

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación de los riesgos ambientales de las lagunas  
facultativas de aguas residuales en el distrito de  
Santa Rosa de Ocopa-Concepción 2021**

Diana Geraldine Requena Maldonado

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS AMBIENTALES DE LAS LAGUNAS FACULTATIVAS DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE OCOPA-CONCEPCIÓN 2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

11%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a>	1 %
	Fuente de Internet	
2	<a href="http://repositoriodemo.continental.edu.pe">repositoriodemo.continental.edu.pe</a>	1 %
	Fuente de Internet	
3	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a>	1 %
	Fuente de Internet	
4	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a>	1 %
	Fuente de Internet	
5	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a>	1 %
	Fuente de Internet	
6	<a href="http://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a>	1 %
	Fuente de Internet	
7	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a>	1 %
	Fuente de Internet	
8	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a>	1 %
	Fuente de Internet	

9	<a href="https://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://www.repositorio.unu.edu.pe">www.repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
12	<a href="https://repositorio.upsc.edu.pe">repositorio.upsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.pumagua.unam.mx">www.pumagua.unam.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="https://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="https://pure.uva.nl">pure.uva.nl</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="https://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="https://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="https://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a>	

Fuente de Internet

<1 %

21

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

Fuente de Internet

<1 %

22

[core.ac.uk](https://core.ac.uk)

Fuente de Internet

<1 %

23

Submitted to Universidad Andina Nestor  
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1 %

24

[redi.unjbg.edu.pe](https://redi.unjbg.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

25

[www.slideshare.net](https://www.slideshare.net)

Fuente de Internet

<1 %

26

HIDROSUELOS S.A.S., SUCURSAL DEL PERU.  
"Instrumento de Gestión Ambiental  
Complementario al SEIA, del Proyecto  
Recuperación de Áreas Degradadas por  
Residuos Sólidos en el Sector Rosa Roja,  
Distrito de Pariñas, Provincia de Talara,  
Departamento de Piura-IGA0020976", R.S. N°  
001-2022-SGAS-GSP-MPT, 2022

Publicación

<1 %

27

[repositorio.urp.edu.pe](https://repositorio.urp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

28

[repositorioacademico.upc.edu.pe](https://repositorioacademico.upc.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

29

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "ITS del Proyecto Planta de Compresión en el Campamento Base de Operaciones Nuevo Mundo para la Ampliación del Proyecto de Desarrollo del Área Sur del Campo Kinteroni-IGA0001880", R.D. N° 168-2016-MEM/DGAAE, 2021

Publicación

&lt;1 %

30

[portal.unas.edu.pe](http://portal.unas.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

31

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

Fuente de Internet

&lt;1 %

32

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

33

UMBRELLA ECOCONSULTING S.A.C.. "ITS de la Modificación de Sistemas de Tratamiento de Agua Potable y Aguas Residuales Domésticas Asociadas a los Campamentos y Casetas de Control de la Central Hidroeléctrica Marañón-IGA0015403", R.D.R. N° 128-2016-GR-HUANUCO/DREMH, 2022

Publicación

&lt;1 %

34

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

Fuente de Internet

&lt;1 %

35

ACON Ambiental Consultores S.A.C. - INERCO S.A.. "DIA del Proyecto Construcción Nueva

&lt;1 %

Subestación Orcotuna 220/60 kV y Enlaces de  
Conexión-IGA0005633", R.D. N° 209-2016-  
MEM/DGAAE, 2020

Publicación

36

C.I.C.A.INGENIEROS CONSULTORES PERU  
SAC.. "Actualización del EIA de la Planta de  
Sulfato de Manganeso Monohidratado-  
IGA0016568", R.D. N° 180-2019-  
PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2022

Publicación

<1 %

37

THE ANDEAN SUSTAINABLE GROUP S.A.C. -  
THE ANDEAN SG S.A.C.. "EIA del Proyecto  
Ariana-IGA0005501", R.D. N° 127-2016-  
MEM/DGAAM, 2020

Publicación

<1 %

38

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

Fuente de Internet

<1 %

39

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

Fuente de Internet

<1 %

40

Submitted to Universidad Catolica de  
Manizales

Trabajo del estudiante

<1 %

41

GARCIA CABRERA JUAN CARLOS. "EIA del  
Proyecto de Planta de Segregación de  
Residuos Sólidos de Huancayo-IGA0003686",  
R.D. N° 3094/2008/DIGESA/SA, 2020

Publicación

<1 %

42	<a href="http://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
43	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
44	Escamilla Ochoa José Antonio. "Apuntes de tratamiento de aguas residuales", TESIUNAM, 1996 Publicación	<1 %
45	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
46	Francisco José Colomer Mendoza. "Análisis y sistematización de la seguridad medioambiental de los vertederos controlados de residuos urbanos y asimilables. Aplicación a las balsas de lixiviados", Universitat Politecnica de Valencia, 2006 Publicación	<1 %
47	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
50	Submitted to Universidad Jose Carlos Mariategui	<1 %

51

[de.slideshare.net](https://de.slideshare.net)

Fuente de Internet

<1 %

52

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

Fuente de Internet

<1 %

53

[www.graf-agua.com](http://www.graf-agua.com)

Fuente de Internet

<1 %

54

ECOLOGIA Y TECNOLOGIA AMBIENTAL S.A.C.  
"Modificación del EIA del Proyecto en  
Ejecución de la Planta de Fabricación de Bolas  
de Acero a fin de Implementar el Proyecto  
Ampliatorio para la Planta de Fabricación de  
Piezas de Acero-IGA0009454", R.D. N° 490-  
2015-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

<1 %

55

Olivares Oropeza Nayelli Alejandra. "Calidad  
de vida en pacientes con micosis fungoide",  
TESIUNAM, 2018

Publicación

<1 %

56

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

Fuente de Internet

<1 %

57

AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES  
S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Infraestructura de  
Disposición Final de Residuos Sólidos No  
Municipales Peligrosos y No Peligrosos -

<1 %

Relleno de Seguridad La Joya-IGA0017851",  
R.D. N° 00037-2022-SENACE-PE/DEIN, 2022

Publicación

58

ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.. "Adenda al EIA de Renovación de Equipos, Maquinaria y del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de las Plantas de Congelado y Harina Residual, Ubicadas en el Distrito de Paíta, Piura-IGA0004579", R.D. N° 346-2016-PRODUCE/DGCHD, 2020

Publicación

<1 %

59

HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C  
HIDMEDAM S.A.C. "DIA del proyecto Ampliación del Sistema de Molinos de Yura-IGA0013976", Oficio N° 4889-2009-PRODUCE/DVMYPE-I/DGI-DAAI , 2021

Publicación

<1 %

60

Rivera Lima Aydee Fernanda. "Potencial de potabilización de agua de lluvias que ingresa a los Ríos Mixcoac y Texcalatlaco de la Ciudad de México", TESIUNAM, 2022

Publicación

<1 %

61

Submitted to Universidad Nacional Agraria de la Selva

Trabajo del estudiante

<1 %

62

dokumen.site

Fuente de Internet

<1 %

63	<a href="https://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
64	<a href="https://repositorio.ujcm.edu.pe">repositorio.ujcm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
65	<a href="https://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
66	<a href="https://repositorio.upse.edu.ec">repositorio.upse.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
67	Doris Mejia Avila, Kelly Ortega Agámez, Julieth Martínez Gómez. "Evaluación Del Riesgo Ambiental En Campus Universitarios. Caso Estudio: Universidad De Córdoba-Colombia", Ingeniería e Innovación, 2018 Publicación	<1 %
68	<a href="https://repositorio.udl.edu.pe">repositorio.udl.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
69	Submitted to Universidad Cientifica del Sur Trabajo del estudiante	<1 %
70	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
71	<a href="https://www.tdx.cat">www.tdx.cat</a> Fuente de Internet	<1 %
72	SGS DEL PERU S.A.C.. "DAA de la Planta de Fabricación de Cartones-IGA0009008", R.D. N° 482-2016-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020	<1 %

---

73	<a href="https://repositorio.upeu.edu.pe">repositorio.upeu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
74	Submitted to unasam Trabajo del estudiante	<1 %
75	<a href="http://www.aguasresiduales.info">www.aguasresiduales.info</a> Fuente de Internet	<1 %
76	Herrera Alanis José Luis. "Aspectos teoricos para el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales", TESIUNAM, 2002 Publicación	<1 %
77	INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "Modificación del Plan de Abandono de la Línea de Transmisión en 220 kV Talara - Piura para el No Retiro de las Fundaciones de las (Ex) Estructuras E197 y E198-IGA0013177", R.D. N° 0071-2021-MINEM/DGAAE , 2021 Publicación	<1 %
78	<a href="http://www.bahiablanca.gov.ar">www.bahiablanca.gov.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
79	IZQUIERDO MAS RUDY LUZ. "PAP de Tanque de Combustibles Líquidos y una Isla con sus Accesorios-IGA0020738", R.D. N° 245-2022-MINEM/DGAAH, 2022 Publicación	<1 %

---

80

Soto Esquivel Maria Guadalupe. "Tratamiento terciario de aguas residuales agro-industriales mediante el uso de reactores con plantas vasculares sub-emergentes (Hydrocotyle ramunculoides)", TESIUNAM, 1997

Publicación

&lt;1 %

81

Submitted to Webster University

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

82

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

Fuente de Internet

&lt;1 %

83

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

Fuente de Internet

&lt;1 %

84

[www.red-participacion.com](http://www.red-participacion.com)

Fuente de Internet

&lt;1 %

85

Mendez Tovar Maritza. "Las aguas residuales en la industria cervecera, control y manejo de contaminantes", TESIUNAM, 1995

Publicación

&lt;1 %

86

Romero Uriostegui Luis. "Reuso del agua residual tratada : análisis de financiamiento y comercialización", TESIUNAM, 2002

Publicación

&lt;1 %

87

SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "EIA-D del Proyecto Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131-IGA0001086", R.D. N° 108-2017-SENACE/DCA, 2021

Publicación

&lt;1 %

88

Villalpando Fuse Liliana. "XECJU, la explosiva 590. Radio revolucion en Puerto Vallarta : surguimiento, imapcto en el medio e influencia de su organizacion interna en su desempeño", TESIUNAM, 2001

Publicación

<1 %

89

do.wired.com

Fuente de Internet

<1 %

90

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

91

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

92

CARLOS ALFREDO MACHICAO PEREYRA Y ASOCIADOS S.R.L.. "PAMA de Planta de Beneficio y Procesos de Rico Pollo-IGA0015873", R.D.G. N° 042-12-AG-DVM-DGAAA, 2022

Publicación

<1 %

93

CONSULTORIA INTERNACIONAL EN INGENIERIA Y GESTION PARA EL DESARROLLO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA-CINYDE.

"PMA del Vertimiento de Agua Residual de la Unidad Productiva (Operativa) de la Central Térmica Ventanilla, para su Adecuación a la Cuarta Disposición Complementaria Transitoria del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (D.S. N° 001-2010-AG)-

<1 %

94

ECOLOGIA Y TECNOLOGIA AMBIENTAL S.A.C.  
"MEIA para la Implementación del Proyecto  
Implementar Línea de Cal, Mejoras  
Ambientales e Integración de Instrumentos  
Ambientales en la Planta Condorcocha-  
IGA0006877", R.D. N° 081-2018-  
PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

<1 %

95

García Fernandez Galicia Carlos Jesus.  
"Tratamiento de aguas residuales en suelos",  
TESIUNAM, 1995

Publicación

<1 %

96

María Elena Godoy Zúñiga. "Lingüística  
intercultural latinoamericana como propuesta  
de fortalecimiento de las competencias  
lectoras del español como lengua extranjera",  
Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

<1 %

97

[b-green.pe](http://b-green.pe)  
Fuente de Internet

<1 %

98

[biblioteca.usac.edu.gt](http://biblioteca.usac.edu.gt)  
Fuente de Internet

<1 %

99

[ilustrados.com](http://ilustrados.com)  
Fuente de Internet

<1 %

100	<a href="http://lectura.ilce.edu.mx:3000">lectura.ilce.edu.mx:3000</a> Fuente de Internet	<1 %
101	<a href="http://repositorio.ana.gob.pe">repositorio.ana.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
102	<a href="http://repositorio.uide.edu.ec">repositorio.uide.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
103	<a href="http://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
104	<a href="http://transportesynegocios.wordpress.com">transportesynegocios.wordpress.com</a> Fuente de Internet	<1 %
105	<a href="http://www.cepis.ops-oms.org">www.cepis.ops-oms.org</a> Fuente de Internet	<1 %
106	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
107	<a href="http://www.unicef.org">www.unicef.org</a> Fuente de Internet	<1 %
108	CESEL S A. "MEIA del Proyecto Ampliación de la Central Hidroeléctrica Santa Teresa-IGA0001581", R.D. N° 310-2016-MEM/DGAAE, 2020 Publicación	<1 %
109	CLEAN TECHNOLOGY S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos de Gestión No Municipal - Relleno de Seguridad	<1 %

Majes-IGA0003710", R.D. N° 00161-2019-  
SENACE-PE/DEIN, 2021

Publicación

---

110 ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.. "Modificación del PAMA del Fondo Avo-IGA0015647", R.D.G. N° 301-2019-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2022  $<1\%$

Publicación

---

111 LAURA LAGUNA CRUAÑES. "Reformulación de galletas de masa corta: cambios en reología, textura y propiedades sensoriales", Universitat Politecnica de Valencia, 2013  $<1\%$

Publicación

---

112 Rojas García José Alfredo. "Simulacion de la calidad del agua de corrientes superficiales para la determinacion de limites maximos permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales", TESIUNAM, 2002  $<1\%$

Publicación

---

113 Virique Rosas Julia Josephine. "Elaboración y análisis estadístico de un inventario de descargas de aguas residuales de los sectores industriales del municipio de Tlalnepantla de Baz, Estado de México", TESIUNAM, 2019  $<1\%$

Publicación

---

114 [ambiental.unam.mx](http://ambiental.unam.mx)  $<1\%$

Fuente de Internet

---

115 [annalsofrscb.ro](http://annalsofrscb.ro)  $<1\%$

Fuente de Internet

---

116	<a href="http://cybertesis.uni.edu.pe">cybertesis.uni.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
117	<a href="http://doctrina.vlex.com.co">doctrina.vlex.com.co</a> Fuente de Internet	<1 %
118	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
119	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
120	<a href="http://rabida.uhu.es">rabida.uhu.es</a> Fuente de Internet	<1 %
121	<a href="http://revistabiomedica.org">revistabiomedica.org</a> Fuente de Internet	<1 %
122	<a href="http://studylib.es">studylib.es</a> Fuente de Internet	<1 %
123	<a href="http://www.apostoles.gov.ar">www.apostoles.gov.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
124	<a href="http://www.enfoqueveracruz.com">www.enfoqueveracruz.com</a> Fuente de Internet	<1 %
125	<a href="http://www.minem.gob.pe">www.minem.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
126	<a href="http://www.oefa.gob.pe">www.oefa.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
127	<a href="http://www.osteopathicresearch.com">www.osteopathicresearch.com</a> Fuente de Internet	<1 %

---

128	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
129	www2.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
130	"Applied Technologies", Springer Science and Business Media LLC, 2021 Publicación	<1 %
131	Cinyde S.A.C.. "PMA del Vertimiento de Agua Residual de la Unidad Productiva (Operativa) de la Central Térmica Santa Rosa-IGA0005619", R.D. N° 338-2012/MEM-AAE, 2020 Publicación	<1 %
132	Espejel Ayala Fabricio. "Valoracion de los lodos en plantas potabilizadoras para elaborar productos ceramicos", TESIUNAM, 2007 Publicación	<1 %
133	Juarez Heredia Isabel de Castilla. "Reuso de las aguas residuales tratadas", TESIUNAM, 1995 Publicación	<1 %
134	Montero Farías Raúl. "Evaluación técnica-económica de un sistema de tratamiento conformado por una celda de electrólisis microbiana acoplada a reactores de	<1 %

biopelícula para el tratamiento de aguas residuales domiciliarias", TESIUNAM, 2022

Publicación

135

Néstor Velásquez Oliva, Julio Heriberto Eguigurems, Kevin Josué Cruz Pineda.  
"Potencial dendroenergético de la especie Vernonia patens "huesillo" para la producción de biomasa con fines energéticos", Tatascán, 2023

Publicación

<1 %

136

Omayra Luzmila Mori-Sánchez, Lia Ramos-Fernández, Willy Eduardo Lluén-Chero, Edwin Pino-Vargas, Lisveth Flores del Pino.  
"Application of the Iber Two-Dimensional Model to Recover the Water Quality in the Lurín River", Hydrology, 2023

Publicación

<1 %

137

[repositorio.unu.edu.pe](https://repositorio.unu.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

## **ASESORA**

Ing. Mirjana Alice Porlles Arteaga

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, doy gracias a Dios y a mis padres por el apoyo incondicional que me brindaron para culminar este proyecto

Agradezco a la Universidad Continental, por convertirme en una profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada uno de mis maestros por este proceso integro de formación.

Finalmente, agradezco a mi asesora por el apoyo en el desarrollo de mi proyecto, quien me ha guiado en el complicado proceso y sin su apoyo no se hubiera podido culminar la presente Tesis.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, el apoyo incondicional de ustedes me ayudó a seguir mis metas y siempre me motivaron constantemente en alcanzarlas.

