

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Influencia del efluente de la planta de
biorremediación de aguas residuales en la calidad
de agua del humedal Lucre - Huacarpay, sector
Huáscar, provincia de Quispicanchis, región Cusco,
2021**

Briseyda Milagros Canal Becerra
Pilar Torres Escriba

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental

Cusco, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Dr. Felipe Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Dr. Pablo César Espinoza Tumialán
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 13 de setiembre de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**INFLUENCIA DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL LUCRE – HUACARPAY, SECTOR HUÁSCAR, PROVINCIA DE QUISPICANCHI, REGIÓN CUSCO, 2021**", perteneciente a las estudiantes **Briseyda Milagros Canal Becerra y Pilar Torres Escriba**, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas:) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



PABLO CÉSAR ESPINOZA TUMIALÁN
Asesor de tesis

Cc.
Facultad
Oficina de Grados y Títulos
Interesado(a)

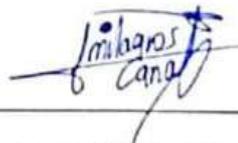
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Briseyda Milagros Canal Becerra, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70375038, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "Influencia del efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar, provincia de Quispicanchi, región Cusco, 2021", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

28 de junio de 2023.



Briseyda Milagros Canal Becerra

DNI. No. 70375038

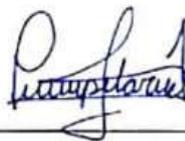
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Pilar Torres Escriba, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 44599490, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "Influencia del efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar, provincia de Quispicanchi, región Cusco, 2021", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

28 de junio de 2023.



Pilar Torres Escriba

DNI. No. 44599490

INFLUENCIA DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL LUCRE – HUACARPAY, SECTOR HUÁSCAR, PROVINCIA DE QUISPICANCHI, REGIÓN CUSCO, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

- 1** WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Cuajone-IGA0000230", R.D. N° 275-2009-MEM-AAM, 2020
Publicación 1%
- 2** Submitted to Webster University
Trabajo del estudiante 1%
- 3** repositorio.ucv.edu.pe
Fuente de Internet 1%
- 4** www.leyes.congreso.gob.pe
Fuente de Internet 1%
- 5** Eduardo Raffo Lecca, Edgar Cruz Ruiz Lizama. "Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno", Industrial Data, 2014
Publicación 1%

6	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	1 %
7	Submitted to Universidad Catolica de Avila Trabajo del estudiante	1 %
8	Flor Angela Meza Pinedo. "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UN VERMIFILTRO CON LA ESPECIE Eisenia Foetida PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE USO DOMÉSTICO", Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica, 2023 Publicación	1 %
9	webcache.googleusercontent.com Fuente de Internet	1 %
10	www.clubensayos.com Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1 %
14	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

15	1library.co Fuente de Internet	<1 %
16	riul.unanleon.edu.ni:8080 Fuente de Internet	<1 %
17	www.tlalnepantla.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
18	repositorioinstitucional.buap.mx Fuente de Internet	<1 %
19	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	"Gobernanza del agua en territorios agrícolas - Estudio de caso en Perú", Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021 Publicación	<1 %
21	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
23	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	doc.rero.ch Fuente de Internet	<1 %

26	www.sunass.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
28	www.paccperu.org.pe Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
30	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
33	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "PAT de las Localidades Mapi LX y Mashira GX en el Lote 57-IGA0001958", R.D. N° 367-2019-MEM/DGAAH, 2020 Publicación	<1 %
34	repositorio.uaustral.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %

36

Jimmy Vicente Reyes. "Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales", Enfoque UTE, 2016

Publicación

<1 %

37

repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

www.wetlands.org

Fuente de Internet

<1 %

39

Ricardo Urrutia-Goyes, Israel Moreano, William Bonilla, Stephany Mena. "Design, Implementation and Evaluation of an Industrial Water Treatment System in El Coca, Ecuador in accordance with National Guidelines", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022

Publicación

<1 %

40

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

41

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

42

tesis.uson.mx

Fuente de Internet

<1 %

43

Dante Salas-Ávila, Fermin Francisco Chaiña Chura, Germán Belizario Quispe, Edgar Quispe Mamani et al. "Evaluación de metales pesados y comportamiento social asociados a la calidad del agua en el río Suches, Puno-Perú", Tecnología y ciencias del agua, 2021

Publicación

<1 %

44

Submitted to Universidad Andrés Bello

Trabajo del estudiante

<1 %

45

tuprints.ulb.tu-darmstadt.de

Fuente de Internet

<1 %

46

repositorio.autonoma.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

47

Damaris Leiva-Tafur, Malluri Goñas, Lorenzo Culqui, Carlos Santa Cruz, Jesús Rascón, Manuel Oliva-Cruz. "Spatiotemporal distribution of physicochemical parameters and toxic elements in Lake Pomacochas , Amazonas, Peru", Frontiers in Environmental Science, 2022

Publicación

<1 %

48

docs.google.com

Fuente de Internet

<1 %

49

Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace, 2011.

Publicación

<1 %

50	José Abel Espinoza-Guillen, Marleni Beatriz Alderete-Malpartida, Rosa Luz Gallegos-Huamán, Yessica Mercedes Paz-Rosales et al. "Ecological risk assessment and identification of sources of heavy metals contamination in sewage sludge from municipal wastewater treatment plants in the Metropolitan Area of Lima-Callao, Peru", Environment, Development and Sustainability, 2022 Publicación	<1 %
51	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	<1 %
52	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.upads.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
54	Submitted to Universidad Privada Boliviana Trabajo del estudiante	<1 %
55	eudl.eu Fuente de Internet	<1 %
56	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
57	Javier Cruz Gómez, Margarita Chávez Martínez, Igor Brilla, Ramón Salazar Velasco et al. "Compendio de Ciencias Aplicadas	<1 %

2018", Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2018

Publicación

58

Moisés Ignacio Ortiz Vega, Álvaro Can Chulim, Carlos Alberto Romero Bañuelos, Elia Cruz Crespo, Alberto Madueño Molina. "Calidad del agua para uso agrícola del río Mololoa, México", REVISTA TERRA LATINOAMERICANA, 2019

Publicación

<1 %

59

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

60

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD

Trabajo del estudiante

<1 %

61

Submitted to Universidad San Francisco de Quito

Trabajo del estudiante

<1 %

62

Dolores Esmilda Castillo Vereau, Lurdes Tuesta Collantes, Seiri Eric Salazar Saldaña. "Evaluación de la calidad del agua subterránea durante la pandemia por covid-19 en la universidad nacional de trujillo, Perú", Telos Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 2022

Publicación

<1 %

63

Tito Sánchez-Rojas, Abraham Espinoza-Culupú, Pablo Ramírez, Leo Kei Iwai et al. "Proteomic Study of Response to Copper, Cadmium, and Chrome Ion Stress in Yarrowia lipolytica Strains Isolated from Andean Mine Tailings in Peru", *Microorganisms*, 2022

Publicación

<1 %

64

Rubisnol Felix Julian Daga, Kevin Ricardo Vilchez Becerra, Jhon Stalin Figueroa Bados, Jesus Miguel Condor Fabian et al. "Design and Control of a Pyrolysis Reactor to Obtain Fuel with Plastic Waste in Huancayo-Peru", 2022 5th International Conference on Robotics, Control and Automation Engineering (RCAE), 2022

Publicación

<1 %

65

"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 27 (2011)", Brill, 2015

Publicación

<1 %

66

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

<1 %

67

prezi.com

Fuente de Internet

<1 %

68

Álan Panatta, Cristina Stenert, Suzana Maria Fagondes de Freitas, Leonardo Maltchik.

<1 %

"Diversity of chironomid larvae in palustrine wetlands of the coastal plain in the south of Brazil", Limnology, 2006

Publicación

69

"Oportunidades y desafíos en el uso de BIM para apoyar el seguimiento y pago de subcontratos de obras", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2017

Publicación

<1 %

70

Submitted to Instituto Tecnológico de Costa Rica

Trabajo del estudiante

<1 %

71

datospdf.com

Fuente de Internet

<1 %

72

documentop.com

Fuente de Internet

<1 %

73

ljz.mx

Fuente de Internet

<1 %

74

"Perspectivas turísticas: una discusión entre lo social y lo cultural", FapUNIFESP (SciELO), 2020

Publicación

<1 %

75

Amir Hefetz, Gabriel Liberman. "The factor analysis procedure for exploration: a short guide with examples / El análisis factorial exploratorio: una guía breve con ejemplos", Cultura y Educación, 2017

<1 %

76	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
77	ramsar.org Fuente de Internet	<1 %
78	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
79	repositorio.uoosevelt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
80	vdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
81	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
82	Cabezut-Boo, O.. "Towards an ontology of waste water treatment plants: the identification phase", Environmental Modelling and Software, 199903 Publicación	<1 %
83	Submitted to Universidad Americana Trabajo del estudiante	<1 %
84	animaldiversity.ummz.umich.edu Fuente de Internet	<1 %
85	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %

86

Fuente de Internet

<1 %

87

portal.research.lu.se

Fuente de Internet

<1 %

88

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

89

sistema.editoraartemis.com.br

Fuente de Internet

<1 %

90

www.aguabolivia.org

Fuente de Internet

<1 %

91

www.neliti.com

Fuente de Internet

<1 %

92

"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 24 (2008)", Brill, 2012

Publicación

<1 %

93

Celso Bambarén. "Legal Issues of Humanitarian Assistance after the 2007 Earthquake in Pisco, Peru", Prehospital and Disaster Medicine, 2012

Publicación

<1 %

94

Guariguata M.R., Arce J., Ammour T., Capella J.L.. "Las plantaciones forestales en Perú: Reflexiones, estatus actual y perspectivas a futuro", Center for International Forestry

<1 %

Research (CIFOR) and World Agroforestry Centre (ICRAF), 2017

Publicación

95	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
96	en.calameo.com Fuente de Internet	<1 %
97	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
98	repositorio.escuelamilitar.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
99	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
100	www.bodasol.com Fuente de Internet	<1 %
101	www.comtf.es Fuente de Internet	<1 %
102	www.dropbox.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado



**Universidad
Continental**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. de Ingeniería Ambiental**

TESIS

**“INFLUENCIA DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE
BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN LA
CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL LUCRE –
HUACARPAY, SECTOR HUÁSCAR, PROVINCIA DE
QUISPICANCHI, REGIÓN CUSCO, 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

Presentada por:

**Bach. Briseyda Milagros Canal Becerra
Bach. Pilar Torres Escriba**

**CUSCO – PERÚ
2023**

ASESOR:

MS. PABLO CESAR ESPINOZA TUMIALAN

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud en primer lugar a Dios, quien con su amor y bendición llena mi vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, es el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad.

A nuestro Asesor, Mg. Pablo Cesar Espinoza Tumialan, por brindarnos todo su apoyo, compartiendo sus aportes profesionales para la culminación de nuestro trabajo de investigación, así como a la Universidad Continental por permitirnos formar parte de tan prestigiosa institución.

A mis padres por su apoyo incondicional, su amor y paciencia, ya que gracias a ellos cumpla un sueño más en mi vida y a mis hermanos por estar siempre acompañándome en todo momento.

Por ultimo quiero agradecer a mi esposo Karel y a mi pequeña hija Emma, quienes son mi soporte idóneo y que con su amor me dan fortaleza para seguir adelante y alcanzar mis metas.

Briseyda Milagros Canal Becerra

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por ser nuestro creador e inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados en mi vida, a pesar de las dificultades se hizo una realidad.

A Jillian, mi eterno agradecimiento por su apoyo incondicional, a pesar de las vicisitudes y la distancia fueron un soporte para lograr este objetivo.

A mi Hija Alison, mi compañera de este proceso de superación, inspiración, apoyo inquebrantable en mis decisiones, mi amor para ella.

A las “Hijas de Santa Ana”, al cual considero mi segundo hogar y familia incondicional, por su respaldo, apoyo y acojo, mi eterno agradecimiento.

Finalmente, a mis docentes de la Universidad de la Facultad de Ingeniería Ambiental por compartir sus conocimientos y ayudarnos durante nuestra formación profesional.

Pilar Torres Escriba

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y bendecirme cada día.

A mis padres, por su apoyo constante, por haberme acompañado a lo largo de mi carrera profesional y de mi vida y por inculcar en mí, valores.

A mis hermanos, por estar siempre conmigo en cada momento que los necesito.

A mi esposo, por ser mi soporte idóneo y mi compañero de vida.

A mi hija, por ser mi fortaleza para seguir adelante.

Briseyda Milagros Canal Becerra

A Dios, por ser nuestro creador.

A Jillian, por su apoyo incondicional.

A mi hija Alison, por ser mi compañera e inspiración.

A las hijas de Santa Ana por ser mi segundo hogar.

Pilar Torres Escriba

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE.....	v
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I:	13
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Formulación del problema	14
1.2.1. Problema general	14
1.2.2. Problemas específicos	14
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
1.4. Justificación e importancia.....	15
1.4.1. Justificación	15
1.4.2. Importancia	15
1.5. Hipótesis y descripción de variables	15
1.5.1. Hipótesis.....	15
1.5.2. Descripción de las variables	15
CAPÍTULO II:	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes de la investigación.....	17
2.1.1. Internacionales.....	17
2.1.2. Nacionales	17
2.1.3. Antecedentes regionales o locales.....	18
2.2. Bases teóricas.....	19
2.2.1. Marco Legal	19

2.2.2.	Marco referencial.....	23
2.3.	Definición de términos básicos	29
2.3.1.	Ecosistema.....	29
2.3.2.	Humedal	29
2.3.3.	Afluente.....	29
2.3.4.	Efluente	29
2.3.5.	Biorremediación	29
2.3.6.	Eutrofización.....	30
2.3.7.	Colmatación.....	30
2.3.8.	Espejo lacustre	30
2.3.9.	Temperatura.....	30
2.3.10.	Potencial de hidrogeno (pH)	30
2.3.11.	Oxígeno disuelto.....	30
2.3.12.	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅).....	30
2.3.13.	Demanda química de oxígeno (DQO ₅)	31
2.3.14.	Sólidos suspendidos totales (SST)	31
2.3.15.	Aceites y grasas	31
2.3.16.	Coliformes termotolerantes.....	31
2.3.17.	Conductividad eléctrica	32
2.3.18.	Fósforo total	32
2.3.19.	Nitrógeno total.....	32
CAPÍTULO III		33
METODOLOGÍA.....		33
3.1.	Método y alcance de la investigación	33
3.1.1.	Método de la investigación:.....	33
3.1.2.	Alcance de la investigación	33
3.2.	Diseño de la investigación.....	33
3.3.	Población.....	33
3.4.	Muestra	34
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección (Según el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos hídricos Superficiales -Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)	34
3.5.1.	Materiales, equipos, reactivos	34
3.5.2.	Procedimiento	35

CAPÍTULO IV:	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	40
4.1.1. Resultados de laboratorio del análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente de la Planta de Biorremediación de aguas residuales en función a límites máximos permisibles - Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM	40
4.1.2. Resultados de laboratorio del análisis fisicoquímico y microbiológico del Humedal Lucre Huacarpay – sector Huáscar en función a estándares de calidad ambiental - Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Categoría IV (E1: Lagos y lagunas).	45
4.2. Prueba de hipótesis.....	51
4.3. Discusión de resultados.....	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	60
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	60
ANEXO 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	61
ANEXO 03: ANÁLISIS DE LABORATORIO	63
Corrida 1.....	63
ANEXO 04: REPORTE FOTOGRÁFICO	71

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de agua residual	26
Tabla 2 Puntos de muestreo	36
Tabla 3 Fechas de muestreo	36
Tabla 4 Resultados de prueba de normalidad	51
Tabla 5 Resultados de prueba de hipótesis para datos paramétricos.....	52
Tabla 6 Resultados de prueba de hipótesis para datos paramétricos.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa del Cusco.	24
Figura 3 Mapa del distrito de Lucre	24
Figura 5 Equipo formulador.....	25
Figura 6 Preparación de materiales e implementación de equipos de protección.....	37
Figura 7 Identificación del punto de muestreo.....	37
Figuras 8, 9 y 10. Medición de parámetros de campo (temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto).....	37
Figuras 11 y 12 Toma de muestras para análisis fisicoquímico.....	38
Figura 14. Muestras listas para ser transportados al laboratorio.	38
Figura 13 Toma de muestras para análisis microbiológico.	38
Figura 15 Resultados obtenidos de pH de efluentes	40
Figura 16 Resultados obtenidos para conductividad eléctrica de efluentes	40
Figura 17 Resultados obtenidos para temperatura de efluentes	41
Figura 18 Resultados obtenidos para aceites y grasas de efluentes	41
Figura 19 Resultados obtenidos para DBO ₅ de efluentes.....	42
Figura 20 Resultados obtenidos para DQO ₅ de efluentes	42
Figura 21 Resultados obtenidos para SST de efluentes	43
Figura 22 Resultados obtenidos para Oxígeno Disuelto de efluentes	43
Figura 23 Resultados obtenidos para Fósforo total	44
Figura 24 Resultados obtenidos para Nitratos de efluentes	44
Figura 25 Resultados obtenidos para coliformes termotolerantes de efluentes	45
Figura 26 Resultados obtenidos de pH de agua de humedal.....	45
Figura 27 Resultados obtenidos para conductividad eléctrica de agua de humedal.....	46
Figura 28 Resultados obtenidos para temperatura de agua de humedal.....	46
Figura 29 Resultados obtenidos para aceites y grasas de agua de humedal.....	47
Figura 30 Resultados obtenidos para DBO ₅ de agua de humedal	47
Figura 31 Resultados obtenidos para DQO ₅ de agua de humedal	48
Figura 32 Resultados obtenidos para SST de agua de humedal	48
Figura 33 Resultados obtenidos para oxígeno disuelto de agua de humedal.....	49
Figura 34 Resultados obtenidos para fósforo total de agua de humedal	49
Figura 35 Resultados obtenidos para nitratos de agua de humedal	50
Figura 36 Resultados obtenidos para coliformes termotolerantes de agua de humedal	50

RESUMEN

La contaminación ambiental que genera la disposición inadecuada de aguas residuales domésticas es un problema que se da en diferentes partes de nuestro país, más aún en aquellos lugares de bajo presupuesto que impiden que se realice o implemente sistemas de tratamientos adecuados, ya que estas aguas generan daños a la salud y al medio ambiente.

