



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



**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS  
DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL  
HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL  
DISTRITO DE JULI 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA**

**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**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS  
DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL  
HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL  
DISTRITO DE JULI 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

  
: \_\_\_\_\_  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

  
: \_\_\_\_\_  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

  
: \_\_\_\_\_  
Mgtr. FRANZ JOSÉPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

  
: \_\_\_\_\_  
Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1484-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de noviembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 013382 presentado por el (la) Bachiller: **DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA** 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. **DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO 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** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- \* **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

**ARTICULO TERCERO . - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Viernes 15 de noviembre del 2024
- \* **HORA** : 8:00 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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



Dr. Efraín Pajillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 964-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de setiembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 11327 por el señor (a): **DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 906 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 050- 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): **DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 050- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO 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 mérito 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): **DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

**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. PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790cc.  
Archivo  
interesado (a)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 670-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 19 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 7671, presentado el señor (a) **DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 576 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 74 -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): **DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 74 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Dr. **MILTHON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP 47791

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Dr. **Elvira Carrillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024

### INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	4%
2	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.dateas.com Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to espam Trabajo del estudiante	1%



### METADATOS COMPLEMENTARIOS

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024</b>	
<b>Datos del Autor</b>	
Nombres y apellidos	DUVERLY JHEISON CALLA JANAMPA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70757128
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0005-3639-0551">https://orcid.org/0009-0005-3639-0551</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02429826
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0009-1482-3669">https://orcid.org/0009-0009-1482-3669</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de Investigación	SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	No aplica.
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>Ubicación:</b>  <b>Edificio:</b> Hospital Rafael Ortiz Ravines del Distrito de Juli</p> <p><b>País:</b> Perú  <b>Departamento:</b> Puno  <b>Provincia:</b> Chucuito  <b>Distrito:</b> Juli</p> <p><b>Coordenadas:</b>  <b>Latitud:</b> -16.208547°  <b>Longitud:</b> -69.456740°</p>  <p><b>Url:</b> <a href="https://maps.app.goo.gl/Decewsyrfsunbpzx6">https://maps.app.goo.gl/Decewsyrfsunbpzx6</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 - Noviembre 2024
URL de Disciplinas OCDE <a href="https://conocimiento.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html">https://conocimiento.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html</a> - Librería	Ingeniería Ambiental y Geológica <a href="https://conocimiento.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html#2.07.01">https://conocimiento.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html#2.07.01</a>



UNIVERSIDAD NACIONAL NESTOR CERRES PELLASQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUNO  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN  
**Dr. Efraín Parillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Deverly Iheison Calla Janampa, identificado con DNI Nro. 70 75 7128, en mi condición de egresado de:

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

Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

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

"Características físico-químicas y microbiológicas de las aguas residuales generadas en el Hospital Rafael Ortiz Ravines del Distrito de Juli 2024"

Asesorado por: Dr. Ricardo Anibal Maldonado Mamani

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 30 de Diciembre del 2024

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A mi familia, cuyo apoyo incondicional me animó a seguir a pesar de las dificultades.



## AGRADECIMIENTO

A mis docentes, quienes pacientemente me guiaron por el buen camino de la ingeniería y a mis amigos, quienes me apoyaron y estuvieron a mi lado en este largo proceso de formación.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.5. Hipótesis de la investigación .....	5



1.5.1. Hipótesis alterna .....	5
1.5.2. Hipótesis nula .....	5
1.6. Variables .....	6
1.6.1. Variable independiente .....	6
1.6.2. Variable dependiente .....	6
1.7. Operacionalización de variables .....	6

## CAPÍTULO II

### MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación .....	8
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	11
2.1.3. Antecedentes locales .....	13
2.2. Marco teórico.....	14
2.2.1. Contaminación del agua.....	14
2.2.2. Aguas residuales.....	15
2.2.3. Tipos de aguas residuales .....	16
2.2.4. Aguas residuales hospitalarias.....	18
2.2.5. Características de las aguas residuales .....	20
2.2.6. Establecimientos de salud.....	22
2.2.7. Categorías de los establecimientos de salud .....	23
2.3. Marco conceptual .....	24



### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación .....	26
3.2. Tipo de la investigación .....	26
3.3. Enfoque de la investigación .....	26
3.4. Población y muestra .....	26
3.4.1. Población .....	26
3.4.2. Muestra .....	27
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5.1. Técnicas .....	27
3.5.2. Instrumentos .....	28
3.6. Materiales y equipos.....	28
3.7. Ubicación de la zona en estudio .....	29
3.8. Procedimiento metodológico .....	29
3.8.1. Describir generación de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024 .....	30
3.8.2. Determinar la concentración los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024 .....	30
3.9. Contrastación de Hipótesis.....	33

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSION



4.1. Resultados .....	34
4.1.1. Describir generación de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024 .....	34
4.1.2. Determinar la concentración los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024 .....	37
4.2. Prueba estadística.....	48
4.3. Discusión.....	50
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>59</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	6
<b>Tabla 2</b> Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR .....	15
<b>Tabla 3</b> Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas .....	19
<b>Tabla 4</b> Parámetros a analizar .....	32
<b>Tabla 5</b> Prueba de hipótesis t–Student para muestras relacionadas .....	33
<b>Tabla 6</b> Cálculo del caudal de generación de aguas residuales .....	35
<b>Tabla 7</b> Dotaciones por servicio del hospital Rafael Ortiz Ravines .....	36
<b>Tabla 8</b> Concentración los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales del hospital – primera repetición .....	38
<b>Tabla 9</b> Concentración los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales del hospital – segunda repetición .....	39
<b>Tabla 10</b> Prueba de normalidad Shapiro – Wilk .....	49
<b>Tabla 11</b> Prueba estadística ANOVA .....	50
<b>Tabla 12</b> Matriz de consistencia .....	60



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1</b> Ubicación del área en estudio .....	29
<b>Figura 2</b> Temperatura de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines.....	40
<b>Figura 3</b> pH de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines .....	41
<b>Figura 4</b> Concentración de los sólidos suspendidos totales de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines.....	42
<b>Figura 5</b> Concentración de la demanda química de oxígeno de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines.....	43
<b>Figura 6</b> Concentración de la demanda biológica de oxígeno de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines.....	44
<b>Figura 7</b> Concentración de aceites y grasas de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines.....	46
<b>Figura 8</b> Concentración de aceites y grasas de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines.....	47



## RESUMEN

La investigación surge debido a que se desconoce la carga de contaminantes emitida por las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, hacia el alcantarillado sanitario; debido a que actualmente no cuenta con un sistema de tratamiento; en ese contexto se plantea el objetivo general de determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024; con procedimiento metodológico mediante la descripción de la producción de las aguas residuales del centro de salud; para posteriormente tomar muestras de agua servida en el punto de mejor representatividad y determinar la concentración de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales (pH, Sólidos suspendidos, Temperatura, DQO, DBO5, Coliformes termotolerantes). En los resultados el sistema de distribución de aguas residuales del hospital se exhibe en óptimas condiciones de funcionamiento; adición a ello la concentración de los parámetros físicos, químicos son los siguientes; con una temperatura de 14.20°C; con un pH de 7.75; presentando una concentración de 181.50mg/l de SST; con 553.00mg/l de DQO; con 310.30mg/l de DBO5; así mismo 6.10mg/l de aceites y grasas; y finalmente presenta un contenido de 24000000.00NMP/100ml de coliformes Termotolerantes. Concluyendo que los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas servidas del hospital Rafael Ortiz Ravines; no exceden los rangos establecidos en los VMA del D.S. 010-2019-VIVIENDA.

**Palabras clave:** Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, agua residual hospitalaria, establecimiento de salud, VMA



### ABSTRACT

The research arises because the load of pollutants emitted by the wastewater from the Rafael Ortiz Ravines hospital in the district of Juli, to the sanitary sewer is unknown; because it currently does not have a treatment system; in this context the general objective is to determine the physical, chemical and microbiological parameters of wastewater generated in the Rafael Ortiz Ravines hospital in the district of Juli, 2024; with methodological procedure through the description of the production of wastewater from the health center; to subsequently take samples of water served at the point of best representativeness and determine the concentration of physical, chemical and microbiological parameters of wastewater (pH, suspended solids, temperature, COD, BOD5, thermotolerant coliforms). In the results, the hospital's wastewater distribution system is in optimal operating conditions; in addition, the concentration of the physical and chemical parameters are the following; with a temperature of 14.20°C; with a pH of 7.75; presenting a concentration of 181.50mg/l of TSS; with 553.00mg/l of COD; with 310.30mg/l of BOD5; as well as 6.10mg/l of oils and fats; and finally presents a content of 24000000.00NMP/100ml of thermotolerant coliforms. Concluding that the physicochemical and bacteriological parameters of the wastewater from the Rafael Ortiz Ravines hospital do not exceed the ranges established in the VMA of the D.S. 010-2019-VIVIENDA.

**Keywords:** Physicochemical and microbiological parameters, hospital wastewater, health care facility, VMA.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, aguas residuales con diferentes composiciones son vertidas en lagos, ríos, lagunas y océanos, modificando sus características y representando una amenaza para los ecosistemas, la salud pública y la integridad ambiental. De igual forma, hoy en día se está poniendo mayor atención en la preservación de los recursos hídricos, ya que su calidad inicial se ha minimizado a razón de las actividades periódicas para las que han sido utilizados (Buenaño & Cevallos, 2018).

Debido a las operaciones rutinarias que hacen que los recursos hídricos pierdan parte de su calidad original, las instituciones de salud también se preocupan cada vez más por preservar dichos recursos. Estos fluidos, que tienen diferentes características químicas, son derivados a los ríos, lagunas, lagunas y mares que toman, variando su calidad y representando una amenaza para el medio biótico, la salubridad humana y la biota (Bolaños, Cordero, & Segura, 2017).

La problemática de las aguas residuales originarias de instituciones sanitarias es actualmente de relevancia mundial a razón de la posibilidad de difusión de diversas enfermedades y a las dificultades medioambientales derivadas de un tratamiento insuficiente (Guevara, 2020).

Las aguas residuales hospitalarias contienen una gama de elementos químicos, agentes microbiológicos, medicamentos, desinfectantes y restos orgánicos, todos los cuales tienen el potencial de contaminar gravemente el suelo y el agua y presentar en riesgo la salubridad humana. Lo que distingue a estas aguas es la presencia de metales pesados, como zinc, hierro, cromo, cobre, cadmio y



níquel (Cardeña, 2021). Debido a esto, la mejor manera de tratarlo dependerá de la clase de contaminante que haya, la calidad deseada del efluente, la cantidad de tierra y los recursos utilizables. Además, incluyen sustancias difíciles de erradicar mediante terapias de base biológica (Buenaño & Cevallos, 2018).

Ante ello se propicia la investigación nombrada: "Características físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024". presentando 4 capítulos que a continuación se menciona:

El capítulo I expone el tema, los objetivos, la justificación y las hipótesis de la investigación. El Capítulo II ofrece una visión general del marco teórico y conceptual, así como de las fuentes bibliográficas (antecedentes). El diseño y el tipo de investigación, la población y la muestra, los métodos e instrumentos, la metodología y el diseño estadístico se detallan en el Capítulo III. El Capítulo V concluye con las conclusiones y recomendaciones formuladas, mientras que el Capítulo IV detalla los datos recogidos junto con la prueba estadística pertinente y la discusión.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Análisis de la situación problemática

Los problemas que rodean a las aguas servidas hospitalarias son actualmente motivo de preocupación a nivel del mundo debido a la posibilidad de que se produzcan numerosos brotes de enfermedades y peligros medioambientales derivados de un tratamiento inadecuado (Rodriguez, 2015). De forma similar, los establecimientos de salud, hospitales y similares emplean enormes cantidades de agua cada día, produciendo aguas residuales hospitalarias que están enormemente contaminadas con elementos químicos, microorganismos, productos farmacéuticos, desinfectantes y material orgánico, entre otras cosas. Esto supone un grave peligro para la salubridad de la población debido a que el agua y el suelo están contaminados (Arias & Escudero, 2018).

En Perú, según OEFA (2014), solo el 33% de las aguas servidas destinadas al sistema de drenaje percibe alguna clase de depuración. También se observa que diversas plantas de depuración son inadecuadas. En consecuencia, siendo las primordiales secuelas de la merma de calidad del agua en el Perú es el vertido de estos efluentes sin



depuración. Además, la gran mayoría de los efluentes hospitalarios no reciben un tratamiento adecuado y se vierten directamente al alcantarillado sanitario. Esto plantea un problema porque la combinación de medicamentos, detergentes, antisépticos, disolventes y material orgánico, junto con las excretas de los pacientes contaminados por diversos agentes patógenos, forman una combinación única (Menendez, 2017). Además, es bien sabido que los hospitales utilizan grandes cantidades de soluciones desinfectantes -cuyos ingredientes activos incluyen alcohol, aldehídos y diversos compuestos clorados- para erradicar los patógenos de las superficies (como suelos, paredes y otras superficies), los equipos e instrumentos biomédicos y la piel humana.

