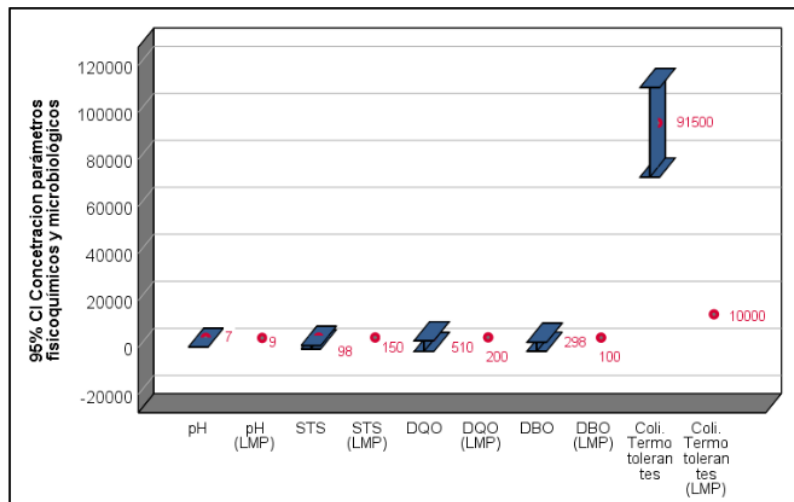
##### Planteamiento de las hipótesis

H0: La concentración promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas superficiales en el punto de mezcla del lago Arapa-Chupa no exceden los LMP.

H1: La concentración promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas superficiales en el punto de mezcla del lago Arapa-Chupa excede los LMP.

**Figura 33**

Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en comparación con el LMP.



**Tabla 14**

ANOVA. Concentración parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la zona de mezcla

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14302892954,76	9	1589210328,31	1721,86	0,000
Dentro de grupos	4614810,50	5	922962,10		
Total	14307507765,26	14			

En la tabla, el ANOVA realizado para medir la presencia de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas superficiales en el punto de mezcla del lago Arapa-Chupa muestran un valor de F muy alto (1721.86) y un

valor de significancia cercano a cero (Sig. = 0.000). Estos hallazgos sugieren que hay variaciones estadísticamente significativas entre los grupos analizados, lo que conduce a refutar la H0 y asumir la hipótesis alternativa de que la concentración de estos parámetros excede los LMP en el punto de mezcla.

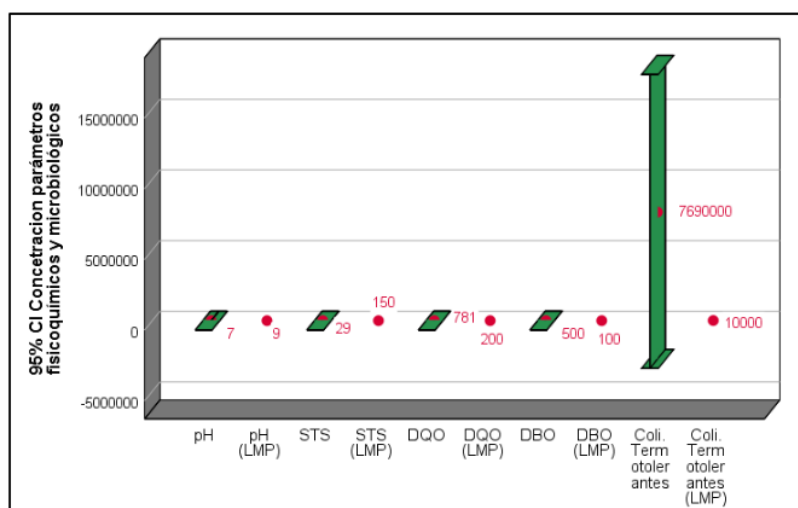
### Planteamiento de las hipótesis

H0: En el efluente de la PTAR, las concentraciones promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no superan los LMP.

H1: En el efluente de la PTAR, ciertas concentraciones promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos exceden los LMP.

### Figura 34

Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en comparación con el LMP.