Es así como la presente investigación se desarrolló con el objetivo principal de determinar la influencia que tiene la calidad del efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar, región Cusco, en el año 2021. La importancia de esta investigación se da debido a que la laguna Huáscar forma parte del Humedal Lucre Huacarpay, ecosistema que tiene importancia a nivel internacional y es reconocido por la Convención RAMSAR.

La fase de campo se ejecutó en el periodo de junio y julio del 2021, en el que se tomaron 2 muestras en la Planta de Biorremediación uno del afluente y otro del efluente, así mismo se tomaron 4 muestras de las aguas de la Laguna Huáscar del Humedal Lucre-Huacarpay, estas a diferentes distancias del punto de vertimiento del efluente de dicha planta, para su posterior análisis físico químico y microbiológico en el laboratorio.

Como conclusiones de la investigación se tiene que del análisis fisicoquímico y microbiológico que se realizó al efluente de la planta de Biorremediación de aguas residuales, se evidenció resultados de incumplimiento de varios parámetros respecto a los LMP como son: DBO₅, DQO₅, SST y coliformes termo tolerantes, así mismo respecto a los análisis de las muestras de agua del cuerpo del Humedal Lucre- Huacarpay, sector Huáscar, se evidenció resultados cuyos valores se encuentran por encima de los estándares de calidad del agua en parámetros como son DBO₅, DQO₅, SST y coliformes termo tolerantes. Por lo tanto la influencia que tiene la calidad del efluente de la planta de Biorremediación de aguas residuales en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar, región Cusco, 2021, es alta debido a que la principal causa de alteración de los estándares de calidad del agua del Humedal Lucre son los efluentes de la Planta de Biorremediación de aguas residuales cuyos parámetros que incumplen con los LMP alteran también el cumplimiento de los ECA del agua en parámetros como el DBO₅, DQO₅, SST y coliformes termo tolerantes.

Palabras claves: Influencia, agua residual, calidad de agua.

ABSTRACT

The environmental contamination generated by the inadequate disposal of domestic wastewater is a problem that occurs in different parts of our country, even more in those places with a low budget that prevent adequate treatment systems from being carried out or implemented, since these waters generate damage to health and the environment.

Thus, the present investigation was developed with the main objective of determining the influence of the quality of the effluent from the wastewater bioremediation plant on the water quality of the Lucre - Huacarpay Wetland, Huascar sector, Cusco region, in the year 2021. The importance of this research is due to the fact that the Huascar lagoon is a part of the Lucre Huacarpay Wetland, an ecosystem that has an international importance and is recognized by the RAMSAR Convention.

The field phase was carried out in the period of June and July 2021, in which 2 samples were taken at the Bioremediation Plant, one from the tributary and the other from the effluent, as well as 4 samples of the waters of the Huascar Lagoon of the Lucre -Huacarpay Wetland, all these at different distances from the effluent discharge point of said Plant, for subsequent physical, chemical and microbiological analysis in the Laboratory.

As conclusions of the investigation, the physicochemical and microbiological analysis that was carried out on the effluent of the wastewater bioremediation plant showed results of non-compliance with several parameters regarding the LMPs, such as BOD₅, COD₅, TSS and thermo-tolerant coliforms. Likewise, regarding the analysis of the water samples of the water body of the Lucre-Huacarpay Wetland, Huascar sector, results were shown whose values are above the water quality standards in parameters such as BOD₅, COD₅, SST and thermotolerant coliforms. Therefore, the influence of the quality of the effluent from the wastewater bioremediation plant on the water quality of the Lucre - Huacarpay Wetland, Huascar sector, Cusco region, 2021, is high because the main cause of alteration of the Lucre Wetland water quality standards are the WWTP effluents whose parameters that do not comply with the LMPs also alter compliance with the ECAs of the water in parameters such as BOD₅, COD₅, TSS and thermo-tolerant coliforms.

Keywords: Influence, residual water, water quality.

INTRODUCCIÓN

Tal como lo dice (1), el agua es un elemento de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible así mismo, es el fundamento de la vida, un recurso crucial para la humanidad y para el resto de los seres vivos; todos la necesitamos, y no solo para beber, nuestros ríos y lagos, nuestras aguas costeras, marítimas y subterráneas, constituyen recursos valiosos que es preciso proteger (párr. 1).

La sociedad recurre al agua para generar y mantener el crecimiento económico y la prosperidad, a través de actividades tales como: la agricultura, la pesca comercial, la producción de energía, la industria, el transporte y el turismo; sin embargo, somos los seres humanos quienes incidimos en su calidad y disponibilidad ya que con el pasar del tiempo se incrementa la población y como consecuencia se tiene que el abastecimiento de este es mayor (párr. 4).

En la actualidad venimos enfrentando una problemática a nivel mundial, la contaminación de cuerpos de agua por vertimientos de aguas residuales, esto debido al crecimiento desmesurado de la población y la falta de tratamientos eficientes de este tipo de aguas.

El Humedal Huáscar, quien forma parte del ecosistema Lucre – Huacarpay, ubicado en el distrito de Lucre, provincia de Quispicanchi y departamento de Cusco, no se escapa de esta realidad, a pesar de que se cuenta con una planta de Biorremediación de aguas residuales donde se trata las aguas servidas de la población de Lucre.

Es a raíz de ello que la presente investigación tiene como objetivo principal determinar la influencia que tiene el efluente de dicha planta de Biorremediación en la calidad de agua del Humedal Lucre Huacarpay, sector Huáscar ya que la descarga de esta planta es vertida directamente a este ecosistema. En el segundo capítulo se estudió la información de los antecedentes y trabajos desarrollados ligados al tema de investigación; el tercer capítulo describe la metodología utilizada, los materiales, equipos e instrumentos utilizados. En el último capítulo se presentan los resultados, la discusión respectiva para finalmente presentar las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

Con fecha 23 de setiembre del año 2006 el Humedal Lucre Huacarpay fue declarado Humedal de Importancia Internacional por la Convención RAMSAR con el propósito de involucrar a las instituciones competentes y dar el primer paso al camino de la conservación y el uso racional y sostenible de este ecosistema, esto implicaba comprometer a las diferentes instituciones del ámbito local, regional y/o nacional para velar por la implementación de políticas de conservación del ecosistema, según lo indica la ficha informativa de los humedales de RAMSAR (2)

Según De La Torre 2018, el Humedal Lucre – Huacarpay años atrás albergaba recursos de vida silvestre que con el pasar del tiempo fueron sufriendo presión por parte de la población aledaña lo que viene ocasionando problemas medioambientales como la pérdida de biodiversidad (p. 1). Así mismo manifiesta que este ecosistema se viene eutrofizando principalmente por la acción antrópica, esto debido a que aguas arriba se desarrollan actividades de crianza de animales vacunos, ovinos y truchas a través de piscigranjas y que por la pendiente del lugar todo el material orgánico es arrastrado por las precipitaciones al río Lucre para luego ser depositados en el Humedal, a esto se le suma la mala disposición de residuos sólidos (p. 3).

Sin embargo, existe un mayor problema causante de deteriorar la calidad ambiental de este ecosistema y es la de disponer las aguas residuales provenientes de los centros poblados en uno de los sectores (Huáscar) del Humedal Lucre - Huacarpay, a pesar de que se cuenta con una planta de Biorremediación de aguas residuales. Esta descarga conforma un gran sustrato apto para el avance de la Tifa por lo tanto se viene reduciendo aceleradamente el espejo lacustre, restando un hábitat indispensable para la biodiversidad del humedal.

Así mismo al desarrollarse las actividades de sustento como la ganadería y agricultura en los alrededores de este humedal se ven afectados directamente los animales vacunos y ovinos, los cultivos y la salud de los mismos habitantes ya que estos utilizan parte de estas aguas para el consumo de los animales; a esto se le añade el mal olor que se desprende de las pozas de oxidación, esto a causa de la descomposición anaerobia de la materia orgánica o técnicamente hablando por las concentraciones de sulfatos y sulfuros que pueden producir Sulfuro de Hidrogeno H₂S.

Por último, debemos mencionar que la planta de Biorremediación se construyó en el año 2018, tomando en cuenta el primer componente del Proyecto de Inversión Pública denominado

“Recuperación del ecosistema del Sitio RAMSAR, Humedal Lucre – Huacarpay, distrito de Lucre, provincia de Quispicanchi, departamento del Cusco” con el objetivo de realizar la depuración final de aguas servidas tratadas en pozas de oxidación del centro poblado de Lucre; sin embargo en la actualidad se observa que dicha planta de biorremediación no realiza el tratamiento adecuado de las aguas residuales, descargando un efluente contaminante al sector de Huáscar degradando la calidad de agua y otros componentes ambientales de esta.

Por todo lo mencionado existe la necesidad de determinar la influencia que tiene efluente de la Planta de Biorremediación de aguas residuales en el Humedal Lucre - Huacarpay, sector Huáscar y así obtener datos exactos de dicha influencia, el mismo que servirá de base para la toma de decisiones en bien de la recuperación de este ecosistema.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué influencia tiene la calidad del efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar región Cusco, 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales?
- ¿Cuáles son las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia que tiene la calidad del efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar, región Cusco, 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del efluente de la planta de biorremediación.
- Determinar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación

El presente trabajo de investigación busca determinar la influencia que tiene el efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar, datos que se utilizarán para la toma de decisiones en beneficio de la calidad de vida de la población adyacente, así mismo en las acciones de mejora que se vayan a dar en la planta de Biorremediación de aguas residuales y que por consiguiente se mejore la calidad ambiental del ecosistema.

1.4.2. Importancia

Creemos que conocer el grado de influencia que tiene el efluente de la planta de biorremediación en la calidad de agua del Humedal Huáscar es de gran importancia para la toma de decisiones orientados a la mejora y recuperación de este ecosistema.

Por otro lado, se debe indicar que este ecosistema es considerado como uno de los humedales de importancia internacional, declarado por la Convención RAMSAR en Setiembre del año 2006, esto debido a la función principal que realiza este ecosistema como es de capturar y retener el agua de lluvia, constituyéndose como regulador de la microcuenca de Lucre, así como por albergar y mantener una diversidad biológica importante de una región biogeográfica determinada, todo ello según lo informa esta convención.

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis

H₀: El efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales no influye en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar.

H₁: El efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales influye en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar.

1.5.2. Descripción de las variables

Variable independiente

Calidad del efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales.

Definición: Es la descarga final que sale de la planta de biorremediación de aguas residuales, líquido que pasó por cada uno de los procesos de tratamiento.

Indicadores

Parámetros fisicoquímicos

- ✓ pH
- ✓ Conductividad
- ✓ Temperatura
- ✓ Aceites y grasas
- ✓ DBO₅
- ✓ DQO₅
- ✓ SST
- ✓ Oxígeno disuelto
- ✓ Fosforo total
- ✓ Nitrógeno total

Parámetros microbiológicos

- ✓ Coliformes termo tolerantes

Variable dependiente

Calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar.

Definición: Características físicas, químicas y biológicas que posee el cuerpo de agua del Humedal Huáscar.

Indicadores

Parámetros fisicoquímicos

- ✓ pH
- ✓ Temperatura
- ✓ Conductividad
- ✓ Aceites y grasas
- ✓ DBO₅
- ✓ DQO₅
- ✓ SST
- ✓ Oxígeno disuelto
- ✓ Fosforo total
- ✓ Nitrógeno total

Parámetros microbiológicos

- ✓ Coliformes termo tolerantes

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

En la investigación titulada “*IMPACTO DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN LA CALIDAD DEL RÍO MOLOLOA (NAYARIT, MÉXICO) Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN*” de la Universidad Autónoma de Nayarit – México del año 2007 se investigó los cambios significativos que se provocaron en la calidad del agua del río Mololoa debido al tratamiento insuficiente e inadecuado de las descargas de aguas residuales municipales para ello se analizó y se midió el gasto de la corriente aguas arriba de la descarga, en la descarga misma y aguas abajo de la descarga. Con los gastos y calidad del agua del cuerpo receptor y de la descarga, se aplicó la expresión de déficit crítico de oxígeno del modelo de Streeter y Phelps y a partir de los datos obtenidos, se propone la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) máxima de descarga que debe regularse en la carga contaminante que se vierte en el río. El ICA del río a la altura de Pantanal, antes de su ingreso a la ciudad de Tepic, es de 62.5; mientras que, a la altura de La Escondida, después de haber recibido la descarga de aguas residuales de la ciudad de Tepic, es de 36.3.

Con respecto a la planta de tratamiento, existe un esfuerzo por parte del municipio por tratar el agua residual generada de la ciudad de Tepic; sin embargo, se concluye que no es suficiente. Como resultado de la contaminación que recibe el río, se afecta el turismo, la agricultura y la pesca de la zona de influencia, limitando con esto el desarrollo económico de la región. Considerando el volumen actual descargado, las características de la corriente y el uso del cuerpo de agua, se requiere una planta de tratamiento de agua para depurar un volumen (4).

2.1.2. Nacionales

En la Tesis titulada “*ANÁLISIS DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y SOCIALES GENERADOS POR EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE CHILPINA EN AREQUIPA 2015*” para obtener el grado académico de maestra en Ciencias, con mención en Gerencia, Auditoría y Gestión Ambiental en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa en el 2018 se determinaron los efectos generados por la planta de tratamiento de aguas servidas de Chilpina; para ello realizó un diagnóstico en cada una de las etapas del tratamiento de aguas residuales identificando las deficiencias, así mismo se realizó una caracterización físico química y biológica en el afluente

de la planta obteniendo los valores de 0 mg/L de oxígeno disuelto, 1440 mg/L de demanda Bioquímica de oxígeno, 20x10³ NMP/100 mL de coliformes fecales.

Por consiguiente, el impacto ambiental generado por la Planta de tratamiento de Chilpina corresponde a la generación de mal olor que se ha identificado “muy intenso” a distancias de 0.77 km hacia el Este y 1.83 kilómetros hacia el Sur; el área el “olor perceptible” alcanza distancias hasta de 2.61 km desde la planta de tratamiento en dirección Este y llegaría como “poco perceptible” llega hasta los 4 km aproximadamente en dirección Este (5).

En la investigación titulada *“INFLUENCIA DEL VERTIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CAJAMARQUINO – LLACANORA”* 2017 para obtener el título profesional en la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca en el 2019 se evaluó la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en la calidad de agua del río Cajamarquino, ubicado en el distrito de Llacanora, sector La Banda, provincia de Cajamarca durante el periodo 2017. Se realizó mediante un análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para evaluar la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del río Cajamarquino se establecieron dos temporadas de estudio (seca y lluvia), en tres estaciones (aguas arriba, aguas abajo y vertimiento), tomando 63 muestras (en cada temporada) iniciando en el mes de septiembre a noviembre. Para la obtención de resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se analizó en el Laboratorio regional del agua. Del mismo modo, fueron comparados con los estándares de calidad ambiental - categoría IV, sub categoría E1 y límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes superaron en 79.4 y 11.4 mg/L, 530 000 y 348 000 NMP/100 mL; 530 000 y 5 398 000 NMP/100 mL, vertimiento y aguas abajo respectivamente en la calidad de agua del río Cajamarquino (6).

2.1.3. Antecedentes regionales o locales

En el Proyecto de Inversión Pública denominado *“RECUPERACIÓN DEL ECOSISTEMA DEL SITIO RAMSAR, HUMEDAL LUCRE HUACARPAY, DISTRITO LUCRE, PROVINCIA QUISPICANCHI, DEPARTAMENTO CUSCO”* 2018, el Gobierno Regional del Cusco desarrolla como objetivo de este proyecto lograr a través de una secuencia de acciones y actividades la recuperación del Humedal Lucre – Huacarpay ya que se identificó como problema principal o prioritario la degradación del ecosistema del sitio RAMSAR.

Una de las problemáticas a resolver con este proyecto fue la de mejorar la calidad de agua del sitio RAMSAR a través de dos actividades como son la Biorremediación de aguas en zonas de vertimientos con plantas acuáticas y la recuperación de la fracción sucesional del espejo de agua Huáscar con la finalidad de crear un medio adecuado de desarrollo del ecosistema (7).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Marco Legal

Normativa nacional vigente que respalda la investigación realizada.

- **Ley N° 28611. Ley General del Ambiente aprobada el 15 de octubre del 2005. (8)**

Artículo 120°. - De la protección de la calidad de las aguas:

120.1 El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.

120.2 El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reúso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán.

Artículo 121°. - Del vertimiento de aguas residuales:

El Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo con lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.

Artículo 122°. - Del tratamiento de residuos líquidos:

122.1 Corresponde a las entidades responsables de los servicios de saneamiento la responsabilidad por el tratamiento de los residuos líquidos domésticos y las aguas pluviales.

122.2 El sector Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la vigilancia y sanción por el incumplimiento de LMP en los residuos líquidos domésticos, en coordinación con las autoridades sectoriales que ejercen funciones relacionadas con la descarga de efluentes en el sistema de alcantarillado público.

122.3 Las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas, de comercialización u otras que generen aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión ambiental, de

conformidad con lo establecido en las normas legales vigentes. El manejo de las aguas residuales o servidas de origen industrial puede ser efectuado directamente por el generador, a través de terceros debidamente autorizados a o a través de las entidades responsables de los servicios de saneamiento, con sujeción al marco legal vigente sobre la materia.

- **Ley N° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su modificatoria mediante Decreto Legislativo N° 1078.** (9)

Tiene como objetivo principal lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas públicos a través del establecimiento del Sistema Nacional de evaluación del impacto ambiental – SEIA.

- **Política Nacional del Ambiente (Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM).** (10)

Objetivo general. - Mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

Eje de política 1.- Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la diversidad biológica.