Muchos centros de salud de la región de Puno no disponen de un adecuado sistema de depuración idónea de las aguas servidas. Los residuos líquidos de estas instalaciones contienen una lista de sustancias que están presentes en cantidades mínimas pero que suponen un riesgo sustancial (Leon, 2015).

De igual manera en los establecimientos de salud del distrito de Juli no es una excepción esta situación; aún no dispone de una infraestructura adecuada de depuración de aguas residuales, vierte sus efluentes directamente al sistema de alcantarillado sanitario sin tratarlos previamente. Esta actividad tiene un impacto significativo en el suministro de agua. También, aunque los vertidos se mezclen; cuando se añade una cantidad considerable de aguas residuales procedentes de fuera de la



zona, parece que la contaminación se ha reducido, pero en realidad se libera como efluente una mezcla de agua contaminada.

Ante ello se ha proseguido con el desarrollo de la investigación para conocer la calidad de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli.

## **1.2. Planteamiento del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son las características los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ✓ ¿Cómo es la generación del agua residual en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024?
- ✓ ¿Cómo se encuentran los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Describir generación de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024



- ✓ Determinar la concentración los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024

#### **1.4. Justificación de la investigación**

La investigación se justifica a razón a que hoy en día en los establecimientos de salud, incluyendo el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, no cuentan con una PTAR; que, al contener materiales no apropiados para las aguas residuales municipales, se vierte de manera directa a la red de alcantarillado sanitario sin ningún tipo de tratamiento, modificando su calidad y debilitando las redes de alcantarillado.

##### **Justificación Social**

La presente investigación favorecerá a la población de la Provincia de San Román el cual ya tendrá conocimiento sobre las concentraciones de los parámetros físicos químicos y microbiológicos que presenta el efluente producido por el hospital Rafael Ortiz Ravines; conociendo estos datos efectuará el diseño de un tratamiento para disminuir la carga de contaminantes vertidas al alcantarillado sanitario.

##### **Justificación Técnica.**

Los resultados servirán como un instrumento técnico informativo para conocer el contenido de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas residuales dl hospital mencionado; y con ello realizar las respectivas acciones para mejorar dicha situación.

##### **Justificación Económica**



Desde el punto de vista económico, el conocimiento del contenido de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exhiben las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli; ahorrará dinero al eliminar la necesidad de realizar estudios previos para estimar la presencia de estos contaminantes; asimismo, ofrecerá un plan para tratar aguas residuales, ahorrando una cantidad significativa de dinero.

### **Justificación ambiental**

Así mismo también presenta una Justificación ambiental, debido a que los contaminantes de las aguas residuales del Hospital Rafael Ortiz Ravines son dispersados continuamente al sistema de alcantarillado sanitario, que finalmente llega al río Torococha-Coata, contaminando severamente el ecosistema. Por lo tanto, esta investigación se justifica desde el punto de vista medioambiental, ya que lo resultante esperados servirán como marco teórico para la toma de acciones necesarias para reducir las concentraciones de contaminantes en las aguas residuales del hospital.

## **1.5. Hipótesis de la investigación**

### **1.5.1. Hipótesis alterna**

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli; superan los valores máximos admisibles

### **1.5.2. Hipótesis nula**

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli; no superan los valores máximos admisibles

### 1.6. Variables

#### 1.6.1. Variable independiente

- ✓ Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

#### 1.6.2. Variable dependiente

- ✓ Calidad de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024

### 1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

*Operacionalización de variables*

<u>VARIABLES</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADOR</u>	<u>UNIDAD DE MEDIDA</u>	<u>METODOLOGÍA</u>
<b>Independiente</b>  Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	pH	Acido/alcalino	<b>Tipo de investigación</b> Aplicativo
		Temperatura	°C	
		Sólidos suspendidos	mg/L	<b>Nivel de investigación</b> No experimental
		DBO5	mg/L	
		DQO	mg/L	
		Coliformes totales	NMP/100 ml	
<b>Dependiente</b>	Valores máximos admisibles	Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	<b>INSTRUMENTOS:</b>  Laboratorio de análisis de aguas residuales
		Por encima de los VMA	---	
Calidad de las aguas	Horario de análisis de los parámetros	Por debajo de los VMA	---	
		Mañana	---	
		Tarde	---	



---

residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines	fisicoquímicos y microbiológicos Temporadas de monitoreo	Noche Temporada de estiaje Temporada de avenida	--- --- ---
---	---	---	-------------------

---



## CAPÍTULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Macías (2020), **evaluo la calidad de las aguas residuales derivadas de un laboratorio de salud en Guayaquil**. Sin ningún tratamiento previo, los efluentes se recogían en envases de plástico y se vertían al alcantarillado público. Se eligieron dos laboratorios, hematología y uroanálisis. Se tomaron 3 muestras. así, mientras que se determinó que el SST (83,6 mg/l), el SS (0,18 ml/l) y el pH (7) se centro de la norma, los niveles de DBO5 (4545,97 mgO<sub>2</sub>/l) y DQO (6235,43 mgO<sub>2</sub>/l) indicaban concentraciones medias elevadas que excedían los límites máximos admisibles especificados por la normativa ecuatoriana vigente. Sin embargo no contempaba por la ley, el nitrógeno amoniacal total es un valor de minima calidad hidrica. Se determinó que las aguas residuales incluyen una cantidad significativa de materia orgánica y pueden contener organismos patógenos, que suponen un peligro tanto para las personas como para el ecosistema.



Arias & Escudero (2018), **determinaron el contenido de elementos emergentes en las aguas servidas del Hospital del Norte**. Los contaminantes emergentes son compuestos cuyos efectos aún no están reconocidos, pero tienen la capacidad de ocasionar perjuicios dañinos al medio ambiente, se desconoce su importancia ambiental y su destino en el ecosistema es casi desconocido. Estos materiales se han detectado en aguas residuales de EDAR, fabricantes de productos químicos (farmacias, cosméticos, detergentes), explotaciones ganaderas y agrícolas y unidades hospitalarias. Como consecuencia, contaminan acuíferos, sistemas marinos y estuarios. El Hospital no es una excepción, y hemos descubierto materiales de origen farmacéutico en el efluente que se vierte en el sistema colector de la localidad, que luego desemboca sin tratar en el río. Esto indica que es necesario reconsiderar los sistemas de depuración de aguas servidas.

Buenaño & Cevallos (2018), **evaluaron el contenido de los contaminantes presentes en las aguas servidas del Hospital Básico del IESS en Puyo, Pastaza**. Se evaluó la posibilidad de que el consumo de sustancias que pueden tener un efecto adverso en el medio ambiente, como el antihistamínico y los analgésicos no esteroideos (AINE) diclofenaco, ibuprofeno y ketorolaco, contaminaran las aguas servidas al final de la depuradora. Para cuantificar simultáneamente los AINE y la loratadina en las aguas residuales hospitalarias, se crearon dos técnicas analíticas de cromatografía líquida de alto rendimiento. Basándose en las principales características de rendimiento analítico, llevándose a cabo un proceso de validación y ambas técnicas de análisis cromatográfico



consintieron una cuantificación precisa de 5 contaminantes. Dado que la loratadina se degrada con facilidad y tiene un consumo y una residualidad inferiores a los indicados anteriormente, no se encontraron cantidades mensurables del fármaco en las aguas residuales hospitalarias. Debido a la inestabilidad química establecida del contaminante en desarrollo y a la eficacia establecida del tratamiento estándar utilizado, se encontró paracetamol en las aguas servidas hospitalarias en cantidades no peligrosas. Al exponerlos a la depuración tradicional de las aguas servidas, los restos de los medicamentos diclofenaco, ibuprofeno y ketorolaco no se degradaron y se liberan en cantidades que pueden tener un efecto adverso en el medio ambiente.

Así mismo, León, (2015), **evaluaron mediante ensayos ecotoxicológicos y físico - químicos - bacterológicos, si el vertimiento de productos tóxicos en aguas servidas de un centro de salud son tóxicos en el efluente;** Para evitar posibles contaminaciones, la metodología consistió en tomar primero el volumen (60 ml) destinado al análisis microbiológico. A continuación, se tomaron tres alícuotas que se introdujeron en botellas (4 litros) para las determinaciones físico-químicas que conformaron una muestra compuesta. Por último, el laboratorio de Cuenca determinó los elementos físicos, químicos y biológicos de las aguas servidas, La turbidez midió 86,21 NTFU, la dureza y la alcalinidad midieron 80 mg/L, la conductividad midió 421,56 uS/cm, los cloruros midieron 42,33 mg/L, los sulfatos midieron 43,12 mg/L, los fluoruros midieron 0,56 mg/L, el nitrógeno orgánico midió 17,16 mg/L, la DBO5 midió 428,27 mg/L y la DQO midió 661,92 mg/L.



### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Cardeña (2021), **evaluo los residuos sólidos y aguas residuales producidos en los centros de salud de primer nivel de atención en Cusco**, en las múltiples fases de producción, tratamiento y eliminación de residuos; reconocer los contenidos de los residuos sólidos; señalar los puntos de inflexión en cada fase de la gestión de residuos; y evaluar las aguas residuales. En cumplimiento de la normativa vigente, los métodos empleados incluyeron la observación en laboratorio para el análisis de las aguas residuales y la observación directa y entrevistas para mostrar los procedimientos del personal encargado de la gestión de residuos. El Centro de Salud de Belenpampa, el Centro de Salud de San Jerónimo y sus efluentes -que se recogieron en cuatro ocasiones- fueron los sujetos del estudio. Los residuos biocontaminados (65,29%), comunes (33,23%) y especiales (1,48%) representaron 30,33 kg/día generados por el C.S. de Belenpampa, mientras que 24,98 kg/día producidos por el C.S. de San Jerónimo fueron clasificados como biocontaminados (51,27%), comunes (43,4%) y especiales (5,33%). Los puntos cruciales en el C.S. de Belenpampa fueron acondicionamiento, segregación y almacenamiento final (27%), común (43,4%) y especial (5,33%); en el C.S. de San Jerónimo, los elementos clave fueron acondicionamiento y segregación. Los coliformes termotolerantes, la demanda química de oxígeno (DQO) y las grasas y aceites son las mediciones que superaron lo permitido. La biodegradabilidad de las aguas residuales es escasa porque la gestión de los residuos sólidos en todas las etapas es insuficiente, hay lugares de



gestión realmente deficientes y varias características de las aguas residuales superan los límites máximos permitidos (LMP).

Guevara (2020), **identificó los niveles de parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales del Hospital Regional Docente de Cajamarca.** Su metodología consistió en recolectar muestras siete veces por semana, y monitoreó los 9 litros de agua en el punto de muestreo del desagüe del Hospital Regional Docente de Cajamarca. A esta conclusión se llegó luego de comparar los datos con los valores obtenidos para Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Potencial de Hidrógeno y Aceites y Grasas, así como con las normas vigentes D.S. 003 - 2010 MINAM. Los datos muestran que son superiores a 36.7 mg/L, 3490000 NMP/100mL, 290 mg/L, 383.9 mg/L, 0.7 mg/L, y 154 mg/L.

Martinez (2020), **Identificaron los métodos utilizados en dos hospitales del estudio para el tratamiento de aguas residuales y la gestión de residuos sólidos.** Como método de investigación se utilizó la entrevista y como instrumento las guías de investigación semiestructuradas. Los participantes del estudio fueron los integrantes del grupo ocupacional de los Hospitales Nacionales, específicamente funcionarios, profesionales y técnicos asistenciales. El almacenamiento primario es insuficiente y necesita espacios acordes con la normativa vigente; la segregación adecuada requiere formación y supervisión constantes; y el transporte de RR.SS. no se realiza por una ruta



independiente o exclusiva por este motivo. Estas fueron las principales deficiencias en los procesos.

Finalmente este trabajo de investigación fue realizado por Rodríguez, (2015), propuso un plan de Gestión de Aguas Residuales del Hospital Regional de Cajamarca; La metodología consistió en obtener primero el volumen de 250 ml destinado al análisis microbiológico y, a continuación, tomar tres alícuotas para las estimaciones físico-químicas y microbiológicas en botellas (1 litro y ½ litro). Los resultados mostraron que los Coliformes Termotolerantes fueron de 4500000 NMP/100 ml, la DBO fue de 236 mg/l, y la DQO fue de 576 mg/l, indicando un incremento significativo en comparación con el Límite Máximo Permisible, y los Sólidos Suspendidos fueron de 118 mg/l, el pH fue de 6,54, y la T fue de 24,5 °C, encontrándose todos ellos dentro de los LMP establecidos por la normativa peruana vigente.

### 2.1.3. Antecedentes locales

Maldonado (2018), El presente estudio, que utilizó un enfoque cuantitativo de tipo explicativo, examinó la contaminación de aguas subterráneas por efluentes generados en el campus universitario de la UANCV en la ciudad de Juliaca en el año 2018. Se recolectaron muestras de información y datos de las facultades de ingeniería y ciencias puras, salud, ciencias administrativas y educación de la UANCV para ser analizadas en un laboratorio que cumplió con los protocolos de cada prueba, Se tomaron muestras de los pozos de agua subterránea de estas facultades, así como de los efluentes generados por los filtros percoladores de cada facultad.