**Tabla 15**

ANOVA. Concentración parámetros fisicoquímicos y microbiológicos <sup>1</sup> en el efluente de la PTAR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1986586869 23523,62	9	2207318743594 7,07	2,584	0,049
Dentro de grupos	1281572000 37224,44	15	8543813335814 ,96		
Total	3268158869 60748,06	24			

En la tabla, el ANOVA, realizado para analizar la presencia de <sup>5</sup> parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el efluente de la PTAR sugieren que existe una diferencia significativa entre al menos una de los valores promedio de los parámetros y los LMP. Con un valor de F de 2,584 y un valor p de (Sig. = 0,049), se impugna la hipótesis nula, indicando que al menos una de las concentraciones promedio excede los LMP. Aunque el valor de F es relativamente bajo, la significación estadística sugiere que se cuenta con suficiente evidencia para concluir <sup>3</sup> que hay discrepancias significativas en algunas de las concentraciones de parámetros.

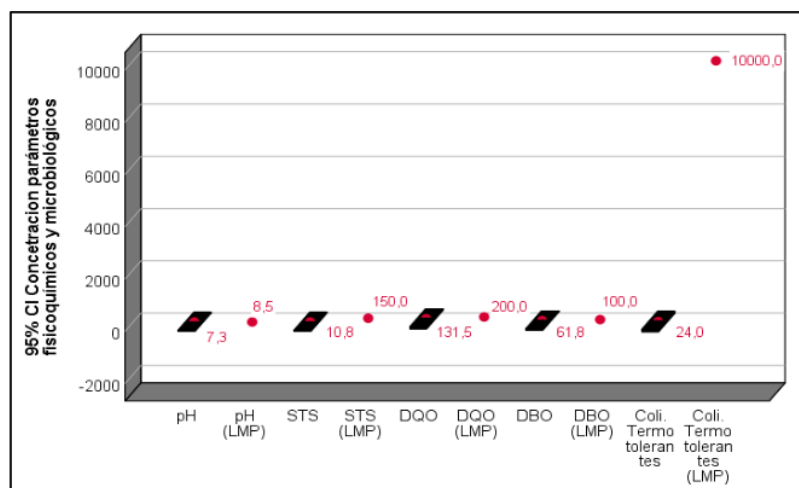
### Planteamiento de las hipótesis

H1: Las aguas superficiales presentan <sup>20</sup> concentraciones promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que no exceden los LMP

H0: Las aguas superficiales presentan <sup>20</sup> concentraciones promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que al menos uno excede los LMP

**Figura 35**

Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en comparación con el LMP

**Tabla 16**

ANOVA. Concentración parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas superficiales

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	94963184,41	9	10551464,94	69431,89	0,000
Dentro de grupos	2279,529	15	151,97		
Total	94965463,94	24			

En la tabla, el ANOVA realizado para evaluar la existencia de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas superficiales sugieren que las concentraciones promedio no exceden los LMP. Con un valor de F extremadamente alto de 69431,89 y un valor p de (Sig. = 0,000), se impugna la hipótesis nula, indicando que se encuentra indicios estadísticamente relevantes para concluir que las cifras promedio de los parámetros físico-químicos y microbiológicos en las aguas superficiales no exceden los LMP. Además, el alto valor de F sugiere una diferencia notable entre los grupos, respaldando aún más la conclusión de que las concentraciones están dentro de los límites permitidos.

## 4.2 Discusiones

En el estudio de Santacruz (2019), se observó un deterioro progresivo del estado del agua en la quebrada Miraflores por el vertido de aguas residuales con altos niveles de compuestos orgánicos e inorgánicos. Este deterioro se refleja en valores del ICA entre 213 y 472, clasificados como deficientes y precarios. De manera similar, en el lago Arapa-Chupa, los resultados obtenidos muestran una significativa contaminación con cifras de DQO de 690 mg/L y 330 mg/L, muy por encima del LMP de 200 mg/L. Ambos estudios subrayan el impacto adverso de las descargas de aguas depuradas en el estado del agua, especialmente en términos de contaminación orgánica.