- **Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y su reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG.** (11)

Regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

Artículo 79°. - Vertimiento de agua residual. La Autoridad Nacional del Agua autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las autoridades ambiental y de salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua, (ECA-Agua) y Límites Máximos permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual son dicha autorización.

Artículo 80°. - Autorización del vertimiento. Todo vertimiento de agua residual en una fuente natural de agua requiere la autorización de vertimiento para cuyo efecto debe presentar el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad ambiental respectiva, el cual debe contemplar los siguientes aspectos respecto de las emisiones:

1. Someter los residuos a los necesarios tratamientos previos.
2. Comprobar que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación.

Artículo 80°. – Reutilización del agua residual. La Autoridad Nacional a través del Concejo de cuenca, autoriza el reúso del agua residual tratada, según el fin para el que se destine la misma en coordinación con la autoridad sectorial competente y cuando corresponda, con la Autoridad Ambiental Nacional.

- **Decreto Legislativo N° 1280. Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento.** (12)

Artículo 1°. - Prestación de los servicios de saneamiento. Para los efectos de la presente Ley, la prestación de los servicios de saneamiento comprende la prestación regular de: servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales para disposición final o reúso y disposición sanitaria de excretas, en los ámbitos urbano y rural.

Artículo 2°. - Sistemas y procesos que comprenden los servicios de saneamiento.

2. Servicio de Alcantarillado Sanitario, que comprende los procesos de: recolección, impulsión y conducción de aguas residuales hasta el punto de entrega para su tratamiento.

3. Servicio de Tratamiento de Aguas Residuales para disposición final o reúso, que comprende los procesos de mejora de la calidad del agua residual proveniente del servicio de alcantarillado mediante procesos físicos, químicos, biológicos u otros, y los componentes necesarios para la disposición final o reúso.

Artículo 26.- Gestión ambiental

26.1. Los Prestadores de servicios de saneamiento implementan tecnologías apropiadas para el tratamiento de aguas residuales, a fin de cumplir con los Límites Máximos Permisibles – LMP y Estándares de Calidad Ambiental – ECA aplicables, de acuerdo con la ley, evitando la contaminación de las fuentes receptoras de agua y promoviendo su reúso.

26.2. Los prestadores de servicios de saneamiento están facultados para brindar a terceros, con la correspondiente contraprestación, las siguientes actividades:

Comercializar el agua residual tratada, residuos sólidos y subproductos generados en el proceso de tratamiento de aguas residuales, con fines de reúso.

Brindar el servicio de tratamiento de aguas residuales, para fines de reúso.

Comercializar el agua residual sin tratamiento, para fines de reúso, a condición de que los terceros realicen las inversiones y asuman los costos de operación y mantenimiento para su tratamiento y reúso.

- **Ley N° 26842, Ley General de Salud.** (13)

Artículo 104°. - Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

Artículo 107°. - El abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, reúso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la autoridad de salud competente, la que vigilará su cumplimiento.

A través de DIGESA se da la opinión técnica favorable del sistema de tratamiento y disposición sanitaria de aguas residuales domésticas para vertimiento y reúso.

- **Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA**, Aprueba Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (14)
- **Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA**, Aprueba la “Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo Natural de Agua”. (15)
- **Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA**, de fecha 13 de febrero del 2018, que resuelve aprobar la clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales. (16)
- **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM**: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. (17)
- **Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM**: Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.(10)
- **Decreto Supremo N° 07-2010-AG**, declara de interés nacional la protección de la calidad del agua en las fuentes naturales y sus bienes asociados. (18)
- **Decreto Legislativo N° 1278**, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos; aprobado el 23 de diciembre del 2016 y su reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. (19)

2.2.2. Marco referencial

2.2.2.1. Ubicación

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Quispicanchi, en el departamento del Cusco, en la margen izquierda del río Vilcanota, entre las coordenadas 13°34' y 13°42' de latitud sur y 71°42' y 71°50' de longitud oeste. Corresponde a la Subcuenca de Lucre, considerada como la cuarta en importancia dentro del sistema de subcuencas de la cuenca media del Vilcanota. Su densidad hídrica es muy baja en período seco que llega a 0.21 Km/Km², se duplica en el período de lluvias y crece hasta alcanzar un promedio de 2.12 Km/Km². Esta subcuenca se caracteriza por la presencia de humedales.

2.2.2.2. Delimitación

El área tiene como limitantes las siguientes localidades:

- Por el Norte: Distrito de Oropesa
- Por el Sur: Distrito de Acomayo
- Por el Este: Distrito de Caycay y Andahuaylillas
- Por el Oeste: Provincia de Paruro

La accesibilidad es en forma directa por vía terrestre por encontrarse a una distancia aproximada de 27 Km al Sureste de la ciudad del Cusco, sobre la vía asfaltada Cusco – Urcos; por otra vía asfaltada en el sector de Anchi bamba se puede ingresar hasta la capital del distrito de Lucre.

MAPA DE UBICACIÓN DEL HUMEDAL LUCRE-HUACARPAY, SECTOR HUASCAR



Figura 1 Mapa del Cusco



Figura 2 Mapa de Quispicanchi

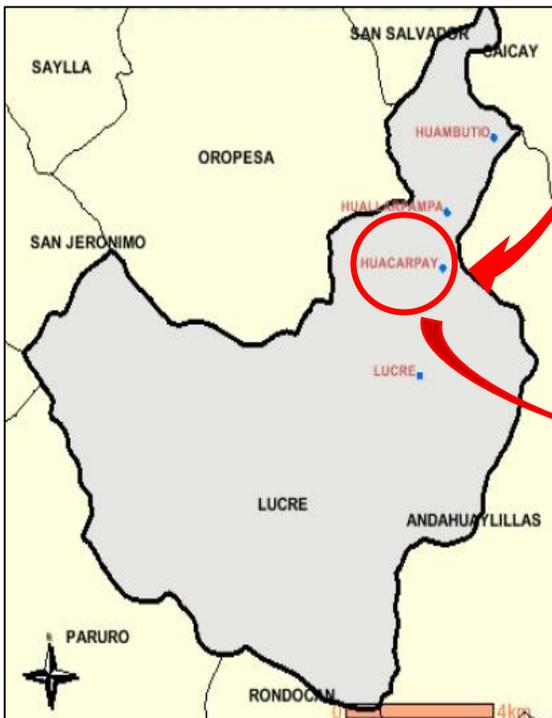


Figura 3 Mapa del distrito de Lucre

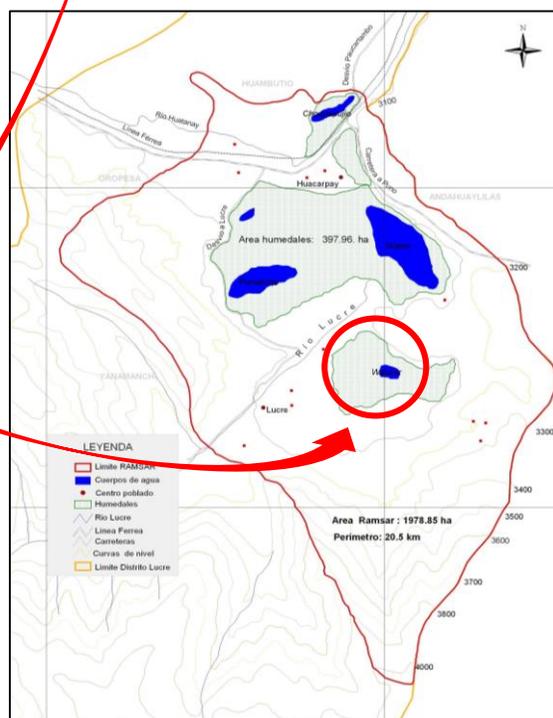


Figura 4 Humedal Huacarpay

Nota: Figura 1, Figura 2, Figura 3, Fuente: INEI; Figura 4, Fuente Unidad SIG Andes. Ing. Yolanda Paucar Pérez

2.2.2.3. Fisiografía y climatología

La fisiografía preminente del lugar es la de terrenos casi planos que bordean las orillas con pendientes del 1 al 4%.

Debido a su ubicación geográfica, el clima del humedal está influenciado por dos periodos marcados de clima: la temporada de lluvias (noviembre a marzo) y la temporada de secas (abril a octubre). La temperatura media anual es de 12.3°C.

La precipitación anual es de 477.7 mm (enero con 128,4 mm; julio con 0,5 mm), siendo los meses más lluviosos enero y febrero. En general el clima es seco y templado, ligeramente frío en invierno. Estas características se observan en el siguiente mapa.

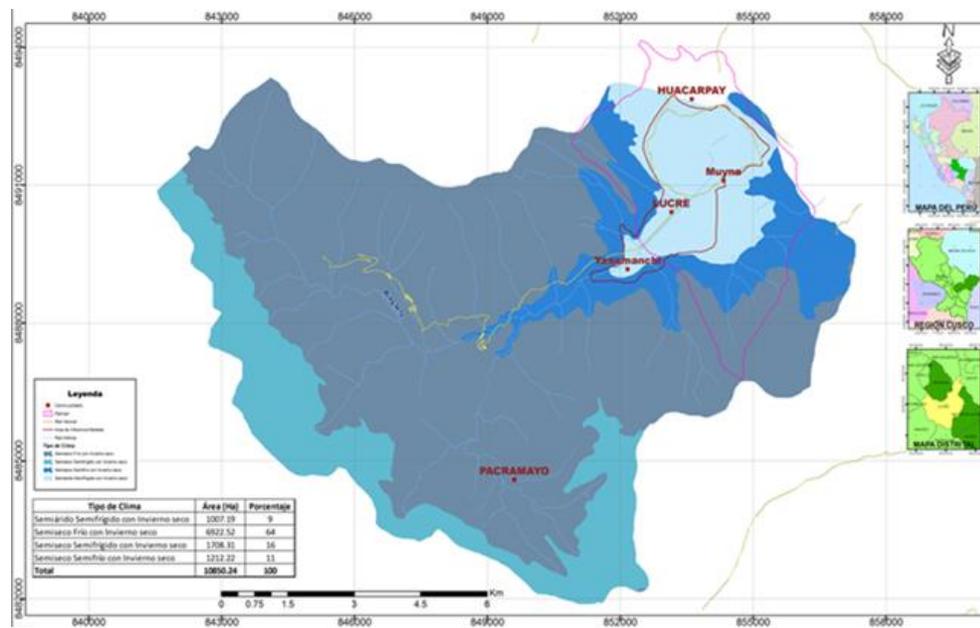


Figura 5 Equipo formulador

Nota: Extraído de AFEP-GRRNGMA-2017

2.2.2.4. Convención RAMSAR

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, conocida como la Convención de Ramsar, es un acuerdo internacional que promueve la conservación y el uso racional de los humedales. Es el único tratado mundial que se centra en un único ecosistema.

La Convención de Ramsar actualmente tiene 168 partes contratantes (países miembros) y recibe su nombre por la ciudad iraní donde se firmó el tratado en 1971. A través de este acuerdo, los países miembros se comprometen a hacer lo siguiente:

- Realizar un uso racional de todos sus humedales.

- Designar sitios para incluirlos en la Lista Ramsar de “Humedales de Importancia Internacional” (sitios Ramsar) y conservarlos.
- Cooperar en materia de humedales transfronterizos y otros intereses comunes.

Los humedales incluidos en la lista de Ramsar se designan por su gran valor para el país y para el mundo por los servicios y beneficios de los ecosistemas que proporcionan. (20)

2.2.2.5. Las aguas residuales

Las aguas residuales domésticas son aguas procedentes de las viviendas, oficinas y edificios comerciales que se conducen en forma combinada en alcantarillas subterráneas a una infraestructura de tratamiento que generalmente están alejadas de la ciudad. El volumen generado está en función al nivel de vida y las costumbres de los habitantes del lugar. (21)

2.2.2.6. Tipos de aguas residuales

Existen diferentes tipos de agua residual los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 1 Tipos de agua residual

TIPOS DE AGUA RESIDUAL		
TIPOS DE AGUA	DEFINICIÓN	CARACTERÍSTICAS
Agua residual doméstica	Se generan en las diferentes actividades realizadas al interior de una vivienda.	Los contaminantes están presentes en moderadas concentraciones.
Agua residual municipal	Son transportados a través del alcantarillado de una ciudad o población.	Contiene materia orgánica, nutrientes y patógenos.
Agua residual industrial	Los resultantes de las descargas de industrias.	Si contenido depende del tipo de industria o procesos industriales.
Agua negra	Contiene orina y heces.	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos farmacéuticos.
Agua amarilla	Es la orina transportada con o sin agua.	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y alta concentración de sales.
Agua café	Agua con pequeña cantidad de orina y heces.	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos.
Agua gris	Provenientes de lavamanos, duchas y/o lavadoras.	Tienen pocos nutrientes y agentes patógenos, por el contrario, presentan máxima carga de productos y detergentes.

Nota: (21)

2.2.2.7. Caracterización de aguas residuales

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o rechazo. (6).

Las características **físicas** más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, este engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta., son todas aquellas propiedades que se pueden sentir, ver u oler. Por ejemplo, la temperatura, la turbiedad, el olor y el sabor. (21).

Las características **químicas** se deben a las diversas sustancias disueltas en el agua, sustancias que es importante conocerlas para determinar el tratamiento adecuado y los insumos a requerir para dicho tratamiento. (21)

Las características **microbiológicas** están dadas por los microorganismos presentes en el agua. El agua para consumo humano debe estar libre de los microorganismos y parásitos que pueden causar enfermedades como diarrea, cólera, gastroenteritis, amebiasis, entre otras. (21)

2.2.2.8. Biorremediación de aguas residuales

La biorremediación es una tecnología donde se utiliza el potencial metabólico de organismos especialmente microorganismos y plantas para transformar contaminantes orgánicos y metales, en compuestos menos persistentes y estables en el ambiente. Los procesos de biorremediación se clasifican en dos métodos: “Ex situ e in situ” en la primera se trata de usar tecnologías como biorreactores, biofiltros y algunos métodos de compostaje los cuales se realizan en el lugar de la contaminación, mientras que en la segunda se incluyen la bioestimulación, sistema de suministro de líquidos y algunos métodos de compostaje que se realizan fuera del lugar de contaminación. (22)

La fito tecnología es otro método de biorremediación, es considerada como una tecnología rentable y alternativa que utiliza plantas y microorganismos, según el tipo de contaminante las condiciones del lugar pueden ser utilizadas como medio de contención o eliminación de metales. (22)

La fitorremediación tiene la ventaja de que las plantas llevan a cabo reacciones químicas, utilizando luz solar, ya sea para metabolizar o mineralizar moléculas orgánicas. Las plantas y los microorganismos que se encuentran en la zona adyacente a la raíz de la planta (rizósfera) tienen la habilidad de degradar estos contaminantes o limitar su distribución. La utilización de plantas acuáticas se ha implementado como tratamiento para aguas residuales y se ha evidenciado que tienen gran capacidad de remoción de sustancias, así como nutrientes o metales pesados. Estas plantas cumplen un papel

importante en los ecosistemas acuáticos, brindan directa o indirectamente alimentos, protección y gran número de hábitats para muchos organismos de estos ecosistemas. Estas plantas pueden ser utilizadas como materia prima en la industria o se utilizan en procesos de biorremediación. (22)

Las plantas acuáticas, tienen la capacidad de almacenar y eliminar sustancias tóxicas mediante sus procesos metabólicos, principalmente metales pesados, por lo que son llamadas plantas hiperacumuladoras. Las plantas realizan la captación de los elementos tóxicos como hidrocarburos aromáticos polinucleares, hidrocarburos totales del petróleo, plaguicidas (herbicidas, insecticidas y fungicidas), compuestos clorados, explosivos y surfactantes (detergentes), esto sucede a través de transportadores específicos que están presentes en las raíces con alta capacidad para absorber los diferentes contaminantes. En la fitorremediación se identifican diversos tipos de técnicas teniendo en cuenta qué parte de la planta es utilizada o qué microorganismos contribuyen a la degradación de los contaminantes. (22)

- **Fito extracción o fito acumulación:** algunas plantas acumulan contaminantes en sus raíces, tallos o follaje, las cuales pueden ser fácilmente cosechadas, por lo general metales pesados.
- **Rizo filtración:** las raíces absorben, precipitan y concentran los compuestos contaminantes a partir de líquidos contaminados y los degrada a compuestos orgánicos.
- **Fito estabilización:** consiste en reducir la biodisponibilidad de metales y otros contaminantes en el ambiente por medio de mecanismos de secuestro, lignificación o humidificación a través de las raíces de las plantas.
- **Fito estimulación:** los exudados radiculares, estimulan el crecimiento de microorganismos degradadores de compuestos contaminantes.
- **Fito volatilización:** las plantas liberan en la atmósfera por medio de su transpiración los compuestos orgánicos y los contaminantes.

2.2.2.9. Estándares de calidad ambiental

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas, ni del ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales, las políticas públicas y en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Es por ello por lo que el

diseño de las plantas de biorremediación de aguas residuales, parte de la definición del ECA para el tipo de uso que se le otorga al cuerpo de agua que recibirá sus efluentes. (23).

2.2.2.10. Límites máximos permisibles

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un efluente que al ser excedido causa o puede causar daños para la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. (23)

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Ecosistema

Término acuñado por Tansley (1935), quien lo usó refiriéndose a “todo el sistema (en el sentido físico) incluyendo no solamente el complejo de organismos, sino también el complejo total de factores físicos que forman lo que llamamos el medio del bioma... A pesar de que los organismos podrían ser nuestro interés principal, no los podemos desligar de su ambiente espacial, con los que forman un solo sistema físico”. (24)

2.3.2. Humedal

Tal como se describe en el Manual de la Convención Ramsar "Los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Los humedales se dan donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas". (25)

2.3.3. Afluente

Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.

2.3.4. Efluente

Líquido que sale de un proceso de tratamiento.