Ambas muestras fueron analizadas mediante parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, y los resultados mostraron resultados interesantes en cuanto a la carga bacteriana en las aguas subterráneas, ya sea por contacto directo o por filtración con los efluentes generados. Esto nos anima a establecer métodos de tratamiento para la desinfección y depuración de estas aguas antes de su vertido en las facultades de acceso público.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Contaminación del agua**

La contaminación del agua es la acumulación de elementos tóxicos o nocivos en el agua o el derrame de líquidos peligrosos en cuencas, lagos y ríos, entre otros lugares, disminuyendo la calidad del agua (MINAM, 2016).

El ambiente y la salubridad humana de una fuente de agua pueden verse afectados cuando se superan sus normas físicas, químicas y biológicas. El ministerio competente vela por su cumplimiento (MINAM, 2016).

La calidad del agua debe satisfacer un conjunto de propiedades físicas, químicas y bacterológicas propias del agua que se encuentren dentro de los límites máximos permitidos por las directrices nacionales de calidad del agua (Cama & Huasco, 2019).

**Tabla 2***Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas</b>
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	NMP/100 mL	10,000
Demanda bioquímica de oxígeno.	mg/L	100
Demanda química de oxígeno.	mg/L	200
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150

*Nota.* Obtenido de (MINAM, 2019)

### 2.2.2. Aguas residuales

Son fluidos naturales que se vierten en una masa de agua natural tras sufrir cambios naturales provocados por las actividades humanas. Las aguas residuales requieren pretratamiento debido a la enorme cantidad de materia orgánica presente, y su calidad es baja. (Saboya, 2018).

En un sentido similar, el OEFA (2014), la define como aguas siendo la calidad ha sido alterada debido a la actividad humana de forma habitual, necesitando su tratamiento antes de su reutilización, vertido el canal de alcantarillado o liberación a cuerpos designados.

Así mismo Cartagena (2021), afirma que las propiedades de estos fluidos se alteran una vez que son utilizados en residencias, negocios u otros entornos productivos, entre otros lugares. Debido a esto, las RA transportan grandes cantidades de grasa, materia orgánica, residuos industriales, materiales peligrosos y agroindustriales.

Los efectos letales incluyen la privación de oxígeno y el impedimento de la existencia de la biota en las masas receptoras (lagos, ríos, etc.) y los suelos, donde se libera la mayoría de los RA. La mayoría de los RA que se liberan en las masas receptoras (ríos, lagos y océanos) y los suelos crean una carga contaminante que dificulta la vida de la flora y la fauna locales, lo que puede tener efectos mortales, incluida la privación de oxígeno (UNESCO, 2016).

### **2.2.3. Tipos de aguas residuales**

El término "agua residual" o "las aguas residuales" se refiere al agua que ha sido contaminada con sustancias tóxicas como desechos, heces humanas y animales, así como otros subproductos de las actividades diarias para el sustento humano; las aguas residuales se encuentran sucias y contaminadas por el uso que han tenido, conteniendo elementos como detergentes, grasas, materia orgánica, desechos agrícolas e industriales, sustancias tóxicas, etc. Todos ellos subproductos de las actividades de la vida diaria del ser humano (Crisales, 2023). Seguidamente se exponen los tipos de aguas residuales existentes.

#### **a) Aguas residuales hospitalarias**

La contaminación de los medios acuáticos por aguas residuales hospitalarias constituye desde hace tiempo un grave problema medioambiental y de salud pública. Numerosos investigadores han señalado que estas aguas residuales plantean problemas de tratamiento debido a la presencia de disolventes y metales pesados, así como de concentraciones potencialmente peligrosas de microorganismos y/o virus



(coliformes fecales, enterobacterias y otros), muchos de los cuales pueden haber mutado para hacerse resistentes a los antibióticos. Estos fluidos están formados por una compleja mezcla de compuestos cuyas interacciones entre sí y con el medio ambiente determinarán su toxicidad combinada y su potencial de mutación genética (Crisales, 2023).

## **b) Aguas residuales domesticas**

Los excrementos eliminados por la población, como la orina y las heces de viviendas e instalaciones comerciales privadas o públicas, se combinan para formar estos flujos de agua. Las aguas residuales también se denominan aguas de origen doméstico o industrial porque se utilizan en procesos de transformación y limpieza que impiden al usuario directo utilizar el agua resultante. En ciertos casos, las aguas residuales comprenden incluso la totalidad del agua transportada por el sistema de alcantarillado, incluidas las precipitaciones y la infiltración de aguas subterráneas (Crisales, 2023).

## **c) Aguas residuales industriales**

Dado que las operaciones industriales liberan grandes cantidades de metales pesados muy tóxicos a la atmósfera, así como a los hábitats acuáticos y terrestres, esta forma de efluente tiene una elevada carga de metales. Cada año se liberan en el medio acuático unos 109 kg de metales pesados; las principales fuentes de emisión son las centrales térmicas, las acerías, las fundiciones y las aguas residuales domésticas (Crisales, 2023).



#### 2.2.4. Aguas residuales hospitalarias

Se establecen de esta categoría todas las aguas residuales producidas en diversos centros de salud, como clínicas, hospitales, centros de salud, laboratorios clínicos, puestos de salud, etc. Éstas se componen de contaminantes y bacterias nocivas en grandes cantidades; también pueden estar presentes metales pesados y disolventes (Cardeña, 2021). Las sustancias químicas liberadas al medio ambiente por el funcionamiento de los hospitales suponen un peligro para la salubridad pública y pueden contaminar los suministros de agua. La (OMS) calcula que entre el 75 y el 90 % de los desechos originados por los profesionales sanitarios son desechos generales o de bajo riesgo, mientras que entre el 10 y el 25 por ciento son residuos que plantean problemas y podrían dar lugar a una serie de problemas para el medio ecosistémico y la salud pública. En la composición de las aguas residuales hospitalarias influyen varios factores, como la complejidad del centro médico, el volumen de pacientes tratados y los tipos de sustancias persistentes o nocivas, como disolventes, radionúclidos, desinfectantes y productos farmacéuticos en una amplia gama de concentraciones (Pratibha, Mathur, Sing, & Bhatnagar, 2014).

La investigación ha indicado que los componentes incluidos en las aguas residuales hospitalarias son difíciles de manejar convencionalmente (instalaciones de tratamiento biológico). Esto supone una preocupación para la salud pública porque los componentes se descubrieron en fuentes de agua potable (Arias & Escudero, 2018). Además, debido a una variedad de prácticas y políticas establecidas allí, así como a los



materiales extraídos por los pacientes que se derraman en el sistema de alcantarillado urbano, se cree que los hospitales son los mayores productores de contaminantes recién descubiertos (Sapkota, Gupta, & Mainali, 2014).

Las aguas residuales de hospitales no son adecuadas para el riego o el uso humano, y podrían contaminar los suelos y las aguas subterráneas. Por ello, no debemos considerar aceptable verter las aguas residuales hospitalarias directamente en las masas de agua del medio ambiente (Pratibha, Mathur, Sing, & Bhatnagar, 2014)

El problema surge del hecho de que los sistemas de alcantarillado suelen incluir una variedad de tipos de residuos que se mezclan entre sí, lo que dificulta su manejo, en particular los residuos biológicos. En varias naciones, incluida la nuestra, se instituyen valores máximos permitidos (VMA) o límites máximos permisibles (LMP) para obligar a los provisosores de servicios a limpiar sus aguas residuales antes de verterlas al sistema de alcantarillado sanitario (Cardeña, 2021).

Además, para efluentes de aguas residuales hospitalarias a la red de alcantarillado, siendo de carácter no domestico como es el caso se debe garantizar el siguiente conjunto de requisitos primordiales (VMA, 2009)

**Tabla 3**

*Niveles máximos permitidos de vertidos de aguas residuales no domésticas*

Parámetros	Unidad	VMA
pH	Acido/alcalino	6.5-8.5
Temperatura	°C	<35



DBO5	mg/L	500
DQO	mg/L	1000
Sólidos Suspendidos totales	mg/L	500

*Nota.* Obtenido de (VMA, 2009)

### 2.2.5. Características de las aguas residuales

Las propiedades de las aguas residuales hospitalarias se definen como un conjunto de factores que pueden ser forzosos para el diseño o el control del sistema de tratamiento. Según Castro (2019), a continuación se exponen los primordiales parámetros para evaluar la eficacia de los procedimientos de depuración de aguas servidas de hospitales:

- ✓ **Temperatura:** El control de la temperatura es crucial porque afecta a los procesos microbiológicos de depuración, que incluyen la nitrificación y la descomposición de materiales orgánicos. Estos procesos se ralentizan a medida que desciende la temperatura.
- ✓ **pH:** determina la cantidad en iones hidrógeno del agua. Un pH bajo indica que el entorno se ha convertido alcalino a razón de la gran contenido de iones H<sup>+</sup>. Por otro lado, un pH bajo sugiere que el medio se ha vuelto ácido (Sanchez & Carrasco, 2010). Los niveles de pH de las aguas servidas hospitalarias se tienen en cuenta si se sitúan entre 6,5 y 8,5. Este rango garantiza que las operaciones de depuración anaeróbica y aeróbica de los microbios se desarrollen sin problemas. Si el pH se ajusta fuera de este rango, las actividades biológicas se vuelven problemáticas. Por esta razón, la regulación en la entrada de la planta es importante en los lugares donde se practica la depuración de aguas residuales industriales.



- ✓ **Sólidos Suspendidos totales:** La cantidad de sólidos en una muestra de agua que, en determinadas circunstancias, atraviesan un peso de 2 micras o menos se conoce como sólidos suspendidos totales. De forma similar a la conductividad, esta métrica ofrece un indicador adicional de la salinidad del vertido de la industria (Sawer, 2000).
- ✓ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** El contenido de oxígeno necesaria para que la material orgánico se biodegrade, o se descomponga por los microbios. Se mide en mg/L, o ppm. En la actualidad, consiente reconocer la carga hidrica en materia putrescible y su potencial de depuración; a continuación, se puede calcular la carga máxima admisible (Castro, 2019)
- ✓ **Demanda química de Oxígeno (DQO)** Es la cantidad de oxígeno que, en ausencia de seres vivos, consumen las masas reductores de las aguas servidas. Como se pueden oxidar químicamente más combinados que biológicamente, las aguas residuales suelen tener una DQO mayor que la DBO (aproximadamente tres veces mayor en las aguas residuales urbanas).
- ✓ **Coliformes totales:** Son bacterias grandes, negativas, no esporulantes, alargadas, aerobias y anaerobias facultativas que crecen formando una colonia roja con birllante metálico en un entorno tipo Endo que contiene lactosa tras un periodo de incubación de 24 hrs. a 36°C (Tacuri Robles, 2018).
- ✓ **Coliformes fecales:** Escherichia es el grado más adecuado de contaminación fecal y la mayor especie del grupo de los coliformes



fecales. Estas bacterias no son esporulantes, son Gram negativas y fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en el proceso. a  $45^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  en  $23 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$  (Tacuri Robles, 2018).

## 2.2.6. Establecimientos de salud

Los establecimientos de salud son lugares o establecimientos donde se prestan servicios médicos y asistenciales al público en general. El tamaño, grado de complejidad y servicios ofrecidos por estas instituciones pueden variar. Dependiendo de su función, capacidad y nivel de especialización en el servicio, se dividen en varios grupos (Leon, 2015).

Algunos tipos de establecimientos de salud incluyen:

- ✓ **Consultorios médicos:** Son espacios donde un médico o un grupo de médicos brindan consultas ambulatorias sin hospitalización.
- ✓ **Centros de salud:** Ofrecen servicios básicos de atención médica, como consultas generales, vacunación, atención prenatal, entre otros. Generalmente no tienen capacidad para hospitalizar a pacientes.
- ✓ **Clínicas:** Son establecimientos que ofrecen servicios médicos más especializados que los centros de salud y pueden tener capacidad para hospitalizar a pacientes por cortos periodos.
- ✓ **Hospitales:** Son los establecimientos más grandes y complejos, con capacidad para brindar una amplia gama de servicios médicos, incluyendo hospitalización, cirugías, tratamientos especializados, cuidados intensivos, y emergencias.



- ✓ **Postas sanitarias:** Son pequeñas unidades de atención primaria ubicadas en áreas rurales o de difícil acceso, donde se brindan servicios básicos de salud.

## 2.2.7. Categorías de los establecimientos de salud

Las clases de entidades del MINSAA se categorizan en base de su nivel de dificultad, de acuerdo con la RM n° 546. Estas instituciones se dividen en varios grupos en base de su funcionamiento. Estas instituciones se clasifican en muchos grupos en función de su funcionamiento.

Estos niveles de dificultad se acomodan a las necesidades de los que consumen en materia de salud. Para clasificar algo adecuadamente se siguen los siguientes pasos.