El estudio de Cumbal y Ordoñez (2023) en la microcuenca del río Sicalpa destaca el deterioro del estado del agua en la época seca debido a actividades humanas y características morfométricas del área. Este hallazgo resuena con los resultados del lago Arapa-Chupa, donde la alta carga de coliformes termotolerantes (1,500,000 NMP/100mL) refleja la influencia negativa de las labores humanas, en este caso, la descarga de aguas depuradas domésticas. Ambos estudios subrayan la necesidad de monitorear constantemente las variables fisicoquímicas y microbiológicas para evaluar y mitigar el impacto ambiental.

El estudio de Ccuno (2020) en el río Azángaro demostró efectos adversos del uso de aguas depuradas en la germinación y crecimiento de plantas, con valores de pH elevados y concentraciones significativas de magnesio y cloruros. De manera similar, los resultados obtenidos en el lago Arapa-Chupa muestran un cambio importante en el estado del agua, especialmente en términos de DQO

y coliformes termotolerantes, lo cual puede generar impactos negativos en los ecosistemas acuáticos y terrestres adyacentes. Ambos estudios ponen de relieve los riesgos ambientales asociados con el uso y vertido inadecuado de aguas residuales.

Pineda (2021) evaluó <sup>16</sup> una planta de tratamiento de agua potable en Yanahuaya, concluyendo que los impactos positivos de la operación de la PTAP predominan sobre los negativos, garantizando la disponibilidad de agua potable de excelencia. Por otro lado, los resultados del lago Arapa-Chupa evidencia el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas depuradas actual no es suficiente, dado que los parámetros medidos exceden significativamente los LMP. Este contraste resalta la premura de perfeccionar las infraestructuras de tratamiento de aguas depuradas en Chupa para alcanzar resultados positivos similares a los observados en Yanahuaya.

## CONCLUSIONES

- PRIMERA.** - El estudio de las aguas superficiales del lago Arapa-Chupa reveló que los niveles de varios parámetros fisicoquímicos y microbiológicos exceden significativamente los LMP. En particular, <sup>5</sup> la DQO alcanzó valores de 690 mg/L y <sup>44</sup> 330 mg/L, sobrepasando el LMP de 200 mg/L, lo que indica una alta carga de materia orgánica e inorgánica. Además, la concentración de coliformes termotolerantes fue extremadamente alta, con valores de hasta 1,500,000 NMP/100mL, mucho más allá del LMP de 10,000 NMP/100mL. Estos resultados demuestran una contaminación severa que pone <sup>35</sup> en riesgo tanto la salud pública como el ecosistema acuático.
- SEGUNDA.** - <sup>9</sup> El análisis de las aguas depuradas del efluente de la PTAR de la municipalidad distrital de Chupa mostró que los niveles de contaminación son alarmantemente altos. Los valores de DQO y coli. termotolerantes registrados en el efluente superaron ampliamente los LMP, con niveles de coli. termotolerantes alcanzando 1,500,000 NMP/100mL y la DQO excediendo los 200 mg/L. Estos datos indican que el tratamiento actual de las aguas depuradas no es suficiente para minimizar los contaminantes a niveles admisibles, subrayando la urgencia de incrementar notablemente las capacidades de tratamiento de la PTAR.
- TERCERA.** - La caracterización de las aguas superficiales afectadas por el vertimiento de aguas depuradas domésticas mostró una notable degradación de <sup>5</sup> la calidad del agua. Los parámetros fisicoquímicos

y microbiológicos medidos indican una presencia elevada de contaminantes que superan los LMP, reflejando el impacto desfavorable de las liberaciones de aguas depuradas. La DQO y los niveles de coliformes termotolerantes fueron los más destacados, mostrando valores críticos que evidencian una alta contaminación. Estos resultados enfatizan la necesidad urgente de implementar mejoras <sup>1</sup> en el tratamiento de aguas depuradas y en la gestión ambiental para proteger la calidad del agua del lago y la salud del ecosistema.