2.3.5. Biorremediación

La biorremediación de aguas residuales se puede dividir en tres tecnologías principales: (i) depuración natural, donde los contaminantes se reducen por la acción de microorganismos nativos sin ninguna ayuda externa; (ii) bioestimulación, en la cual,

se incorporan nutrientes al sistema para acelerar la biodegradación y (iii) bioaumentación, en donde se añaden microorganismos especializados al sistema de tratamiento para incrementar su eficiencia. (26)

2.3.6. Eutrofización

La eutrofización es el proceso natural de envejecimiento de los lagos. Progresa aun sin tener la ayuda del hombre. La contaminación, sin embargo, acelera el envejecimiento natural y acorta considerablemente la vida del receptor acuático. (27).

2.3.7. Colmatación

Proceso de ampliación de la tierra firme ribereña en los cuerpos de agua (ríos, lagos, mares) mediante el aporte de los sedimentos acarreados en las crecidas y el posterior asentamiento de plantas pioneras que lo colonizan en los sitios de aportación. (24)

2.3.8. Espejo lacustre

La superficie del agua expuesta y en contacto con la atmósfera de los ecosistemas lenticos (Lagos, lagunas, estanques y represas artificiales). (24)

2.3.9. Temperatura

La temperatura tiene una influencia en todas las reacciones que suceden en una planta de biorremediación de aguas residuales. Una temperatura más alta influye positivamente en las tasas de la biodegradación. Por lo tanto, un cambio en el clima puede causar una caída en la eficiencia de la planta de biorremediación de aguas residuales. Para tener buen conocimiento de las reacciones que suceden en una planta de biorremediación de aguas residuales, es importante medir regularmente (cada quince días) la temperatura media. (28)

2.3.10. Potencial de hidrogeno (pH)

Logaritmo con signo negativo de la concentración de iones hidrógeno, expresado en moles por litro. (29)

2.3.11. Oxígeno disuelto

Concentración de oxígeno solubilizado en un líquido. (29)

2.3.12. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

El ensayo de la DBO mide el oxígeno consumido para la oxidación de una parte de la materia orgánica. La determinación de la DBO tiene su origen en el control de efluentes y ésta es la razón de que su uso sea tan extendido. El ensayo estándar de DBO dura 5 días (DBO₅), pero en algunos casos se utilizan otras alternativas, DBO₁ si se necesita

una determinación rápida o DBO_7 si la simplicidad es la principal opción, como en Suecia y Noruega. Si es necesaria la determinación de toda (o casi toda) la materia orgánica biodegradable, se utiliza la DBO_{25} (30).

2.3.13. Demanda química de oxígeno (DQO₅)

Los ensayos de DQO miden, mediante la oxidación química con bicromato, la mayoría de la materia orgánica presente en la muestra. La determinación de la DQO es necesaria para los balances de masa en el tratamiento de aguas residuales. El contenido de DQO se puede subdividir en fracciones útiles para el análisis y diseño de los procesos de tratamiento. La determinación de la DQO soluble y la suspendida es muy útil. Es necesario tener cuidado con la falsa DQO determinada con permanganato, ya que este método solamente mide una parte de la materia orgánica, y debe usarse únicamente con relación a la planificación del análisis de la DBO. (30).

2.3.14. Sólidos suspendidos totales (SST)

Sólidos suspendidos totales son todas las partículas contenidas en el agua. Su unidad es mg/L. (28).

2.3.15. Aceites y grasas

Las grasas animales y los aceites son compuestos de alcohol (ésteres) o glicerol (glicerina) y ácidos grasos. Los glicéridos de ácidos grasos que se presentan en estado líquido a temperaturas normales se denominan aceites, mientras que los que se presentan en estado sólido reciben el nombre de grasas. Químicamente son muy parecidos, y están compuestos por carbono, oxígeno e hidrógeno en diferentes proporciones.

Las grasas y aceites animales alcanzan las aguas residuales en forma de mantequilla, manteca de cerdo, margarina y aceites y grasas vegetales. Las grasas provienen habitualmente de carnes, gérmenes de cereales, semillas, nueces y ciertas frutas. (31)

2.3.16. Coliformes termotolerantes

Los coliformes fecales son un grupo de bacterias que indican la contaminación fecal del agua. Una unidad de medición que determine la cantidad de coliformes fecales es el NMP/100 ml, (Número más probable en un volumen de 100 mililitros). El NMP se refiere a un método microbiológico con el que se puede estimar la densidad de la población de este grupo de bacterias. Como es un método estadístico, se interpretan los resultados en órdenes de magnitud (por ejemplo: 5×10^3) y no de unidad (por ejemplo: 5750). Por ejemplo, 4.000 es el doble de 2.000, pero como el NMP/100 ml es un cálculo

estadístico, sólo se estima la cantidad de los coliformes fecales, que no resulta ser un dato exacto. En este caso, se utiliza la magnitud 2×10^3 que es 2.000, por eso 4.000 que representa 4×10^3 , tiene la misma magnitud. Esto significa que los dos valores son similares, ya que la magnitud es lo más importante. El afluente de una planta de biorremediación de aguas residuales muchas veces se encuentra en un rango de 106 a 109 NMP/100 ml, eso significa entre 1.000.000 a 1.000.000.000 coliformes fecales en 100 mililitros. Referente al efluente de una planta de biorremediación de aguas residuales, existe el valor límite de 103 NMP/100 ml, que son 1.000 coliformes fecales por 100 mililitros. (28)

2.3.17. Conductividad eléctrica

Magnitud física que representa la capacidad de una sustancia para conducir corriente. De la conductividad se puede calcular el contenido de sal con respecto al agua residual. Su unidad es S/m (Siemens por metro). (28)

2.3.18. Fósforo total

Normalmente se encuentran sólo pequeñas concentraciones de compuestos de fósforo en las aguas naturales. Sin embargo, el agua residual contiene mucho fósforo, la mayoría en forma de ortofosfato (PO_4^{3-}). Esta carga se debe a las excretas humanas y a los detergentes usados. Para reducir la carga de fósforo en una planta de biorremediación de aguas residuales existen sistemas de tratamiento que se pueden implementar, pero como se mencionó, una planta de biorremediación de aguas residuales de lagunas no puede reducir este parámetro en grandes cantidades. (28)

2.3.19. Nitrógeno total

El nitrógeno que existe en el agua residual tiene diferentes formas químicas que son: NH_4^+ , NH_3 , NO_3^- , NO_2^- y el que se encuentra en compuestos orgánicos. Una planta de biorremediación de aguas residuales equipada puede reducir el nitrógeno en grandes cantidades, a través de la nitrificación y de la desnitrificación. Esto no es posible en una planta de biorremediación de aguas residuales de lagunas, aunque por procesos bioquímicos, siempre existe una pequeña reducción de este parámetro. (28).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método de la investigación:

- **Método científico deductivo**

A partir de una teoría, el investigador procede a recoger datos para corroborar que la realidad se comporta conforme a lo enunciado en su explicación teórica. A partir de un marco conceptual o teórico se formula una hipótesis, se observa la realidad, se recogen datos y se confirma o no la hipótesis. (32). De modo que de lo observado en campo se deduce que el efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales influye en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar ya que según las características físicas como son olor, color, turbiedad y sólidos suspendidos se supone que esta descarga no cumple con lo establecido en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

3.1.2. Alcance de la investigación

- **Tipo de investigación: Aplicada**

Existen dos tipos de investigación según Hernández, la básica y la aplicada (33); por lo que de acuerdo a sus definiciones el presente trabajo es de tipo aplicada ya que la investigación busca ofrecer una solución a la problemática descrita.

- **Nivel de investigación: Explicativo**

El propósito de la investigación explicativa es la de verificar empíricamente en forma directa o indirecta presunciones teóricas o supuestos, por lo que con la presente investigación se busca comprobar la hipótesis planteada. (33)

3.2. Diseño de la investigación

Pre experimental, diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad. (33)

3.3. Población

La población de la presente investigación está compuesta por.

1. Todo el cuerpo de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar.
2. Descarga de aguas tratadas provenientes de la Planta de Biorremediación de Aguas residuales de Lucre.

3.4.Muestra

La investigación contempla las siguientes muestras:

1. Muestras del efluente. - Tomadas de la Planta de Biorremediación según el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las Plantas de Tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales aprobado mediante R.M. 273-2013-VIVIENDA. (34).
2. Muestras del cuerpo de agua.- Tomadas del cuerpo receptor (Humedal Lucre-Huacarpay, sector Huáscar), tomados según los lineamientos del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales aprobados mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. (14).

3.5.Técnicas e instrumentos de recolección (Según el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos hídricos Superficiales -Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)

3.5.1. Materiales, equipos, reactivos

3.5.1.1. Medios de transporte

De acuerdo con la R.J. N° 010-2016-ANA se requirió un vehículo de transporte terrestre, en este caso puede ser alquilado o particular, con el fin de facilitar la llegada al lugar de estudio.

3.5.1.2. Materiales

Se requirió cooler para la preservación y traslado de las muestras, también frascos pequeños de plástico y vidrio, baldes de plástico limpios de 5 litros de volumen, guantes desechables y mascarillas.

3.5.1.3.Equipos

Para la ubicación del lugar y sus coordenadas se requirió un GPS y para el análisis in situ de parámetros del agua un multiparámetro, además de ello para el registro fotográfico, una cámara fotográfica.

3.5.1.4. Soluciones y reactivos

Se requirió el uso de agua destilada, preservantes, además de soluciones estándar para la determinación del pH, conductividad eléctrica, etc.

3.5.1.5. Formatos

Para la recolección de datos se usó una ficha de recolección de datos estructurada para cada muestra, además se usaron etiquetas de rotulación de muestras para cada frasco.

3.5.1.6. Indumentaria de protección

Se hizo uso de zapatos de seguridad, botas de jebes, vestimenta de seguridad que garantizó el cuidado de la integridad física al momento de la toma de muestras, además se tomaron en cuenta implementos que garantizarán la no alteración de las muestras como guantes desechables, mascarillas, entre otros.

3.5.1.7. Otros

Entre otros materiales se hizo uso de plumones y marcadores para la rotulación de muestras, cintas adhesivas, un tablero de apoyo para apuntes, cinta métrica.

3.5.2. Procedimiento

3.5.2.1. Fase de campo

Durante esta etapa se procedió con la identificación del lugar de muestreo, la identificación de los puntos de muestreo con georreferencia y las alteraciones o complicaciones que se pudieran tener al momento de muestreo como agentes contaminantes externos, laderas o factores geográficos que impidieran el procedimiento de muestreo, además se prepararon los frascos de muestreo, rotulando cada uno con los datos necesarios que facilitarían su identificación, características y origen.

3.5.2.2. Muestreo

Durante esta etapa se realizó la toma de muestras siguiendo el protocolo establecido en la R.J. N° 010-2016-ANA en donde se indica que para cuerpos de agua lenticos se considerarán por lo menos 04 puntos de monitoreo, es por ello que, considerando que en el lugar de investigación existe descarga de aguas residuales tratadas se tomaron en cuenta 04 puntos de muestreo, los mismos que se ubicaron en diferentes direcciones alrededor del dispositivo de descarga, estos a una distancia aproximada de 200 metros lineales.

Por otro lado, se tomaron muestras del afluente y efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales domésticas con el fin de verificar la eficiencia que tiene dicha planta en cuanto al tratamiento que se le viene dando a estas aguas.

De lo mencionado anteriormente se tiene en total 6 puntos de muestreo, los mismos que se identificaron de la siguiente manera:

Tabla 2 Puntos de muestreo

N°	Descripción del punto de muestreo	Coordenadas geográficas		Código
		Latitud	Longitud	
01	Afluente de agua residual de la Planta de Biorremediación de Aguas Residuales.	204612-19L	8491300-19L	HHTM-001
02	Efluente de agua residual de la Planta de Biorremediación de Aguas Residuales	204712-19L	8491255-19L	HHTM-002
03	Primer punto del Humedal Lucre-Huacarpay, Sector Huáscar	204942-19L	8491630-19L	HHTM-003
04	Segundo punto del Humedal Lucre-Huacarpay, Sector Huáscar	204821-19L	8491302-19L	HHTM-004
05	Tercer punto del Humedal Lucre-Huacarpay, Sector Huáscar	204898-19L	8491359-19L	HHTM-005
06	Cuarto punto del Humedal Lucre-Huacarpay, Sector Huáscar	205164-19L	8491319-19L	HHTM-006

Nota: Elaboración propia

Dichas muestras se tomaron en los recipientes rotulados de plástico y vidrio, posterior a ello se siguieron los procedimientos de conservación e identificación en el cooler donde se llenaron con las muestras para su posterior transporte al laboratorio.

Periodo de muestreo

La toma de muestras se realizó en cuatro periodos, se obtuvo 06 puntos de muestreo en cada periodo. Así mismo existe una diferencia entre un periodo al otro de dos semanas, todo ello a fin de recolectar información respecto del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas del Humedal Lucre-Huacarpay, sector Huáscar.

Las fechas de muestreo se detallan en el cuadro siguiente:

Tabla 3 Fechas de muestreo

N° de corrida	Fecha de muestreo
01	12-06-2021
02	26-06-2021
03	10-07-2021
04	22-07-2021

Nota: Elaboración propia

A continuación, se muestra algunas fotos que evidencia el procedimiento seguido para la toma de muestras:



Figura 6 Preparación de materiales e implementación de equipos de protección.
Nota: Elaboración propia



Figura 7 Identificación del punto de **muestreo**
Nota: Elaboración propia



Figuras 8, 9 y 10. Medición de parámetros de campo (temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto).
Nota: Elaboración propia



Figuras 11 y 12 Toma de muestras para análisis **fisicoquímico**

Nota: Elaboración propia



Figura 13 Toma de muestras para análisis microbiológico.

Nota: Elaboración **propia**



Figura 14. Muestras listas para ser transportados al laboratorio.

Nota: Elaboración **propia**

3.5.2.3. Fase de laboratorio

En esta fase se realizaron los análisis respectivos de cada una de las muestras de agua que se tomaron tanto en la planta de biorremediación como en el Humedal Lucre-Huacarpay, sector Huáscar.

3.5.2.4. Fase de gabinete

Posterior a todas las fases ya antes mencionadas, en esta última se realizaron los análisis respectivos a los resultados obtenidos presentando dicho análisis en el presente informe de investigación.

3.5.2.5. Fase de gabinete

Se realizó el respectivo análisis de resultados, siguiendo la metodología que propone determinar en primer lugar la distribución paramétrica de los datos estadísticos con el fin de verificar si los datos obtenidos siguen o no una distribución normal o gaussiana a través de la prueba de Kolmogorov - Smirnov o la prueba de Shapiro- Wilk cuya elección depende de la cantidad de datos que se tengan que analizar (“mayor” o “menor” a 50 datos) para posteriormente seleccionar el tipo análisis a usar, paramétrico (correlación de Pearson, prueba T, análisis de varianza, etc.) o no paramétrico (Chi cuadrada, correlación de Spearman y Kendall, etc.) de acuerdo a ello se determinará la validez de la hipótesis establecida en la presente investigación (33).

Para el caso de la presente investigación se determinó, a través de la prueba de normalidad que los datos obtenidos ($n=50$) seguían una distribución normal de acuerdo al valor p de significancia que ayuda a aceptar o rechazar la hipótesis nula que afirma que los datos siguen una distribución normal para $p > 0.05$, sin embargo en la presente investigación se obtuvieron resultados variables en cada uno de los parámetros evaluados por lo que evaluó el nivel de significancia para un valor “ p ” para el que no se rechaza la H_0 : Que no existe diferencia significativa, si el valor de p es mayor que 0.05 ($p\text{-valor} > 0.05$) y si es menor a 0.05 se rechaza la H_0 es decir que existe diferencia significativa entre las dos distribuciones.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Resultados de laboratorio del análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente de la Planta de Biorremediación de aguas residuales en función a límites máximos permisibles - Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

- **pH:** Para el caso del pH se pudo apreciar que las muestras tomadas sí estuvieron dentro del LMP, por lo que no afecta en la calidad de agua del Humedal Lucre-Huacarpay. En la Figura 15 se puede apreciar los resultados.

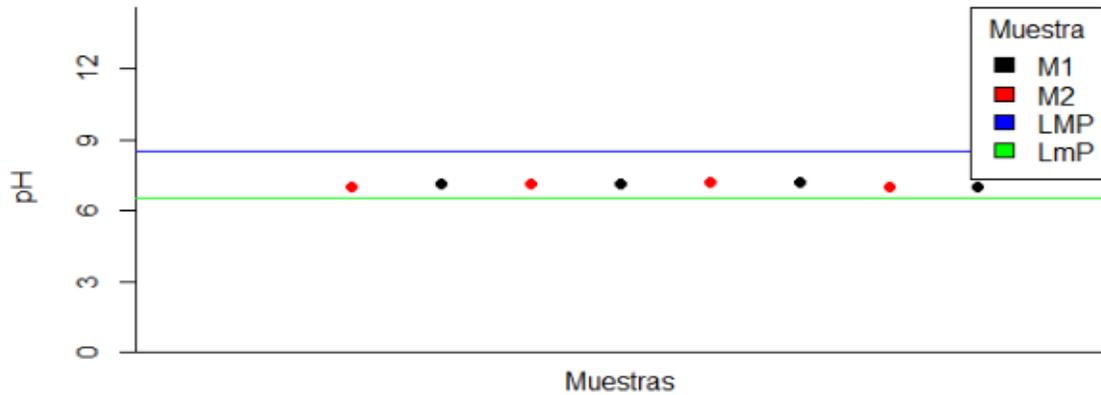


Figura 15 Resultados obtenidos de pH de efluentes

Nota: Elaboración propia

- **Conductividad eléctrica:** Para el caso de la conductividad se pudo apreciar los valores obtenidos para cada muestra y corrida, han estado entre los valores de 600 a 800 $\mu\text{S/cm}$. En la Figura 16 se puede apreciar los resultados.