# ÍNDICE

<b>ASESORA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>ÍNDICE</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xiii
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO</b> .....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.2.1. Problema general.....	4
1.1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.2. Objetivos .....	4
1.2.1. Objetivo general .....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación.....	5
1.4. Hipótesis y descripción de variables .....	5
1.4.1. Hipótesis de investigación.....	6
1.4.2. Hipótesis nula .....	6
1.4.3. Hipótesis específicas.....	6
1.4.4. Variables y operacionalización.....	6
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	8
2.1. Antecedentes de la investigación .....	8

2.1.1.	Antecedentes internacionales .....	8
2.1.2.	Antecedentes nacionales .....	9
2.2.	Bases teóricas .....	12
2.2.1.	Aguas residuales .....	12
2.2.2.	Lagunas de estabilización .....	13
2.2.3.	Lagunas facultativas.....	13
2.2.4.	Disposición de las lagunas.....	14
2.2.5.	Parámetros asociados a las aguas residuales .....	15
2.2.6.	Límites Máximos Permisibles (LMP).....	16
2.2.7.	Riesgos ambientales .....	17
2.2.7.1.	Procesos del sistema matricial del riesgo ambiental .....	17
2.3.	Definición de términos básicos.....	22
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>		<b>23</b>
3.1.	Método y alcance de la investigación.....	23
3.1.1.	Métodos de la investigación .....	23
3.1.1.1.	Método general o teórico de la investigación.....	23
3.1.1.2.	Método específico de la investigación.....	23
3.1.2.	Tipo de investigación.....	24
3.1.3.	Nivel de investigación.....	24
3.2.	Diseño de la investigación .....	24
3.3.	Descripción del área de estudio .....	25
3.4.	Población y muestra .....	26
3.4.1.	Población .....	26
3.4.2.	Muestra .....	27
3.5.	Descripción de la metodología .....	28
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>42</b>
4.1.	Determinación de la situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales.....	42

4.2. Identificación de los peligros que generan las lagunas facultativas .....	45
4.3. Determinación de las consecuencias de los escenarios de riesgos ambientales que se dan en las lagunas facultativas .....	45
4.4. Discusión de resultados.....	55
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tecnología de las PTAR en el ámbito de las empresas prestadoras.....	2
Figura 2. Proceso de la laguna facultativa.....	3
Figura 3. Mapa de ubicación de las lagunas facultativas de agua residual.....	26
Figura 4. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de la laguna.....	27
Figura 5. Flujograma de la metodología para la Evaluación del Riesgo Ambiental. ....	41
Figura 6. Gráfico de comparación de los resultados de DBO con los LMP.....	43
Figura 7. Gráfico de comparación de los resultados de SST con los LMP.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables. ....	7
Tabla 2. Límites Máximos Permisibles para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o industriales. ....	16
Tabla 3. Formulación de escenarios. ....	18
Tabla 4. Rango de estimación probabilística. ....	19
Tabla 5. Formulario para la estimación de la gravedad de las consecuencias. ....	19
Tabla 6. Rango de los límites de los entornos. ....	20
Tabla 7. Valoración de consecuencias Identificados. ....	21
Tabla 8. Estimador del riesgo ambiental. ....	21
Tabla 9. Centros Poblados, número de población y viviendas totales. ....	26
Tabla 10. Estimación de la probabilidad de ocurrencia. ....	32
Tabla 11. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 1 en el entorno humano...	33
Tabla 12. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 2 en el entorno humano...	34
Tabla 13. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 3 en el entorno humano...	34
Tabla 14. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 4 en el entorno humano...	35
Tabla 15. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 1 en el entorno natural. ....	35
Tabla 16. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 2 en el entorno natural. ....	36
Tabla 17. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 3 en el entorno natural. ....	36
Tabla 18. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 4 en el entorno natural. ....	37
Tabla 19. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 5 en el entorno natural. ....	37
Tabla 20. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 1 en el entorno socioeconómico. ....	38
Tabla 21. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 2 en el entorno socioeconómico. ....	38
Tabla 22. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 3 en el entorno socioeconómico. ....	39
Tabla 23. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 4 en el entorno socioeconómico. ....	39
Tabla 24. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 5 en el entorno socioeconómico. ....	40
Tabla 25. Resultados del muestreo DBO. ....	43
Tabla 26. Resultado del muestreo de SST. ....	44
Tabla 27. Identificación de los peligros que generan las lagunas facultativas. ....	45

Tabla 28. Formulación de escenarios, causa y consecuencias.....	46
Tabla 29. Estimación de la probabilidad para el entorno humano, natural y socioeconómico.....	47
Tabla 30. Estimación de la gravedad y valoración de los escenarios en el entorno humano.....	49
Tabla 31. Estimación de la gravedad y valoración de los escenarios en el entorno natural.....	50
Tabla 32. Estimación de la gravedad y valoración de los escenarios en el entorno socioeconómico.....	52
Tabla 33. Estimación del riesgo ambiental por cada entorno.....	54
Tabla 34. Caracterización del riesgo ambiental.....	55

## RESUMEN

Las lagunas facultativas son una alternativa viable para el tratamiento de aguas residuales, sin embargo, necesitan tener un adecuado mantenimiento y cuidado ya que al no tenerlo afectan a las poblaciones aledañas, tal como es el caso de la laguna facultativa ubicado en el distrito de Santa Rosa de Ocopa, provincia de Concepción, departamento de Junín. El objetivo de la presente tesis fue evaluar los riesgos ambientales generados por las lagunas facultativas para el tratamiento de las aguas residuales de la localidad mencionada. Los indicadores fueron basados en los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Se utilizó el método no probabilístico por conveniencia para la toma de muestras de agua en la laguna facultativa y se estimó el nivel de riesgo ambiental que generan estas lagunas para poder validar o desestimar las hipótesis planteadas.

Se identificaron los escenarios de riesgo; dentro de ello se tiene el vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo, además de la acumulación de residuos sólidos en las lagunas y zonas aledañas, la aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas, el riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales y el daño al paisaje natural de la zona. Por último, se estimó el nivel de riesgo en los 3 entornos (humano, natural y socioeconómico) dando como resultado un valor del 72 % que significa Riesgo Significativo, concluyendo que el gobierno local debe tomar medidas para poder controlar o eliminar los escenarios de riesgo que se generan las lagunas facultativas.

**Palabras clave:** laguna facultativa, riesgo ambiental, tratamiento de aguas residuales, peligro de afectación.

## ABSTRACT

The facultative lagoons are a viable alternative for the treatment of residual waters, however, they need to have an adequate maintenance and care since by not having it they affect the surrounding populations, as is the case of the facultative lagoon located in the district of Santa Rosa de Ocopa, province of Concepción, department of Junín. The objective of this thesis was to evaluate the environmental risks generated by the facultative lagoons for the treatment of wastewater from the mentioned locality. The indicators were based on the Maximum Permissible Limits (LMP) for effluents from domestic or municipal wastewater treatment plants approved by Supreme Decree N° 003-2010-MINAM. The non-probabilistic method was used for convenience to take water samples in the facultative lagoon and the level of environmental risk generated by these lagoons was estimated in order to validate or reject the hypotheses.

The risk scenarios were identified; within this there is the dumping of wastewater into the Achamayo river, in addition to the accumulation of solid waste in the lagoons and surrounding areas, the appearance of flies and insects that infest the facultative lagoons, the irrigation of agricultural and grazing areas with wastewater and damage to the natural landscape of the área. Finally, the level of risk in the 3 environments (human, natural and socioeconomic) was estimated, resulting in a value of 72%, which means Significant Risk, concluding that the local government must take measures to control or eliminate risk scenarios. facultative gaps are generated.

**Keywords:** facultative lagoon, environmental risk, wastewater treatment, danger of affectation.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, los sistemas de alcantarillado recolectan una cantidad aproximada de 747.3 millones de metros cúbicos de aguas residuales producto de las descargas de los usuarios conectados al servicio. Del total de este volumen, 29.1 % ingresa a un sistema de tratamiento de agua residual, varios de ellos con deficiencias en la operación y de mantenimiento, mientras que el 70.9 % se descarga directamente a cuerpos de agua (mar, lago o río) o se usa clandestinamente para fines agrícolas (1).

Según el “Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el ámbito de las empresas prestadoras 2022”, propuesto por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) (2), en la actualidad existe una variedad de tecnologías que se utilizan para el tratamiento del agua residual. Además, se firma que de las 171 PTAR operativas en el ámbito de prestación de los servicios de las empresas mencionadas, el 78 % corresponden a lagunas facultativas, el 6 % considera lodos activados, el 5 % filtros percoladores, entre otras tecnologías.

Las lagunas de estabilización abordan a una de las alternativas que más se acercan a reunir condiciones económicas, por su bajo costo de construcción y operación (3). Por esta razón, en el distrito de Santa Rosa de Ocopa se emplean las lagunas facultativas como tratamiento de sus aguas residuales, ya que optaron por el bajo costo de inversión para el tratamiento.

En el distrito de Santa Rosa de Ocopa, se empezó a utilizar las lagunas facultativas hace más de 15 años, aproximadamente, y en estos últimos años no recibió mantenimiento adecuado. En la primera laguna se observa que existe acumulación de sólidos en la zona de la entrada del afluente y en la tubería que pasa para la segunda laguna, la cual se observa obstruida, escenario que desfavorece el comportamiento hidráulico de la laguna al disminuir la capacidad de remoción de sólidos y lodos acumulados, por ello se ve afectada la eficiencia del tratamiento de las lagunas (4), constituyendo un riesgo para el ambiente y para la población que está expuesta, debido que a unos 15 metros se encuentra el río Achamayo, que es utilizado para el riesgo de zonas agrícolas y de uso recreativo de la población. Para ello, se toman en cuenta los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (D.S. N° 003-2010-MINAM), de los cuales se abordaron los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).

En el primer capítulo de este estudio se presentan la formulación del problema, los objetivos y la justificación que se tuvieron en cuenta al realizar la evaluación del riesgo ambiental de las lagunas facultativas.

En el segundo capítulo se exponen los antecedentes del estudio, los fundamentos teóricos y la definición de los términos. El tercer capítulo se ocupa de la metodología de la investigación, la muestra y el método de recolección de datos.

El cuarto capítulo, que concluye la investigación, contiene el análisis de la información y los resultados, así como una discusión de los mismos.

La autora.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, el aprovechamiento del agua genera residuos con un alto índice de contaminantes como aceites, grasas, material fecal, materia orgánica, entre otros. En algunos lugares, las viviendas están conectadas con una red de alcantarillado que recolectan las aguas que después pasan a un tratamiento de estabilización mediante lagunas facultativas, que tienen como finalidad remover la materia orgánica con microorganismos, algas y hongos, sin embargo, estas generan un riesgo ambiental y focos infecciosos para la salud debido al inadecuado manejo y mantenimiento de dichas lagunas (5).

En América Latina existe un déficit hidrológico, por la inexistencia de tratamientos de aguas residuales, lo cual hace difícil el reúso del recurso para diferentes actividades, así como fomenta la contaminación (5), es por ello que las ciudades optan por el uso de las lagunas facultativas, ya que está dentro de las posibilidades económicas. En el Perú, se tiene un gran porcentaje de aguas residuales sin tratamiento adecuado que contaminan los diferentes cuerpos de agua. Estas a su vez, por la infiltración, contaminan las aguas subterráneas que se vuelven un foco infeccioso para la salud de las poblaciones, así como para la flora y fauna (6).

Del inventario realizado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales en el año 2021, se señala la existencia de 171 PTAR y de estas el 78 % están constituidas exclusivamente por lagunas facultativas, lo cual se observa en la figura 1.

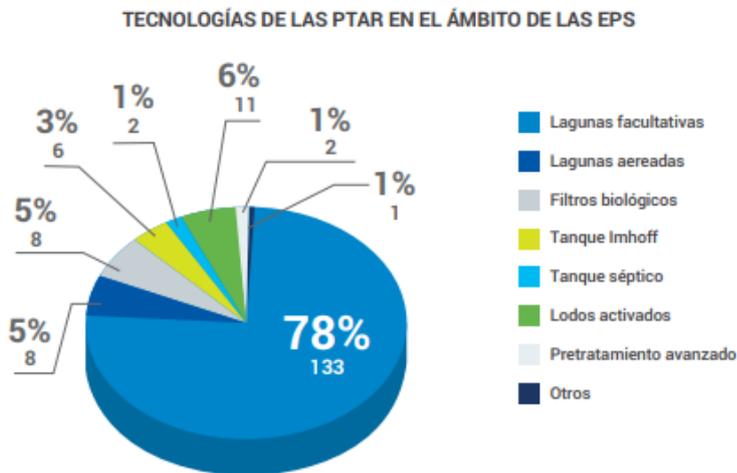


Figura 1. Tecnología de las PTAR en el ámbito de las empresas prestadoras.

Fuente: SUNASS (2).

En el Perú, durante los últimos años se ha visto que el sistema de alcantarillado reúne aproximadamente 747.3 millones de metros cúbicos de aguas contaminadas debido a la descarga de los servicios de la población. Del total existente, el 29.1 % de aguas residuales ingresa directamente al sistema de tratamiento de aguas y, como se sabe, muchas veces esto representa un alto índice de deficiencia ya que no reciben el mantenimiento respectivo o no se operan de manera adecuada, y las aguas residuales terminan en los cuerpos de agua más cercanos que muchas veces se utilizan para el riego de la agricultura, recreación o el uso como agua potable (7).

De forma similar, cuando las aguas residuales no tratadas se vierten en diferentes masas de agua, la acumulación de materia orgánica o sólidos cambia el hábitat de la vida acuática porque estas condiciones tendrán un impacto en los microorganismos del agua y disminuirán los niveles de oxígeno causados por la descomposición de la materia orgánica (7).

Uno de los sistemas que se utiliza para tratamiento de las aguas residuales domésticas son las lagunas de estabilización, que dentro de su clasificación encontramos a las lagunas facultativas, ofrecen menores gastos de funcionamiento y mantenimiento, lo que los hace de mayor uso en las poblaciones de bajo recursos económicos (8).

Las lagunas facultativas operan por la combinación del viento, luz solar, gases, algas (fotosíntesis), sedimentación, microorganismos, entre otros, condiciones que propagan una estabilización aerobia en una zona donde la penetración de la luz es efectiva y se da una fermentación anaerobia en los lodos que se encuentran al fondo de la laguna. La generación de oxígeno se da en mayor cantidad gracias a la actividad de fotosíntesis de las algas y de la aireación superficial (9), observándose ello en la figura 2.



Figura 2. Proceso de la laguna facultativa.

Fuente: Quispe (9).

Este tratamiento es utilizado para las aguas residuales municipales o industriales, ya que no requieren de tratamiento primario, sin embargo, es recomendable que se utilice un pretratamiento para retirar los contaminantes más grandes que pueda tener el agua, así como la arena entre otros. En los sistemas puede haber varias lagunas, ya que se puede operar en serie de más de dos lagunas, así teniendo una mayor producción de algas (10).

El distrito de Santa Rosa de Ocopa que está ubicado en la provincia de Concepción, departamento Junín, tiene una población de 607 habitantes según el último Censo 2017 que realizó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI); este distrito cuenta con un servicio de saneamiento

que solo abastece a un 75 % de su población, cuyas aguas residuales desembocan en las lagunas facultativas, las cuales no reciben un mantenimiento adecuado, por tanto, estas lagunas pueden causar daños ambientales y a la población que se encuentra aledaña, es por esto que es importante evaluar los riesgos ambientales que se desarrollan en el distrito.

## 1.1.2. Formulación del problema

### 1.1.2.1. Problema general

¿Cuál es el nivel de riesgo ambiental generado por las lagunas facultativas de aguas residuales ubicado en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021?

### 1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales del distrito de Santa Rosa de Ocopa?
- ¿Cuáles son los peligros que generan las lagunas facultativas en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021?
- ¿Cuáles son las consecuencias de los escenarios de riesgos ambientales que se dan en las lagunas facultativas en el Distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo general

Evaluar el nivel de riesgo ambiental generado por las lagunas facultativas de aguas residuales en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales del distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021.
- Identificar los peligros que generan las lagunas facultativas en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021.
- Identificar las consecuencias de los escenarios de riesgo ambiental que se da en las lagunas facultativas en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021.

### 1.3. Justificación

El objetivo del estudio es evaluar el nivel de riesgos ambientales que genera el tratamiento de las aguas residuales en las lagunas facultativas del distrito de Santa Rosa de Ocopa.

En la actualidad, la Municipalidad Distrital de Santa Rosa de Ocopa es la entidad encargada de verificar la operación, mantenimiento y gestión de las lagunas facultativas de aguas residuales, sin embargo, se evidencia la falta de evaluaciones de riesgos ambientales y la identificación de los impactos ambientales, estas acciones son importantes para plantear medidas correctivas o mitigantes con resultados positivos para el ambiente y la salud pública. Por tal motivo, es necesaria la atención de la Municipalidad de Santa Rosa de Ocopa en la operación de las lagunas facultativas, con la finalidad de evitar riesgos ambientales que perjudiquen a la población.

Para llevar a cabo el presente estudio, se siguieron los lineamientos establecidos de la Guía para Evaluación de Riesgos Ambientales del Ministerio del Ambiente (11); con los resultados obtenidos de la evaluación, se podrán plantear acciones que atiendan a las necesidades de la población y disminuir los riesgos ambientales.

### 1.4. Hipótesis y descripción de variables

#### 1.4.1. Hipótesis de investigación

H1: El nivel de riesgo que genera las lagunas facultativas de aguas residuales es significativo.