## RECOMENDACIONES

- PRIMERA.** - Dado que los índices de contaminación en el efluente de la PTAR de la municipalidad de Chupa exceden significativamente los LMP, se recomienda una revisión y mejora integral del sistema de tratamiento de aguas depuradas. Es esencial implementar tecnologías más avanzadas y eficaces para la reducción de la DQO y los coliformes termotolerantes, asegurando que los efluentes cumplan con las regulaciones ecológicas antes de descargarse en el lago.
- SEGUNDA.** - Es crucial establecer un programa de monitoreo continuo y estricto <sup>4</sup> de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del lago Arapa-Chupa y de los efluentes de la PTAR. Este programa debe incluir la medición regular de la DQO, coli. termotolerantes, y otros contaminantes relevantes, con el fin de detectar y abordar rápidamente cualquier aumento en los niveles de contaminación.
- TERCERA.** - Para atenuar la repercusión <sup>37</sup> de las acciones humanas en la calidad del agua, se aconseja desarrollar programas de educación y concienciación ambiental dirigidos a la comunidad local. Estos programas deben enfocarse en la importancia de prácticas sostenibles, la correcta disposición de residuos y el papel de cada individuo en la protección del ecosistema acuático.
- CUARTA.** - Se recomienda fomentar el estudio y la creación de innovaciones tecnológicas y técnicas para el tratamiento de aguas depuradas y la protección del medio ambiente. Colaboraciones con instituciones académicas y de investigación pueden proveer soluciones originales y adaptadas a necesidades concretas del lago Arapa-Chupa y sus alrededores.

## BIBLIOGRÁFICAS

Ala, L. (2021). *Diseño de Humedal de Filtración Subterránea con Enfoque BIM en Yura Viejo* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA]. file:///C:/Users/USER/Downloads/ISalvala.pdf

ANA. (2018). METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA ICA-PE EN MASAS DE AGUA CONTINENTALES SUPERFICIALES. 2018 55.

ANA. (2022). *RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0358-2022-ANA-AAA.TIT*. file:///C:/Users/USER/Downloads/66-RD-0358-2022-12.pdf

Condori, M., & Parillo, E. (2018). EFECTOS DEL DESCARGUE DE AGUAS DEPURADAS DEL RIACHUELO TOROCOCHA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO COATA EN EL PERÍODO DE AVENIDAS EN LA CIUDAD DE JULIACA 2018. *Revista Científica Investigación Andina*, 21(1), 1–13. <https://shre.ink/Dbx2>

Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L., & Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas depuradas por medio de humedales artificiales*. <https://shre.ink/DbsR>

DS N° 021-2009-Vivienda. (2009). *VMA Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Gobierno de Perú*. <https://shre.ink/Dbsz>

Enrique, T., & Cutipa, J. (2016). *Estadística en la Investigación Científica*. <https://shre.ink/Dbsy>

Enriquez, F. (2020). *Propuesta para Instalar una Planta de Depuración de*

*Aguas Depuradas Industriales en una Compañía Agroindustrial, Arequipa - 2020* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN AREQUIPA].

<https://shre.ink/Dbsi>

Fernández, S. (2015). *TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN CHILE* [UNIVERSIDAD DE CHILE]. <https://shre.ink/DbsX>

Frisancho, C. (2022). Cáscara de arroz empleada como material para filtros en el tratamiento de aguas depuradas derivados de la lavadora "Autolavado Timpo", JULIACA – 2021 [Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez]. In *Journal of Economic Perspectives* (Vol. 2, Issue 1).

Guerra, C. (2018). Tratamiento de Aguas Residuales Residenciales Usando Tecnología de Bajo Costo en la Urbanización Santa Ana de la Ciudad de Juliaca, Provincia de San Román, Región Puno [UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN]. In *Repositorio de la Universidad Peruana Unión*. <https://shre.ink/DbsC>

Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. del pilar. (2014). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. In *Antimicrobial agents and chemotherapy* (Vol. 58, Issue 12). <https://shre.ink/Dbsv>

Huerta, I. (2020). *EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA Y NUTRIENTES EMPLEANDO TUBOS DE PVC CORRUGADOS COMO MEDIO FILTRANTE EN HUMEDALES ARTIFICIALES, DESPUES DEL PRETRATAMIENTO DE AGUAS DEPURADAS DOMESTICOS* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE

INGENIERÍA]. file:///C:/Users/USER/Downloads/huerta\_hi.pdf

Jaya, F. (2018). Estudio de los sólidos en suspensión en el agua del río

<sup>47</sup> Tabacay y su relación con la vegetación y los usos del suelo en la microcuenca a. Universidad de Cuenca, 103. <https://shre.ink/DbsK>