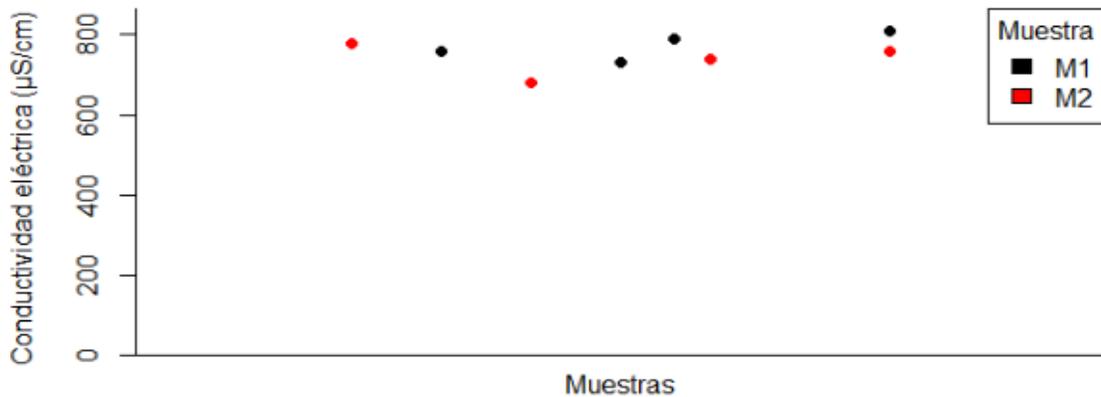


Figura 16 Resultados obtenidos para conductividad eléctrica de efluentes

Nota: Elaboración propia

- Temperatura:** Para el caso de la temperatura se pudo apreciar que los valores de las muestras tomadas sí estuvieron debajo del LMP por lo que no afecta en la calidad de agua del Humedal Lucre-Huacarpay. En la Figura 17 se puede apreciar los resultados.

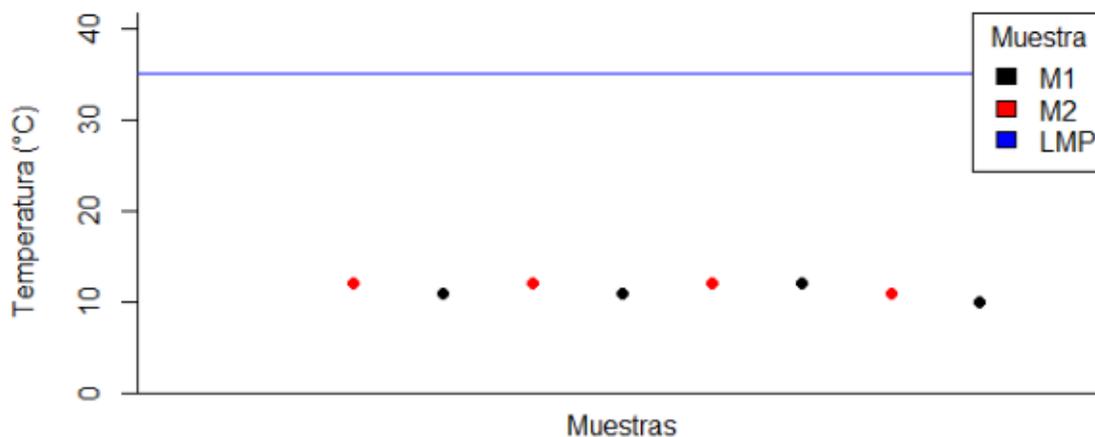


Figura 17 Resultados obtenidos para temperatura de efluentes

Nota: Elaboración propia

- Aceites y grasas:** Para el caso de aceites y grasas se pudo apreciar que las muestras tomadas sí estuvieron debajo del LMP, por lo que no afecta en la calidad de agua del Humedal Lucre-Huacarpay. En la Figura 18 se puede apreciar los resultados.

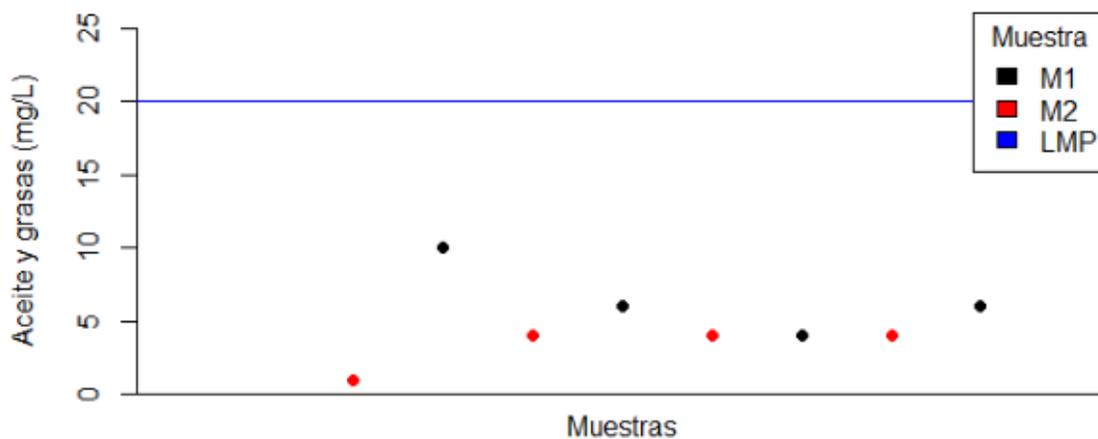


Figura 18 Resultados obtenidos para aceites y grasas de efluentes

Nota: Elaboración propia

- **DBO₅:** Para el caso de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBQ₅) se pudo apreciar que las muestras tomadas sí estuvieron por encima del LMP, por lo que sí influiría en la calidad de agua del Humedal Lucre-Huacarpay. En la Figura 19 se puede apreciar los resultados.

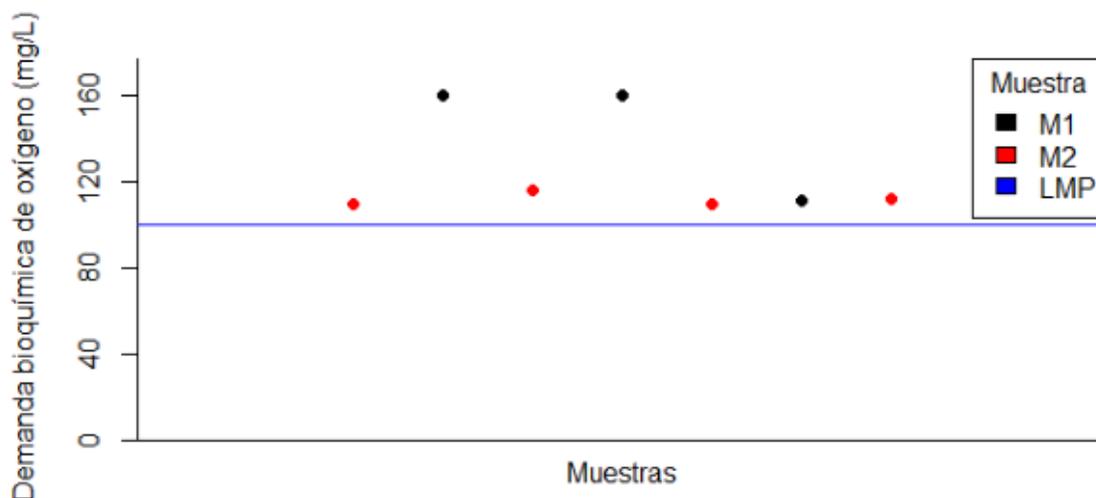


Figura 19 Resultados obtenidos para DBO₅ de efluentes

Nota: Elaboración propia

- **DQO₅:** Para el caso de la Demanda Química de Oxígeno (DQO₅) se pudo apreciar que las muestras tomadas sí estuvieron por encima del LMP, por lo que sí influiría en la calidad de agua del Humedal Lucre-Huacarpay. En la Figura 20 se puede apreciar los resultados.

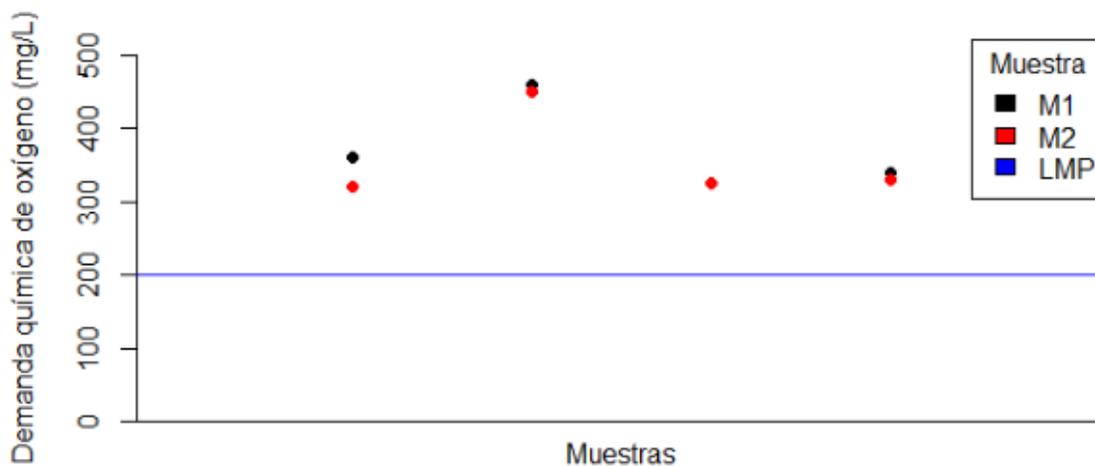


Figura 20 Resultados obtenidos para DQO₅ de efluentes

Nota: Elaboración propia

- **SST:** Para el caso de los sólidos totales de suspensión (SST) se pudo apreciar que las muestras tomadas sí estuvieron por encima del LMP, por lo que sí influiría en la calidad de agua del Humedal Lucre-Huacarpay. En la Figura 21 se puede apreciar los resultados.

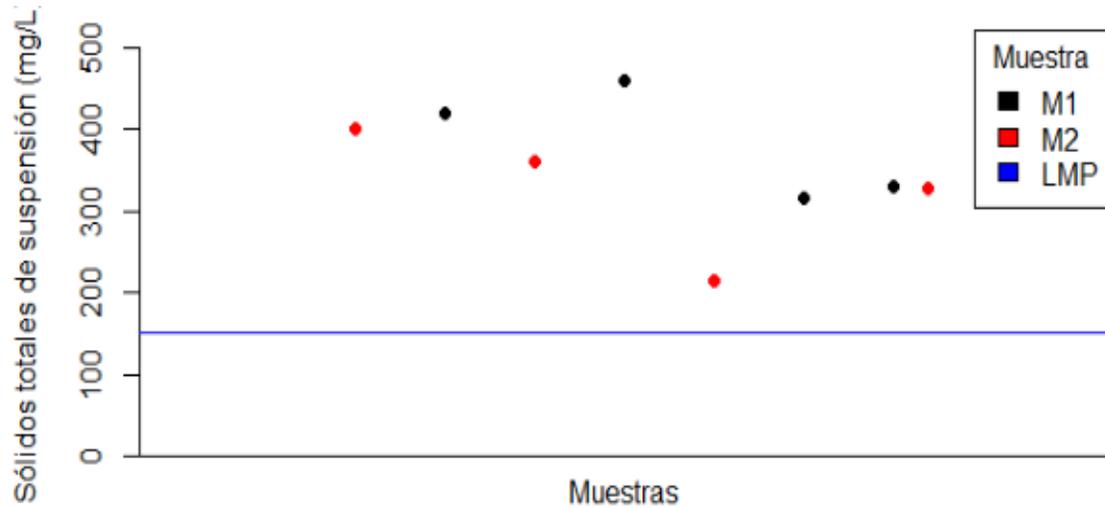


Figura 21 Resultados obtenidos para SST de efluentes

Nota: Elaboración propia

- **Oxígeno Disuelto:** Para el caso de oxígeno disuelto se pudo apreciar valores entre los 3.8 mg/L como el mínimo y de 6.4 mg/L como el máximo. En la Figura 22 se puede apreciar los resultados.

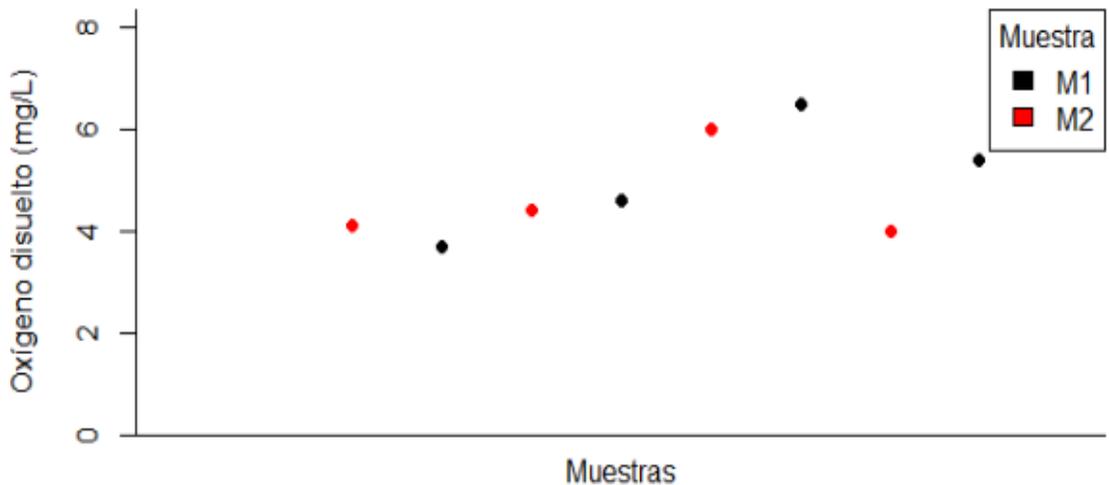


Figura 22 Resultados obtenidos para oxígeno disuelto de efluentes

Nota: Elaboración propia

- **P total:** Para el caso de fósforo total se pudo apreciar valores por debajo de 1 mg/L, además de un valor máximo de 3.2 mg/L. En la Figura 23 se puede apreciar los resultados.

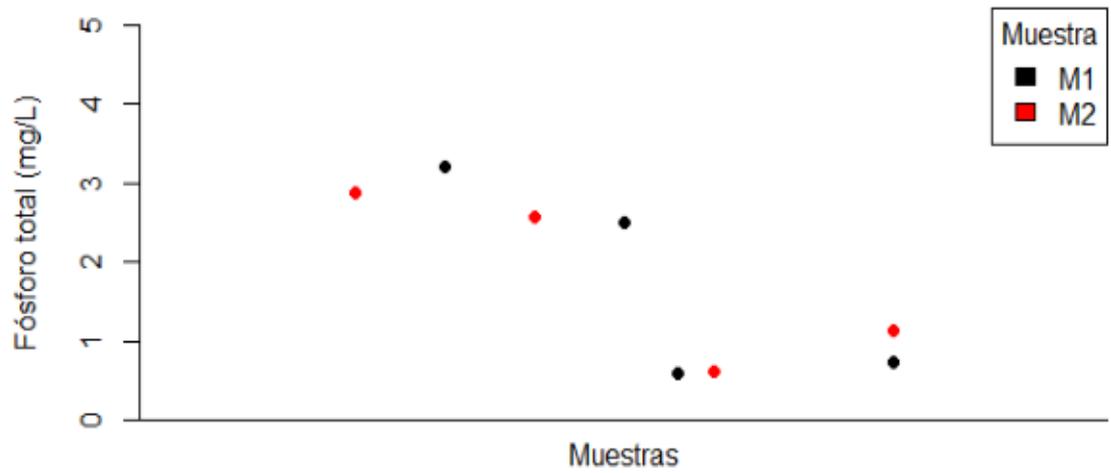


Figura 23 Resultados obtenidos para fósforo total
Nota: Elaboración propia

- **N total:** Para el caso de nitratos totales se pudo apreciar valores que estuvieron en el intervalo de 100 mg/L a 150 mg/L. En la Figura 24 se puede apreciar los resultados.

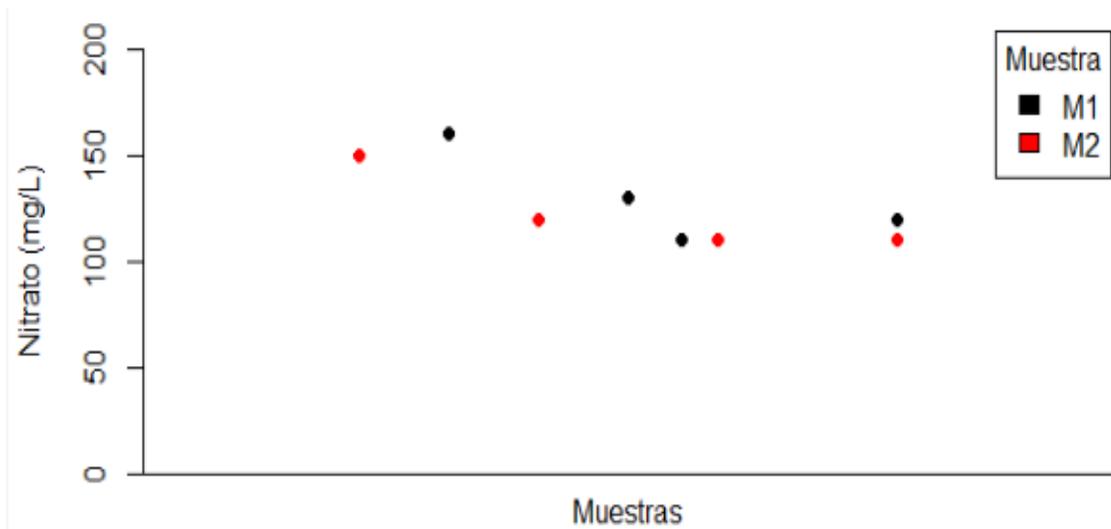


Figura 24 Resultados obtenidos para nitratos de efluentes
Nota: Elaboración propia

- Coliformes termo tolerantes:** Para el caso de los coliformes termo tolerantes se pudo apreciar que las muestras tomadas sí estuvieron muy por encima del LMP, por lo que sí influiría en la calidad de agua del Humedal Lucre-Huacarpay. En la Figura 25 se puede apreciar los resultados.