### a) Primer nivel de atención

Las clínicas, los puestos clínicos y otros establecimientos con personal no médico conciernen a la categoría I-1.

Los puestos sanitarios o de salud (con médico) entran en la categoría I-2. Junto con los centros (que albergan a médicos generalistas o especialistas).

La categoría I-3 incluye policlínicas, instalaciones sanitarias, centros médicos y centros médicos especializados.

Los hospitales y centros sanitarios con camas de hospitalización se clasifican en la categoría I-4.

### a) Segundo nivel de atención

Los hospitales que ofrecen tratamiento corriente se clasifican en II-1.



Los hospitales y clínicas de especialidades superiores se congregan en la Categoría II-2.

Nombrada como Categoría II-E, esta categoría está formada por hospitales que prestan atención primordial.

### **b) Tercer nivel de atención**

Las mayores empresas proveedoras de servicios sanitarios se incluyen en la Categoría III-1, junto con hospitales de atención general.

Los hospitales y las clínicas de atención general se incluyen en la categoría III-E, que está dada por los mayores proveedores de servicios en general y de servicios sanitarios en particular.

Corresponde a la categoría III-2 institutos adecuados.

## **2.3. Marco conceptual**

- a) Establecimiento de salud-** es una institución o lugar donde se prestan servicios de atención médica a la población. Estos servicios pueden incluir consultas médicas, tratamientos, procedimientos quirúrgicos, cuidados de enfermería, emergencias, hospitalización, rehabilitación, y promoción de la salud, entre otros (Gutierrez, 2018).
- b) Agua residual-** Son las aguas que se originan en el sistema de suministro hídrico de una población después de sufrir numerosas modificaciones como resultado de actividades residenciales, comerciales y comunales (Guevara, 2020).
- c) Agua residual hospitalaria-** Se incluyen en esta categoría todas las aguas servidas producidas en diversos establecimientos clínicos, incluyendo clínicas, laboratorios clínicos, hospitales, centros de



salubridad, puestos para la salud, etc. También podrían incluir metales pesados y disolventes., y están compuestas por altas concentraciones de contaminantes y bacterias nocivas (Cardeña, 2021).

- d) Parámetros fisicoquímicos-**. Aspectos tales como físicos, químicos y/o microbiológicos que el consumidor puede percibir a través de sus sentidos y que están presentes en el agua consignada al consumo poblacional (Saccaco, 2019).
- e) Parámetros microbiológicos-**. Microorganismos encontrados en el agua destinada al consumo humano que son nocivos para los seres humanos o signos de contaminación (Saccaco, 2019).
- f) VMA-**. Según la VMA (2009), el contenido del grado de determinados componentes, sustancias químicas o propiedades físicas, químicas y bacterológicas de un efluente describen sus emisiones al sistema de alcantarillado.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Diseño de la investigación

El diseño es de carácter **NO EXPERIMENTAL**, porque no habrá maniobra intencional de la variable independiente (Hernandez & Fernandez, 2018).

#### 3.2. Tipo de la investigación

Debido a que los aportes de la investigación pretenden comprender un problema particular asociado con la administración del estudio de una específica rama, es de carácter **APLICATIVO** (Hernandez & Fernandez, 2018).

#### 3.3. Enfoque de la investigación

Debido a que se empleará estadística y se evaluarán fenómenos medibles, proporciona un enfoque **CUANTITATIVO**.

#### 3.4. Población y muestra

##### 3.4.1. Población

Es un grupo de personas, o cosas que efectúan con ciertos criterios (Hernandez & Fernandez, 2018).



Así, las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli sirven como muestra representativa de la población en la presente investigación.

### 3.4.2. Muestra

implica que la muestra es «una parte de la población que representa lo mismo», según Hernández & Fernández (2018).

Por lo tanto, la muestra será igual a la población, que en este caso está personificada por las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del barrio Juli.

## 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.5.1. Técnicas

Hernandez & Fernandez (2018), afirman que la recolección de datos implica la creación de un proceso preciso de enfoques que le permitan recolectar datos con un objetivo específico; utilice las siguientes estrategias para el presente proyecto de investigación:

#### ✓ **Revisión bibliográfica**

Se elaboró un marco teórico para el estudio desarrollando una visión general de las ideas principales utilizando la revisión bibliográfica (Mejía, 2005).

#### ✓ **Observación Directa**

Muchas veces, la observación directa y metódica es el mejor enfoque para cuantificar cualquier cosa. Para ello, el investigador elige primero el comportamiento que despierta su interés y luego crea un procedimiento sistemático para reconocerlo, categorizarlo y registrarlo en un escenario no preparado o natural (Mejía, 2005).



### 3.5.2. Instrumentos

De acuerdo con Córdova (2018), son los métodos físicos o virtuales mediante los cuales el investigador recolecta datos para evaluar una o más variables. Dado lo anterior, las herramientas que se utilizaron son:

- Laboratorio

### 3.6. Materiales y equipos

A continuación, se enumeran los materiales y equipos necesarios para adelantar el estudio.

#### a) Materiales

- ✓ Bota impermeable.
- ✓ Recipiente de dos litros
- ✓ Cooler para muestras de análisis.
- ✓ Plumón indeleble.
- ✓ Cadena de custodia.
- ✓ Caja de Tecnopor.
- ✓ Lapicero.
- ✓ Valdés.
- ✓ Guantes de latex.
- ✓ Chaleco.
- ✓ Recipientes de 10 litros

#### b) Equipos

- ✓ Laptop
- ✓ Equipo de laboratorio
- ✓ Tijera
- ✓ Cutter

- ✓ pH-metro
- ✓ Termómetro
- ✓ Cámara digital

### 3.7. Ubicación de la zona en estudio

El área en estudio es el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Julide la ubicada en las coordenadas geográficas latitud:  $15^{\circ}28'51.2''S$ , Longitud  $70^{\circ}08'21.8''O$  a una altitud de 3889 m.s.n.m.

#### Figura 1

*Ubicación del área en estudio*



Nota. Obtenido de Google Earth

### 3.8. Procedimiento metodológico

A efectos de esta investigación, todos los datos se recogieron de publicaciones, sitios web, revistas, tesis y ciertas fuentes utilizando los métodos y procedimientos descritos anteriormente.

### **3.8.1. Describir generación de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024**

Para el desarrollo del presente objetivo primeramente se recurrió a la búsqueda de información por medio la visita al hospital Rafael Ortiz Ravines; en el cual se requirió la información; sobre las características de la estructura de vertimiento de agua servidas a la red colectora. El estado de la red de conducción de aguas servidas del hospital se evaluó antes de una visita sobre el terreno comparando el efluente con la red de alcantarillado para ver si la evacuación de las aguas servidas se hace correctamente.

### **3.8.2. Determinar la concentración los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024**

#### **a) Muestreo, preservación, rotulado y transporte de agua residual**

El muestreo de agua residual se efectuó en el efluente del hospital; antes de la entrada hacia la red colectora.

Para el aseguramiento de la calidad de muestreo para análisis de las aguas servidas, se especificó las consideraciones descritas por Sánchez, Peón, Cardena, Ortega, & Urriolagoitia (2016); para el muestreo de aguas residuales hospitalarias, indicando lo siguiente:

- ✓ Se situó en la zona de muestreo en el dispositivo de mayor representatividad de agua residual de la red.
- ✓ Durante el muestreo deben evitarse las partículas grandes, el limo y/o los residuos flotantes que se hayan acumulado en el lugar de



la muestra. Si el muestreo no puede realizarse después del procedimiento de cribado, la muestra debe lograr sin compilar sólidos grandes.

- ✓ Manteniendo la tapa en su sitio, sumerja la botella inmediatamente en el agua residual, asegurándose de que no queda ningún espacio de aire.
- ✓ Los envases de las muestras de análisis se cerraron y se acompañaron a razón de la cadena de custodia para su transportabilidad y posterior análisis.

La muestra fue recolectada a una cantidad de 2 litros por cada punto de monitoreo; **siendo en total 5**, Por ello, durante el muestreo de las aguas residuales, se conservaba utilizando el equipo de seguridad adecuado (guantes, mascarillas, calzado o botas de goma); dado que los reactivos de preservación son elementos peligrosos, había que tener cuidado al hmanejar.

La muestra se tomaba en recipientes de vidrio o plástico para su análisis; como no podía examinarse de inmediato, se conservaba hasta su traslado al laboratorio manteniéndola en una nevera a 4 °C.

Para el rotulado, se diseñó una protocolo el cual contuvo los siguientes datos: el nombre, el punto de monitoreo, hora fecha y, clase de ensayo, conservación y nombre del operador de la muestra.



Para transportar la muestra se rellenó una cadena de custodia y se garantizó su traslado hacia el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (EPISA), de la UANCV.

**b) Análisis de parámetros**

Los parámetros a analizar por el laboratorio de la EPISA – UANCV; para determinar su concentración fueron los apreciados en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Parámetros a analizar*

<b>Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos</b>	<b>Unidad</b>	<b>VMA – AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA</b>	<b>METODO DE ANALISIS</b>
<b>pH</b>	Acido/alcalino	6.5-8.5	AWWA 2012 (ex situ)
<b>Temperatura</b>	°C	<35	AWWA 2012 (ex situ)
<b>Sólidos suspendidos</b>	mg/L	500	AWWA 2012 (ex situ)
<b>DBO5</b>	mg/L	500	AWWA 2012 (ex situ)
<b>DQO</b>	mg/L	1000	AWWA 2012 (ex situ)
<b>Coliformes totales</b>	NMP/100 ml	20,000	AWWA 2012 (ex situ)
<b>Coliformes termotolerantes</b>	NMP/100 ml	10,000	AWWA 2012 (ex situ)

Nos ceñimos a las directrices proporcionadas en la 22ª edición de los Métodos Estándar para el Análisis de Aguas Residuales (AWWA, 2012).

Para finalmente compararlo con los VMA

### 3.9. Contrastación de Hipótesis

**H<sub>1</sub>**: Características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli; superan los valores máximos admisibles

**H<sub>0</sub>**: Características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli; no superan los valores máximos admisibles

Se utilizó el programa informático IBM SPSS Statistic, considerado una excelente herramienta para la comprobación de hipótesis, para comprobar la hipótesis con una muestra mediante el proceso de comprobación de hipótesis t-Student, de acuerdo con las directrices que figuran en el Cuadro 5.

**Tabla 5**

*Prueba de hipótesis t-Student para muestras relacionadas*

Criterio para decidir			
P-valor	= < $\alpha$ , se rechaza	Hi	Se acepta la
	la Ho		
P-valor	= > $\alpha$ , se acepta la	Hi	Se rechaza la
	Ho		



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Describir generación de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024

Actualmente la generación de aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines; vienen siendo vertidas hacia el colector principal de las diferentes áreas; presentando los siguientes resultados.

En la tabla 6, se exhibe el caudal conseguido por medio del aforo de agua por la técnica de prueba de bombeo, hallando un caudal de  $0.00042\text{m}^3/\text{s}$  (0.42 l/s), siendo este dato el caudal de las aguas residuales originadas en el Hospital Carlos Monge Medrano.

**Tabla 6**

*Cálculo del caudal de generación de aguas residuales*

Indicadores	und	Pruebas					
		1	2	3	4	5	
<b>Velocidad de desplazamiento</b>	Distancia (D)	m	0.10	0.05	0.05	0.09	0.08
	Tiempo (T)	s	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	Velocidad (Vd)	m/s	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
<b>Caudal</b>	Diámetro del pozo	Pulg	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	Área del pozo (Ap)	m <sup>2</sup>	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
	Caudal de aforo (Q)	m <sup>3</sup> /s	0.0006	0.0003	0.0003	0.0005	0.0005
	Caudal asumido (Q)	m <sup>3</sup> /s	<b>0.00042</b>				
	Caudal asumido (Q)	L/s	<b>0.42</b>				

En la tabla 7, se exhibe las dotaciones por servicio del hospital Rafael Ortiz Ravines, indicando que la dotación para establecimientos de salud; el reglamento nacional de edificaciones – IS010, establece 800litros/cama/día; por ende, existe 45 camas y la dotación que le pertenece es de 36000 l/día; y a razón de ello se emana al canal un caudal de 0.42litros/día lo cual es equivalente a 12.6litros/mes y 153.3litros por año; comparado con el caudal encontrado en la tabla 7 es similar.