#### 1.4.2. Hipótesis nula

H0: El nivel de riesgo que genera las lagunas facultativas de aguas residuales no es significativo.

#### 1.4.3. Hipótesis específicas

- El sistema de tratamiento de aguas residuales se encuentra en malas condiciones de mantenimiento y operatividad.
- El peligro que se generan por las lagunas facultativas es la descarga del agua residual al río Achamayo.
- Las consecuencias de los escenarios de los riesgos ambientales son afectaciones a la salud, afectación a los cuerpos de aguas.

#### 1.4.4. Variables y operacionalización

- Variable dependiente: riesgos ambientales (entornos).
- Variable independiente: lagunas facultativas de aguas residuales.

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

TIPO DE VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADOR	PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION					
<b>Variable Independiente</b>	Lagunas facultativas de aguas residuales	Límites de los entornos	Los límites en los entornos (humano, ecológico y económico) se establecen a partir de los escenarios identificados en el área de estudio.	Cantidad	-	L/s	Cuantitativa	Intervalo				
				Peligrosidad	DBO	mg/L	Cuantitativa	Intervalo				
					Sólidos Totales en Suspensión	mg/L						
				Área de Influencia	Puntual / Poco extenso / Extenso / Muy extenso	km	Cuantitativa	Intervalo				
				Población afectada	Muy bajo / Bajo / Alto / Muy alto	# personas	Cuantitativa	Intervalo				
				Calidad del medio (Daño al medio)	Daño leve / Daño moderado / Daño alto / Daño muy alto	-	Cualitativa	Ordinal				
				Daño a la productividad	Muy bajo / Bajo / Alto / Muy alto	-	Cualitativa	Ordinal				
<b>Variable Dependiente</b>	Riesgos ambientales (entornos)	Posibilidad que ocurra una afectación directa o indirecta al entorno humano.	Entorno humano	Nivel de riesgo	-	Riesgo Leve / Riesgo Moderado / Riesgo Significativo	Cualitativa	Ordinal				
						Entorno natural	Posibilidad que ocurra una afectación directa o indirecta al entorno natural.	Nivel de riesgo	-	Riesgo Leve / Riesgo Moderado / Riesgo Significativo	Cualitativa	Ordinal
										Entorno socioeconómico	Posibilidad que ocurra una afectación directa o indirecta al entorno socioeconómico.	Nivel de riesgo

Fuente: elaboración propia.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

En la investigación titulada “Estudio y evaluación de las lagunas de estabilización como tratamiento de las aguas residuales domésticas en la Base Militar N° 10 de Jutiapa” se tuvo por objetivo el estudio de las lagunas facultativas, debido a que es un tratamiento que no requiere de gastos económicos muy altos, es por eso que es uno de los tratamientos más utilizados con respecto a aguas residuales domésticas, ya que dentro del trabajo se recomienda estar en una mejora constante de la operación, mantenimiento, entre otros para que así no se pueda afectar a ningún área cercana o a los recursos naturales que estén dentro de la base aérea. Se menciona que en Guatemala este tratamiento es muy conocido ya que se han realizado estudios en los cuales menciona que se puede utilizar para el riego en actividades como la agricultura, ya que, el proceso de remoción del material orgánico es muy significativo a comparación de otros procesos (12).

La importancia de esta tesis es que a pesar que la colonia militar cuenta con 3 lagunas de estabilización, según los resultados obtenidos resulta que solo la primera laguna actúa con mejor condición de remoción, entonces de suma relevancia ya que en el presente estudio se desarrollan con dos

lagunas facultativas, lo cual indica que si se da el mantenimiento adecuado de todo los procesos de operación, se puede llegar a una efectividad del 90-100 % de ambas lagunas y no de una sola, para que así no exista diferencia alguna y se pueda llegar a un tratamiento adecuado para las aguas residuales (12).

En el trabajo de investigación titulado “Evaluación ambiental de los sistemas de lagunas para el tratamiento de aguas residuales” se menciona sobre la implementación de las lagunas para así poder evaluar los diferentes impactos que pueda traer, a su vez, también establece las diferentes tecnologías que existen en la depuración y control, para que así se pueda tener una visión más clara para evaluar las posibles soluciones que podemos encontrar para disminuir los niveles de contaminación. Dentro de las recomendaciones que brinda, es que se tiene que generar un interés por parte de la población para alcanzar contextos de educación ambiental respecto del cuidado del agua, de forma que se alcancen a disminuir los niveles de contaminación existentes de modo que se pueda mejorar la calidad de vida y el tratamiento de aguas residuales (13).

En el trabajo de investigación titulado “Estudio del impacto ambiental y plan de manejo ambiental de la planta de tratamiento de aguas servidas de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de la parroquia Quinchicoto” se tuvo como principal objetivo elaborar un estudio de impacto ambiental, así como el manejo ambiental, de la planta de tratamiento de aguas de la Junta Administradora de Agua y Alcantarillado de la parroquia en mención. Como resultado de este estudio se dio que los impactos que se desarrollan son negativos ya que afecta a la calidad de vida porque las aguas contaminadas son directamente vertidas a un cauce natural que genera contaminación del agua y suelo, y como uno de los tratamientos se observó el hecho de revegetar las zonas afectadas para que así se puedan disminuir los olores (14).

#### 2.1.2. Antecedentes nacionales

En el trabajo de investigación titulado “Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú”, se precisa acerca de las diferentes problemáticas existentes en nuestro país debido al inadecuado tratamiento que les dan a las aguas contaminadas, donde en muchas veces las vierten directamente a una red de alcantarillado que esto a su vez llega a afectar a las poblaciones directamente al lugar y así como genera escenarios de riesgos ambientales. Asimismo, se menciona que en el país, según la Autoridad Nacional del Agua (ANA), aproximadamente 7 millones de habitantes carecen de acceso al agua potable ya que no cuentan con una red de alcantarillado ni saneamiento, lo cual pone en riesgo su salud por la inadecuada gestión y política para el tratamiento de aguas residuales domésticas en el Perú (5).

De igual forma, en Lima se realizó un informe donde se obtuvo que en la actualidad utilizan la desinfección como parte del tratamiento terciario, ya que en este caso los filtros percoladores ayudan a tratar el agua en un 0.25 %, por lo cual se podría considerar como un tratamiento primario, es por eso que se tienen que tener una organización más adecuada en los procesos inherentes al tratamiento de aguas, ya que solo el 4.9 % de las PTAR de aguas domésticas son operadas adecuadamente, siendo un claro índice que demuestra que falta la supervisión de dichas plantas que no operan óptimamente (5).

En la tesis titulada “Eficiencia de la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en de la ciudad de Celendín”, se tuvo como finalidad demostrar que las concentraciones de los parámetros de DBO, DQO y SST de las aguas residuales de la planta de tratamiento se encuentren dentro de la normativa ambiental para demostrar la eficiencia de la planta, debido a que las aguas residuales son vertidas al curso o masas de aguas continentales, de forma que se alcance a determinar el grado de contaminación que producen si no fueran tratadas, ya que no solo afectaría el ecosistema, sino también a la salud de la población, además, se precisa que a pocos metros de aquella planta se encuentran ubicados sembríos que abastecen al mercado central de Celendín (15). Esta tesis es de importancia debido a que existe un

escenario parecido lo cual aporta a comparar los resultados obtenidos y poder tener una conclusión más firme con respecto a los parámetros que se evalúan.

En el trabajo de investigación titulado “Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma - 2017” se tuvo por objetivo la evaluación de su sistema ya que menciona que las laguna de oxidación N°1 y N°2 no recibe el mantenimiento adecuado por parte de la entidad responsable, se realizan la toma de muestras para los parámetros de caracterización y de nivel de contaminación del agua residual que dan como resultado que excede los Límites Máximos Permisibles (LMP) y el Estándar de Calidad Ambiental (ECA). Dentro de la propuesta para la mejora está el mantenimiento de las lagunas, así como el tratamiento terciario con el filtro depurador, con cercos perimétricos y geomembrana, para que así se pueda disminuir los efectos contra la salud y al medio ambiente (16). Esta tesis es de relevancia ya que evidencia una problemática similar del presente estudio de las lagunas facultativas, lo cual la metodología de evaluación del sistema actual que manejan las lagunas de oxidación nos ayuda a poder tomar en cuenta que acciones se deben realizar antes y durante la implementación de las lagunas facultativas para el tratamiento de aguas residuales domésticas y tener una propuesta de mejora.

En el trabajo de investigación titulado “Evaluación y rediseño del sistema de lagunas de estabilización de la Universidad de Piura” tuvo por objetivo principal la depuración de las aguas residuales de acuerdo a las recomendaciones que les da la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y, a su vez, busca mejorar las condiciones que tienen las lagunas con su adecuado mantenimiento y una operación eficiente del sistema, ya que para la universidad este sistema le es rentable porque el costo de operación es relativamente bajo a comparación de otros; a pesar de ello, se tienen que tomar en cuenta las diferentes deficiencias que existen, no obstante, por ello se están dando las disposiciones adecuadas para que tengan una eficiencia completa (17). Esta tesis es de suma importancia debido a que se toman en cuenta las deficiencias que, en su gran mayoría, suelen darse en las lagunas, como es la falta de mantenimiento,

operatividad, entre otros, es por eso que se evaluaron las diferentes metodologías para evaluar los riesgos ambientales que generan las lagunas facultativas en este estudio, realizado en el distrito de Santa Rosa de Ocopa.

En el trabajo de investigación titulado “Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución”, se tuvo por objetivo efectuar un diagnóstico situacional del sistema para así encontrar problemáticas con el fin de minimizarlas, principalmente en procesos de operación o mantenimiento de la planta para así poder definir el impacto que puede causar el sistema, así como, definir un rediseño para las mejoras correspondientes en el sistema de aguas residuales (18).

La importancia de esta tesis es la evaluación que realizan en el sistema de aguas para así poder conocer acerca de metodologías que se emplean para el tratamiento adecuado, así como las acciones que realizan ante esto, y también la propuesta de solución que dan para la implementación y/o mejora de las lagunas para así poder disminuir los impactos que pueda traer para la población como para el medio ambiente.

En el trabajo de investigación titulado “El viento: factor importante en el tratamiento de aguas residuales mediante lagunas de estabilización”, se aborda la consideración que se debe tener para el adecuado diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, como el área donde se construye, la dirección y velocidad del viento, entre otros, para que no llegue afectar a las áreas de influencia directa e indirecta aledañas a las lagunas de estabilización (19).

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Aguas residuales

Se comprende por agua residual aquello que ha sido utilizado con un fin, en el cual se han agregado sustancias que deterioran su calidad original (generando contaminación) y así disminuye el potencial de su uso (17).

- Agua residual doméstica: Son las aguas provenientes de distintas actividades ya sean de índole doméstico y cotidiano, teniendo como ejemplos: uso de servicios higiénicos, lavado de ropa y servicios, preparación de alimentos, entre otros. Debido a ello, presenta un alto porcentaje de materia orgánica, de compuestos químicos (detergentes), y de microorganismos patógenos (20).

### 2.2.2. Lagunas de estabilización

Son un sistema de tratamiento para las aguas residuales, que trabajan de forma conjunta con algas, bacterias y organismos. Este tratamiento ofrece un coste operativo mínimo, convirtiéndolo en un sistema adecuado para poblaciones que no disponen de condiciones económicas elevadas para el tratamiento de sus aguas residuales (17). Prevé una estructura simple, con una profundidad de 1-4 metros, donde la carga orgánica del efluente es depurada por la acción de algas, bacterias y otros organismos.

Los siguientes elementos cruciales componen el tratamiento con lagunas de estabilización: reducción del nivel de SST, mantenimiento de la DBO y reducción de la prevalencia de organismos patógenos (9).

La eliminación de patógenos mediante lagunas de estabilización es una solución rentable; además, este sistema no requiere el uso de cloro para la desinfección del efluente y no requiere ningún componente mecánico, lo que ahorra dinero en costos de compra, operación y mantenimiento. Puede emplearse como tratamiento independiente o como componente de las etapas de tratamiento primario, secundario o terciario (9).

### 2.2.3. Lagunas facultativas

La laguna facultativa busca reducir y degradar de forma natural los contaminantes existentes en las aguas residuales (materia fecal, materia orgánica, grasas, etc.) con ayuda de microorganismos, algas, entre otros; estas poseen dos zonas, la aerobia y anaerobia, y su uso resulta muy beneficiario para el tratamiento de aguas residuales (13).

La eliminación de parásitos, bacterias y virus nocivos es el objetivo del tratamiento de aguas residuales mediante lagunas facultativas. Estas lagunas se utilizan para la protección epidemiológica precisamente porque reducen el número de organismos patógenos presentes en las aguas residuales. Además, contribuyen a la protección ecológica al disminuir la carga orgánica (DBO) de las aguas residuales, con el fin de lograr de esta manera que el nivel de oxígeno disuelto (OD) en los cuerpos receptores se vea menos comprometido (9).

Mientras que los sólidos de gran tamaño se hunden para formar una capa de lodo anaeróbico, los componentes orgánicos sólidos son oxidados por bacterias aeróbicas y facultativas utilizando el oxígeno producido por las algas que viven en la superficie. El beneficio de las lagunas facultativas es su facilidad de construcción y operación, así como su efectiva remoción de DBO y buena remoción de patógenos (21).

El buen funcionamiento y mantenimiento de las lagunas es crucial para su óptimo rendimiento, por lo que es imprescindible disponer de recursos suficientes para ello. Dado que estos deben cubrir todos los gastos necesarios, incluidos los de herramientas, equipos de protección, material de reparación, etc., dichos recursos nunca deben escasear (9).

#### 2.2.4. Disposición de las lagunas

- Operación en serie: el agua pasa de una unidad a otra en serie; la primera célula, conocida como laguna primaria, recibe las aguas residuales brutas, la segunda célula, conocida como laguna secundaria, y así sucesivamente. Esta tecnología suele reducir la cantidad de contaminantes, generando efluentes de mayor calidad (9).
- Operación en paralelo: este tipo de sistema funciona en paralelo, permitiendo que dos o más celdas reciban simultáneamente cargas orgánicas proporcionales a sus capacidades; esta configuración mejora la distribución de los sólidos sedimentables y le da la opción de retirar una celda para su limpieza mientras continúa distribuyendo la carga a las otras unidades (9).

#### 2.2.5. Parámetros asociados a las aguas residuales

- Aceites y grasas: los factores antropogénicos o naturales pueden ser los culpables de la contaminación de las vías navegables recreativas con sustancias aceitosas. La grasa y los subproductos aceitosos procedentes de la descomposición de la vegetación, que ya está muy avanzada, así como las operaciones industriales (lubricantes, etc.) y los residuos alimentarios producen aceites y grasas que suponen un reto para las bacterias a la hora de descomponerlos (20).
- Los coliformes termotolerantes también se conocen como coliformes fecales porque se originan en los intestinos de animales de sangre caliente. Pueden fermentar la lactosa a una temperatura de entre 44 y 45°C para generar gas. Se tienen microorganismos como la *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter* (20).
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): se utiliza para calcular cuánto oxígeno se necesita en las aguas residuales para descomponer la materia orgánica. El valor de la DBO muestra cuánto oxígeno disuelto (mg/L) se necesita durante un periodo de tiempo determinado para la degradación biológica de las sustancias orgánicas presentes; el valor de la DBO<sub>5</sub> muestra cuánto oxígeno consumen las bacterias y otros organismos durante un periodo de cinco días a una temperatura de unos 20°C para la degradación aeróbica de las sustancias presentes en el agua. Dado que se utiliza para estimar la cantidad aproximada de oxígeno necesario para estabilizar biológicamente la materia orgánica, la medición de la DBO es crucial para el tratamiento de aguas residuales y la gestión técnica de la calidad del agua (17).
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): se refiere a la cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica del agua. El dicromato potásico es el oxidante utilizado en este proceso, y su determinación en tres horas arroja resultados que suelen estar bien correlacionados con la DBO (20).
- Sólidos en Suspensión Totales (SST): Se trata de partículas flotantes que también son visibles a simple vista, como partes de frutas,

verduras y animales. Podemos distinguir estos sólidos en sólidos sedimentables que caen al fondo debido a la gravedad (17).

- pH: es un parámetro que se utiliza para determinar la cantidad de acidez o alcalinidad de una sustancia, lo que es significativo en diversos procesos químicos (22). El intervalo de pH entre 6.5 y 7.5 es ideal para el crecimiento de organismos; el intervalo de concentración suficiente para la presencia de vida biológica es bastante reducido (17).
- Temperatura: es un parámetro para el desarrollo de la vida acuática que actúa sobre las reacciones y velocidad de estas, que cuando ésta sea alta o baja se dará una alta población o reducción de algas respectivamente y esto ayuda a la eliminación de los contaminantes que se encuentren en las aguas residuales (23).

#### 2.2.6. Límites Máximos Permisibles (LMP)

Es la medida de la concentración o de los niveles de elementos, sustancias o parámetros químicos, físicos y biológicos que al ser excedidas puede perjudicar al medio ambiente y a la salud humana (22). La información se evidencia en la tabla 2.