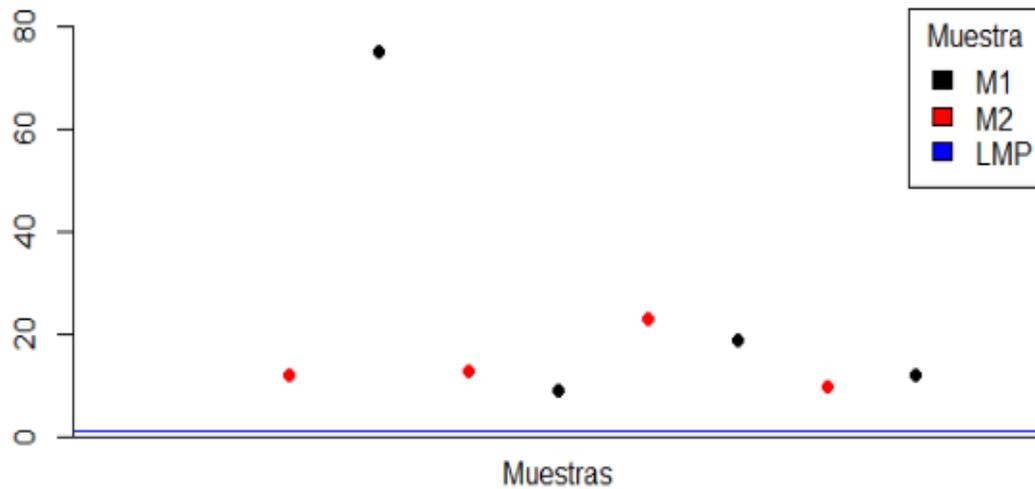


Figura 25 Resultados obtenidos para coliformes termotolerantes de efluentes
Nota: Elaboración propia

4.1.2. Resultados de laboratorio del análisis fisicoquímico y microbiológico del Humedal Lucre Huacarpay – sector Huáscar en función a estándares de calidad ambiental - Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Categoría IV (E1: Lagos y lagunas).

- pH:** Para el caso del pH se observó que todas las muestras estuvieron por debajo de los ECA permitidos. En la Figura 17 se puede apreciar los resultados.

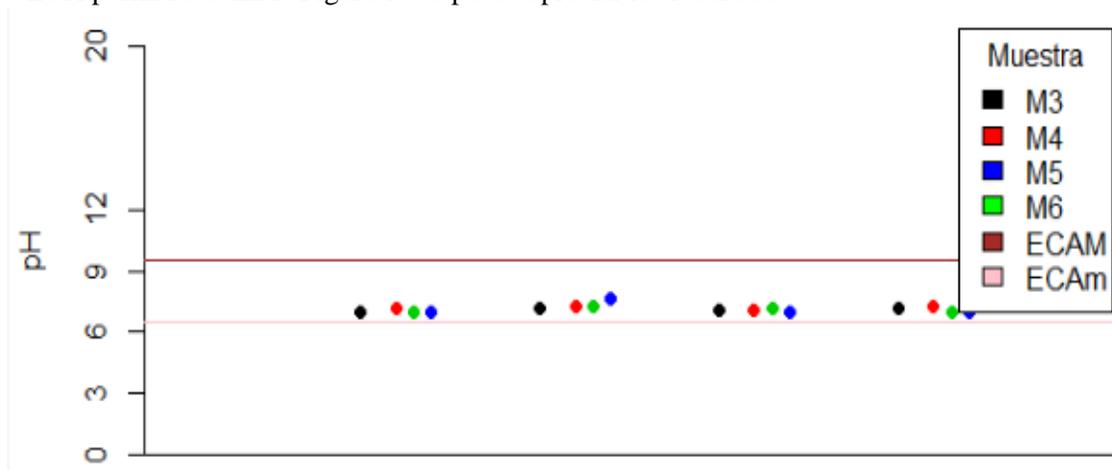


Figura 26 Resultados obtenidos de pH de agua de humedal
Nota: Elaboración propia

- Conductividad:** Para el caso de la conductividad se observó que todas las muestras estuvieron por encima de los ECA permitido en 3 de las 4 muestras, por lo que la calidad del agua está comprometida. En la Figura 27 se puede apreciar los resultados.

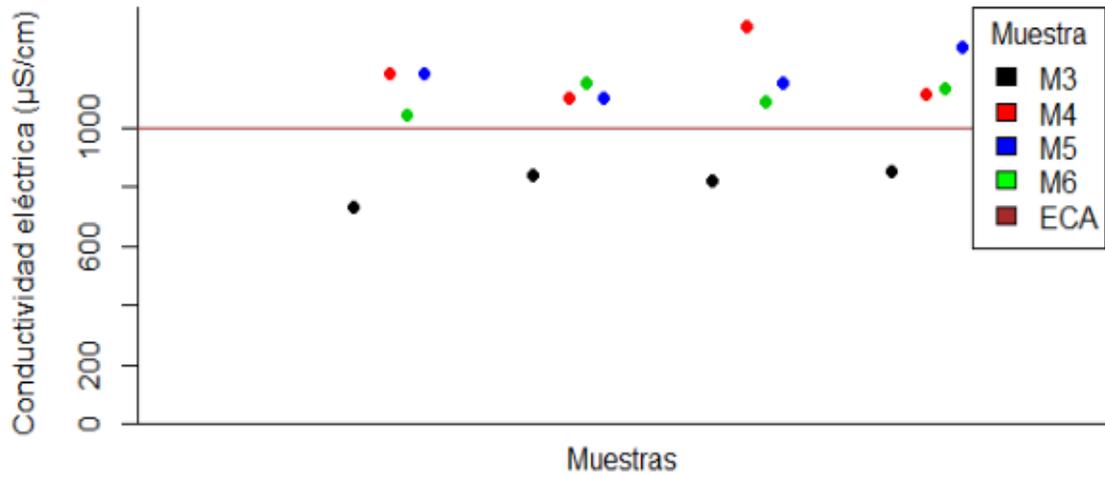


Figura 27 Resultados obtenidos para conductividad eléctrica de agua de humedal
 Nota: Elaboración propia

- Temperatura:** Para el caso de la temperatura, los valores de las muestras estuvieron entre los valores de 10°C a 15°C. En la Figura 28 se puede apreciar los resultados.

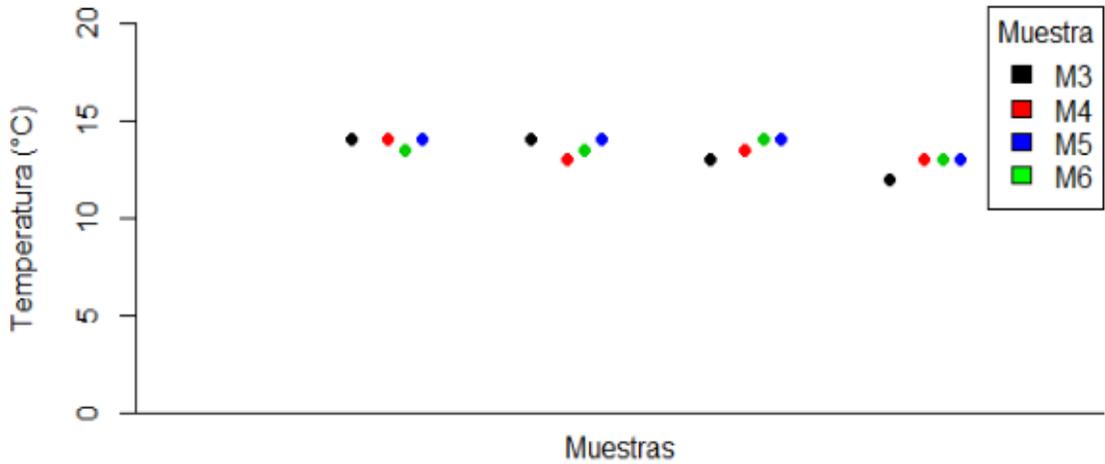


Figura 28 Resultados obtenidos para temperatura de agua de humedal
 Nota: Elaboración propia

- **Aceites y grasas:** Para el caso de aceites y grasas se observó que todas las muestras estuvieron por debajo de los ECA, por lo que la calidad del agua no está comprometida. En la Figura 29 se puede apreciar los resultados.

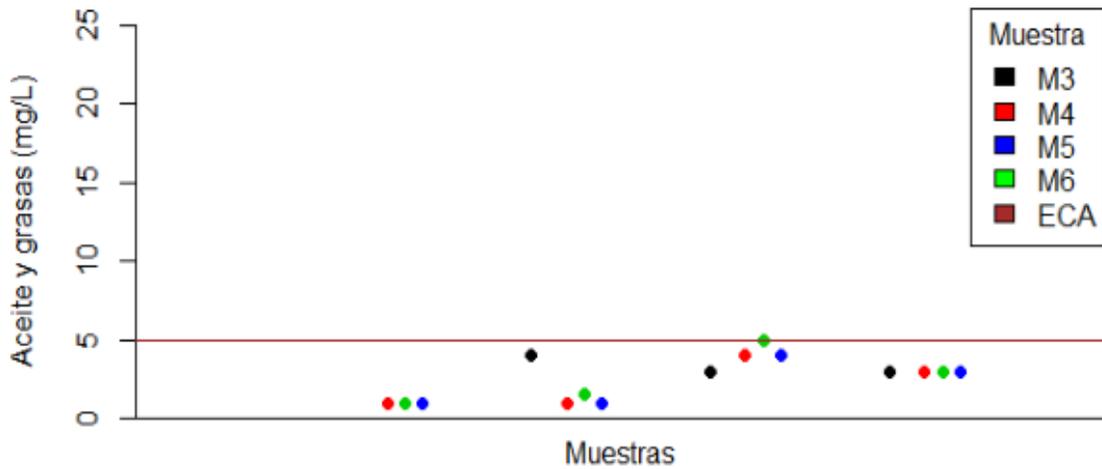


Figura 29 Resultados obtenidos para aceites y grasas de agua de humedal
Nota: Elaboración propia

- **DBO₅:** Para el caso de la demanda bioquímica de oxígeno se observó que todas las muestras estuvieron por encima de los ECA permitido, por lo que la calidad del agua está comprometida. En la Figura 30 se puede apreciar los resultados.

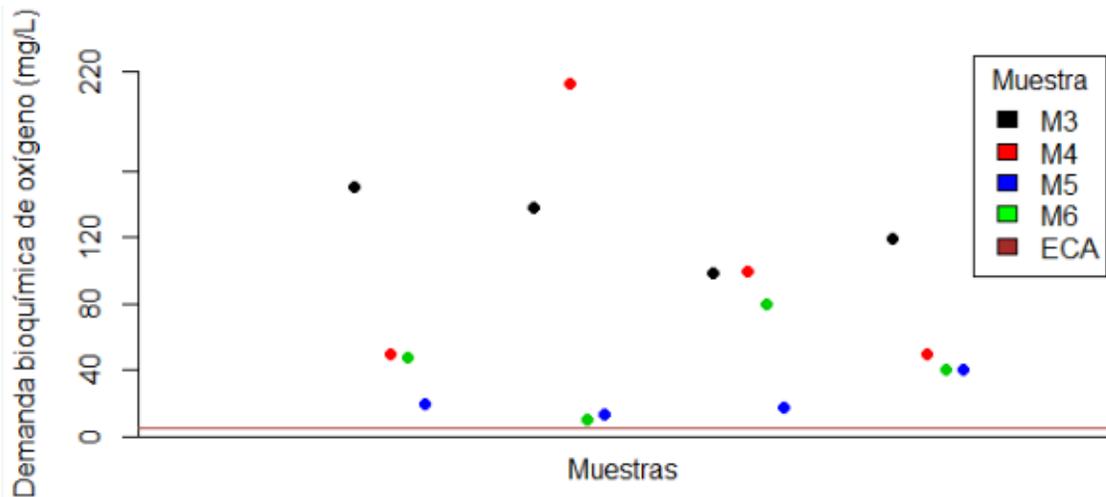


Figura 30 Resultados obtenidos para DBO₅ de agua de humedal
Nota: Elaboración propia

- **DQO₅:** Para el caso de la demanda química de oxígeno se observó que todas las muestras estuvieron por encima de los ECA permitido, por lo que la calidad del agua está comprometida. En la Figura 31 se puede apreciar los resultados.

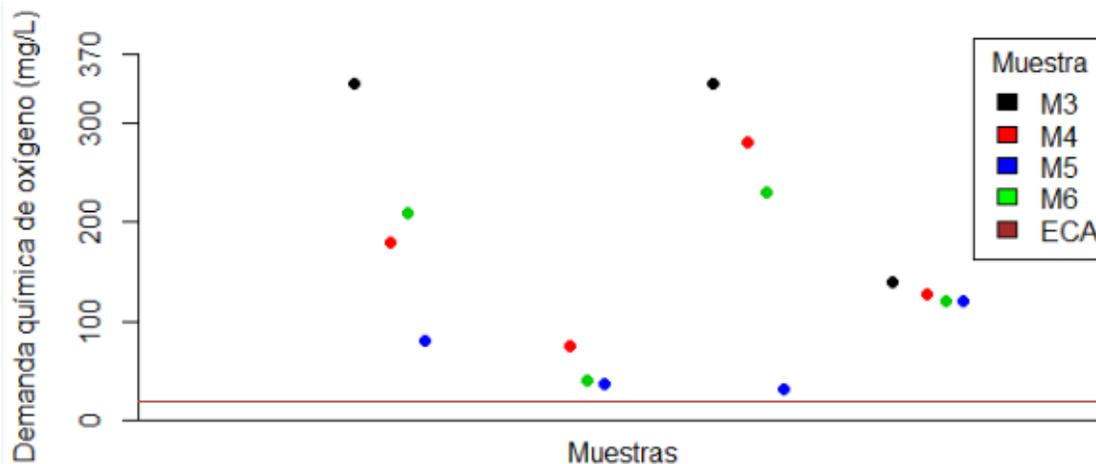


Figura 31 Resultados obtenidos para DQO₅ de agua de humedal

Nota: Elaboración propia

- **SST:** Para el caso de los sólidos totales en suspensión se observó que todas las muestras estuvieron por encima de los ECA permitido, por lo que la calidad del agua está comprometida. En la Figura 32 se puede apreciar los resultados.

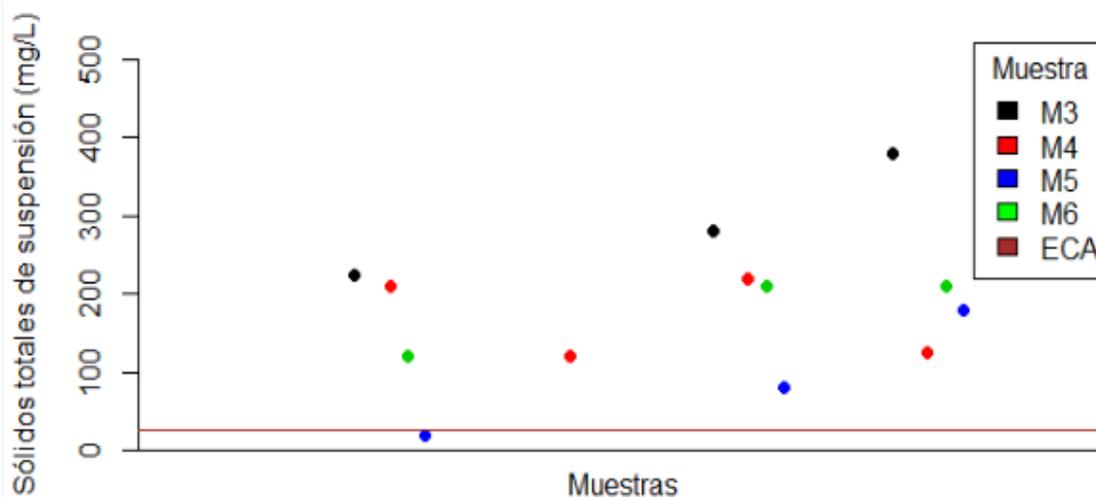


Figura 32 Resultados obtenidos para SST de agua de humedal

Nota: Elaboración propia

- Oxígeno disuelto:** Para el caso de oxígeno disuelto al menos el 70% de todas las corridas de las 4 muestras estuvieron por encima de los ECA permitido, por lo que la calidad del agua está comprometida. En la Figura 33 se puede apreciar los resultados.

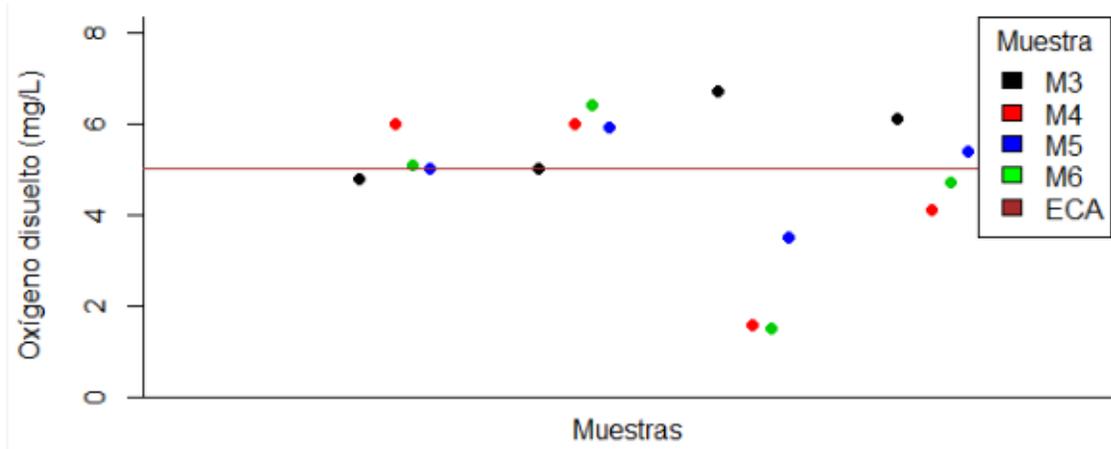


Figura 33 Resultados obtenidos para oxígeno disuelto de agua de humedal
Nota: Elaboración propia

- P total:** Para el caso del fósforo total se evidenció que todas las muestras estuvieron por encima de los ECA permitido, por lo que la calidad del agua está comprometida. En la Figura 34 se puede apreciar los resultados.