Lima, L. (2020). Efecto del vertido de aguas depuradas de viviendas en la

<sup>10</sup> calidad del agua en el río Sicra Lircay - Huancavelica 2018 [Universidad Continental]. <https://shre.ink/Dbsu>

MINAM. (2014). ESTADO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL

<sup>4</sup> LAGO TITICACA AMBITO PERUANO. In *D.S.N° 075-2013-Pcm*. <https://shre.ink/DbsH>

Osorio, Y., & Solano, M. (2021). OXIDACIÓN ANAEROBIA DEL AMONIACO

<sup>2</sup> EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS DEPURADAS DOMÉSTICAS A GRAN ESCALA APLICADA A LA PLANTA DE TRTAMIENTO DE AGUAS DEPURADAS DE LA CIUDAD DE TUNJA [Universidad de Boyacá].

<sup>55</sup> file:///C:/Users/USER/Downloads/Documento\_TatianaOsorio\_

MarcosSolano-1-60.pdf

Santacruz, D. (2019). Evaluación el estado del agua debido a los vertidos de

<sup>16</sup> aguas depuradas en las áreas media y baja de la quebrada Miraflores en Pasto-Nariño [UNIVERSIDAD DE MANIZALES]. <https://shre.ink/Dbsj>

UNI, F. (n.d.). CALIDAD DEL AGUA.

file:///C:/Users/USER/Downloads/ANALISIS\_DE\_AGUA\_Y\_DESAGUE\_SA\_413.pdf

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 01: Panel fotográfico**

Nota. Diagnóstico del primer Punto de muestreo efluente PTAR de aguas residuales del distrito de Chupa.



Nota. Toma de muestra para el análisis físico químico, en recipientes esterilizados debidamente rotulados.



Nota. Situación actual de la caseta de bombeo de la PTAR del distrito de Chupa vertimiento directo al lago, las aguas residuales sin ningún tratamiento.



41

Nota. Toma de muestra de la PTAR en zona de efluente aguas abajo del distrito de Chupa.



41

3

Nota. Toma de muestra en la zona media zona de mezcla de las aguas residuales del distrito de Chupa.



Nota. Toma de muestra en la zona de mezcla de aguas arriba, para su análisis en laboratorio.



Nota. Registro de los datos en el cuaderno de campo y rotulado de las muestras para su traslado al laboratorio.



Nota.. Almacenamiento y acondicionamiento de las muestras para el análisis en laboratorio.

**ANEXO N° 02: 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° LCA012 - 2024****I. DATOS DEL SERVICIO**

- 1.1. Solicitante** : Ivan Fleming Larico Robles  
**1.2. Proyecto** : VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA  
 POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, POR LA MUNICIPALIDAD  
 DISTRITAL DE CHUPA

**II. DATOS DEL ENSAYO**

- 2.1. Producto** : Aguas  
**2.2. Numero de muestras** : 05  
**2.3. Muestreado por** : Ivan Fleming Larico Robles  
**2.4. Fecha de ensayo** : 08 - 12/01/2024  
**2.5. Departamento** : Puno  
**2.6. Provincia** : Azángaro  
**2.7. Distrito** : Chupa  
**2.8. Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P - 001	15.109283 69.987878	07/01/2024	12:30 p.m.
P - 002	15.109661 69.987955	07/01/2024	1:00 p.m.
P - 003	15.112330 69.989313	07/01/2024	1:30 p.m.
P - 004	15.116539 69.991403	07/01/2024	2:00 p.m.
P - 005	15.120923 69.988452	07/01/2024	2:30 p.m.