Tabla 2. *Límites Máximos Permisibles para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o industriales.*

PARÁMETROS	UNIDAD	LMP
"Aceites y grasas"	"mg/L"	"20"
"Coliformes termotolerantes"	"NMP/100mL"	"10 000"
"Demanda Bioquímica de Oxígeno"	"mg/L"	"100"
"Demanda Química de Oxígeno"	"mg/L"	"200"
"pH"	-	"6.5 - 8.5"
"Sólidos totales en suspensión"	"mg/L"	"150"
"Temperatura"	"°C"	"< 35"

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

De los parámetros que se mencionan en los LMP que se observa en la tabla 2, en la investigación se trabajó con la DBO y los SST.

- Demanda Bioquímica de Oxígeno: dado que el análisis de la DBO se utiliza para determinar la cantidad aproximada de oxígeno necesaria para estabilizar la materia orgánica (17), es esencial para el tratamiento de las aguas residuales y el control técnico de la calidad del agua. La evaluación de la DBO determina en qué medida puede utilizarse el agua como fuente de infección y forma parte del proceso de determinación de la influencia sobre la vida acuática en las masas receptor.
- Sólidos Suspendidos Totales: están asociados al aporte de sólidos a los cauces de las corrientes superficiales, con origen de la dinámica natural de arrastre debida a las precipitaciones, por otro lado, a la erosión del suelo debida a la labranza y el arado agrícolas, la eliminación de la vegetación con fines de urbanización y la realización de proyectos de infraestructuras. Este aporte de sólidos al agua se asocia a efectos ecológicos negativos, a un aumento del color y la turbidez, y a la presencia de residuos tanto orgánicos como inorgánicos, que indirectamente ejerce un consumo de oxígeno del agua.

#### 2.2.7. Riesgos ambientales

Se describe como la probabilidad de que se materialice un peligro, y que comprometa la salud humana como resultado de la exposición a todos los productos tóxicos presentes en un lugar/situación, incluidos los compuestos tóxicos presentes que sean resultado de actividades industriales u otras fuera del lugar o de cualquier otra fuente de contaminación (11).

##### 2.2.7.1. Procesos del sistema matricial del riesgo ambiental

- 1) Análisis de riesgos ambientales:



Tabla 4. *Rango de estimación probabilística.*

“Valor”	“Probabilidad”	
5	“Muy probable”	“< una vez a la semana”
4	“Altamente probable”	“> una vez a la semana y < una vez al mes”
3	“Probable”	“> una vez al mes y < una vez al año”
2	“Posible”	“> una vez al año y < una vez cada 05 años”
1	“Poco probable”	“> una vez cada 05 años”

Fuente: Ministerio del Ambiente (11).

#### 4) Estimación de la gravedad:

Para la estimación de la gravedad, se dan valores dependiendo a los límites del entorno y la vulnerabilidad, ello presentado a continuación en la tabla 5.

Tabla 5. *Formulario para la estimación de la gravedad de las consecuencias.*

“Gravedad”	“Límites del entorno”	“Vulnerabilidad”
“Entorno natural”	= “Cantidad + 2 peligrosidad + extensión”	+ “Calidad del medio”
“Entorno humano”	= “Cantidad + 2 peligrosidad + extensión”	+ “Población afectada”
“Entorno socioeconómico”	= “Cantidad + 2 peligrosidad + extensión”	+ “Patrimonio y capital productivo”

Fuente: Ministerio del Ambiente (11).

- Cantidad: la cantidad de sustancia liberada en el entorno o zona de estudio
- Peligrosidad: Capacidad de una sustancia para causar daño, ya sea por toxicidad, acumulación, etc.
- Extensión: el área o espacio en el que se hace sentir el impacto.
- Calidad del medio: está definido como el impacto y su posible reversibilidad.

- Población afectada: el número total de individuos que sufren el impacto del medio ambiente.
- Patrimonio y capital productivo: La valoración del patrimonio social y económico, incluyendo la producción agrícola, las estructuras construidas, las áreas naturales protegidas y los servicios, se conoce como patrimonio y capital productivo.

Para la asignación de valores, se trabaja con la siguiente tabla, la cual se realiza con la información que se recopila en campo y de igual forma con los resultados de las muestras tomadas.

Tabla 6. *Rango de los límites de los entornos.*

"SOBRE EL ENTORNO HUMANO"				
"Valor"	"Cantidad"	"Peligrosidad"	"Extensión"	"Población afectada"
4	"Muy alta"	"Muy peligrosa"	"Muy extenso"	"Muy Alto"
3	"Alta"	"Peligrosa"	"Extenso"	"Alto"
2	"Poca"	"Poco peligrosa"	"Poco extenso"	"Bajo"
1	"Muy poca"	"No peligrosa"	"Puntual"	"Muy bajo"
"SOBRE EL ENTORNO NATURAL"				
"Valor"	"Cantidad"	"Peligrosidad"	"Extensión"	"Población afectada"
4	"Muy alta"	"Muy peligrosa"	"Muy extenso"	"Muy Alto"
3	"Alta"	"Peligrosa"	"Extenso"	"Alto"
2	"Poca"	"Poco peligrosa"	"Poco extenso"	"Bajo"
1	"Muy poca"	"No peligrosa"	"Puntual"	"Muy bajo"
SOBRE EL ENTORNO SOCIOECONOMICO				
"Valor"	"Cantidad"	"Peligrosidad"	"Extensión"	"Población afectada"
4	"Muy alta"	"Muy peligrosa"	"Muy extenso"	"Muy Alto"
3	"Alta"	"Peligrosa"	"Extenso"	"Alto"
2	"Poca"	"Poco peligrosa"	"Poco extenso"	"Bajo"
1	"Muy poca"	"No peligrosa"	"Puntual"	"Muy bajo"

Fuente: Ministerio del Ambiente (11).

Los rangos indicados son genéricos, por lo que los valores deben proporcionarse de acuerdo con los escenarios desarrollados en la investigación. Cada escenario se sigue valorando una vez obtenidas las conclusiones mediante el método desarrollado para estimar la gravedad de la consecuencia, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. *Valoración de consecuencias Identificados.*

“VALOR”	“VALORACIÓN”	“VALOR ASIGNADO”
“Crítico”	“20 - 18”	5
“Grave”	“17 - 15”	4
“Moderado”	“14 - 11”	3
“Leve”	“10 - 8”	2
“No relevante”	“7 - 5”	1

Fuente: Ministerio del Ambiente (11).

#### 5) Estimación del riesgo:

Para la estimación del riesgo ambiental, se debe tener la probabilidad y la gravedad de las consecuencias; tras ello, se procede a la estimación del valor del riesgo ambiental que viene a ser la multiplicación de ambos valores, este valor se da en los tres entornos, para después obtener un promedio. Una vez establecido ese valor, se especifica el tipo de riesgo ambiental y se compara con la tabla de la escala de riesgos, como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. *Estimador del riesgo ambiental.*

	“Valor Matricial”	“Equivalencia Porcentual” (%)	“Promedio” (%)
“Riesgo Significativo”:	“16 - 25”	“64 - 100”	“82”
“Riesgo Moderado”:	“6 - 15”	“24 - 60”	“42”
“Riesgo Leve”:	“1 - 5”	“1 - 20”	“10.50”

Fuente: Ministerio del Ambiente (11).

### 2.3. Definición de términos básicos

- Aguas residuales: se utiliza este nombre para las aguas que se usan domésticamente o en industrias, en otros casos también utilizan el nombre de vertidos residuales o aguas negras (6).
- Calidad del medio: se considera el impacto y su posible reversibilidad (11).
- Cantidad: es el probable volumen de sustancia emitida al entorno (11).
- Contaminación: propagación de un componente químico que puede tener un impacto nocivo sobre el medio ambiente en el suelo, el agua o el aire. Puede deberse a la agricultura, el transporte o la producción industrial (6).
- Evaluación de riesgos: para estimar el riesgo, la evaluación del riesgo integra los resultados de la evaluación de la toxicidad o de los efectos con los de la evaluación de la exposición (11). La evaluación del riesgo es una evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo para el ambiente o la salud derivado de la exposición a una sustancia química.
- Extensión: es el espacio de influencia del impacto en el entorno (11).
- Lagunas facultativas: son lagunas que trabajan aeróbica y anaeróbicamente, presentan bacterias facultativas que están ayudando a disminuir la materia orgánica existente (10).
- Patrimonio y capital productivo: se menciona la valoración del patrimonio económico y social (infraestructuras, agricultura, zonas residenciales y regiones de servicios) (11).
- Peligrosidad: es la propiedad o aptitud intrínseca de la sustancia de causar daño (toxicidad, etc.) (11).
- Población afectada: número estimado de personas afectadas (11).
- Riesgo ambiental: probabilidad de ocurrencia de un peligro afecte directamente/indirectamente al ambiente, en un lugar y tiempo determinado (11).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### 3.1. Método y alcance de la investigación

##### 3.1.1. Métodos de la investigación

###### 3.1.1.1. Método general o teórico de la investigación

El método general fue hipotético - deductivo, que es el camino lógico para buscar la solución a los problemas que se plantearon. Consiste en emitir hipótesis acerca de las posibles soluciones al problema planteado y en comprobar, con los datos disponibles, si éstos están de acuerdo con aquellas (25), en relación a que la hipótesis que se planteó sobre los riesgos ambientales de las lagunas facultativas de aguas residuales buscó refutar los daños que causan y a su vez deducir lo que lo produce.

###### 3.1.1.2. Método específico de la investigación

El método específico de la investigación fue observacional. Su propósito se orienta a describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una

fotografía” de algo que sucede (26) debido a se realizó una evaluación de los riesgos ambientales que se generaban con el uso de las lagunas facultativas de aguas residuales, más no se trabajó directamente con variables.

### 3.1.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada. “El tipo de investigación aplicada consiste en realizar trabajos aplicados con la finalidad de adquirir nuevos conocimientos, sin embargo, se centra básicamente en un objetivo concreto. Este tipo de investigación tiene en cuenta todos los conocimientos existentes y profundiza en ellos en un intento de solucionar problemas específicos” (27), ya que la presente tesis, con ayuda de la Guía de evaluación de riesgos ambientales, buscó analizar y comprender los existentes riesgos presentes en las lagunas facultativas.

### 3.1.3. Nivel de investigación

El nivel de Investigación fue descriptivo - explicativo. “Los estudios descriptivos son la base de las investigaciones correlacionales, las cuales a su vez proporcionan información para llevar a cabo estudios explicativos que generan un sentido de entendimiento y están muy estructurados” (26). En el estudio, se buscó describir los riesgos ambientales procedentes en las lagunas facultativas, así como explicar el motivo del cual generan daños al ambiente y a la población del distrito de Santa Rosa de Ocopa.

## 3.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación fue no experimental - transversal - causal; este diseño se refiere a recolectar datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (26). En el estudio no se trabajó directamente con variables delimitadas, es decir,

que solo se observaron las situaciones existentes en las lagunas facultativas para analizar los posibles riesgos y daños generados.

### 3.3. Descripción del área de estudio

- Ubicación:

El área de estudio está ubicada en el Perú, departamento de Junín, provincia de Concepción; sus coordenadas son 467671.9 Este 8687063.6 Norte, su altitud es de 3376 msnm, lo cual se observa en la figura 3.

- Uso actual:

Las actividades que se realizan en Santa Rosa de Ocopa, se enfocan en lo que es la crianza de animales, entre ellos: vacas, carneros, cerdos, y en lo que es la agricultura: papa, choclo, alcachofa, siendo ambos su principal ingreso para sus familias (28).

- Entorno físico:

Tipo de suelo: mixto, debido a que guardan características de los suelos arenosos y de los arcillosos, ya que se pueden aprovechar los beneficios a la hora de la agricultura (28).

- Estadísticas de población:

El distrito cuenta con una población total de 1983 habitantes con 785 viviendas. Su capital es el pueblo de Santa Rosa de Ocopa con 1198 habitantes y 507 viviendas. En la tabla 9 se observan los Centros Poblados que conforma el distrito, entre ellos se tienen a Santa Rosa de Ocopa, Huanchar, Aylapampa, Huayhuasca y Pampacruz.

Tabla 9. Centros Poblados, número de población y viviendas totales.

CENTRO POBLADO	POBLACIÓN TOTAL	VIVIENDAS TOTAL
SANTA ROSA DE OCOPA	1198	507
HUANCHAR	619	205
AYLAPAMPA	113	49
HUAYHUASCA	39	12
PAMPA CRUZ	14	8

Fuente: INEI (29).

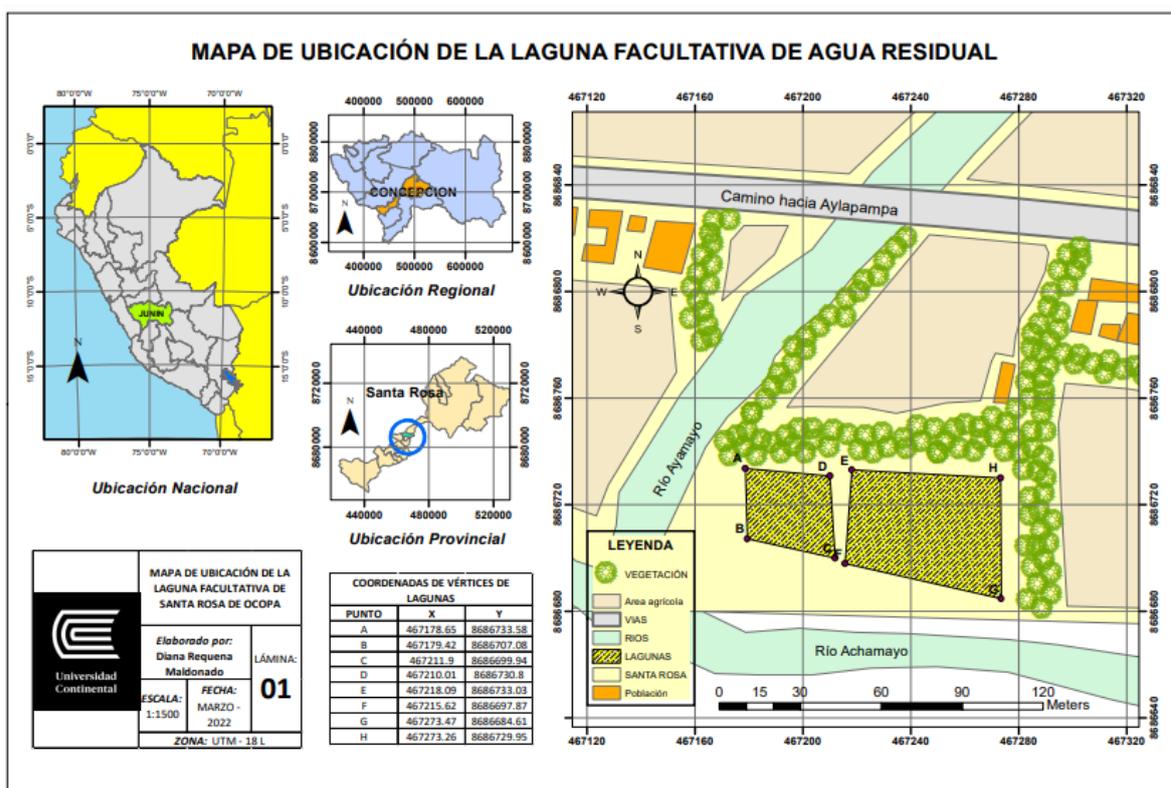


Figura 3. Mapa de ubicación de las lagunas facultativas de agua residual.

Fuente: elaboración propia con ArcGIS.

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1. Población

La población consiste en las lagunas facultativas de Santa Rosa de Ocopa de la provincia de Concepción, Región Junín.

### 3.4.2. Muestra

La muestra de la investigación fue con el método no probabilístico por conveniencia. Se utilizó la “Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental” (MINAM) (11) y el “Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales”, publicado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (30).

El número de muestras tomadas fueron cuatro, correspondiente a dos muestras por cada parámetro, las cuales fueron recolectadas en cada lado de la primera laguna facultativa debido a que la segunda laguna en el momento de la toma de muestra no tenía mucho caudal de vertimiento de la primera laguna debido a que la tubería está medianamente obstruida, lo cual cambia constantemente por la limpieza de la tubería, donde el agua residual de la primera laguna pasa a la segunda laguna, para derivar finalmente al río Achamayo.



Figura 4. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de la laguna.

Fuente: elaboración propia con ArcGIS.

Descripción: se observa en el mapa los cuatro puntos de muestreo que se realizaron, donde los puntos A1 y A2 fueron de SST, y los puntos P2 y P3 fueron de DBO. Asimismo, se visualizan las áreas agrícolas, vegetación, río y las vías de acceso.

### 3.5. Descripción de la metodología

#### a) Determinar la situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales del distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021:

- Para determinar la situación actual, se evaluó el área de estudio; se realizó la visita a las lagunas facultativas de aguas residuales de Santa Rosa de Ocopa; el instrumento que se utilizó fue una ficha de evaluación la cual se aplicó en los días de visita de inspección. Se llevó a cabo el recorrido desde el inicio de la tubería de descarga de sistema de tratamiento de aguas hasta donde debería ser la salida del agua residual al río Achamayo.
- Se analizaron las características de la población, sus actividades económicas y el manejo que el sistema local le está dando a las lagunas facultativas para su mantenimiento y limpieza.
- Se verificó si el uso de aguas del río Achamayo se da de forma recreativa para fines agrícolas o para el uso para los animales que pasan a tomar agua por esa zona (vacas, carneros, perros).
- Se verificó la existencia de residuos sólidos en los alrededores de la zona debido a que no existe la presencia de cercos completos para el área.
- Se realizaron 6 visitas de inspección, siendo las fechas 22/01/22, 29/01/22, 19/02/22, 26/02/22, 25/03/22 y 30/04/22, en las cuales se observaron todas las etapas del tratamiento, estructura, mantenimiento, para así poder establecer los diferentes peligros existentes que se visualizan en el área y que están relacionados con las deficiencias en el manejo de las lagunas, deficiencia en el manejo de los residuos sólidos, exposición de las poblaciones aledañas y generación de focos infecciosos.
- Se evaluaron los parámetros de DBO y SST en las lagunas facultativas, tomando cuatro puntos de muestreo, para comparar con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o municipales (PTAR).