Tabla 7

*Dotaciones por servicio del hospital Rafael Ortiz Ravines*

SERVICIO	NUMERO DE CAMAS	DOTACIONES (litros/cama/día)	Caudal (litros/seg.)
<b>1 MEDICINA</b>	<b>5</b>	<b>4000</b>	<b>0.046</b>
2 Medicina General	3	2400	0.028
3 Neumología	1	800	0.009
4 Cardiología	-	-	-
5 Neurología	-	-	-
6 Gastroenterología	1	800	0.009
7 Psiquiatría	-	-	-
8 Nefrología	-	-	-
9 Dermatología	-	-	-
10 Otros	-	-	-
<b>11 CIRUGIA</b>	<b>8</b>	<b>6400</b>	<b>0.074</b>
12 Cirugía	4	3200	0.037
13 Otorrinolaringología	-	-	-
14 Traum. Ortopedia	-	-	-
15 Oftalmología	2	1600	0.019
16 Urología	1	800	0.009
17 Neurocirugía	1	800	0.009
<b>18 UCI</b>	<b>3</b>	<b>2400</b>	<b>0.028</b>
<b>19 PEDIATRIA</b>	<b>3</b>	<b>2400</b>	<b>0.028</b>
20 1 a 11 meses	2	1600	0.019
21 (1 - 4a)	1	800	0.009
22 5 años	1	800	0.009
23 Escolar (6-14años)	1	800	0.009
<b>24 NEONATOLOGIA</b>	<b>2</b>	<b>1600</b>	<b>0.019</b>
25 Neonatología General	2	1600	0.019
<b>26 OBST. Y GINECOL.</b>	<b>2</b>	<b>1600</b>	<b>0.019</b>
27 Obstetricia	1	800	0.009
28 Ginecología	-	-	-
<b>29 AREA DE EMERGNCIA</b>	<b>1</b>	<b>800</b>	<b>0.009</b>
<b>30 TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>36000</b>	<b>0.42</b>

Fuente: Hospital Carlos Monge Medrano

Indicando que las áreas del nosocomio; principalmente las instalaciones sanitarias se presentan en buen estado; Adicional a ello también las redes de desagüe del hospital son principalmente de tubería de tipo galvanizada.



Todas estas redes que transportan las aguas residuales de las diferentes áreas del nosocomio se vierten en un pozo, donde se acumulan hasta que se transfieren al sistema de alcantarillado municipal en la parte superior del almacenamiento.

Así mismo se evidencia que las áreas del nosocomio no realizan la correcta disposición de los residuos sólidos, el cual muchos ellos como barbijos, pampers, toallas higiénicas, bolsas, jeringas agujas, envolturas de medicamentos, entre otros; son dispuestos en los inodoros o en lugares no autorizados logrando que estos provoquen obstrucciones en las tuberías y lleguen directamente al Caisson; y ahondando todo ello esta situación hace que se provoque el inadecuado bombeo del agua dentro del Caisson; encontrando principalmente residuos sólidos y lodos.

Por todo lo evidenciado actualmente el hospital, de la ciudad de Juli, realizan sus descargas del agua residual sin un tratamiento previo, por lo cual se puede decir que los contaminantes puedan exceder los valores máximos admisibles a la red de alcantarillado municipal.

#### **4.1.2. Determinar la concentración los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024**

En la tabla 8, se aprecia el contenido los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales del hospital – primera repetición; indicando que en los puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3, PM-4, PM-5) la temperatura fluctúa de 13.80° a 14.30°; mientras que el pH, fluctúa entre 7.30 a 7.80; así mismo los SST fluctúan de 35mg/l a 210mg/L; así

también la demanda química de oxígeno fluctúa entre 180.30mg/l a 526.50mg/l, de igual forma la demanda bioquímica de oxígeno fluctúa entre 87.20mg/l a 304.80mg/l; también los aceites y grasas fluctúan entre 1.20mg/l a 5.90mg/l, y finalmente los coliformes termotolerantes fluctúan entre 1500 NMP/100mL a 24000000 NMP/100mL respectivamente.

**Tabla 8**

*Concentración los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales del hospital – primera repetición*

N°	Parámetro	Und.	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
1	Temperatura	°C	13.80	13.90	13.80	14.00	14.30
2	pH	Und	7.30	7.50	7.40	7.80	7.70
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	90.00	70.00	120.00	210.00	35.00
4	Demanda química de oxígeno	mg/L	200.50	180.30	235.00	280.80	526.50
5	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	95.00	87.20	135.20	180.20	304.80
6	Aceites y grasas	mg/L	3.20	1.20	2.70	4.80	5.90
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	15000	24000	110000	2300000	24000000

En la tabla 9, se aprecia la concentraciones de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales hospitalarias – segunda repetición; indicando que en los puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3, PM-4, PM-5) la temperatura fluctúa de 13.50° a 14.10°; mientras que el pH, fluctúa entre 7.20 a 7.80; así mismo los sólidos totales en suspensión fluctúan de 67.40mg/l a 328.00mg/L; así también la demanda química de oxígeno fluctúa entre 160.20mg/l a 579.50mg/l, de igual forma la demanda bioquímica de oxígeno fluctúa entre 80.10mg/l a 315.80mg/l; también los

aceites y grasas fluctúan entre 1.50mg/l a 6.30mg/l, y finalmente los coliformes termotolerantes fluctúan entre 11000 NMP/100mL a 24000000 NMP/100mL respectivamente.

**Tabla 9**

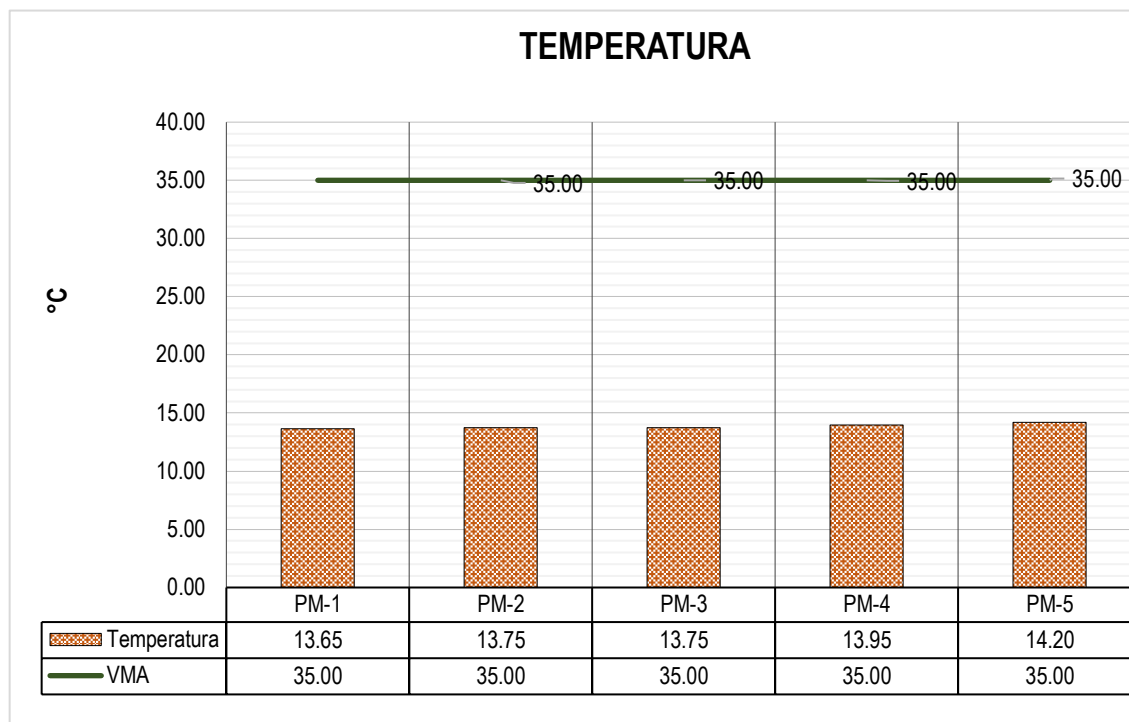
*concentraciones de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales hospitalarias – segunda repetición*

N°	Parámetro	Und.	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
1	Temperatura	°C	13.50	13.60	13.70	13.90	14.10
2	pH	Und	7.20	7.20	7.50	7.60	7.80
3	Solidos totales en suspensión	mg/L	85.40	67.40	115.20	227.00	328.00
4	Demanda química de oxígeno	mg/L	198.50	160.20	250.80	350.80	579.50
5	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	87.50	80.10	140.20	205.20	315.80
6	Aceites y grasas	mg/L	3.00	1.50	2.50	4.20	6.30
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	11000	43000	150000	1500000	24000000

### Figura 2

*Temperatura de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz*

*Ravines*

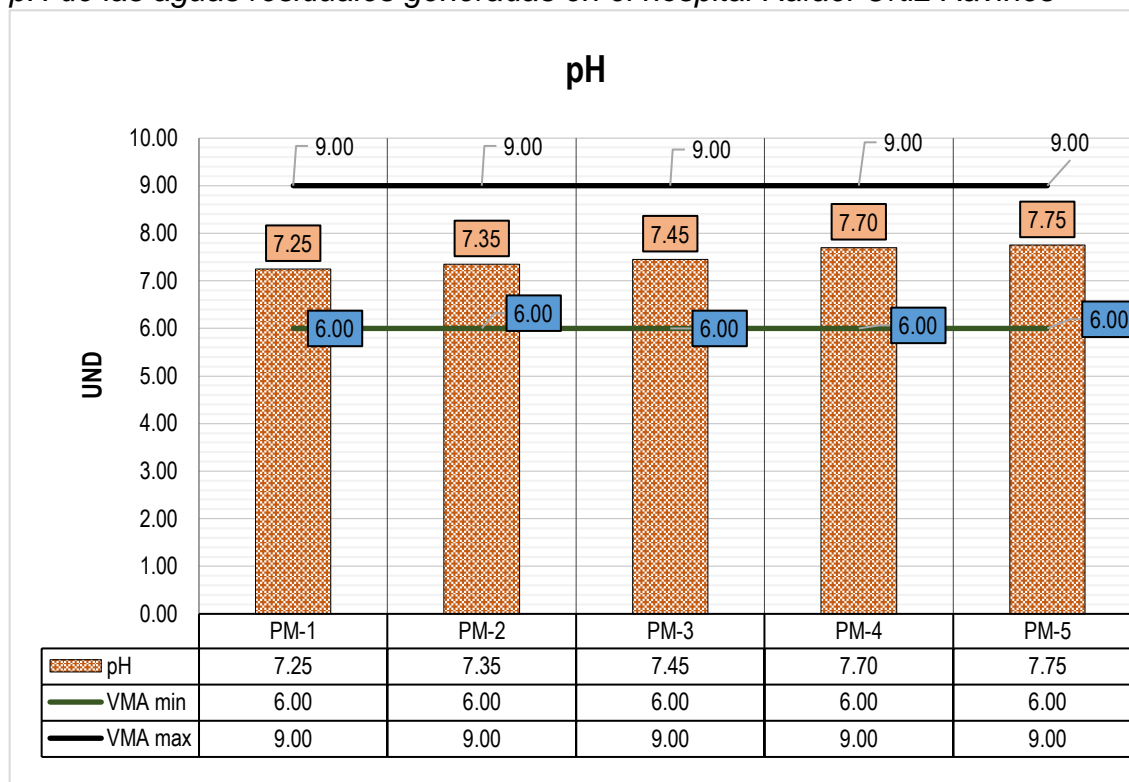


En la figura 2, se aprecia la temperatura de las aguas servidas originadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines; obtenidas del promedio de las repeticiones, indicando que el punto de muestreo PM-1 (aguas residuales provenientes del área de pediatría, cirugía, ecografía, consultorio dental), presentan una temperatura de 13.65°C; mientras que el PM-2 (aguas residuales provenientes del área administración, atención al cliente, oficinas), presentan una temperatura de 13.75°C; así también el PM-3 (aguas residuales provenientes del área de quirófano, pediatría, esterilización, cirugía menor), presentan una temperatura de 13.75°C; de igual forma el PM-4 (aguas residuales provenientes del área dental, laboratorio, control pre natal, tóxico, laboratorio, reniec, obstetricia, psicoprofilaxis, nutrición planificación familiar, ginecología), presentan una

temperatura de 13.95°C; y finalmente el PM-5; son las aguas residuales de la totalidad de las áreas en mención; presentando una temperatura de 14.20°C, todos ellos comparados con los VMA del D.S. 010-2019-VIVIENDA no la sobrepasan.