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

### III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	P - 001	P - 002	P - 003	P - 004	P - 005
Temperatura	°C	15.3	15.6	15.4	15.6	15.5
pH		7.45	7.38	7.30	7.21	7.35
Sólidos totales en suspensión	mg/L	16.50	41.00	159.0	12.50	9.0
Demanda química de oxígeno	mg/L	843	690	340	155	128
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	540	445	120	64	52
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	$1.1 * 10^7$	$4.6 * 10^6$	$9 * 10^4$	43	9

### 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 enero del 2024

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



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° LCA012 - 2024

### I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Ivan Fleming Larico Robles  
 1.2. **Proyecto** : VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA - CHUPA  
 POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, POR LA MUNICIPALIDAD  
 DISTRITAL DE CHUPA

### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas  
 2.2. **Numero de muestras** : 05  
 2.3. **Muestreado por** : Ivan Fleming Larico Robles  
 2.4. **Fecha de ensayo** : 15 - 20/01/2024  
 2.5. **Departamento** : Puno  
 2.6. **Provincia** : Azángaro  
 2.7. **Distrito** : Chupa  
 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P - 001	15.109283 69.987878	14/01/2024	12:00 p.m.
P - 002	15.109661 69.987955	14/01/2024	12:30 p.m.
P - 003	15.112330 69.989313	14/01/2024	1:00 p.m.
P - 004	15.116539 69.991403	14/01/2024	1:30 p.m.
P - 005	15.120923 69.988452	14/01/2024	2:00 p.m.





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

### III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	P - 001	P - 002	P - 003	P - 004	P - 005
Temperatura	°C	15.7	15.8	15.7	15.5	15.8
pH		7.39	7.27	7.38	7.30	7.25
Sólidos totales en suspensión	mg/L	16.20	41.00	155.0	11.80	10.0
Demanda química de oxígeno	mg/L	882	710	330	125	118
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	555	460	150	73	58
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	$1.5 \times 10^7$	$4.3 \times 10^6$	$9.3 \times 10^4$	40	4

### 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 enero del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA  
 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgtr. Ing. Milthon Quispe Huanca  
 CIP: 47790  
 JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

**ANEXO N° 03 Poblaciones con mayor producción de aguas residuales domésticas**

Nombre de la fuente	Ubicación en gobierno local	Carga generada TR DBO <sub>5</sub> /año	% de aporte (*)	% Acumulado
Juliaca	Provincial de San	3,322.0	40.59	40,59
Puno	Provincial de Puno	1,926.0	23.53	64,13
Ilave	Provincial de El Collao	340.0	4.15	68,28
Ayaviri	Provincial de Melgar	289.0	3.53	71,82
Azángaro	Provincial de Azángaro	246.0	3.01	74,82
Rinconada	Distrital de Ananea	230.0	2.81	77,63
Desaguadero	Distrital de	220.0	2.69	80,32
Putina	Provincial de Putina	219.0	2.68	83,01
Yunguyo	Provincial de Yunguyo	183.0	2.24	85,24
Juli	Provincial de Chucuito	125.0	1.53	86,77
Huancané	Provincial de Huancané	112.0	1.37	88,14
Ñuñoa	Distrital de Ñuñoa	78.0	0.95	89,09
Santa Lucia	Distrital de Santa Lucia	77.0	0.94	90,03
Lampa	Provincial de Lampa	76.0	0.93	90,96
Moho	Provincial de Moho	72.0	0.88	91,85
Crucero	Distrital de Crucero	70.0	0.86	92,70
Acora	Distrital de Acora	57.0	0.70	93,40
San Antón	Distrital San Antón	52.0	0.64	94,03
J.D.CH.	Distrital de JDCH	51.0	0.62	94,65
Asillo	Distrital de Asillo	49.0	0.60	95,26
Santa Rosa	Distrital de Santa Rosa	44.0	0.54	95,79
Muñan	Distrital de Muñani	37.0	0.45	96,25
Zepita	Distrital de Zepita	37.0	0.45	96,70
Cabanillas	Distrital de Cabanillas	35.0	0.43	97,12
Antauta	Distrital de Antauta	34.0	0.42	97,54
Pucará	Distrital de Pucara	33.0	0.40	97,94
Carlos	Distrital de Potoni	31.0	0.38	98,31
Pomata	Distrital de Pomata	27.0	0.33	98,64
<b>Chupa</b>	<b>Distrital de Chupa</b>	<b>27.0</b>	<b>0.33</b>	<b>98,98</b>
<i>Poblaciones con mayor producción de aguas residuales domésticas</i>				
Taraco	Distrital de Taraco	21.0	0.26	99,24
Chucuito	Distrital de Chucuito	18.0	0.22	99,45
Ajoyani	Distrital de Ajoyani	17.0	0.21	99,66
Arapa	Distrital de Arapa	14.0	0.17	99,83
<i>Poblaciones con mayor producción de aguas residuales domésticas</i>				
Cabanilla	Distrital de Cabanilla	14.0	0.17	100,00
<b>Total</b>		<b>8,184.0</b>		