- Se dio prioridad al parámetro DBO porque es una medida de la cantidad de materia orgánica en el agua; a medida que aumenta, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, lo que provoca condiciones de anoxia que perjudican a los ecosistemas acuáticos de las comunidades biológicas de los ríos (31). El evaluar DBO forma parte del propósito de evaluar el impacto en la fauna acuática cuerpos receptores, y representa cuanto se puede prestar el agua como foco de infección ya que diferentes compuestos de carbono tienen diferente valor como sustrato para el crecimiento de microorganismos. Las aguas residuales tienen una alta concentración de materia orgánica, lo que es significativo desde múltiples puntos de vista. Desde el punto de vista ecológico, cuando estas aguas se vierten en un cuerpo receptor (lago, río), la materia orgánica es descompuesta por microorganismos y consume oxígeno, matando la vida acuática; además, desde el punto de vista sanitario, la materia orgánica ayuda a propagar los organismos patógenos que suelen contener las aguas residuales, por lo que cuanto más contaminadas estén, más tiempo estará una persona expuesta a ellas(32).
- Se dio prioridad al trabajo sobre el parámetro de sólidos suspendidos totales, ya que los niveles más elevados en las masas de agua provocan turbidez y bloquean la luz solar, lo que dificulta el crecimiento de la vegetación acuática y repercute en el resto de la biodiversidad (31). Los recursos hídricos pueden contaminarse directa o indirectamente, lo que repercute negativamente en el medio ambiente. “Estas aguas están sobrecargadas de SST procedentes de diversas fuentes, como vertederos cercanos, afluentes de aguas residuales, etc.; estos son los culpables de los efluentes residuales con altas concentraciones de SST que alteran imprudentemente el medio ambiente y contaminan diferentes fuentes de agua” (33).
- En conclusión, el presente estudio se enfoca en los parámetros de DBO y SST, lo cual busca determinar los riesgos ambientales y el grado de afectación que generan ambos parámetros en las lagunas facultativas de aguas residuales ya que ambos parámetros son de carácter físico y químico (21).
- No se priorizó el parámetro de coliformes termotolerantes o coliformes fecales en el presente trabajo de investigación, debido a que el enfoque

estaría saliendo del tema de estudio puesto que es una característica biológica que es causada por organismos patógenos de origen humano, ya que estos microorganismos provienen del intestino del ser humano o animales (21). Los coliformes termotolerantes incluyen a *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* que tienen función de indicadores de la eficiencia de los procesos de tratamiento de aguas para eliminar las bacterias fecales (34). Es un indicador de contaminación fecal y, dado que la mejora de la calidad del agua de consumo tiene importantes efectos positivos, es necesario eliminar las bacterias de las aguas residuales y confirmar después su eliminación mediante un examen microbiológico. El proveedor y los organismos responsables pueden verificar la calidad microbiológica del agua de consumo, ya que normalmente implica el análisis de microorganismos indicativos de contaminación fecal, pero también puede incluir la determinación de concentraciones de agentes patógenos específicos. La verificación consta del análisis del agua de origen, el agua después de ser tratada y el agua en los sistemas de distribución. El análisis de la presencia de bacterias coliformes termotolerantes tiene limitaciones, dado que los virus entéricos o los protozoos son más resistentes a la desinfección, por lo tanto, la ausencia de *E. coli* no implica que no haya presencia de estos organismos (35).

- La finalidad del muestreo fue conocer la concentración de DBO y de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el agua residual de las lagunas facultativas; en resumen, se tomaron 4 muestras (2 de SST y 2 de DBO), que se recolectaron en el punto de ingreso y de salida, y dos puntos de los lados de la laguna. Una vez recolectadas las muestras, se llevaron a almacenar a un contenedor a bajas temperaturas para después llevarlas al laboratorio en el rango de las 24 horas para su análisis.

b) Identificar los peligros que generan las lagunas facultativas en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021:

- En base a las visitas de campo, se realizó la identificación de peligros que genera las lagunas facultativas, para ello se tuvieron en cuenta características del lugar (superficie, tipo de fuentes contaminantes, vulnerabilidad del entorno).

- Se realizó la determinación de escenarios; precisamente, se realizó la recopilación de la información de la zona de estudio: entorno físico (características meteorológicas, tipo de suelo, agrología, geología), recursos humanos (estadísticas de recursos humanos en la zona y nivel de capacidades), relaciones públicas (entidades gubernamentales, directorios), zonas afectadas (fuentes de agua, zonas agrícolas, área urbana, áreas protegidas, obras de ingeniería) para así poder determinar los elementos que pueden formar un peligro ambiental y fijar los escenarios.
  - Después del análisis de la información y las visitas de campo, se llegaron a identificar y definir las causas de los posibles peligros que afectan a los diferentes entornos.
- c) Determinar el nivel de riesgos ambientales que se dan en las lagunas facultativas en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2020:

Los pasos que se desarrollaron para la determinación del nivel de riesgo ambiental fueron los siguientes:

- Estimación de la probabilidad de ocurrencia: se dio un valor dependiendo a la probabilidad que se pueda dar en cada entorno, lo cual varía del valor 1 que es más de una vez cada 5 años, al valor 5 lo cual es menos de una vez a la semana. Dicho análisis se observa en la tabla 10.
- Estimación de la gravedad de las consecuencias: para dicha estimación, primero se deben asignar valores a los rangos que se consideraron en cada uno de los escenarios de los entornos. Los rangos de valoración en el entorno humano en el escenario de vertimiento de aguas residuales al río Achamayo se observan en la tabla 11, los rangos en el escenario de acumulación de residuos sólidos en las lagunas y zonas aledañas se observan en la tabla 12, los rangos en el escenario de aparición de moscas, insectos que infestan las lagunas facultativas se observan en la tabla 13, y los rangos en el escenario de riesgo de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales se observan en la tabla 14.

Así también, los rangos de valoración en el entorno natural en el escenario de vertimiento de aguas residuales al río Achamayo se observan en la tabla 15, los rangos en el escenario de acumulación de residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas se observan en la tabla 16, los rangos en el escenario de aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas se observan en la tabla 17, los rangos en el escenario de riesgo de riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales se observan en la tabla 18, y los rangos en el escenario de riesgo de daño al paisaje natural de la zona se observan en la tabla 19.

Finalmente, los rangos de valoración en el entorno socioeconómico en el escenario de riesgo de aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas se observan en la tabla 20, los rangos en el escenario de riesgo de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales se observan en la tabla 21, los rangos en el escenario de daño al paisaje natural de la zona se observan en la tabla 22, los rangos en el escenario en el vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo se observan en la tabla 23, y los rangos en el escenario de acumulación de residuos sólidos en las lagunas y zonas aledañas se observan en la tabla 24

Tabla 10. *Estimación de la probabilidad de ocurrencia.*

ESCENARIO DE RIESGO	FRECUENCIA/ PROBABILIDAD	SUSTENTO
<i>“ESCENARIO DE RIESGO N° 1: Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo.”</i>		
ENTORNO HUMANO	5	Es muy probable ya que más de una vez a la semana se da el vertimiento y se da la exposición del río Achamayo a contaminación.
ENTORNO NATURAL	5	Es muy probable ya que se genera la exposición de la contaminación de aguas superficiales, que a la vez se tiene que parametrar con los LMP.
ENTORNO SOCIOECONÓMICO	5	Es muy probable debido a que existe de forma constante el vertimiento y a su vez este genera la exposición de contaminación del río Achamayo generando la variabilidad de su medio.
<i>“ESCENARIO DE RIESGO N° 2: Acumulación de residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas.”</i>		
ENTORNO HUMANO	5	Es muy probable ya que más de una vez a la semana se da la acumulación de residuos generando la exposición a la contaminación del suelo.
ENTORNO NATURAL	5	Es muy probable porque la población pasa constantemente y genera la contaminación por los residuos sólidos.
ENTORNO SOCIOECONÓMICO	5	Es muy probable debido que genera la variabilidad del medio por los residuos sólidos y a su vez cambios en el hábitat.

"ESCENARIO DE RIESGO N° 3: Aparición de moscas, insectos que infestan las lagunas facultativas."		
ENTORNO HUMANO	5	Es muy probable ya que por la generación de residuos sólidos y la falta de mantenimiento generan la aparición de moscas e insectos.
ENTORNO NATURAL	5	Es muy probable ya que por la falta de mantenimiento se generan la aparición de estos, generando contaminación de agua y atmósfera porque pueden ser propagadores de enfermedades.
ENTORNO SOCIOECONÓMICO	5	Es muy probable debido a que genera cambios en el bienestar de la población que vive aledaña a las lagunas facultativas.
"ESCENARIO DE RIESGO N° 4: Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales"		
ENTORNO HUMANO	4	Es muy probable ya que al generarse el vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo, estas sirven para el riesgo de las zonas agrícolas generando una exposición a la contaminación del suelo.
ENTORNO NATURAL	4	Es altamente probable debido a que el riesgo se hace aproximadamente cada dos semanas, es por ello que al realizarse se da la exposición a la contaminación de zonas agrícolas (suelo).
ENTORNO SOCIOECONÓMICO	4	Es muy probable debido a que genera cambio de uso del agua que es para el riego de las zonas agrícolas ya que se ven expuestas a la contaminación. Se da también la exposición a la economía debido a que los pobladores cambian los ingresos por la generación de zonas agrícolas contaminadas.
"ESCENARIO DE RIESGO N° 5: Daño al paisaje natural de la zona."		
ENTORNO NATURAL	5	Es muy probable debido a que existe constantemente la contaminación al suelo, aire y atmósfera.
ENTORNO SOCIOECONÓMICO	5	Es muy probable debido al cambio de disponibilidad del área por contaminación que se genera por residuos sólidos, infestaciones de mosquitos, de suelo y agua.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 1 en el entorno humano.

ENTORNO HUMANO					
Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo.					
"Cantidad (L / s)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	> 5	4	"Muy peligroso"	"Muy tóxico"
3	"Alto"	0.5 - 5	3	"Peligroso"	"Tóxico"
2	"Poco"	01-0.5	2	"Poco peligroso"	"Daños reversibles"
1	"Muy poco"	0.1 >	1	"No peligroso"	"Daños leves"
"Área de influencia (km)"			"Población afectada (personas)"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Más de 8"
3	"Extenso"	"0.5 - 1 km"	3	"Alto"	"Entre 5 a 8"
2	"Poco extenso"	"01 - 0.5 km"	2	"Bajo"	"Entre 3 a 5"
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Menor a 2"

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 2 en el entorno humano.

ENTORNO HUMANO					
Acumulación de residuos sólidos en las lagunas y zonas aledañas.					
"Cantidad (N° de puntos de acumulación)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	> 7	4	"Muy peligroso"	"Muy tóxico"
3	"Alto"	5_7	3	"Peligroso"	"Tóxico"
2	"Poco"	2_4	2	"Poco peligroso"	"Daños reversibles"
1	"Muy poco"	1 >	1	"No peligroso"	"Daños leves"
"Área de influencia (km)"			"Población afectada (personas)"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Más de 8"
3	"Extenso"	"0.5 - 1 km"	3	"Alto"	"Entre 5 a 8"
2	"Poco extenso"	"0.1-0.5 km"	2	"Bajo"	"Entre 3 a 5"
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Menor a 2"

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 3 en el entorno humano.

ENTORNO HUMANO					
Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas.					
"Cantidad (Cuartil)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	4	4	"Muy peligroso"	"Enfermedades"
3	"Alto"	3/4	3	"Peligroso"	"Picaduras"
2	"Poco"	2/4	2	"Poco peligroso"	"Enrojecimiento"
1	"Muy poco"	1/4.	1	"No peligroso"	"Molestias"
"Área de influencia (km)"			"Población afectada (personas)"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Más de 8"
3	"Extenso"	"0.5 - 1 km"	3	"Alto"	"Entre 5 a 8"
2	"Poco extenso"	"0.1-0.5 km"	2	"Bajo"	"Entre 3 a 5"
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Menor a 2"

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 4 en el entorno humano.

ENTORNO HUMANO				
Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales.				
"Cantidad (Variedad de cultivos)"			"Peligrosidad"	
4	"Muy alto"	Alfalfa, avena, papa, choclo, habas.	4	"Muy peligroso" "Muy tóxico / Causa daños irreversibles."
3	"Alto"	Alfalfa, avena, papa	3	"Peligroso" "Tóxico"
2	"Poco"	Alfalfa, avena	2	"Poco peligroso" "Daños reversibles"
1	"Muy poco"	Alfalfa	1	"No peligroso" "Daños leves"
"Área de influencia (km)"			"Población afectada (personas)"	
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto" "Más de 8"
3	"Extenso"	"0.5 - 5 km"	3	"Alto" "Entre 5 a 8"
2	"Poco extenso"	"01-0.5 km"	2	"Bajo" "Entre 3 a 5"
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo" "Menor a 2"

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 1 en el entorno natural.

ENTORNO NATURAL				
"Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo."				
"Cantidad (L/s)"			"Peligrosidad"	
4	"Muy alto"	"> 5"	4	"Muy peligroso" "Muy tóxico"
3	"Alto"	"0.5 - 5"	3	"Peligroso" "Tóxico"
2	"Poco"	"0.1 - 0.5"	2	"Poco peligroso" "Daños reversibles"
1	"Muy poco"	"0.1 >"	1	"No peligroso" "Daños leves"
"Área de influencia (km)"			"Daño al medio"	
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto" "Daño muy alto: explotación indiscriminada de recursos naturales y alto nivel de contaminación"
3	"Extenso"	"0.5 - 1 km"	3	"Alto" "Daño alto: nivel alto de explotación de recursos naturales y moderado nivel de contaminación."
2	"Poco extenso"	"0.1 - 0.5 km"	2	"Bajo" "Daño moderado: nivel moderado de explotación de recursos naturales y contaminación leve."
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo" "Daño leve: conservación de recursos naturales y no existe contaminación."

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 2 en el entorno natural.

ENTORNO NATURAL					
"Acumulación de residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas."					
"Cantidad (N° de puntos de acumulación)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	> 7	4	"Muy peligroso"	"Muy tóxico"
3	"Alto"	5_7	3	"Peligroso"	"Tóxico"
2	"Poco"	2_4	2	"Poco peligroso"	"Daños reversibles"
1	"Muy poco"	1 >	1	"No peligroso"	"Daños leves"
"Área de influencia (km)"			"Daño al medio"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Daño muy alto: explotación indiscriminada de recursos naturales y alto nivel de contaminación."
3	"Extenso"	"0.5 - 1 km"	3	"Alto"	"Daño alto: nivel alto de explotación de recursos naturales y moderado nivel de contaminación."
2	"Poco extenso"	"0.1 - 0.5 km"	2	"Bajo"	"Daño moderado: nivel moderado de explotación de recursos naturales y contaminación leve."
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Daño leve: conservación de recursos naturales y no existe contaminación."

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 3 en el entorno natural.

ENTORNO NATURAL					
Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas.					
"Cantidad (Cuartil)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	4	4	"Muy peligroso"	Enfermedades
3	"Alto"	3/4	3	"Peligroso"	Picaduras
2	"Poco"	2/4	2	"Poco peligroso"	Enrojecimiento
1	"Muy poco"	1/4	1	"No peligroso"	Molestias
"Área de influencia (km)"			"Daño al medio"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Daño muy alto: explotación indiscriminada de recursos naturales y alto nivel de contaminación."
3	"Extenso"	"0.5 - 1 km"	3	"Alto"	"Daño alto: nivel alto de explotación de recursos naturales y moderado nivel de contaminación."
2	"Poco extenso"	"0.1 - 0.5 km"	2	"Bajo"	"Daño moderado: nivel moderado de explotación de recursos naturales y contaminación leve."
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Daño leve: conservación de recursos naturales y no existe contaminación."

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 4 en el entorno natural.

ENTORNO NATURAL					
"Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales."					
"Cantidad (Variedad de cultivos)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	Alfalfa, avena, papa, choclo, habas	4	"Muy peligroso"	"Muy tóxico / Causa daños irreversibles"
3	"Alto"	Alfalfa, avena, papa	3	"Peligroso"	"Tóxico"
2	"Poco"	Alfalfa, avena	2	"Poco peligroso"	"Daños reversibles"
1	"Muy poco"	Alfalfa	1	"No peligroso"	"Daños leves"
"Área de influencia (km)"			"Daño al medio"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Daño muy alto: explotación indiscriminada de recursos naturales y alto nivel de contaminación."
3	"Extenso"	"0.5 - 5 km"	3	"Alto"	"Daño alto: nivel alto de explotación de recursos naturales y moderado nivel de contaminación."
2	"Poco extenso"	"0.1 - 0.5 km"	2	"Bajo"	"Daño moderado: nivel moderado de explotación de recursos naturales y contaminación leve."
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Daño leve: conservación de recursos naturales y no existe contaminación."