**Figura 3**

*pH de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines*

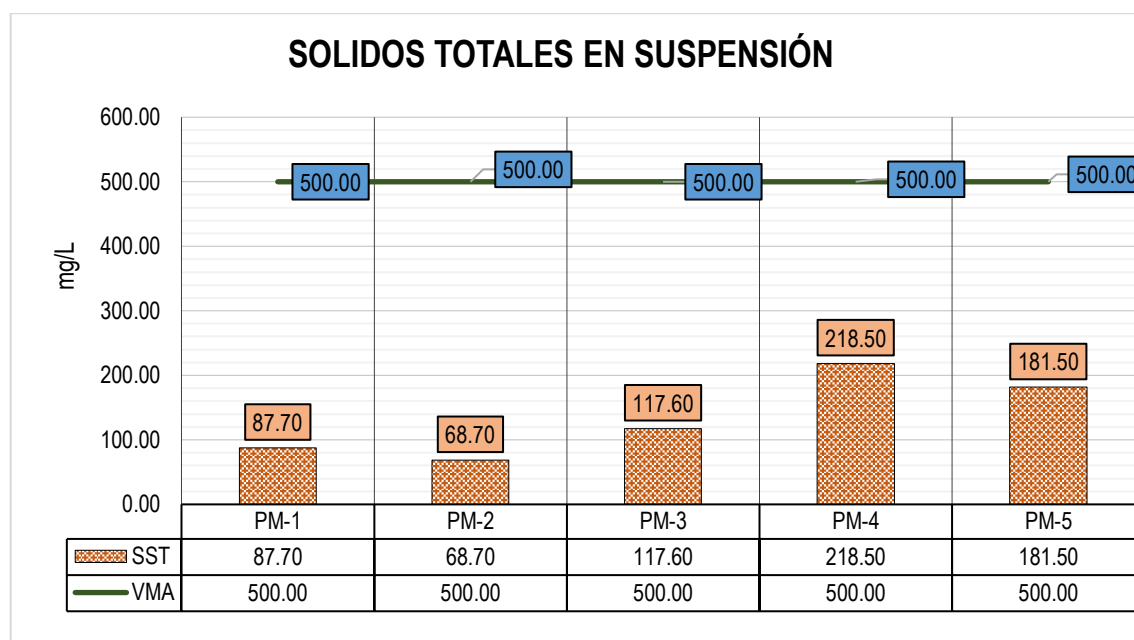


En la figura 3, se aprecia el pH de las aguas servidas generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines; obtenidas del promedio de las repeticiones, indicando que el punto de muestreo PM-1 (aguas residuales provenientes del área de pediatría, cirugía, ecografía, consultorio dental), presentan un pH de 7.25; mientras que el PM-2 (aguas residuales provenientes del área administración, atención al cliente, oficinas), presentan un pH de 7.35; así también el PM-3 (aguas residuales provenientes del área de quirófano, pediatría, esterilización, cirugía menor),

presentan un pH de 7.45; de igual forma el PM-4 (aguas residuales provenientes del área dental, laboratorio, control pre natal, tóxico, laboratorio, reniec, obstetricia, psicoprofilaxis, nutrición planificación familiar, ginecología), presentan un pH de 7.70; y finalmente el PM-5; son las aguas residuales de la totalidad de las áreas en mención; presentan un pH de 7.75, todos ellos comparados con los VMA del D.S. 010-2019-VIVIENDA no la exceden.

**Figura 4**

*cantidad de partículas totales en suspensión en las aguas residuales producidas en el hospital Rafael Ortiz Barrancos.*

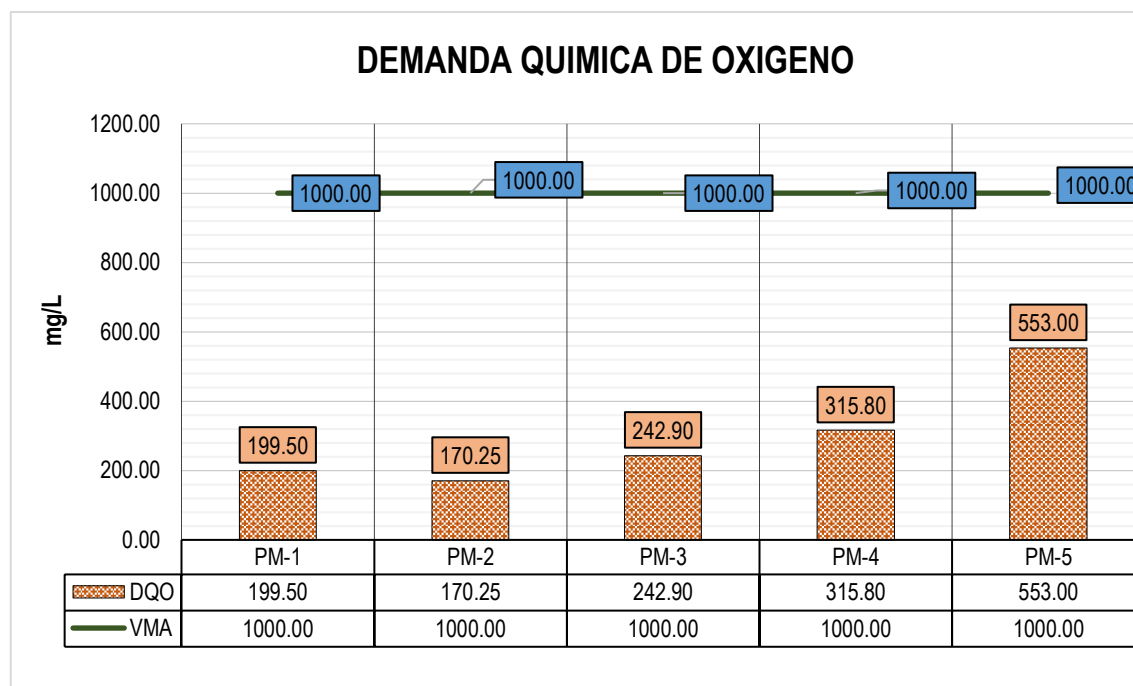


En la figura 4, se aprecia la concentración de los (SST) de las aguas residuales originadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines; obtenidas del promedio de las repeticiones, indicando que el punto de muestreo PM-1 (aguas residuales provenientes del área de pediatría, cirugía, ecografía, consultorio dental), presentan 87.70mg/l de SST; mientras que el PM-2 (aguas residuales

provenientes del área administración, atención al cliente, oficinas), presentan 68.70mg/l de SST; así también el PM-3 (aguas residuales provenientes del área de quirófano, pediatría, esterilización, cirugía menor), presentan 117.60mg/l de SST; de igual forma el PM-4 (aguas residuales provenientes del área dental, laboratorio, control pre natal, tópico, laboratorio, reniec, obstetricia, psicoprofilaxis, nutrición planificación familiar, ginecología), presentan 218.50mg/l de SST; y finalmente el PM-5; son las aguas residuales de la totalidad de las áreas en mención; presentan 181.50mg/l de SST; todos ellos comparados con los VMA del D.S. 010-2019-VIVIENDA no la exceden.

**Figura 5**

*nivel de demanda química de oxígeno en las aguas residuales producidas en el hospital Rafael Ortiz Barrancos.*

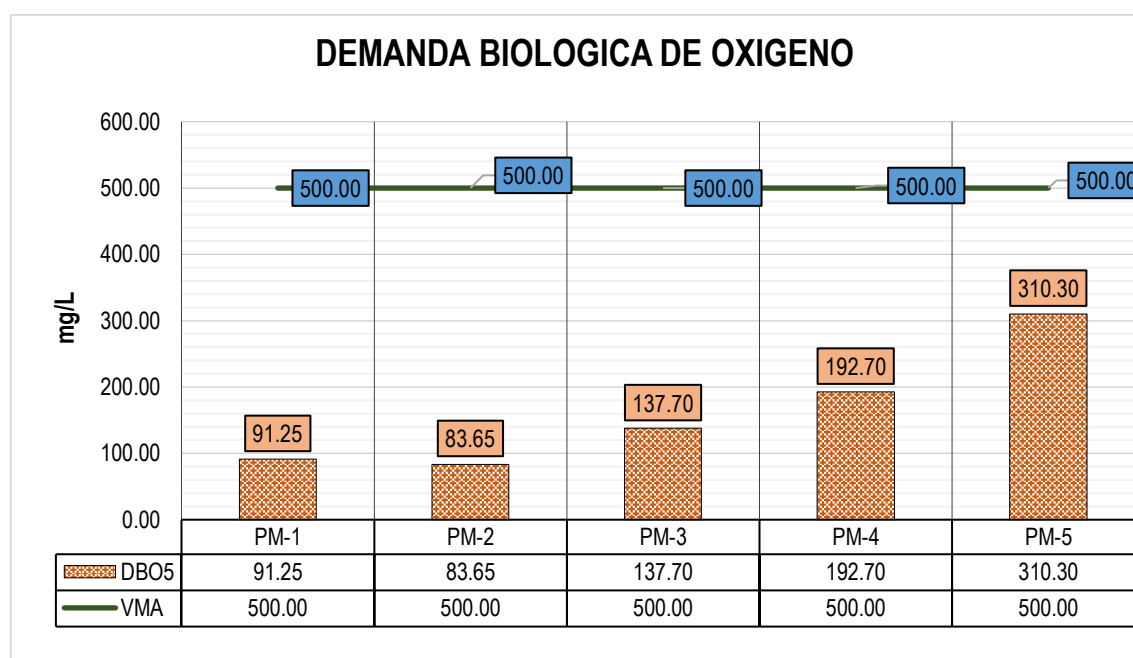


En la figura 5, se aprecia la concentración de la demanda química de oxígeno (DQO) de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines;

obtenidas del promedio de las repeticiones, indicando que el punto de muestreo PM-1 (aguas residuales provenientes del área de pediatría, cirugía, ecografía, consultorio dental), presentan 91.50mg/l de DBO; mientras que el PM-2 (aguas residuales provenientes del área administración, atención al cliente, oficinas), presentan 83.25mg/l de DBO; así también el PM-3 (aguas residuales provenientes del área de quirófano, pediatría, esterilización, cirugía menor), presentan 137.90mg/l de DBO; de igual forma el PM-4 (aguas residuales provenientes del área dental, laboratorio, control pre natal, tópico, laboratorio, reniec, obstetricia, psicoprofilaxis, nutrición planificación familiar, ginecología), presentan 192.80mg/l de DBO; y finalmente el PM-5; son las aguas residuales de la totalidad de las áreas en mención; presentan 310.00mg/l de DBO; todos ellos comparados con los VMA del D.S. 010-2019-VIVIENDA no la exceden.

**Figura 6**

*Concentración de la demanda biológica de oxígeno de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines*

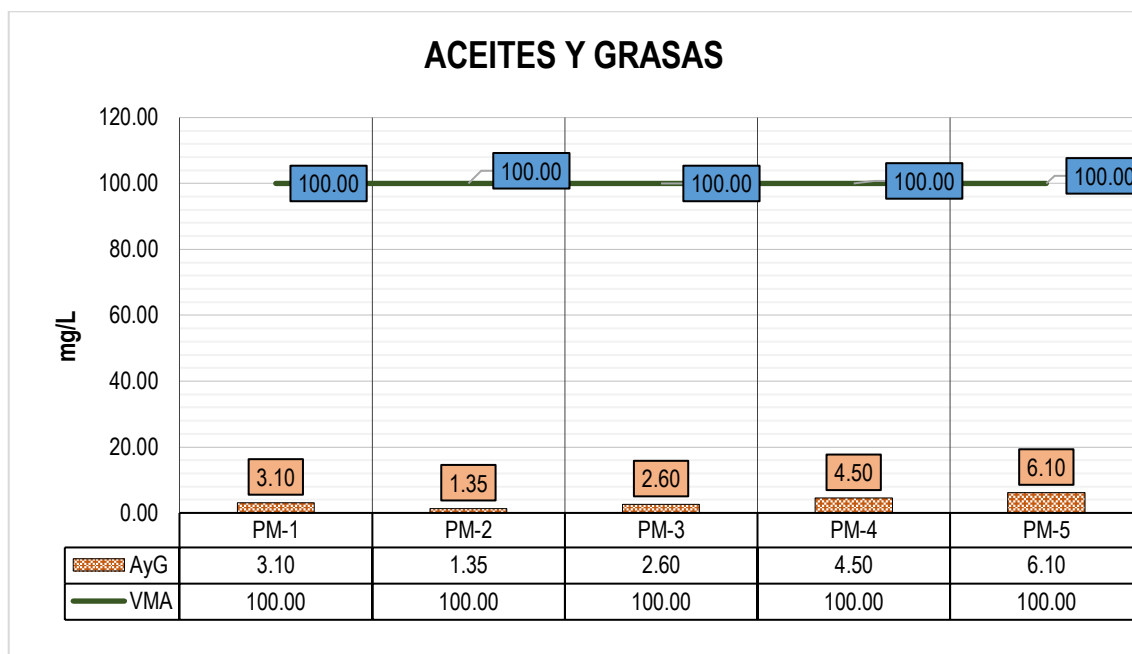




En la figura 6, se aprecia el contenido de la demanda biológica de oxígeno (DBO5) de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines; obtenidas del promedio de las repeticiones, indicando que el punto de muestreo PM-1 (aguas residuales provenientes del área de pediatría, cirugía, ecografía, consultorio dental), presentan 91.25mg/l de DBO5; mientras que el PM-2 (aguas residuales provenientes del área administración, atención al cliente, oficinas), presentan 83.65mg/l de DBO5; así también el PM-3 (aguas residuales provenientes del área de quirófano, pediatría, esterilización, cirugía menor), presentan 137.70mg/l de DBO5; de igual forma el PM-4 (aguas residuales provenientes del área dental, laboratorio, control pre natal, tóxico, laboratorio, reniec, obstetricia, psicoprofilaxis, nutrición planificación familiar, ginecología), presentan 192.70mg/l de DBO5; y finalmente el PM-5; son las aguas residuales de la totalidad de las áreas en mención; presentan 310.30mg/l de DBO5; todos ellos comparados con los VMA del D.S. 010-2019-VIVIENDA no la exceden.