## ANEXO N° 04: Decreto Supremo N.° 031-2010-SA

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5

ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA SEGÚN LAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIANAS EN ECOSISTEMAS  
ACUÁTICOS

Categoría	Clasificación	Sub clasificación	N° parámetros	
Categoría 1	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A1	85
		Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A2	85
		Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	A3	82
	Aguas superficiales destinadas al uso recreacional	Contacto primario	B1	84
		Contacto secundario	B2	83
Extracción y cultivo de moluscos bivalvos		C1	23	
Categoría 2		Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas	C2	23
		Otras actividades	C3	23
Categoría 3	Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto			55
	Parámetros para bebida de animales			49
Categoría 4	Lagos Ríos Ecosistema marino costeras	Ríos de la costa y tierra	D1	26
		Ríos selva	D2	23
	Estuarios		25	
	Marinos		23	

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrín	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrín	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacoloro y Heptacoloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L	1		11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminfos	Huevo/L	1	1	**

## ANEXO N° 05: Matriz De Consistencia

## VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA-CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES/ DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>¿Cómo realizar el monitoreo físico-químico y microbiológico del vertimiento de las aguas residuales hacia el lago, ver en qué medida es la variación de las aguas residuales vertidas al lago Arapa-Chupa?</p> <p>General</p>	<p>Los vertimientos de aguas residuales domésticas generan una variación significativa en la calidad del agua del lago Arapa-Chupa, contribuyendo a la contaminación del ecosistema de aguas superficiales.</p>	<p>Evaluar la variación de la calidad del agua del lago Arapa-Chupa por vertimientos de aguas residuales domésticas, contribuir al control de la contaminación y promover la recuperación, uso y manejo ambiental adecuado del ecosistema de las aguas superficiales lagos.</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Caracterización de aguas residuales.</p>	<p><b>Enfoque de investigación:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel de investigación</b> No Experimental</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Descriptivo correlacional</p>
	<p>¿Cómo contribuir con el saneamiento y disminuir la influencia al ecosistema acuático y en los habitantes de la localidad Chupa?</p>	<p>La concentración promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas superficiales en el punto de mezcla del lago Arapa-Chupa excede los LMP.</p>	<p>Determinar la concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficial del lago Arapa-Chupa.</p>	<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Impactos al medio ambiente.</p>
<p>¿De qué manera hacer la zonificación de la contaminación del cuerpo receptor sobre la base de los resultados del monitoreo?</p> <p>Específicos</p>	<p>En el efluente de la PTAR, ciertas concentraciones promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos exceden los LMP.</p>	<p>Analizar la concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales del efluente de la PTAR, por vertimientos de aguas residuales por la municipalidad distrital Chupa.</p>		<p><b>Muestra:</b> Área de estudio 8.82 km</p> <p><b>Técnica Instrumento:</b> -Observación directa -Observación indirecta -Fichas -Formatos.</p>
	<p>¿De qué manera hacer la zonificación de la contaminación del cuerpo receptor sobre la base de los resultados del monitoreo?</p>	<p>Las aguas superficiales presentan concentraciones promedio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que no exceden los LMP.</p>	<p>Realizar la caracterización de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficiales afectadas por vertimiento de aguas residuales domésticos.</p>	



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 06/09/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: IVAN FLEMING LARICO ROBLES

Dirección: JR. 24 DE SETIEMBRE

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72723447

Teléfono: 983095157 email: nandorables.1995@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: INGENIERIA 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: VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPA -

CHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

DOMÉSTICAS, POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA

Palabras claves, (3 a 5 términos): AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, CALIDAD DEL AGUA, CONTAMINACIÓN Y PTAR

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1.

<sup>1</sup> 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, entré otros relacionados.