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 5 en el entorno natural.

ENTORNO NATURAL					
"Daño al paisaje natural de la zona."					
"Cantidad (Visitas)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy poco"	3 >	4	"Muy peligroso"	"Desaparición del paisaje natural"
3	"Poco"	3_5	3	"Peligroso"	"Afectación de un 50 % el paisaje natural"
2	"Alto"	5_8	2	"Poco peligroso"	"Afectación de un 20 % el paisaje natural"
1	"Muy alto"	Mayor 8	1	"No peligroso"	"Paisaje natural intacto"
"Área de influencia (km)"			"Daño al medio"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Daño muy alto: explotación indiscriminada de recursos naturales y alto nivel de contaminación."
3	"Extenso"	"0.5 - 1 km"	3	"Alto"	"Daño alto: nivel alto de explotación de recursos naturales y moderado nivel de contaminación."
2	"Poco extenso"	"0.1 - 0.5 km"	2	"Bajo"	"Daño moderado: nivel moderado de explotación de recursos naturales y contaminación leve."
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Daño leve: conservación de recursos naturales y no existe contaminación".

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 1 en el entorno socioeconómico.

ENTORNO SOCIOECONÓMICO					
"Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas."					
"Cantidad (Cuartil)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	4	4	"Muy peligroso"	"Enfermedades"
3	"Alto"	3/4	3	"Peligroso"	"Picaduras"
2	"Poco"	2/4	2	"Poco peligroso"	"Enrojecimiento"
1	"Muy poco"	1/4	1	"No peligroso"	"Molestias"
"Área de influencia (km)"			"Daño a la productividad"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Letal: Pérdida total, sin productividad."
3	"Extenso"	"0.5 - 1 km"	3	"Alto"	"Agudo: Pérdida parcial y escasa productividad."
2	"Poco extenso"	"0.1 - 0.5 km"	2	"Bajo"	"Crónico: Pérdida a largo plazo, productividad mediana."
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Alta productividad"

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 2 en el entorno socioeconómico.

ENTORNO SOCIOECONÓMICO					
"Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales."					
"Cantidad (Variedad de cultivos)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	Alfalfa, avena, papa, choclo, habas	4	"Muy peligroso"	"Muy tóxico / Causa daños irreversibles"
3	"Alto"	Alfalfa, avena, papa	3	"Peligroso"	"Tóxico"
2	"Poco"	Alfalfa, avena	2	"Poco peligroso"	"Daños reversibles"
1	"Muy poco"	Alfalfa	1	"No peligroso"	"Daños leves"
"Área de influencia (km)"			"Daño a la productividad"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Letal: Pérdida total, sin productividad"
3	"Extenso"	"0.5 - 5 km"	3	"Alto"	"Agudo: Pérdida parcial y escasa productividad"
2	"Poco extenso"	"0.1-0.5 km"	2	"Bajo"	"Crónico: Pérdida a largo plazo, productividad mediana"
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Alta productividad"

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 3 en el entorno socioeconómico.

ENTORNO SOCIOECONÓMICO					
"Daño al paisaje natural de la zona"					
"Cantidad (Visitas)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	3 >	4	"Muy peligroso"	Desaparición del paisaje natural
3	"Alto"	3_5	3	"Peligroso"	Afectación de un 50 % el paisaje natural
2	"Poco"	5_8	2	"Poco peligroso"	Afectación de un 20 % el paisaje natural
1	"Muy poco"	Mayor 8	1	"No peligroso"	Paisaje natural intacto
"Área de influencia (km)"			"Daño a la productividad"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Letal: Pérdida total, sin productividad."
3	"Extenso"	"0.5 - 1 km"	3	"Alto"	"Agudo: Pérdida parcial y escasa productividad."
2	"Poco extenso"	"0.1 - 0.5 km"	2	"Bajo"	"Crónico: Pérdida a largo plazo, productividad mediana."
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Alta productividad."

Fuente: elaboración propia.

Tabla 23. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 4 en el entorno socioeconómico.

ENTORNO SOCIOECONÓMICO					
"Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo."					
"Cantidad (L / s)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	> 5	4	"Muy peligroso"	"Muy tóxico"
3	"Alto"	0.5 - 5	3	"Peligroso"	"Tóxico"
2	"Poco"	01 - 0.5	2	"Poco peligroso"	"Daños reversibles"
1	"Muy poco"	0.1 >	1	"No peligroso"	"Daños leves"
"Área de influencia (km)"			"Daño a la productividad"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Letal: Pérdida total, sin productividad."
3	"Extenso"	"0.5 - 1 km"	3	"Alto"	"Agudo: Pérdida parcial y escasa productividad."
2	"Poco extenso"	"01 - 0.5 km"	2	"Bajo"	"Crónico: Pérdida a largo plazo, productividad mediana."
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Alta productividad."

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Rangos de valoración en el escenario de riesgo N° 5 en el entorno socioeconómico.

ENTORNO SOCIOECONÓMICO					
"Acumulación con residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas."					
"Cantidad (N° de puntos de acumulación)"			"Peligrosidad"		
4	"Muy alto"	> 7	4	"Muy peligroso"	"Muy tóxico"
3	"Alto"	5_7	3	"Peligroso"	"Tóxico"
2	"Poco"	2_4	2	"Poco peligroso"	"Daños reversibles"
1	"Muy poco"	1 >	1	"No peligroso"	"Daños leves"
"Área de influencia (km)"			"Daño a la productividad"		
4	"Muy extenso"	"> 1 km"	4	"Muy alto"	"Letal: Pérdida total, sin productividad."
3	"Extenso"	"0.5 - 5 km"	3	"Alto"	"Agudo: Pérdida parcial y escasa productividad."
2	"Poco extenso"	"01 - 0.5 km"	2	"Bajo"	"Crónico: Pérdida a largo plazo, productividad mediana."
1	"Puntual"	"0.1 km >"	1	"Muy bajo"	"Alta productividad."

Fuente: elaboración propia.

Después de estimar la gravedad de cada escenario de los entornos, se pasó a dar una valoración dependiendo de la gravedad, para lo cual se asignó un valor de 1 al 5 siendo no relevante y crítico respectivamente.

- Estimación del riesgo: se dio con la multiplicación de la probabilidad y la estimación de gravedad de la consecuencia de cada uno de los escenarios de los entornos. El valor de la multiplicación fue comparado con los rangos que establece de 1-5 Riesgo Leve, 6-15 Riesgo Moderado, 16-25 Riesgo Significativo.

Finalmente, se utilizó el valor obtenido de la estimación del riesgo para dar la equivalencia porcentual a cada entorno y obtener el promedio, lo cual es el resultado final para poder definir qué nivel de riesgo conlleva el escenario asociado a las lagunas facultativas.

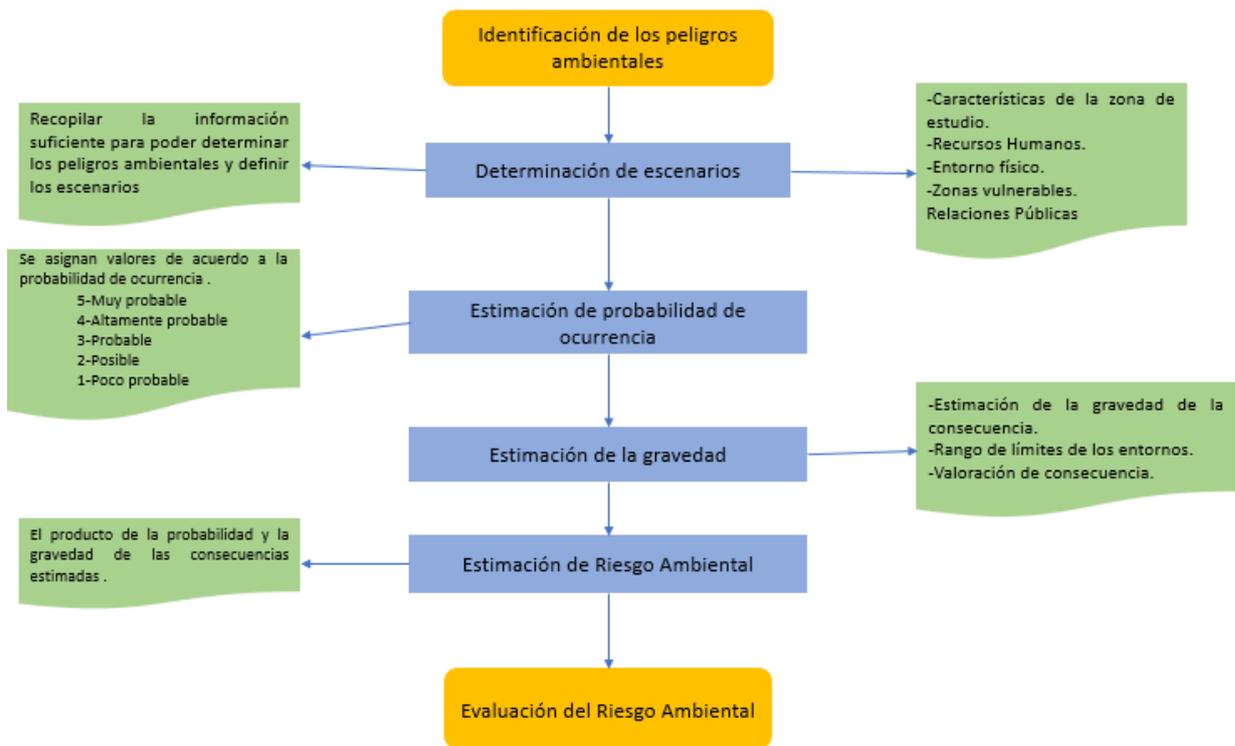


Figura 5. Flujograma de la metodología para la Evaluación del Riesgo Ambiental.

Fuente: Ministerio del Ambiente (11).

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Determinación de la situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales

La primera laguna cuenta con un área de 2167.31 m<sup>2</sup> y la segunda laguna con 908.55 m<sup>2</sup> ambas lagunas de forma regular, con una altura de la primera laguna de 1.5 m y la segunda 1.2 m, con el volumen total 3455 m<sup>3</sup>. El caudal de agua residual de la entrada a la primera laguna es de 2.88 L/s, el procedimiento para estimar el caudal fue que se utilizó un balde de 4 L y un cronómetro, considerando 5 tiempos (s). Después se sacó promedio de los 5 caudales, obteniendo como resultado el caudal de vertimiento de 1.5 L/s que da para el río Achamayo, el cual se determinó de igual forma con un balde de 4 L y un cronómetro, tomándose 5 tiempos (s).

Es preciso mencionar que el sistema de tratamiento de aguas residuales del distrito de Santa Rosa de Ocopa no está funcionando de forma óptima, debido a que:

- No realizan la limpieza, mantenimiento y cercado de área, ya que se observa el ingreso a personas no autorizadas y animales de pastoreo.
- Se evidencia que existen residuos en los alrededores de las lagunas que se generan por la misma población y animales que ingresan.
- Las zonas que son aledañas al río Achamayo, son lugares en los cuales se da la concurrencia de visitantes ya que son áreas libres, escenario que afecta a las lagunas.
- Debido a que no recibe mantenimiento, se verifica la presencia de olores desagradables.

Para determinar la situación actual, se tomaron en cuenta los parámetros de DBO y SST, los cuales se muestran en las tablas 25 y 26; después de ello, se realizó una comparación de los resultados obtenidos con los LMP para poder verificar si están dentro de ellos o sobrepasan, aquello mostrándose en las figuras 6 y 7.

Tabla 25. Resultados del muestreo DBO.

Puntos de muestreo	DBO (mg/L)	Límites Máximos Permisibles (LMP)
P1	74	100 (mg/L)
P2	50	

Fuente: Laboratorio AGQ.

Descripción: en la tabla 25 se observan los resultados del muestreo en el parámetro DBO en el punto de muestreo P1 = 74 mg/L y P2 = 50 mg/L, lo cual se compara con los LMP, que establece un valor de 100 mg/L.

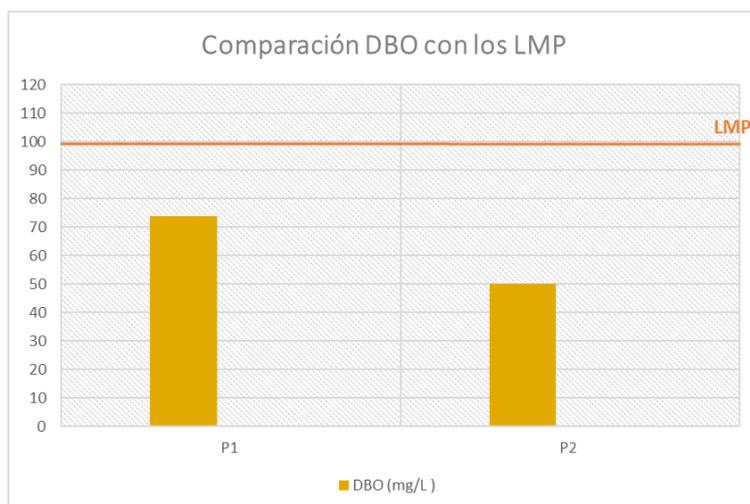


Figura 6. Gráfico de comparación de los resultados de DBO con los LMP.

Fuente: elaboración propia.

Descripción: en la figura 6 se observa un gráfico de barras lo cual es el resultado de DBO, observando que los valores de P1 y P2 están por debajo del valor LMP (100 mg/L).

Tabla 26. Resultado del muestreo de SST.

Puntos de muestreo	SST (mg/L)	Límites Máximos Permisibles (LMP)
A1	42	150 (mg/L)
A2	171	

Fuente: Laboratorio AGQ.

Descripción: en la tabla 26 se observan los resultados del muestreo en el parámetro SST en el punto de muestreo A1 = 42 mg/L y A2 = 171 mg/L, lo cual se compara con los LMP, que establece un valor de 150 mg/L.



Figura 7. Gráfico de comparación de los resultados de SST con los LMP.

Fuente: elaboración propia.

Descripción: en la figura 7 se observa un gráfico de barras lo cual es el resultado de SST, observando que el valor de A1 está debajo del LMP, mientras que el valor del punto A2 supera el LMP (150 mg/L).

En resumen, los resultados de DBO se encuentran debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP), que es 100 mg/L versus valores de 74 y 50 mg/L, lo cual indica que los niveles de oxígeno son aceptables para que los microorganismos degraden la materia orgánica en el agua. En cambio los resultados que se obtuvieron en el parámetro de SST fueron de 42 y 171 mg/L, donde uno de los puntos sobrepasa los LMP de 150 mg/L, lo cual podría evidenciar que existe una acumulación de material flotante en las lagunas, lo cual tuvo como consecuencia una mediana obstrucción de la primera laguna y en la segunda, que se observó en la última visita de inspección que se realizó.

#### 4.2. Identificación de los peligros que generan las lagunas facultativas

Las visitas de campo que se llegaron a realizar a las lagunas facultativas, permitieron identificar los siguientes peligros:

- Descarga de aguas residuales de las lagunas facultativas hacia el río Achamayo.
- Falta de mantenimiento de las lagunas por parte del gobierno local.
- Acumulación de los residuos sólidos en zonas aledañas que la misma población genera cuando circulan por las lagunas.
- El área no cuenta con cerco perimétrico completo ni mantenimiento del mismo.
- Riego de las áreas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales, ya que una vez que se realiza el vertimiento al río, se ve contaminado el recurso hídrico.

Tabla 27. *Identificación de los peligros que generan las lagunas facultativas.*

Tipo de peligro (Antrópico/Natural)	Peligro identificado
Antrópico	Descarga de aguas residuales al río Achamayo.
Antrópico	Falta de mantenimiento de las lagunas.
Antrópico	Acumulación de residuos sólidos en zonas aledañas y en las lagunas.
Antrópico	El área no cuenta con cerco perimétrico completo ni mantenimiento del mismo.
Antrópico	Riego de las áreas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3. Determinación de las consecuencias de los escenarios de riesgos ambientales que se dan en las lagunas facultativas

Los escenarios de riesgo identificados fueron los siguientes:

- Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo, debido a la falta de atención de las autoridades locales y trae como consecuencia la alteración de la calidad del río Achamayo.

- El segundo escenario se da por la acumulación de residuos sólidos en las lagunas y zonas aledañas, lo que trae como consecuencia la alteración a la calidad de vida de la población por el foco infeccioso que se genera.
- Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas; la consecuencia que genera es la afectación de la población por medio de la propagación de enfermedades (hepatitis, diarrea, malaria, dengue).
- Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales, lo cual trae como consecuencia la alteración de la calidad de suelo agrícola y la pérdida de los sembríos por la contaminación.
- Afectación del paisaje natural de la zona que trae como consecuencia la pérdida de turismo por la contaminación.

Tabla 28. *Formulación de escenarios, causa y consecuencias.*

TIPOLOGIA DEL PELIGRO		ESCENARIO DE RIESGO	CAUSA	CONSECUENCIAS
UBICACIÓN DE LA ZONA	NATURAL ANTRÓPICO			
Santa Rosa de Ocopa	X	Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo	Falta de atención por parte del gobierno local	Alteración de la calidad del río Achamayo. Afectación a la vida acuática.
	X	Acumulación de residuos sólidos en las lagunas y zonas aledañas.	Falta de mantenimiento y falta de cerco de protección.	Alteración a la calidad de vida de la población por el foco infeccioso de insectos.
	X	Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas	Abundancia de sólidos totales suspendidos	Afectación en la población por medio de la propagación de enfermedades.
	X	Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales	Exposición del agua residual en las áreas de riesgo de las zonas agrícolas y de pastoreo.	Alteración de la calidad del suelo agrícola. Pérdida de las zonas agrícolas (contaminación de los sembríos).
	X	Daño al paisaje natural de la zona	Falta de mantenimiento	Pérdida de turismo por la contaminación.