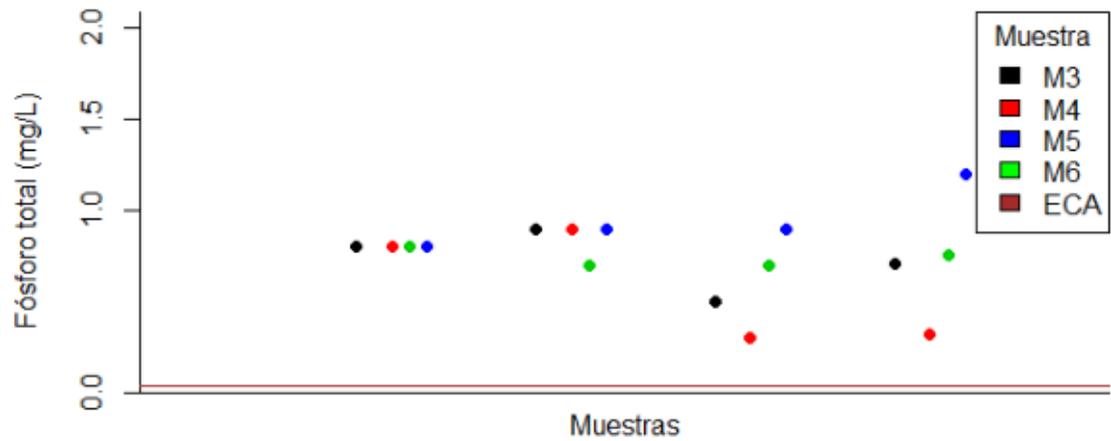


Figura 34 Resultados obtenidos para fósforo total de agua de humedal
Nota: Elaboración propia

- **N total:** Para el caso de nitrato total se evidenció que todas las muestras estuvieron por encima de los ECA permitido, por lo que la calidad del agua está comprometida. En la Figura 35 se puede apreciar los resultados.

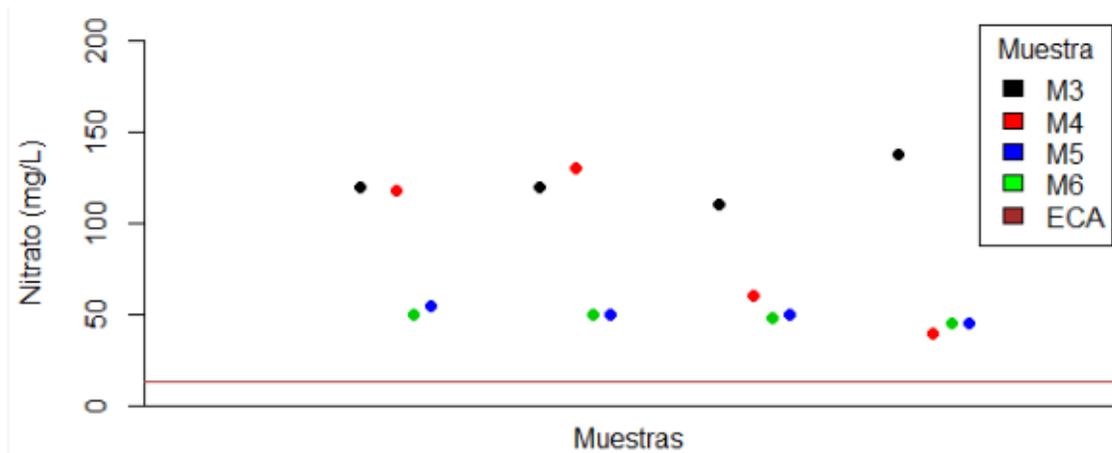


Figura 35 Resultados obtenidos para nitratos de agua de humedal

Nota: Elaboración propia

- **Coliformes termo tolerantes:** Para el caso de coliformes termo tolerantes se evidenció que todas las muestras estuvieron muy por encima de los ECA permitido, por lo que la calidad del agua está comprometida. En la Figura 36 se puede apreciar los resultados.

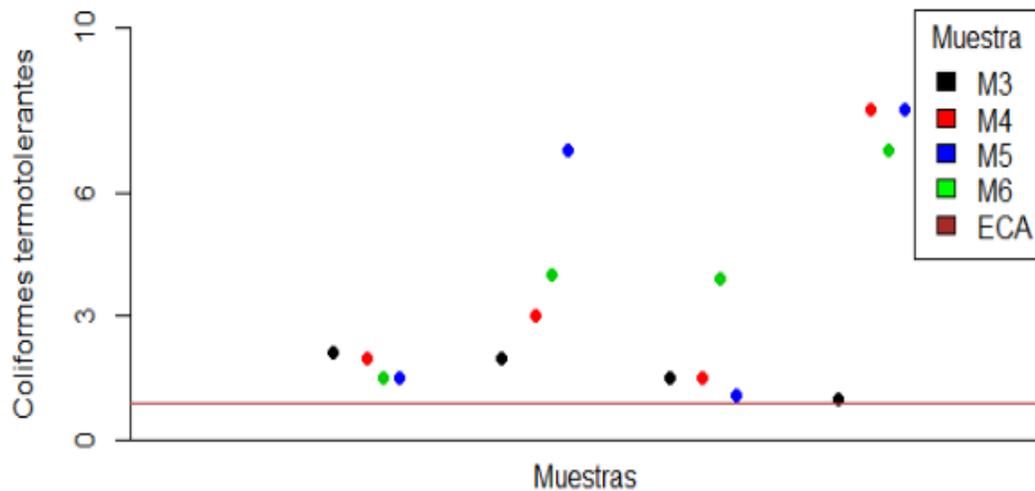


Figura 36 Resultados obtenidos para coliformes termotolerantes de agua de humedal

Nota: Elaboración propia

4.2. Prueba de hipótesis

Para la contrastación de hipótesis se realizó primero la evaluación de distribución de normalidad de los datos con un valor p mayor a 0.05 ($p\text{-valor} > 0.05$) usando el método de Shapiro-Wilk. En la siguiente tabla se muestra los resultados para la distribución de normalidad.

Tabla 4 Resultados de prueba de normalidad

Parámetros	Planta de biorremediación de aguas residuales		Humedal Lucre-Huacarpay, sector Huáscar	
	p-valor	Distribución normal	p-valor	Distribución normal
pH	0.06722	Si	0.00909	No
Conductividad	0.82470	Si	0.10580	Si
Temperatura	0.02697	No	0.00391	No
Aceites y grasas	0.1950	Si	0	No
DBO₅	0.00032	No	0.08971	Si
DQO₅	0.00522	Si	0.15390	Si
SST	0.82130	Si	0.00010	No
Oxígeno disuelto	0.36780	Si	0.02218	No
Fosforo total.	0.07369	Si	0.08023	Si
Nitrógeno total	0.06276	Si	0.00110	No
Coliformes termo tolerantes	0.00017	No	0	No

Nota: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 4, se puede observar que no todos los parámetros, respecto a sus datos presentan distribución normal, por lo que se consideró realizar el análisis paramétrico de manera individual para cada uno con el fin de validar de manera precisa la validez de las hipótesis planteadas para esta investigación que fueron:

H₀: El efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales no influye en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar.

H₁: El efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales influye en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar.

Para validar la hipótesis se utilizó el test de T de Student para datos que mostraron una distribución paramétrica y Mann-Whitney para datos que no mostraron una distribución paramétrica así trabajar adecuadamente para las condiciones establecidas en la prueba de normalidad; en caso de que $p < 0.05$ se rechaza la afirmación de que “no existe diferencia significativa entre las medianas de los grupos” y en caso de que $p > 0.05$ se acepta la afirmación de que “no existe diferencia significativa entre las

medianas de ambos grupos” y entonces si se observan cambios en el nivel de significancia para las diferencias entre las medianas de los grupos se concluye que el efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales influye en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar y por lo tanto se rechaza la Ho planteada con anterioridad.

Tabla 5 Resultados de prueba de hipótesis para datos paramétricos

Parámetros	Planta de biorremediación de aguas residuales		Humedal Lucre-Huacarpay, sector Huascar	
	p-valor	Se rechaza la Ho	p-valor	Se rechaza la Ho
pH	0.4119	No	-	-
Conductividad	0.2886	No	>0.05	Si
Aceites y grasas	0.07844	No	-	-
DBO	-	-	>0.05	Si
DQO₅	0.7474	No	>0.05	Si
SST	0.3353	No	-	-
Oxígeno Disuelto	0.5955	No	-	-
Fosforo total.	0.9638	No	>0.05	Si
Nitrógeno total	0.6205	No	-	-

Nota: Elaboración propia

Tabla 6 Resultados de prueba de hipótesis para datos no paramétricos

Parámetros	Planta de biorremediación de aguas residuales		Humedal Lucre-Huacarpay, sector Huascar	
	p-valor	Se rechaza la Ho	p-valor	Se rechaza la Ho
pH	-	-	0.4742	No
Temperatura	0.2059	No	0.6939	No
Aceites y grasas	-	-	0.4147	No
DBO₅	0.3059	No	-	-
SST	-	-	0.1344	No
Oxígeno disuelto	-	-	0.7187	No
Nitrógeno total	-	-	0.0451	Si
Coliformes termo tolerantes	0.6857	No	0.008558	SI

Nota: Elaboración propia

Observando la Tabla 5 y 6, se puede evidenciar que se presenta diferencia significativa entre los grupos de datos recolectados en el efluente y el receptor, es decir que existe influencia del efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales, sector Huáscar sobre la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay por lo que se rechaza la hipótesis planteada en la presente investigación que niega la influencia del efluente de la planta de biorremediación sobre la calidad del agua del humedal.

Los parámetros de conductividad, DBO, DQO oxígeno disuelto, fósforo total, nitrógeno total y coliformes termotolerantes presentan variaciones significativas en sus valores si se comparan en efluente y medio receptor, así como el pH que se ve alterado y tiene variaciones significativas; sin embargo, también se observa que no se presentan variaciones significativas en el pH, temperatura, aceites y grasas, SST y oxígeno disuelto.

4.3. Discusión de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos y al análisis de hipótesis realizado anteriormente, se procede al análisis de los resultados; respecto al parámetro de pH se pudo observar que dicho parámetro cumplía con el LMP establecido en la norma ya que se encontraba dentro del rango permitido que es de 6.5 a 8.5 tanto en la planta de biorremediación de aguas residuales de Lucre como en el Humedal de Huacarpay sector Huáscar, además respecto al comportamiento de datos, estos siguieron una distribución normal en la Planta de Biorremediación de aguas residuales de Lucre mas no en el Humedal de Huacarpay, sector Huáscar, con estos resultados se puede mencionar que el pH de los efluentes de la Planta de Biorremediación no influyen en la calidad del agua del Humedal de Huacarpay, sector Huáscar, algo que se corrobora por el p-valor de la prueba de hipótesis que resulta 1; por otro lado también se observa el mismo comportamiento en el parámetro de aceites y grasas, temperatura y conductividad eléctrica que cumplen tanto con los LMP en los efluentes de la Planta de Biorremediación de aguas residuales y con los ECA del Humedal de Huacarpay, sector Huáscar; sin embargo también se observan parámetros como el DBO₅, fósforo total, nitrógeno total, DQO₅, DBO₅, SST y coliformes termotolerantes cuyos valores en el efluente de la Planta de Biorremediación no cumplen con los LMP establecidos y que por lo tanto alteran la calidad del agua de la humedad, teniendo en cuenta estos resultados se establece que los efluentes de la planta de Biorremediación de aguas residuales influye en la calidad del agua de la humedad Lucre- Huacarpay más no en todas sus características fisicoquímicas; de acuerdo con la investigación “Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México)” (4), que resalta que el impacto ocasionado por la descarga de aguas residuales de una planta de tratamiento a las aguas del río Mololoa es alto a pesar de que dichas aguas son tratadas en la planta, se puede mencionar que es casi el mismo caso de baja eficiencia en el tratamiento de las aguas antes de su descarga, por otro lado en la investigación titulada “ANÁLISIS DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y SOCIALES GENERADOS POR EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE CHILPINA EN AREQUIPA” (5) destaca otros aspectos como el impacto social generado por las plantas de tratamiento de aguas residuales, este no es un aspecto importante que se haya tocado en la presente investigación, sin embargo es un factor también importante, pero en la investigación titulada “Influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en la calidad

de agua del río cajamarquino - Llacanora, 2017” (6) si toma en cuenta variables similares a las tomadas en cuenta y destaca que los resultados de los análisis que realizó a la calidad del agua del río Llacanora también pudieron evidenciar dicha calidad del agua se ve alterada en parámetros como coliformes termotolerantes y aceites y grasas, por último en el documento cuyo título es “Recuperación del ecosistema del sitio Ramsar, humedal Lucre- Huacarpay, distrito Lucre, provincia Quispicanchi, departamento Cusco, 2016” (7) propuso alternativas de recuperación de ecosistemas en el humedal de Huacarpay por lo que la problemática de contaminación seguía vigente hasta el año de dicha propuesta y ahora se observa que aún persiste y se requieren muchas más iniciativas y acciones.

CONCLUSIONES

- La influencia que tiene la calidad del efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar, región Cusco, 2021, es significativa y positiva debido a que la principal causa de alteración de los parámetros de calidad del agua del Humedal Lucre-Huacarpay sector Huáscar es el efluente de esta planta de biorremediación cuyos parámetros (Conductividad eléctrica, DBO, DQO, fósforo total, nitrógeno total, y coliformes termotolerantes) varían significativamente en el receptor respecto al efluente y por tanto, alteran también el cumplimiento de los ECA's.
- Se determinaron las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del efluente de la planta de biorremediación de aguas residuales realizando pruebas de laboratorios, donde se evidenció en los resultados un claro incumplimiento de LMP's en los parámetros DBO₅, DQO₅, SST y coliformes termo tolerantes.
- Se determinaron las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo de agua del Humedal Lucre- Huacarpay, sector Huáscar realizando pruebas de laboratorios, los resultados mostraron que parámetros como el DBO₅, DQO₅, SST y coliformes termo tolerantes tuvieron valores por encima de los estándares de calidad del agua "ECA" por lo que el agua no cumple con las características de calidad que tiene un humedal.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer el estudio de propuestas de mejora para el eficiente tratamiento de las aguas residuales domésticas de Lucre-Huacarpay que ingresan a la planta de biorremediación para su tratamiento.
- Programar y realizar actividades de mantenimiento periódicamente en cada una de las etapas del proceso de biorremediación de aguas residuales.
- Realizar un programa de monitoreo de la calidad del agua en el humedal Lucre- Huacarpay, sector Huáscar con el fin de vigilar el cumplimiento de los ECA del agua para dicho cuerpo de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DÍAZ, Juana Paredes. IMPORTANCIA DEL AGUA. *USMP*. 2013.
2. OCHOA, Enrique Portilla. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). . 2003. P. 1–17.
3. DE LA TORRE, F. Impacto Ambiental De La Colmatación De La Laguna De Huacarpay - Cusco. . 2018. P. 12.
4. JÁUREGUI, Cecilia, RAMÍREZ, Santiago, ESPINOSA, Miguel A, TOVAR, Raúl, QUINTERO, Beatriz and RODRÍGUEZ, Imelda. Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*. 2007. Vol. 3, no. 1, p. 65–73. I
5. GARCÍA, Basilia. “ANÁLISIS DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y SOCIALES GENERADOS POR EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE CHILPINA EN AREQUIPA 2015. . 20AD. P. 74.
6. INFANTE ZAMBRANO NANCY MADELIN, Tacilla Culqui Tania Jhamilce. “INFLUENCIA DEL VERTIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CAJAMARQUINO - LLACANORA, 2017.” *Universidad Privada del Norte*. 2017. P. 358.
7. GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO. “*RECUPERACION DEL ECOSISTEMA DEL SITIO RAMSAR, HUMEDAL LUCRE- HUACARPAY, DISTRITO LUCRE, PROVINCIA QUISPICANCHI, DEPARTAMENTO CUSCO.*” 2016.
8. CONGRESO DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ. Ley N° 28611. Ley General del Ambiente. *Ley General del Ambiente 28611*. 2005. Vol. 53, no. 9, p. 45–45.
9. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Ley N° 27446 Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. . 2011. Vol. 148, p. 148–162. A
10. MINAM, (Ministerio del Ambiente). Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM A
11. LEY N° 29338. Ley de los Recursos Hídricos: Ley N° 29338. *Ley de los Recursos Hídricos: Ley N° 29338*. 2009. P. 40.
12. MINISTERIO DE VIVIENDA, construcción y Saneamiento. Ley Marco 1280. *Diario Oficial el Peruano*. 2016. P. 608948–608967.
13. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley Nro. 26842: Ley General de Salud. *Normas Legales*. 1997. P. 20.
14. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. 2016.
15. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. *Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA*. 2017.