**Figura 7**

*Concentración de aceites y grasas de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines*

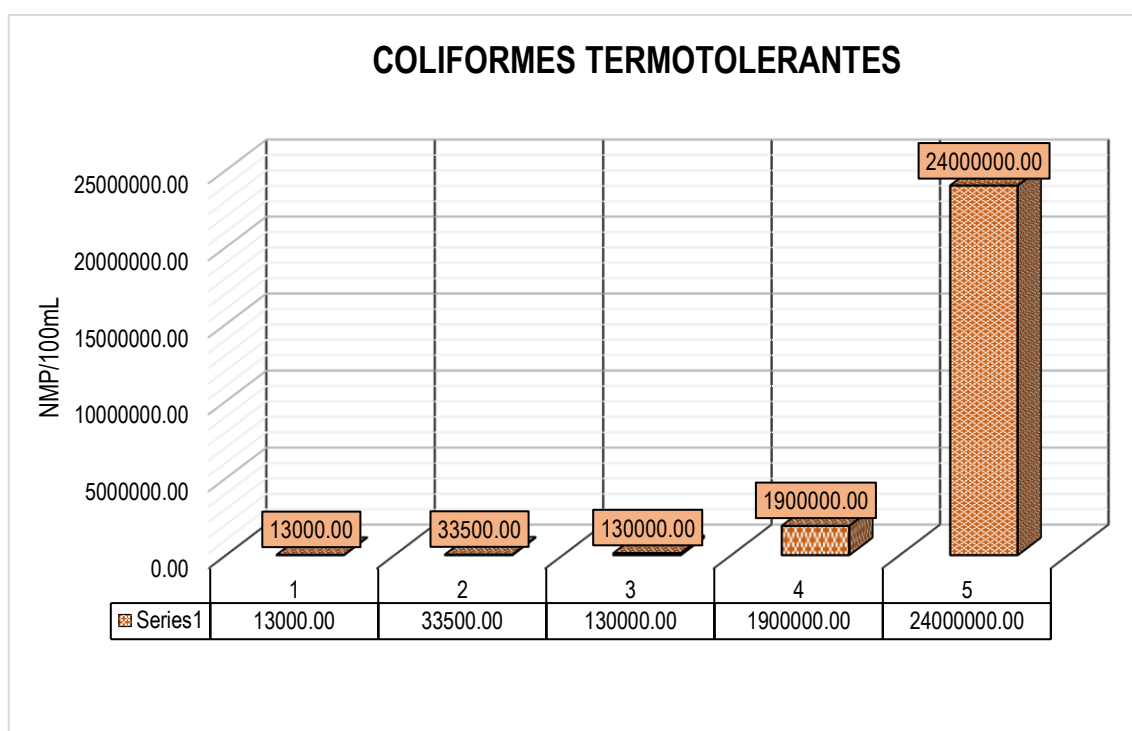


En la figura 7, se aprecia el contenido de aceites y grasas (AyG) de las aguas residuales originadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines; obtenidas del promedio de las repeticiones, indicando que el punto de muestreo PM-1 (aguas residuales provenientes del área de pediatría, cirugía, ecografía, consultorio dental), presentan 3.10mg/l de AyG; mientras que el PM-2 (aguas residuales provenientes del área administración, atención al cliente, oficinas), presentan 1.35mg/l de AyG; así también el PM-3 (aguas residuales provenientes del área de quirófano, pediatría, esterilización, cirugía menor), presentan 2.60mg/l de AyG; de igual forma el PM-4 (aguas residuales provenientes del área dental, laboratorio, control pre natal, tópico, laboratorio, reniec, obstetricia,

psicoprofilaxis, nutrición planificación familiar, ginecología), presentan 4.50mg/l de AyG; y finalmente el PM-5; son las aguas residuales de la totalidad de las áreas en mención; presentan 6.10mg/l de AyG; todos ellos comparados con los VMA del D.S. 010-2019-VIVIENDA no la exceden.

### Figura 8

*Concentración de aceites y grasas de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines*



En la figura 8, se aprecia el contenido de coliformes termotolerantes de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines; obtenidas del promedio de las repeticiones, indicando que el punto de muestreo PM-1 (aguas residuales provenientes del área de pediatría, cirugía, ecografía, consultorio dental), presentan 13000.00NMP/100ml de coliformes termotolerantes; mientras que el PM-2 (aguas residuales provenientes del área administración, atención al

cliente, oficinas), presentan 33500.00NMP/100ml de coliformes termotolerantes; así también el PM-3 (aguas residuales provenientes del área de quirófano, pediatría, esterilización, cirugía menor), presentan 130000.00NMP/100ml de coliformes termotolerantes; de igual forma el PM-4 (aguas residuales provenientes del área dental, laboratorio, control pre natal, tópico, laboratorio, reniec, obstetricia, psicoprofilaxis, nutrición planificación familiar, ginecología), presentan 1900000.00NMP/100ml de coliformes termotolerantes; y finalmente el PM-5; son las aguas residuales de la totalidad de las áreas en mención; presentan 24000000.00NMP/100ml de coliformes termotolerantes; dicho parámetro en mención, no presenta rangos establecidos en el los valores máximos admisibles del D.S. 010-2019-VIVIENDA.

#### 4.2. Prueba estadística

##### a) Prueba de normalidad

- Nivel de significancia = 5 %
- Nivel de confianza = 95 %
- Prueba de normalidad: Shapiro- Wilk
- Estimador:

Si P valor  $\Rightarrow$  0.05, = presenta distribución normal de los datos

Si P valor  $<$  0.05, = no presenta distribución normal de los datos

En la tabla 10, con el fin de determinar si los datos tienen una distribución normal y por lo tanto pueden ser sometidos a un análisis estadístico ANOVA, La concentración de factores fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas residuales hospitalarias se muestra mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Rafael Ortiz Ravines. Esta prueba arroja un valor P superior al valor alfa ( $\alpha > 0,05$ ).

**Tabla 10**

*Prueba de normalidad Shapiro – Wilk*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
<b>Metales pesados</b>	,326	14	,598

**b) Prueba estadística**

- Nivel de confianza al 95%
- Nivel de significancia al 5%
- Análisis estadístico: Análisis de la Variancia (ANOVA).

**Estimador:**

Si  $P < 0,05$  Se refuta la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa.

Si  $P > 0,05$  Se refuta la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.

En la tabla 11, se exhibe la prueba estadística ANOVA para conocer la relación del contenido de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas servidas originadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines con respecto a los VMA; escogiendo dicho método debido a que los datos presentan una distribución normal (paramétrico), indicando que el p-valor fue 0,838 comparados con el alfa que es de 0,05, es sin duda mayor; lo cual nos da a entender que no existe una correlación estadísticamente

significativa; aceptando la hipótesis nula: Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas servidas originadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli; no superan los VMA

**Tabla 11***Prueba estadística ANOVA*

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
		s		a		
<b>Concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos vs. VMA</b>	Entre grupos	2,343	1	,596	.	,838
	Dentro de grupos	,000	0	.		
	Total	2,343	1			
				4		

#### 4.3. Discusión

Las características de este estudio, en comparación con el estudio de León (2015), son diferentes. En ese estudio, los resultados fueron 86,21 NTFU para turbidez, 70 mg/L para alcalinidad y dureza total, 461,78 uS/cm para conductividad, 42,13 mg/L para cloruros, 46,12 mg/L para sulfatos, 0,57 mg/L para fluoruros, 16,15 mg/L para nitrógeno orgánico, 436,15 mg/L para DBO5 y 651,32 mg/L para DQO. Estos fluidos tienen el potencial de dañar el aire, el agua y la tierra, poniendo en riesgo la salud de las personas, si no se manipulan con el mayor cuidado posible.

El estudio de Cardeña (2021), que encontró que las grasas y aceites, los coliformes termotolerantes y la (DQO) excedían los (LMP), difiere del presente estudio en que también encontró que las aguas residuales de la



institución sanitaria de primer nivel de Cusco tienen una baja biodegradabilidad.

Comparativamente, las características del estudio de Macías (2020), son diferentes; encontraron altas concentraciones de DBO5 (4485,69 mgO<sub>2</sub>/l) y DQO (6253,23 mgO<sub>2</sub>/l), superiores hasta los importes máximos permitidos por la legislación vigente en Ecuador; eran altamente orgánicas; y es posible que existieran organismos patógenos, que representan una amenaza tanto para la población como para el ecosistema.

Y por último, en referencia al estudio de Rodríguez, (2015), tampoco son comparables los resultados de Coliformes Termotolerantes = 4600000 NMP/100 ml, DBO = 225 mg/l y DQO = 568 mg/l. Estos valores indican un aumento significativo en comparación con las LMP del hospital regional de Cajamarca, siendo frecuente la afirmación de la necesidad de una planta depurada de aguas servidas para su adecuada disposición en la red de alcantarillado.



## CONCLUSIONES

PRIMERA: Según los resultados se determina que las características físicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines; no exceden los rangos establecidos en los valores máximos admisibles del D.S. 010-2019-VIVIENDA.

SEGUNDA: Según los resultados se concluye que el caudal de distribución de aguas residuales es de 0.42l/s; así mismo el hospital presenta 15 áreas, adicional a ello las redes de desagüe del hospital son principalmente de tubería de tipo galvanizada, distribuyendo el agua sin ningún tratamiento previo, se acumula en un causón tipo pozo hasta que alcanza la parte superior de almacenamiento y, a continuación, se envía a la red de alcantarillado municipal.; manifestando que las redes de generación de aguas residuales se encuentran en buenas condiciones de operación.

TERCERA: Según los resultados el punto de confluencia de todas las aguas residuales originadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, presentan las siguientes concentraciones de los parámetros físico-químicos y microbiológicos: con una temperatura de 14.20°C; con un pH de 7.75; presentando una concentración de 181.50mg/l de SST; con 553.00mg/l de DQO; con 310.30mg/l de DBO5; así mismo presenta una concentración de 6.10mg/l de aceites y grasas; y finalmente presenta una concentración de 2400000.00NMP/100ml de coliformes termotolerantes



### RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda cambiar el sistema de conductos de hierro galvanizado que traslada el agua residual proveniente del establecimiento de salud después de superar su vida útil, ya que la misma puede deteriorarse.

SEGUNDA: Se recomienda dar mantenimiento rutinario de todo el sistema interno de conducción de aguas servidas y de equipar a su personal con el material de seguridad necesario y adecuado.

TERCERA: Se recomienda implementar una depuración de aguas residuales del centro de salud para disminuir la carga de contaminantes del agua esparcida a la red municipal.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, C., & Escudero, A. (2018). *Estudio preliminar de la presencia de compuestos emergentes en las aguas residuales del Hospital Universidad del Norte*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Bolaños, J., Cordero, G., & Segura, G. (2017). *Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica)*. cantones de Alajuela: Tecnología en Marcha,. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-15.pdf>
- Buenaño, E., & Cevallos, O. (2018). *Análisis de contaminantes emergentes en las aguas residuales del hospital básico del Puyo, IESS*. Puyo: Universidad Estatal Amazonica.
- Cama, D., & Huasco, M. (2019). *Evaluación de la calidad de agua en la planta de tratamiento de agua potable de Villa Rica-Oxapampa*. Lima: Universidad Peruana Unión.
- Cardeña, K. (2021). *Evaluación de los residuos sólidos y aguas residuales de los centros de salud de primer nivel de atención de la ciudad de Cusco*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Cartagena, M. (2021). *Efectividad de la Eisenia foetida en el tratamiento de aguas residuales en el distrito de San Sebastián, Provincia y Región del Cusco, 2020*. Lima: Universida Cesar Vallejo.



- Castro, E. (2019). *Estudio de viabilidad tecnica y economica de la implementacion del sistema de Toha (Lombrifiltro) para el tratamiento de las aguas residuales en el municipio de Tinjaca-Boyaca*. Boyaca: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Córdova Baldeón, I. (2018). *"Instrumentos de investigación"*. Lima: San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván.
- Crisales, A. (2023). *Implementación de un sistema de oxidación avanzada para el tratamiento de aguas residuales hospitalarias en la clínica Versalles-Sede Principal valle del Cauca*. Cauca: Uniautonomia.
- Guevara, W. (2020). *Evaluacion de la calidad de las aguas residuales del hospital regional docente de Cajamarca, 2019*. Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Obtenido de <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1454/TESIS%20WINSTON%202020.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Gutierrez, Y. (2018). *Determinación de la dinámica espacial de bofedales mediante imágenes satelitales landsat frente a escenarios del cambio climático en la cuenca del río coata durante el período de 1984-2016*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Hernandez, R., & Fernandez, C. (2018). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: McGrawHill Education.
- Leon Leon , M. C. (2015). *Caracterización físico-química, biológica y ecotoxicológica del agua residual de un hospital de la ciudad de Cuenca*.