<sup>2</sup> 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: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

Roobler

Firma de Autor



huella digital

06 DE SETIEMBRE DEL 2024

Fecha

# VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ARAPACHUPA POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.minam.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%

9	<a href="http://apirepositorio.unh.edu.pe">apirepositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://web2.unas.edu.pe">web2.unas.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://ridum.umanizales.edu.co">ridum.umanizales.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
14	Emérita Jiménez Douglas. "Modelación matemática del proceso de nitrificación en dos etapas. Desarrollo de metodologías de calibración del modelo para un reactor SHARON y un proceso de fangos activados", Universitat Politecnica de Valencia, 2010 Publicación	<1 %
15	<a href="http://informatica.upla.edu.pe">informatica.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repository.usta.edu.co">repository.usta.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
18	<a href="http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080">repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080</a> Fuente de Internet	<1 %

19

SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "ITS para la Modificación y Optimización de los Puntos Control del Monitoreo Físico-Químico del Proyecto de Exportación de GNL en Pampa Melchorita-IGA0000141", R.D. N° 22-2018-SENACE-PE/DEAR, 2021

Publicación

&lt;1 %

20

Urledys Hernandez-Alvarez, Jose Pinedo-Hernandez, Roberth Paternina-Uribe, José Luis Marrugo-Negrete. "Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia", Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 2021

Publicación

&lt;1 %

21

Submitted to 95480

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

22

docplayer.es

Fuente de Internet

&lt;1 %

23

noticias.juridicas.com

Fuente de Internet

&lt;1 %

24

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

&lt;1 %

25

Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

26

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

[repositorio.unh.edu.pe](http://repositorio.unh.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Universidad de Costa Rica

Trabajo del estudiante

<1 %

29

[cybertesis.unmsm.edu.pe](http://cybertesis.unmsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

30

[es.scribd.com](http://es.scribd.com)

Fuente de Internet

<1 %

31

[repositorio.unsa.edu.pe](http://repositorio.unsa.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

32

[visorsig.oefa.gob.pe](http://visorsig.oefa.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

33

[repositorio.uss.edu.pe](http://repositorio.uss.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

34

Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD  
AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA

Trabajo del estudiante

<1 %

35

[fondoeditorial.unat.edu.pe](http://fondoeditorial.unat.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

36

[www.camisea.com.pe](http://www.camisea.com.pe)

Fuente de Internet

<1 %

37

[www.nicoyawaterkeeper.org](http://www.nicoyawaterkeeper.org)

Fuente de Internet

<1 %

38

Submitted to Universidad de Piura

Trabajo del estudiante

<1 %

39

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

40

Submitted to Universidad Católica San Pablo

Trabajo del estudiante

<1 %

41

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

42

"Encyclopedic Dictionary of Landscape and Urban Planning", Springer Nature, 2010

Publicación

<1 %

43

HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C  
HIDMEDAM S.A.C. "DAA de la Planta Industrial de Producción de Cerveza-IGA0013969", R.D. N° 243-2016-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2021

Publicación

<1 %

44

Submitted to Universidad Tecnica De Ambato-  
Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE

Trabajo del estudiante

<1 %

45

Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE

Trabajo del estudiante

<1 %

46

Fuente de Internet

&lt;1 %

47

[www.gjesm.net](http://www.gjesm.net)

Fuente de Internet

&lt;1 %

48

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

49

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

50

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

51

Submitted to Webster University

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

52

[ri2.bib.udo.edu.ve:8080](http://ri2.bib.udo.edu.ve:8080)

Fuente de Internet

&lt;1 %

53

[www.repositorio.usac.edu.gt](http://www.repositorio.usac.edu.gt)

Fuente de Internet

&lt;1 %

54

[1library.co](http://1library.co)

Fuente de Internet

&lt;1 %

55

[repositorio.upagu.edu.pe](http://repositorio.upagu.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

56

[www.produce.gob.pe](http://www.produce.gob.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

57

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y  
CIENTIFICOS CONSULTORES. "PMA del  
Proyecto Reinyección de Cortes de  
Perforación en el Yacimiento Chambira - Lote  
8-IGA0004833", R.D. N° 353-2013-MEM/AE,  
2020

Publicación

<1 %

58

idoc.tips  
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Exclude assignment  
template

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias < 10 words