Fuente: elaboración propia.

a. Estimación de la probabilidad:

Para la estimación de la probabilidad, se comprobó la frecuencia de ocurrencia de cada uno de los escenarios y los valores correspondientes. En el vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo, se tomó el valor 5 lo cual referencia:

muy probable que ocurra más de una vez a la semana, y en el riesgo de zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales se tomó el valor 4 debido a que ocurre más de una vez al mes, tal como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. *Estimación de la probabilidad para el entorno humano, natural y socioeconómico.*

ESCENARIO DE RIESGO	FRECUENCIA/ PROBABILIDAD	SUSTENTO
<i>ESCENARIO DE RIESGO N° 1: Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo.</i>		
ENTORNO HUMANO	5	Es muy probable, ya que más de una vez a la semana se da el vertimiento y se da la exposición del río Achamayo a contaminación.
ENTORNO NATURAL	5	Es muy probable, ya que se genera la exposición de la contaminación de aguas superficiales, que a la vez se tiene que parametrar con los LMP.
ENTORNO SOCIOECONÓMICO	5	Es muy probable, debido a que existe de forma constante el vertimiento y a su vez éste genera la exposición de contaminación del río Achamayo generando la variabilidad de su medio.
<i>ESCENARIO DE RIESGO N° 2: Acumulación de residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas.</i>		
ENTORNO HUMANO	5	Es muy probable, ya que más de una vez a la semana se da la acumulación de residuos .
ENTORNO NATURAL	5	Es muy probable. porque la población pasa constantemente y genera la contaminación por los residuos sólidos.
ENTORNO SOCIOECONÓMICO	5	Es muy probable. debido que genera la variabilidad del medio por los residuos sólidos y, a su vez, cambios en el hábitat.
<i>ESCENARIO DE RIESGO N° 3: Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas.</i>		
ENTORNO HUMANO	5	Es muy probable, ya que por la generación de residuos sólidos y la falta de mantenimiento generan la aparición de moscas e insectos.
ENTORNO NATURAL	5	Es muy probable, ya que por la falta de mantenimiento se generan la aparición de estos, generando contaminación de agua y atmósfera porque pueden ser propagadores de enfermedades.
ENTORNO SOCIOECONÓMICO	5	Es muy probable, debido a que genera cambios en el bienestar de la población que vive aledaña a las lagunas facultativas.
<i>ESCENARIO DE RIESGO N° 4: Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales.</i>		
ENTORNO HUMANO	4	Es muy probable, ya que al generarse el vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo, estas sirven para el riesgo de las zonas agrícolas generando una exposición a la contaminación del suelo.

ENTORNO NATURAL	4	Es altamente probable, debido a que el riesgo se hace aproximadamente cada dos semanas, es por ello que al realizarse se da la exposición a la contaminación de zonas agrícolas (suelo).
ENTORNO SOCIOECONÓMICO	4	Es muy probable, debido a que genera cambio de uso del agua que es para el riego de las zonas agrícolas ya que se ven expuestas a la contaminación. Se da también la exposición a la economía debido a que los pobladores cambian los ingresos por la generación de zonas agrícolas contaminadas.
<i>ESCENARIO DE RIESGO N° 5: Daño al paisaje natural de la zona</i>		
ENTORNO NATURAL	5	Es muy probable, debido a que existe constantemente la contaminación al suelo, aire y atmósfera.
ENTORNO SOCIOECONÓMICO	5	Es muy probable, debido al cambio de disponibilidad del área por contaminación que se genera por residuos sólidos, infestaciones de mosquitos, de suelo y agua.

Fuente: elaboración propia.

b. Estimación de la gravedad de las consecuencias:

Para la estimación de la gravedad de las consecuencias de cada uno de los escenarios, se evaluaron los diferentes parámetros que consideran en los entornos humano, natural y socioeconómico, para luego asignar valores por cada escenario. Los rangos de valoración se establecieron para los escenarios del entorno humano, entorno natural y entorno socioeconómico.

Con los parámetros ya designados para cada escenario de los entornos natural, humano y socioeconómico, se continuó con la asignación de los valores correspondientes según la información que se obtuvo de la zona de trabajo y resultados de muestreo; con dichos datos se obtuvo el resultado de estimación de la gravedad; después de ello, se asignó una valoración correspondiente según el valor de la gravedad, observando ello en las tablas 30, 31 y 32.

Tabla 30. *Estimación de la gravedad y valoración de los escenarios en el entorno humano.*

ENTORNO HUMANO						
ESCENARIO	CANTIDAD	PELIGROSIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	POBLACIÓN AFECTADA	GRAVEDAD	VALORACIÓN DE LOS ESCENARIOS INDENTIFICADOS
Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas	4	4	2	4	18	5- CRÍTICO
Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales	4	3	4	4	18	5- CRÍTICO
Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo	3	3	4	4	17	4-GRAVE
Acumulación con residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas	2	3	2	4	14	3- MODERADO

Fuente: elaboración propia.

En el primer escenario en el entorno humano, se da el valor de 4 a la cantidad debido a que se trabaja con cuartil dentro del área de las lagunas y la aparición de moscas de total (4/4); se da un valor de 4 en peligrosidad debido a que genera enfermedades como son: diarrea, hepatitis, malaria y dengue, así lo informa la Organización Panamericana de Salud (OPS) (36); se da el valor de 2 en el área de influencia ya que se tomó 0.16 km que corresponde al área con mayor presencia de insectos; se da el valor de 4 en población afectada debido a que 9 personas son las que viven en zonas aledañas a las lagunas facultativas.

En el segundo escenario en el entorno humano, se da un valor 4 en cantidad debido a que el riego de las zonas agrícolas llegan a varios cultivos como alfalfa, avena, papa, choclo y habas; se da el valor de 3 a la peligrosidad ya que el riego de las zonas agrícolas, produce que los cultivos sean tóxicos y genera alteración al suelo; se da el valor de 4 debido a que el área de influencia del riego es mayor a 1 km; se da el valor de 4 en población afectada debido a que es mayor a 8 personas las que se ven afectadas por el riego de sus zonas agrícolas.

En el tercer escenario en el entorno humano, se le da el valor de 3 a la cantidad ya que el caudal de vertimiento es de 1.5 L/s, se le da el valor de 3 en peligrosidad debido a que resulta ser tóxico el vertimiento de agua residual al río Achamayo debido a las altas concentraciones de SST; se le da el valor de 4 en el área de influencia debido a que es mayor a 1 km; se le da el valor de 4 en población afectada debido a que es mayor a 8 personas las que se ven afectadas.

En el cuarto escenario en el entorno humano, se da el valor de 2 en cantidad debido a que el número de puntos de acumulación de residuos son 4; se da el valor de 3 en peligrosidad debido a que resulta ser tóxica la acumulación de residuos sólidos; se da el valor de 2 en el área de influencia ya que se tomó 0.16 km que corresponde al área con mayor presencia de residuos; se da el valor de 4 debido a que la población afectada son 9 ya que viven en las zonas aledañas.

Tabla 31. *Estimación de la gravedad y valoración de los escenarios en el entorno natural.*

ENTORNO NATURAL						
ESCENARIO	CANTIDAD	PELIGROSIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	DAÑO AL MEDIO	GRAVEDAD	VALORACIÓN DE LOS ESCENARIOS IDENTIFICADOS
Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas	4	4	2	2	16	4- GRAVE
Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales	4	3	4	3	17	4- GRAVE
Daño al paisaje natural de la zona	3	3	3	3	15	4- GRAVE
Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo	3	3	4	4	17	4- GRAVE
Acumulación con residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas.	2	3	2	3	13	3- MODERADO

Fuente: elaboración propia.

En el primer escenario en el entorno natural, se da el valor de 4 a la cantidad debido a que se trabaja con cuartil dentro del área de las lagunas y la aparición de moscas de total (4/4); se da un valor de 4 en peligrosidad debido a que genera enfermedades (diarrea, hepatitis, malaria, dengue); se da el valor de 2 en el área de influencia ya que se tomó el rango de 0.16 km que corresponde al área con mayor presencia de insectos; se da el valor de 2 en daño al medio debido a que la contaminación que se genera es leve ya que los insectos y moscas son propagadores de la contaminación de las aguas residuales, llevándola a otros cuerpos de aguas, animales, etc.

En el segundo escenario en el entorno natural, se da el valor de 4 a la cantidad debido a que el riego de las zonas agrícolas llega a varios cultivos como alfalfa, avena, papa, choclo y habas; se da el valor de 3 a la peligrosidad ya que el riego de las zonas agrícolas produce que los cultivos sean tóxicos y genera alteración al suelo; se da el valor de 4 debido a que el área de influencia del riego es mayor a 1 km; se da el valor de 3 en daño al medio debido a que existe un nivel moderado de contaminación a las zonas agrícolas y de pastoreo ya que el agua residual se une al río Achamayo.

En el tercer escenario en el entorno natural, se da el valor de 3 a la cantidad debido a que el número de visitas resulta ser de 3 - 4 personas los fines de semana en el espacio donde realizaban actividades recreativas; se da el valor de 3 en peligrosidad debido a que se da la afectación es un 50 % del paisaje natural en un área de 0.5 km; se le da el valor de 3 en área de influencia ya que se tomó el 0.5 km que corresponde al área con mayor daño al paisaje; se le da el valor de 3 en daño al medio debido a que existe un nivel moderado en la contaminación por residuos sólidos, agua residual, infestación de mosquitos.

En el cuarto escenario en el entorno natural, se da el valor de 3 a la cantidad ya que el caudal de vertimiento es de 1.5 L/s; se le da el valor de 3 en peligrosidad debido a que resulta ser tóxico el vertimiento del agua residual al río Achamayo debido a las altas concentraciones de SST; se da el valor de 4 en el área de influencia debido a que es mayor a 1 km; se da el valor de 4 en daño al medio debido a que existe un nivel alto de contaminación, ya que el agua residual entra en contacto directo con el cuerpo de agua, siendo el río Achamayo el receptor directo y que está afecto a dicho alto nivel de contaminación afectando la vida acuática y los usos del agua (riego, recreativo).

En el quinto escenario en el entorno natural, se da el valor de 2 a la cantidad debido a que el número de puntos de acumulación de residuos son 4; se da el valor de 3 en peligrosidad debido a que resulta ser tóxica la acumulación de residuos sólidos; se da el valor de 2 debido a que el área de influencia es de 0.16 km que corresponde al área con mayor presencia de residuos; se da el valor de 3 debido el nivel de contaminación es moderado ya que afecta al medio (cuerpo de agua).

*Tabla 32. Estimación de la gravedad y valoración de los escenarios en el entorno socioeconómico.*

ENTORNO SOCIOECONÓMICO						
ESCENARIO	CANTIDAD	PELIGROSIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	DAÑO A LA PRODUCTIVIDAD	GRAVEDAD	VALORACIÓN DE LOS ESCENARIOS INDENTIFICADOS
Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas	4	4	2	1	15	4-GRAVE
Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales	4	3	4	3	17	4-GRAVE
Daño al paisaje natural de la zona	3	3	3	2	14	3-MODERADO
Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo	3	3	4	3	16	4-GRAVE
Acumulación con residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas.	2	3	2	2	12	3-MODERADO

Fuente: elaboración propia.

En el primer escenario en el entorno socioeconómico, se da el valor de 4 a la cantidad debido a que se trabaja con cuartil dentro del área de las lagunas y la aparición de moscas de total (4/4); se da un valor de 4 en peligrosidad debido a que genera enfermedades (diarrea, hepatitis, malaria, dengue); se da el valor de 2 en el área de influencia ya que se tomó el 0.16 km que corresponde al área con mayor presencia de insectos; se da el valor de 1 en daño a la productividad debido a que no se ve alterado y no hay daños a la productividad.

En el segundo escenario en el entorno socioeconómico, se da el valor 4 de a la cantidad debido a que el riego de las zonas agrícolas llegan a varios cultivos como alfalfa, avena, papa, choclo y habas; se da el valor de 3 a la peligrosidad ya que el riego de las zonas agrícolas produce que los cultivos sean tóxicos y genera alteración al suelo; se da el valor de 4 debido a que el área de influencia del riego es mayor a 1 km; se da el valor de 3 en daño a la productividad debido a que se ve afectado las zonas agrícolas y animales (vacas, ovejas) ya que están contaminados por el riego de agua residual.

En el tercer escenario en el entorno socioeconómico, se da el valor de 3 a la cantidad debido a que el número de visitas resulta ser de 3 - 4 personas los fines de semana en el espacio donde realizaban actividades recreativas; se le da el valor de 3 en peligrosidad debido a que la afectación es un 50 % del paisaje natural en un área de 0.5 km; se le da el valor de 3 en área de influencia ya que se tomó el 0.5 km que corresponde al área con mayor daño al paisaje; se le da el valor de 2 de daño a la productividad debido a que disminuye la productividad de la zona ya que no hay visitas en las cuales generan ingresos a la población y zonas turísticas.

En el cuarto escenario en el entorno socioeconómico, se da el valor de 3 a la cantidad ya que el caudal de vertimiento es de 1.5 L/s, se le da el valor de 3 en peligrosidad debido a que resulta ser tóxico el vertimiento de agua residual al río Achamayo debido a las altas concentraciones de SST; se da el valor de 4 en el área de influencia debido a que es mayor a 1 km; se da el valor de 3 debido a que se observa una escasa productividad debido a que el vertimiento del agua residual al río afecta a las zonas agrícolas, zonas recreativas y a los animales que pastorean (vaca, ovejas).

En el quinto escenario en el entorno socioeconómico, se da el valor de 2 a la cantidad debido a que el número de puntos de acumulación de residuos son 4; se da el valor de 3 en peligrosidad debido a resulta ser tóxica la acumulación de residuos sólidos; se da el valor de 2 debido a que el área de influencia es de 0.16 km que corresponde al área con mayor presencia de residuos; se da el valor de 2 en daño a la productividad debido a que la generación de residuos sólidos producirá una pérdida a largo plazo de las zonas verdes y cuerpos de agua que se encuentran dentro del área de influencia.

c. Estimación del riesgo ambiental:

La estimación del riesgo ambiental se alcanza tras la multiplicación de la probabilidad y la valoración de la consecuencia, lo cual se realizó por cada entorno. Se observa ello en la tabla 33.

Tabla 33. *Estimación del riesgo ambiental por cada entorno.*

ESCENARIO DE RIESGO	FRECUENCIA/ PROBABILIDAD	CONSECUENCIA		RIESGO AMBIENTAL
<b>ENTORNO HUMANO</b>				
Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas	5	5	25	Riesgo Significativo
Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales	4	5	20	Riesgo Significativo
Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo	5	4	20	Riesgo Significativo
Acumulación con residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas	5	3	15	Riesgo Moderado
<b>ENTORNO NATURAL</b>				
Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas	5	4	20	Riesgo Significativo
Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales	4	4	16	Riesgo Significativo
Daño al paisaje natural de la zona	5	4	20	Riesgo Significativo
Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo	5	4	20	Riesgo Significativo
Acumulación con residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas	5	3	15	Riesgo Moderado
<b>ENTORNO SOCIOECONÓMICO</b>				
Aparición de moscas e insectos que infestan las lagunas facultativas	5	4	20	Riesgo Significativo
Riego de las zonas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales	4	4	16	Riesgo Significativo
Daño al paisaje natural de la zona	5	3	15	Riesgo Moderado
Vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo	5	4	20	Riesgo Significativo
Acumulación con residuos sólidos en la laguna y zonas aledañas	5	3	15	Riesgo Moderado

Fuente: elaboración propia.

d. Caracterización del riesgo ambiental:

Las lagunas de estabilización de aguas residuales de Santa Rosa de Ocopa se caracterizaron respecto de sus niveles de riesgo. Para dicha caracterización, se sacó el promedio de los niveles de riesgo, ello se observa en la tabla 34.

Tabla 34. *Caracterización del riesgo ambiental.*

ENTORNO	EQUIVALENCIA PORCENTUAL	NIVEL DE RIESGO	CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO
Humano	80 %	20	18
Natural	72 %	18	
Socioeconómico	68 %	17	

Fuente: elaboración propia.

Ya que la caracterización del riesgo da un valor de 18, equivalente en porcentaje a un 72 %, lo cual significa un Riesgo Significativo. Como se observa en la tabla 34, se evidencia que el nivel de riesgo en el entorno humano es equivalente a un 80 %, siendo el más alto, mientras que el 72 % corresponde al entorno natural y por último el 68 % al socioeconómico, y al promediar los valores observados se llega a la conclusión que las lagunas facultativas, se caracterizan como un riesgo ambiental significativo.

#### 4.4. Discusión de resultados

Los resultados del análisis del parámetro DBO obtenidos en la investigación fueron de 50 y 74 mg/L, siendo el promedio de 62 mg/L; al respecto, la investigación de Satalaya (8) realiza un cuadro el cual sirve como indicativo de DBO para definir por rangos el grado de contaminación del agua. Los resultados obtenidos se encuentran en el rango [20 - 100 mg/L], reflejando que el agua se encuentra levemente contaminada.