Cuenca. Obtenido de

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21222/1/TESIS.pdf>

Leon, C. (2015). *Caracterización físico-química, biológica y ecotoxicológica del agua residual de un hospital de la ciudad de Cuenca*. Cuenca. Obtenido de

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21222/1/TESIS.pdf>

Macías, G. (2020). *Análisis de la calidad de aguas residuales del laboratorio clínico en un hospital de la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

Martinez, F. (2020). *Gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales en dos hospitales de la Región Callao, año 2020*. Lima: Universidad César Vallejo.

Mejía. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Lima: Centro de producción editoriale imprenta de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Menendez, D. (2017). *Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias*. Lima: Universidad César Vallejo.

MINAM. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio*. Lima: Ministerio del Ambiente.

MINAM. (2019). *Guía de evaluación del estado del ecosistema de bofedal*. Lima: Ministerio del Ambiente.



- OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Lima: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Lima: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- Pratibha, S., Mathur, N., Sing, A., & Bhatnagar, P. (2014). *Physico-chemical assessment of hospital wastewater quality*. Ginebra: International Journal of Development Research,.
- Rodriguez, O. (2015). *Análisis y plan de gestión de las aguas residuales del hospital regional de Cajamarca - 2015*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10891/rodriguez\\_co.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10891/rodriguez_co.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rodriguez, O. (2015). *Análisis y plan de gestión de las aguas residuales del hospital regional de Cajamarca - 2015*. Cajamarca: Universidad César Vallejo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10891/rodriguez\\_co.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10891/rodriguez_co.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Saboya, X. (2018). *Eficiencia del método de lombrifiltro en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales domésticas en el Distrito de Chachapoyas-Amazonas*. Lima: Universidad Peruana Unión.
- Saccaco, E. (2019). *Análisis de la base de datos de la calidad de agua para consumo humano del hospital Roman Egoavil Pando – Villa Rica*. Villa el Salvador: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.



- Sanchez, M., & Carrasco, F. (2010). *Control de la contaminación química y biológica de las aguas residuales Urbanas*. Andalucía: Universidad Internacional de Andalucía.
- Sánchez, M., Peón, E., Cardena, T., Ortega, L., & Urriolagoitia, G. (2016). *Evaluación inicial de parámetros de campo en un biodigestor anaeróbico para el tratamiento de aguas residuales*. Bogotá: Revista Colombiana de Biotecnología.
- Sapkota, B., Gupta, G., & Mainali, D. (2014). *Impact of intervention on healthcare waste management practices in a tertiary care governmental hospital of Nepal*. Nepal: BMC Public Health.
- Sawer, C. (2000). *Química para Ingeniería Ambiental, 4ªed. McGraw – Hill*. 4ªed. McGraw – Hill.
- Tacuri Robles, R. (2018). *Determinación de la calidad de agua de pozos artesianos y sus aspectos ambientales asociados, Juliaca, Puno, 2018*. Puno. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8842/UPMtaror.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- UNESCO. (2016). *Agua y Empleo*. Ginebra: Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación.
- VMA. (2009). *Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas*. IIMA: Vivienda.



# ANEXOS



Anexo 1

**Tabla 12**  
*Matriz de consistencia*

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>							
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024							
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	METODOLOGÍA
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Hipótesis Alterna</b>	<b>Independiente</b>		pH	Acido/alcalino	
¿Cuáles son las características los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024?	Determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024	Los parámetros físicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli; superan los valores máximos admisibles	1. Parámetros físicoquímicos y microbiológicos	Parámetros físicoquímicos y microbiológicos	Temperatura	°C	
					Solidos suspendidos	mg/L	<b>Tipo de investigación</b>
					DBO5	mg/L	Aplicativo
					DQO	mg/L	
					Coliformes totales	NMP/100 ml	
					Coliformes termo tolerantes	NMP/100 ml	<b>Nivel de investigación</b>
<b>Específicas</b>	<b>Específicas</b>	<b>Hipótesis Nula</b>	<b>Dependiente</b>	Valores máximos admisibles	Por encima de los VMA		No experimental
¿Cómo es la generación del agua residual del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024?	Describir generación de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024	Los parámetros físicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli; no superan los valores máximos admisibles	Calidad de las aguas residuales del hospital Rafael Ortiz Ravines	Temporadas de monitoreo	Por debajo de los VMA		
¿Cómo se encuentran los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024?	Determinar la concentración los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales generadas en el hospital Rafael Ortiz Ravines del distrito de Juli, 2024				Temporada de estiaje		<b>INSTRUMENTOS:</b>
							Laboratorio de análisis de aguas residuales



### Anexo 2. Certificado de análisis de aguas residuales



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

#### RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA063 - 2024

#### I. DATOS DEL SERVICIO

- I.1. Solicitante** : Duverly Jheison Calla Janampa
- I.2. Proyecto** : CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024

#### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto** : Aguas
- 2.2. Numero de muestras** : 05
- 2.3. Muestreado por** : Duverly Jheison Calla Janampa
- 2.4. Fecha de ensayo** : 22/07/2024
- 2.5. Departamento** : Puno
- 2.6. Provincia** : Chucuito
- 2.7. Distrito** : Juli
- 2.8. Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P - 1	E: 4511342 N: 8207949	21/07/2024	8:00
P - 2	E: 451162 N: 8207879	21/07/2024	8:30
P - 3	E: 451171 N: 8207920	21/07/2024	9:15
P - 4	E: 451186 N: 8207936	21/07/2024	10:20
P - 5	E: 451220 N: 8207995	21/07/2024	11:00

N°B.: 00229206

1



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

### III. RESULTADOS

N°	Parámetro	Unidad	P - 1	P - 2	P - 3	P - 4	P - 5
1	Temperatura	°C	13.8	13.9	13.8	14.0	14.3
2	pH		7.3	7.5	7.4	7.8	7.7
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	90	70	120	210	350.0
4	Demanda química de oxígeno	mg/L	200.5	180.3	235.0	280.8	526.5
5	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	95.0	87.2	135.2	180.2	304.8
6	Aceites y grasas	mg/L	3.2	1.2	2.7	4.8	5.9
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	$1.5 * 10^4$	$2.4 * 10^4$	$1.1 * 10^5$	$2.3 * 10^6$	$2.4 * 10^7$

### 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, 05 de agosto del 2024



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

### RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

#### INFORME N° LCA064 - 2024

#### I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Duverly Jheison Calla Janampa  
 1.2. **Proyecto** : CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DEL DISTRITO DE JULI 2024

#### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas  
 2.2. **Numero de muestras** : 05  
 2.3. **Muestreado por** : Duverly Jheison Calla Janampa  
 2.4. **Fecha de ensayo** : 25/07/2024  
 2.5. **Departamento** : Puno  
 2.6. **Provincia** : Chucuito  
 2.7. **Distrito** : Juli  
 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P - 1	E: 4511342 N: 8207949	24/07/2024	7:40
P - 2	E: 451162 N: 8207879	24/07/2024	8:15
P - 3	E: 451171 N: 8207920	24/07/2024	8:40
P - 4	E: 451186 N: 8207936	24/07/2024	9:30
P - 5	E: 451220 N: 8207995	24/07/2024	10:20



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

### III. RESULTADOS

N°	Parámetro	Unidad	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
1	Temperatura	°C	13.5	13.6	13.7	13.9	14.1
2	pH		7.2	7.2	7.5	7.6	7.8
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	85.4	67.4	115.2	227.0	328.0
4	Demanda química de oxígeno	mg/L	198.5	160.2	250.8	350.8	579.5
5	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	87.5	80.1	140.2	205.2	315.8
6	Aceites y grasas	mg/L	3.0	1.5	2.5	4.2	6.3
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	$1.1 * 10^4$	$4.3 * 10^4$	$1.5 * 10^5$	$1.5 * 10^6$	$2.4 * 10^7$

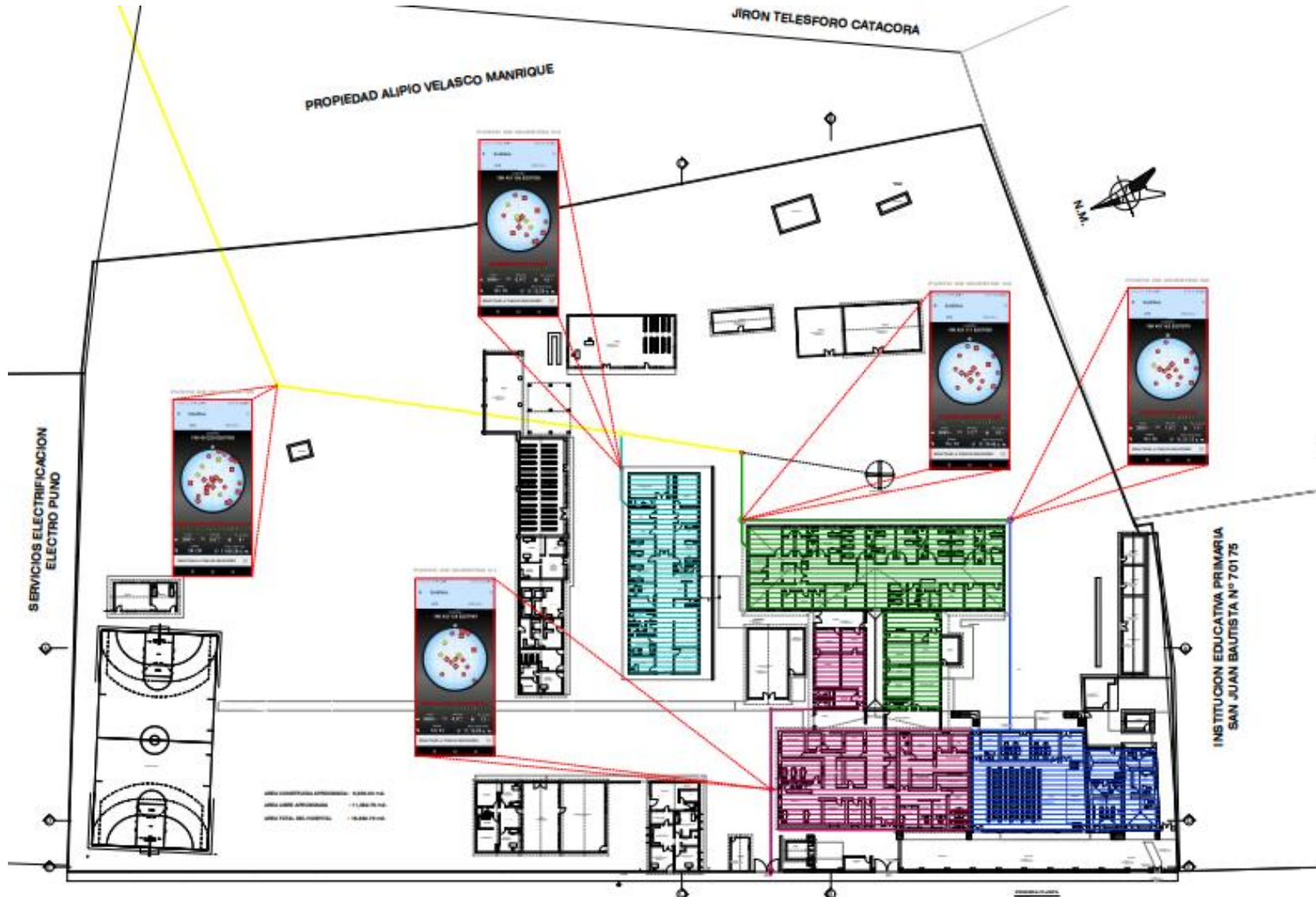
### IV. MÉTODO DE ENSAYO

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, 05 de agosto del 2024

N°B.: 00229206

### Anexo 3. Puntos de muestreo de agua residual



### Anexo 4. Panel fotográfico



HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DE LA CIUDAD DE JULI



SISTEMA DE EFLUENTE HACIA LA LAGUNA DE OXIDACION



PUNTO DE MUESTREO DE LA RED SANITARIA DEL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DE LA CIUDAD DE JULI



PUNTO DE CONCENTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL HOSPITAL RAFAEL ORTIZ RAVINES DE LA CIUDAD DE JULI



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 30-12-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Deverly Jheison Calle Janampa  
 Dirección: Jr. Huascar N° 548  
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70757128  
 Teléfono: 966348174 email: \_\_\_\_\_  
 Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_  
 Facultad y/o Escuela de Posgrado: Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras  
 Escuela Profesional o Mención: Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental  
 Título o Grado Académico a optar: Ingeniero Sanitario y Ambiental  
 Asesor: Dr. Ricardo Anibal Maldonado Mamani  
 Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:  
 Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico   
 Título: Características físico-químicas y microbiológicas de las aguas residuales generadas en el Hospital Rafael Ortiz Ravines del Distrito de Juli 2024  
 Palabras claves, (3 a 5 términos): Parámetros físico-químicos y microbiológicos, agua residual hospitalaria, VMA  
 ¿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, entre 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: Sanamiento Ambiental - P22

  
Firma de Autor



huella digital

30 de Diciembre del 2024

Fecha