Los resultados de SST obtenidos fueron de 42 y 171 mg/L, los cuales, al ser comparados con los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR (D.S. N° 003-2010-MINAM) arroja que uno de los resultados si supera el LMP de 150 mg/L; al respecto, la investigación de Davirán y Huamaní (21) asegura que por tener

los sólidos suspendidos totales en gran cantidad, ello ocasiona que en las lagunas se acumule material flotante, lo cual causa malos olores y criadero de insectos, así como demuestra que las lagunas han cumplido su vida útil, quedando sobrecargadas.

Los niveles de riesgos ambientales identificados en los tres entornos evidencian que el entorno humano tiene mayor porcentaje, siendo este el 80 %, esto se debe a las aguas del río se utilizan como riego de las zonas agrícolas y pastoreo, así como fuente de agua para los animales existentes que pasan por el lugar. En la investigación desarrollada por Larios *et al.* (5), se menciona que los casos de contaminación de agua afectan la salubridad de la producción agropecuaria de la zona y que puede generar enfermedades como el cólera, la hepatitis y la gastroenterocolitis, lo cual pone en riesgo a la población, concordando ello con lo que informa la Organización Panamericana de Salud (OPS) (36).

Las consecuencias que tienen los escenarios del entorno humano son los siguientes: alteración de la calidad del río Achamayo, alteración a la calidad de vida de la población por el foco infeccioso de insectos debido a que en las muestras el valor de SST se encontró por encima de lo permitido, lo cual evidencia que si hay puntos en los cuales existen factores, los mismos que influyen en generar focos infecciosos de insectos que traen consecuencias a la población. Para el entorno natural, las consecuencias de los escenarios identificados corresponden a: alteración de la vida acuática (ranas, truchas) debido la descarga de las aguas residuales al río, alteración del suelo agrícola debido al riego de las zonas con el agua contaminada y genera la pérdida de los sembríos; finalmente, para el entorno socioeconómico: se da la contaminación de los pastizales, animales y siembras presentes en zonas aledañas y por donde recorre el agua, además se da la pérdida de turistas debido a que muchas familias no visitan las áreas de campo que están aledañas al río.

Dado los resultados obtenidos en la evaluación del riesgo ambiental, el nivel de riesgo que se genera en las lagunas facultativas de agua residual es significativo, lo cual valida la aceptación de la hipótesis de investigación (H1), ya que en los tres entornos se observa potenciales afectaciones en sus diferentes formas, por ende, se rechaza la hipótesis nula (H0). Respecto a las hipótesis específicas: la primera menciona que el sistema de tratamiento de las aguas residuales se encuentran en malas condiciones de mantenimiento y operatividad, lo cual se acepta, mientras que

la segunda hace mención acerca del peligro que se genera por las lagunas facultativas es la descarga del agua residual para el río Achamayo, contexto que también es aceptado, y finalmente el tercero menciona acerca de las consecuencias de los escenarios de los riesgos ambientales, en correspondencia, aquello aborda a la afectación a la salud y la afectación a los cuerpos de agua, lo cual también se acepta.

## CONCLUSIONES

La situación actual del sistema de tratamiento de las lagunas sufre de problemas de operacionalización y manejo inadecuado debido a que existen deficiencias en los procesos que se dan como parte del mismo (cámara de rejillas, lagunas facultativas), por ello se ve afectado el sistema de tratamiento de las aguas residuales.

Los peligros existentes que conlleva las lagunas facultativas de “Santa Rosa de Ocopa” fueron: descarga de las aguas residuales al río Achamayo, falta de mantenimiento de las lagunas, acumulación de los residuos sólidos en zonas aledañas y en las lagunas, riego de las áreas agrícolas y de pastoreo con las aguas residuales; además, el área no tiene un cerco perimétrico complementario, ni mantenimiento.

Las consecuencias que tienen los escenarios de los entornos humano son los siguientes: alteración de la calidad del río Achamayo y alteración a la calidad de vida de la población por el foco infeccioso de insectos, los cuales traen consecuencias a la población. Para el entorno natural: alteración de la vida acuática, alteración del suelo agrícola, que se da debido al riesgo de estas zonas en contacto con el agua contaminada, y daño al paisaje natural de la zona. Para el entorno socioeconómico: se da la contaminación de los pastizales, animales y siembras que se dan en las zonas aledañas y por donde recorre el agua, y la pérdida de visitas de las áreas de campo que son aledañas al río.

La evaluación del riesgo ambiental que generan las lagunas facultativas de “Santa Rosa de Ocopa” da como resultado un riesgo significativo, lo cual evidencia la necesidad de plantear medidas de control para poder controlar o eliminar las consecuencias que traen estos riesgos. Se recomienda el mantenimiento de las lagunas facultativas, así como la infraestructura que tiene es incompleta para un tratamiento óptimo, por último, que el gobierno local y población tome acciones para el tratamiento adecuado de sus aguas residuales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO. *Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución*. Lima: GTZ/PROAGUA, 2008.
- (2) SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO. *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el ámbito de las Empresas Prestadoras*. Lima: Dirección de Fiscalización SUNASS, 2022.
- (3) CORREA, G. Evaluación y monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del Municipio de Santa Fé de Antioquía, Colombia. Tesis de Maestría (Magíster en Ingeniería). Colombia: Universidad de Antioquía, 2008.
- (4) MATSUMOTO, T. y SÁNCHEZ, I. Eficiencia del tratamiento de aguas residuales por lagunas facultativas e implicaciones en la salud pública. *Rev. Centro de Estudios de Salud*, 2010, 12(1), 65-78 pp. ISSN: 2389-7066.
- (5) LARIOS, F., GONZÁLEZ, C. y MORALES, Y. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Saber y Hacer*, 2016, 2(2).
- (6) ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL [En línea]. Fiscalización ambiental en aguas residuales, 2014 [Fecha de consulta: 17 de diciembre de 2020]. Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827).
- (7) FERNÁNDEZ, A. *Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura*. Lima: Autoridad Nacional del Agua, 2011.
- (8) SATALAYA, K. Evaluación de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas en las lagunas de estabilización de la ciudad de Uchiza. Tesis (Título de Ingeniero de Recursos Naturales Renovables). Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2015.
- (9) QUISPE, J. Propuesta metodológica para la evaluación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante lagunas de estabilización - Azángaro. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2013.
- (10) TRATAMIENTO DEL AGUA [En línea]. Laguna facultativa, 2016 [fecha de consulta: 14 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.tratamientodelagua.com.mx/laguna-facultativa/>.
- (11) MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales*. Lima: Dirección General de Calidad Ambiental, 2010.

- (12) MARTÍNEZ, A. y GUZMÁN, N. Estudio y evaluación de las lagunas de estabilización de aguas residuales domésticas en la Base Militar N°10 de Jutiapa, Colonia militar de Jutiapa, Base aérea del sur de Retalhuleu y Escuela politécnica en San Juan Sacatepéquez. Tesis de Maestría (Magíster en Ingeniería Sanitaria). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003.
- (13) MARTÍNEZ, J. Evaluación ambiental de los sistemas de lagunas para el tratamiento de aguas residuales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Colombia: Universidad de Sucre, 2007.
- (14) GUERRERO, M. Estudio del impacto ambiental y plan de manejo ambiental de la planta de tratamiento de aguas servidas de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de la parroquia Quinchicoto. Tesis de Maestría (Magíster en Agroecología y Ambiente). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- (15) MARTÍNEZ, M. Eficiencia de la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en de la ciudad de Celendín. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2016.
- (16) MOTA, K. Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma - 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2017.
- (17) SILVA, J. Evaluación y rediseño del sistema de lagunas de estabilización de la Universidad de Piura. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, 2004.
- (18) CEDRÓN, O. y CRIBILLEROS, A. Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2017.
- (19) RUIZ, C. y SÁNCHEZ, Y. El viento: factor importante en el tratamiento de aguas residuales mediante lagunas de estabilización. Tesis (Título de Ingeniero Sanitario). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.
- (20) ROMERO, P. Influencia de microorganismos eficaces en la remoción de coliformes termotolerantes y demanda bioquímica de oxígeno de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del distrito de Quilcas, 2019. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Huancayo: Universidad Continental, 2020.

- (21) DAVIRÁN, M. y HUAMANÍ, C. Optimización hidráulica de la planta de tratamiento de aguas residuales aprovechando la pendiente pronunciada del terreno en Vítor - Arequipa - Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020.
- (22) CASTELLANOS, J. y MAMANI, E. Optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales por las lagunas de oxidación/estabilización del sector Mukuraya, provincia de Moho, región de Puno. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2020.
- (23) CUBEÑAS, L. y LOZANO, L. Diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huanchaco y propuesta hidráulica de optimización del sistema actual - 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2017.
- (24) MINISTERIO DEL AMBIENTE. Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR). Lima: El Peruano, 2010.
- (25) CEGARRA, J. *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. España: Ediciones Díaz de Santos, 2004. ISBN: 84-7978-624-8.
- (26) HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill, 2014. ISBN: 9781-4562-3996-0.
- (27) ARROYO, J. [en línea]. Manual de investigación, 2012. [fecha de consulta: 11 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0B4MdQCIR0y1PbzR4ODJsWGZHNE0/view>.
- (28) MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA ROSA DE OCOPA [En línea]. Presupuesto internacional de apertura año fiscal 2020 [fecha de consulta: 21 de marzo de 2021]. Disponible en: [https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016\\_2021/Consejo\\_Directivo/Documentos\\_Otras\\_Instituciones/OFICIO-279-2019-A-MDSRO.pdf](https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Consejo_Directivo/Documentos_Otras_Instituciones/OFICIO-279-2019-A-MDSRO.pdf).
- (29) INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA [En línea]. Directorio Nacional de Centros Poblados, Censos Nacionales, 2017 [fecha de consulta: 25 de marzo de 2021]. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/tomo3.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/tomo3.pdf).

- (30) MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. *Protocolo de monitoreo de calidad de efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales*. Lima: MVCS, 2013.
- (31) COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA [En línea]. El medio ambiente en México - Calidad del agua [fecha de consulta: 13 de enero de 2023]. Disponible en: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_resumen14/06\\_agua/6\\_2\\_1.html#:~:text=La%20DBO5%20es%20un,biol%C3%B3gicas%20de%20los%20ecosistemas%20acu%C3%A1ticos](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_2_1.html#:~:text=La%20DBO5%20es%20un,biol%C3%B3gicas%20de%20los%20ecosistemas%20acu%C3%A1ticos).
- (32) AGUASRESIDUALES.INFO [En línea]. Cargas orgánicas y demandas de oxígeno en todas sus variedades [fecha de consulta: 14 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/analisis-comparativas-y-relaciones-entre-la-dbo-dqo-cot>.
- (33) QUISPE, E. Remoción de sólidos suspendidos para mejorar la calidad de agua superficial en el sector Pampilla de la cuenca Azángaro, Ananea 2021. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Huancayo: Universidad Continental, 2021.
- (34) TIRADO, Z. Porcentaje de remoción de indicadores patógenos en lagunas facultativas aireadas en función al tiempo de retención hidráulica en la planta de tratamiento de aguas residuales de Celendín. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2022.
- (35) DÉNIZ, F. Análisis estadístico de los parámetros DQO, DBO5 y SS de las aguas residuales urbanas en el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa. Tesis Doctoral. España: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2010.
- (36) ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD [En línea]. Diez enfermedades transmitidas por vectores que ponen en riesgo a la población de las Américas [fecha de consulta: 28 de marzo de 2021]. Disponible en: [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9438:2014-10-vector-borne-diseases-that-put-population-americas-at-risk&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9438:2014-10-vector-borne-diseases-that-put-population-americas-at-risk&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0).

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuál es el nivel de riesgo ambiental generado por las lagunas facultativas de aguas residuales ubicado en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿Cuál es la situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales del distrito de Santa Rosa de Ocopa?</p> <p>¿Cuáles son los peligros que genera las lagunas facultativas en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021?</p> <p>¿Cuáles son las consecuencias de los escenarios de riesgos ambientales que se dan en las lagunas facultativas en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar el nivel de riesgo ambiental generado por las lagunas facultativas de tratamiento de las aguas residuales en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Determinar la situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales del distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021.</p> <p>Identificar los peligros que generan las lagunas facultativas en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021.</p> <p>Determinar las consecuencias de los escenarios de riesgos ambientales que se dan en las lagunas facultativas en el distrito de Santa Rosa de Ocopa 2021.</p>	<p><b>Hipótesis de investigación:</b></p> <p>El nivel de riesgo que genera las lagunas facultativas de aguas residuales es significativo.</p> <p><b>Hipótesis nula:</b></p> <p>El nivel de riesgo que genera las lagunas facultativas de aguas residuales no es significativo.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>El sistema de tratamiento de aguas residuales se encuentra en malas condiciones de mantenimiento y operatividad.</p> <p>El peligro que se generan por las lagunas facultativas es la descarga del agua residual al Río Achamayo.</p> <p>Las consecuencias de los escenarios de los riesgos ambientales son afectaciones a la salud, afectación a los cuerpos de aguas.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Laguna facultativa.</p> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Riesgos ambientales (entornos).</p>	<p><b>Método general de la investigación:</b></p> <p>El método general es hipotético - deductivo.</p> <p><b>Método específico de la investigación:</b></p> <p>El método específico de investigación es observacional.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>El tipo de investigación es aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b></p> <p>El nivel de Investigación es descriptivo - explicativo.</p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b></p> <p>El diseño de investigación es no experimental - transversal.</p> <p><b>Población:</b></p> <p>La población consiste en las lagunas facultativas de Santa Rosa de Ocopa de la provincia de Concepción, Región Junín.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra de la investigación fue delimitada con el método no probabilístico por conveniencia y con las pautas que se dan la Guía de Evaluación de Riesgos ambientales (MINAM) (11).</p>

**Anexo 2. Panel fotográfico.**

Fotografías 1, 2 y 3: cerco perimétrico incompleto de las lagunas facultativas de “Santa Rosa de Ocopa”.



Fotografías 4, 5, 6 y 7: residuos sólidos en los alrededores de las lagunas facultativas.





Fotografías 8 y 9: lagunas facultativas de aguas residuales del distrito de “Santa Rosa de Ocopa”.



Fotografía 10: se evidencia que existió un desmoronamiento porque se observa el material de color diferente.



Fotografía 11, 12, 13 y 14: viviendas y población cerca de las lagunas facultativas.



Fotografías 15, 16, 17 y 18: zonas agrícolas aledañas a las lagunas facultativas.





Fotografías 19 y 20: toma de muestras de SST en la laguna facultativa.



Fotografías 21 y 22: toma de muestras de DBO en la laguna facultativa.



Fotografías 23, 24, 25, 26 y 27: almacenamiento y conservación de muestras de SST y DBO.



Fotografías 28 y 29: vertimiento de las aguas residuales al río Achamayo.



Fotografías 30 y 31: animales dentro de la zona de las lagunas facultativas.



**Anexo 3.** Resultados brindados por el laboratorio acreditado acerca del muestreo de sólidos totales de las lagunas facultativas de Santa Rosa de Ocopa.

Resultados de laboratorio del muestreo de sólidos suspendidos totales de las lagunas facultativas de Santa Rosa de Ocopa.



INFORME DE  
ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

Nº de Referencia: <b>A-21/101644</b> Descripción(*): <b>Laguna Facultativa A1 ( SST)</b>	Tipo Muestra: <b>Agua Residual Doméstica</b> Fecha Fin: <b>06/09/2021</b>
---	--

**RESULTADOS ANALITICOS**

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>			
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	42,0	mg/L	±4,58

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.



INFORME DE  
ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

Nº de Referencia: <b>A-21/101645</b> Descripción(*): <b>Laguna Facultativa A2 ( SST)</b>	Tipo Muestra: <b>Agua Residual Doméstica</b> Fecha Fin: <b>06/09/2021</b>
---	--

**RESULTADOS ANALITICOS**

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>			
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	171	mg/L	±18,6

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

Resultados de laboratorio del muestreo de demanda bioquímica de oxígeno de las lagunas facultativas de Santa Rosa de Ocopa.



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072



Registro N°LE - 072

Nº de Referencia: A-21/101641	Tipo Muestra: Agua Residual Doméstica
Descripción(*): Laguna Facultativa P 1 ( DBO)	Fecha Fin: 07/09/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	74	mg/L	±9,58

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072



Registro N°LE - 072

Nº de Referencia: A-21/101642	Tipo Muestra: Agua Residual Doméstica
Descripción(*): Laguna Facultativa P2 ( DBO)	Fecha Fin: 07/09/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	50	mg/L	±6,40

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

**Anexo 4.** Ficha de evaluación de campo.

### FICHA DE EVALUACIÓN DE CAMPO

Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS AMBIENTALES DE LAS LAGUNAS FACULTATIVAS DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE OCOPA-CONCEPCIÓN 2021".

Zona a evaluar: lagunas facultativas.

Fecha:

Distrito: Santa Rosa de Ocopa.

Provincia: Concepción.

<b>CRITERIOS A EVALUAR</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>DETALLE</b>
1.Existe presencia de animales y personas en la zona.			
2.Existe presencia de residuos sólidos en la zona.			
3. Cuenta con cerco perimétrico completo.			
4.Se verifica las etapas y estructuras de las lagunas facultativas.			
5. Existe presencia mosquitos e insectos en la zona (focos infecciosos).			
6. Se visualiza viviendas en las zonas aledañas.			
7. Se observa el uso de las aguas de Río Achamayo con fines agrícolas.			