- Autoridad Nacional del Agua.
16. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. *Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales*. 2018. P. 1–32.
 17. MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peruano*. 2017. P. 6–9. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias
 18. MINISTERIO DE AGRICULTURA. *Decreto Supremo N° 07-2010-AG*. 2010. Diario Oficial El Peruano.
 19. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Decreto Legislativo N° 1278. *Decreto Legislativo N° 1278*. 2017. P. 35. Página 1 Actualizado al: 28/02/2017 DECRETO LEGISLATIVO N° 1278 CONCORDANCIAS: R.M.N° 024-2017-VIVIENDA
 20. RAMSAR. La Convención de Ramsar. *Ramsar.org*. 2015. P. 1–3. La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, conocida como la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental mundial que proporciona el marco para la acción internacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Es el único tratado mundial que se centra en un único ecosistema.
 21. AROCUTIPA, Juan. Evaluación y propuesta técnica de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari - Sandia. *Universidad Nacional del Altiplano-Puno*. 2013. P. 81.
 22. ALFARO, D., BLANCO, M., GERMY, C., OROZCO, J. and GUTIÉRREZ, C. Biorremediación de aguas residuales mediante *Eicchornia crassipes* y *Lemma minor*. *Micro-ciencia*. 2019. Vol. 8, p. 56–63.
 23. VEGA, JUAN PABLO MENDEZ and PEÑA, JHONNY MARCHAN. Diagnóstico Situacional De Los Sistemas De Tratamiento De Aguas Residuales En Las Eps Del Perú Y Propuestas De Solución. *Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2008 - 14631*. 2008. P. 1–80.
 24. ASTUTI, Sinta Indi, ARSO, Septo Pawelas and WIGATI, Putri Asmita. DICCIONARIO DE ECOLOGIA. *Analisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan di RSUD Kota Semarang*. 2015. Vol. 3, p. 103–111.
 25. CONVENCION RAMSAR. Manejo de humedales. . 2010. P. 106.
 26. BARRERA, Óscar and ZAFRA, Carlos. FACTORES CLAVE EN PROCESOS DE BIORREMEDIAION PARA LA DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES. . 2018. DOI 10.31910/rudca.v21.n2.2018.1037.
 27. RUBENS S. RAMALHO. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. . 2019. Vol. 1,

- p. 105–112.
28. REUTELSHÖFER, Tina. Guía de Operación y Mantenimiento de Lagunas de Oxidación en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. . 2015. P. 70.
 29. MINISTERIO DE VIVIENDA, construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones - DS N° 006-2006-VIVIENDA. *Reglamento Nacional De Edificaciones*. 2006. P. 156.
 30. LOPEZ, CARLOS M. *Tratamiento biológico de aguas residuales : Principios , modelación y diseño*. . 2017. ISBN 9781780409139.
 31. METCALF EDDY, McGRAW-HILL. *INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES*. . 2016. ISBN 0070416907.
 32. DEL CID, Alma, MÉNDEZ, Rosemary and SANDOVAL, Franco. *Investigación Fundamentos y Metodología*. . 2011. ISBN 9788578110796.
 33. HERNANDEZ SAMPIERI, R, FERNANDEZ COLLADO, C and BAPTISTA LUCIO, M P. *Metodología de la investigación. 5ta Ed.México: McGraw Hill; 2010*. . 2010. ISBN 9786071502919.
 34. MINISTERIO DE VIVIENDA. RM N°273-2013-VIVIENDA. . 2013. P. 35.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MÉTODOS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>Problema General ¿Qué influencia tiene la calidad del efluente de la planta de Biorremediación de aguas residuales en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar región Cusco, 2021?</p>	<p>Objetivo general Determinar la influencia que tiene la calidad del efluente de la planta de Biorremediación de aguas residuales en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar, región Cusco, 2021.</p>	<p>H₀: El efluente de la planta de Biorremediación de aguas residuales no influye en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar. H₁: El efluente de la planta de Biorremediación de aguas residuales influye en la calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar.</p>	<p>Método Deductivo Tipo de investigación Aplicada Nivel de investigación Descriptiva Diseño de investigación Pre experimental Población Cuerpo de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar. Muestras Muestra puntual representativa del efluente de la planta de Biorremediación de aguas residuales y del cuerpo receptor (Sector Huáscar).</p>	<p>Variable independiente Efluente de la planta de Biorremediación de Aguas residuales. Variable dependiente Calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar.</p>	<p>Parámetros fisicoquímicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal • pH • Conductividad • Temperatura • Aceites y grasas • DBO₅ • DQO₅ • SST • Oxígeno Disuelto • P total • N total <p>Parámetros microbiológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coliformes termo tolerantes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Protocolo de monitoreo de efluentes. ✓ pH metro. ✓ Conductímetro. ✓ Termómetro. ✓ Instrumentos de laboratorio analítico.

ANEXO 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA	INSTRUMENTOS DE MEDIDA
Independiente Efluente de la planta de Biorremediación de Aguas residuales.	El efluente de una Planta de Biorremediación son aquellas aguas servidas que han sido generadas por una población determinada y que entran a un proceso de tratamiento para posteriormente ser descargados a un cuerpo de agua receptor.	Parámetros fisicoquímicos	pH	Und	pH metro
			Conductividad	S/cm	Conductímetro
			Temperatura	°C	Termómetro
			Aceites y grasas	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			DBO ₅	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			DQO ₅	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			SST	mL/L	Instrumentos de laboratorio
			Oxígeno Disuelto	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			Fosforo total.	µg/L	Instrumentos de laboratorio
		Nitrógeno total	µg/L	Instrumentos de laboratorio	
		Parámetros microbiológicos	Coliformes termo tolerantes	NMP/100 mL	Instrumentos de laboratorio
Dependiente Calidad de agua del Humedal Lucre – Huacarpay, sector Huáscar.	El termino calidad de agua es utilizado para describir las características físicas, químicas y biológicas. La calidad de agua se evalúa considerando el uso que se le vaya a dar.	Parámetros fisicoquímicos.	pH	Und	pH metro
			Conductividad	S/cm	Conductímetro
			Temperatura	°C	Termómetro
			Aceites y grasas	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			DBO ₅	mg/L	Instrumentos de laboratorio
			DQO ₅	mg/L	Instrumentos de laboratorio

		Oxígeno Disuelto	mL/L	Instrumentos de laboratorio
		SST	mg/L	Instrumentos de laboratorio
		Fosforo total.	µg/L	Instrumentos de laboratorio
		Nitrógeno total	µg/L	Instrumentos de laboratorio
	Parámetros microbiológicos	Coliformes termo tolerantes	NMP/100 mL	Instrumentos de laboratorio

ANEXO 03: ANÁLISIS DE LABORATORIO

Corrida 1



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° LQ 0172-21
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

SOLICITA :
BRISEYDA MILAGROS CANAL BECERRA
PILAR TORRES ESCRIBA
 Bachilleres de la Universidad Continental
 Facultad de Ingeniería - E.A.P. de Ingeniería Ambiental.

TESIS : "Influencia del Efluente de la Planta de Biorremediación de Aguas Residuales en la Calidad de Agua del Humedal Lucre - Huacarpay, Sector Huascar, Provincia de Quispicanchi, Región Cusco, 2021"

MUESTRA : Agua Residual / Agua de la Laguna Huacarpay

DISTRITO : Lucre

PROVINCIA : Quispicanchi

DEPARTAMENTO : Cusco

FECHA DE MUESTREO : 12/06/21

FECHA DE INFORME : 21/06/21

RESULTADOS :

➤ MUESTRAS DE LA PLANTA DE BIORREMEDIACION DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE LUCRE

M₁- PBTM – 001: Afluente de agua residual.
M₂- PBTM – 002: Efluente de agua residual.

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	M ₁	M ₂	LMP
Aceites y Grasas	mg/L	10	1.0	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	160	110	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	360	320	200
pH		7.1	7.0	6.5 – 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	420	400	150
Temperatura	°C	11	12	< 35
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	3.7	4.1	--
Conductividad Eléctrica	µS/cm	760	780	--
Fosforo Total (P)	mg/L	3.2	2.88	--
Nitratos (NO ₃)	mg/L	160	150	--
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	75x10 ¹²	12x10 ¹³	10 000

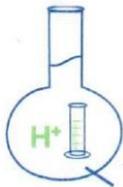
NORMA: D.S. N° 003-2010 MINAM - Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.



MC QUIMICALAB
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
ADMINISTRACION
C.P. 238238



MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES

AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

MUESTRAS DE LA LAGUNA HUACARPAY – SECTOR HUASCAR

M₃- HHTM – 003: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Primer Punto
 M₄- HHTM – 004: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Segundo Punto
 M₅- HHTM – 005: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Tercer Punto
 M₆- HHTM – 006: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Cuarto Punto

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	M ₃	M ₄	ECA
Aceites y Grasas	mg/L	40	1.0	5.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	150	50	5.0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	340	180	–
pH		7.0	7.2	6.5 – 9.0
Solidos Totales en Suspensión	mg/L	224	210	≤ 25
Temperatura	°C	14	14	–
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	4.8	6.0	≥ 5.0
Conductividad Eléctrica	µS/cm	730	1180	1000
Fosforo Total (P)	mg/L	0.8	0.8	0.035
Nitratos (NO ₃)	mg/L	120	118	13
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	21x10 ¹¹	20x10 ⁸	1000

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	M ₅	M ₆	ECA
Aceites y Grasas	mg/L	1.0	1.0	5.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	48	20	5.0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	210	80	–
pH		7.0	7.0	6.5 – 9.0
Solidos Totales en Suspensión	mg/L	120	20	≤ 25
Temperatura	°C	13.5	14	–
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	5.1	5.2	≥ 5.0
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1040	1180	1000
Fosforo Total (P)	mg/L	0.8	0.8	0.035
Nitratos (NO ₃)	mg/L	50	55	13
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	15x10 ³	15x10 ³	1000

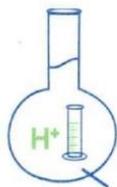
NORMA: D.S. N° 004-2017 MINAM - Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua – Categoría 4: Conservación del Medio Ambiente Acuático y Sub Categoría E1 "Lagos y Lagunas"

MÉTODOS DE ANÁLISIS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF). STANDARDS METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 23RD EDITION 2017.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



Mario Cumpa Cayuri
MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUIMICO
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16198



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° LQ 0211-21
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

SOLICITA :

BRISEYDA MILAGROS CANAL BECERRA
 PILAR TORRES ESCRIBA
 Bachilleres de la Universidad Continental
 Facultad de Ingeniería - E.A.P. de Ingeniería Ambiental.

TESIS :

"Influencia del Efluente de la Planta de Biorremediación de Aguas Residuales en la Calidad de Agua del Humedal Lucre - Huacarpay, Sector Huascar, Provincia de Quispicanchi, Región Cusco, 2021"

MUESTRA :

Agua Residual / Agua de la Laguna Huacarpay

DISTRITO :

Lucre

PROVINCIA :

Quispicanchi

DEPARTAMENTO :

Cusco

FECHA DE MUESTREO :

26/06/21

FECHA DE INFORME :

05/07/21

RESULTADOS :

➤ MUESTRAS DE LA PLANTA DE BIORREMEDIACION DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE LUCRE

M₁- PBTM - 001: Afluente de agua residual.

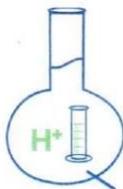
M₂- PBTM - 002: Efluente de agua residual.

PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDAD	M ₁	M ₂	LMP
Aceites y Grasas	mg/L	6.0	4.0	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	160	116	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	460	450	200
pH		7.1	7.1	6.5 - 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	460	320	150
Temperatura	°C	11	12	< 35
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	4.6	4.4	--
Conductividad Eléctrica	µS/cm	730	680	--
Fosforo Total (P)	mg/L	2.50	2.56	--
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	130	120	--
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	11x10 ¹²	23x10 ¹⁰	10 000

NORMA: D.S. N° 003-2010 MINAM - Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.



Mario Cumpa Cayuri
MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUÍMICO
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 18188



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

➤ MUESTRAS DE LA LAGUNA HUACARPAY – SECTOR HUASCAR

M₃.- HHTM – 003: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Primer Punto
M₄.- HHTM – 004: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Segundo Punto
M₅.- HHTM – 005: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Tercer Punto
M₆.- HHTM – 006: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Cuarto Punto

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	M ₃	M ₄	ECA
Aceites y Grasas	mg/L	4.0	1.0	5.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	138	212	5.0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	450	75	--
pH		7.2	7.3	6.5 – 9.0
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	1200	120	≤ 25
Temperatura	°C	14	13	--
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	5.0	6.0	≥ 5.0
Conductividad Eléctrica	μS/cm	840	1100	1000
Fosforo Total (P)	mg/L	0.9	0.9	0.035
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	120	130	13
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	7x10 ¹¹	3x10 ¹⁰	1000

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	M ₅	M ₆	ECA
Aceites y Grasas	mg/L	1.5	1.0	5.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	10	14	5.0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	36	--
pH		7.3	7.6	6.5 – 9.0
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	200	50	≤ 25
Temperatura	°C	13.5	14	--
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	6.4	5.9	≥ 5.0
Conductividad Eléctrica	μS/cm	1150	1100	1000
Fosforo Total (P)	mg/L	0.7	0.9	0.035
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	50	50	13
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	4x10 ³	7x10 ³	1000

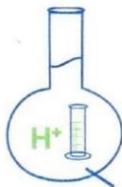
NORMA: D.S. N° 004-2017 MINAM - Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua – Categoría 4: Conservación del Medio Ambiente Acuático y Sub Categoría E1 "Lagos y Lagunas"

MÉTODOS DE ANÁLISIS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF). STANDARDS METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 23RD EDITION 2017.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

 **MC QUIMICALAB**
M. Cumpa G.
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
ADMINISTRACION
CIP. 238338


MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16108



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° LQ 0257-21
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

SOLICITA : **BRISEYDA MILAGROS CANAL BECERRA**
PILAR TORRES ESCRIBA
 Bachilleres de la Universidad Continental
 Facultad de Ingeniería - E.A.P. de Ingeniería Ambiental.

TESIS : "Influencia del Efluente de la Planta de Biorremediación de Aguas Residuales en la Calidad de Agua del Humedal Lucre - Huacarpay, Sector Huascar, Provincia de Quispicanchi, Región Cusco, 2021"

MUESTRA : Agua Residual / Agua de la Laguna Huacarpay
DISTRITO : Lucre
PROVINCIA : Quispicanchi
DEPARTAMENTO : Cusco
FECHA DE MUESTREO : 10/07/21
FECHA DE INFORME : 19/07/21
RESULTADOS :

➤ MUESTRAS DE LA PLANTA DE BIORREMEDIACION DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE LUCRE

M₁- PBTM - 001: Afluente de agua residual.
 M₂- PBTM - 002: Efluente de agua residual.

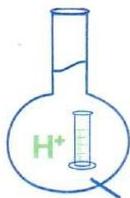
PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDAD	M ₁	M ₂	LMP
Aceites y Grasas	mg/L	4.0	4.0	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	111	110	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	325	325	200
pH		7.2	7.2	6.5 - 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	315	214	150
Temperatura	°C	12	12	< 35
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	6.5	6.0	--
Conductividad Eléctrica	µS/cm	790	740	--
Fosforo Total (P)	mg/L	0.60	0.62	--
Nitratos (NO ₃)	mg/L	110	110	--
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	>28x10 ¹⁵	23x10 ¹²	10 000

NORMA: D.S. N° 003-2010 MINAM - Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

MC QUIMICALAB

 Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 ADMINISTRACIÓN
 CIP. 238338

MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUÍMICO
 C.O. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES

AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

➤ MUESTRAS DE LA LAGUNA HUACARPAY – SECTOR HUASCAR

M₃.- HHTM – 003: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Primer Punto
M₄.- HHTM – 004: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Segundo Punto
M₅.- HHTM – 005: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Tercer Punto
M₆.- HHTM – 006: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Cuarto Punto

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	M ₃	M ₄	ECA
Aceites y Grasas	mg/L	3.0	4.0	5.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	99	100	5.0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	340	280	–
pH		7.1	7.1	6.5 – 9.0
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	280	220	≤ 25
Temperatura	°C	13	13.5	–
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	6.7	1.6	≥ 5.0
Conductividad Eléctrica	μS/cm	820	1340	1000
Fosforo Total (P)	mg/L	0.5	0.3	0.035
Nitratos (NO ₃)	mg/L	110	60	13
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	15x10 ¹²	15x10 ¹¹	1000

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	M ₅	M ₆	ECA
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	4.0	5.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	80	18	5.0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	230	32	–
pH		7.2	7.0	6.5 – 9.0
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	210	80	≤ 25
Temperatura	°C	14	14	–
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	1.5	3.0	≥ 5.0
Conductividad Eléctrica	μS/cm	1090	1150	1000
Fosforo Total (P)	mg/L	0.70	0.9	0.035
Nitratos (NO ₃)	mg/L	48	50	13
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	39x10 ⁵	11x10 ³	1000

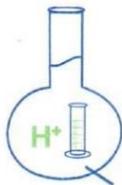
NORMA: D.S. N° 004-2017 MINAM - Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua – Categoría 4: Conservación del Medio Ambiente Acuático y Sub Categoría E1 "Lagos y Lagunas"

MÉTODOS DE ANÁLISIS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF). STANDARDS METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 23RD EDITION 2017.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

MC QUIMICALAB
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
ADMINISTRACION
CIP. 238338

MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° LQ 0258-21
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

SOLICITA : **BRISEYDA MILAGROS CANAL BECERRA**
PILAR TORRES ESCRIBA
 Bachilleres de la Universidad Continental
 Facultad de Ingeniería - E.A.P. de Ingeniería Ambiental.

TESIS : "Influencia del Efluente de la Planta de Biorremediación de Aguas Residuales en la Calidad de Agua del Humedal Lucre - Huacarpay, Sector Huascar, Provincia de Quispicanchi, Región Cusco, 2021"

MUESTRA : Agua Residual / Agua de la Laguna Huacarpay
DISTRITO : Lucre
PROVINCIA : Quispicanchi
DEPARTAMENTO : Cusco
FECHA DE MUESTREO : 24/07/21
FECHA DE INFORME : 02/08/21
RESULTADOS :

➤ MUESTRAS DE LA PLANTA DE BIORREMEDIACION DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE LUCRE

M₁- PBTM - 001: Afluente de agua residual.
M₂- PBTM - 002: Efluente de agua residual.

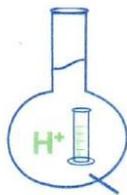
PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDAD	M ₁	M ₂	LMP
Aceites y Grasas	mg/L	6.0	4.0	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	111	112	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	339	330	200
pH		7.0	7.7	6.5 - 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	330	328	150
Temperatura	°C	10	11	< 35
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	5.4	4.0	--
Conductividad Eléctrica	µS/cm	810	760	--
Fosforo Total (P)	mg/L	0.74	1.14	--
Nitratos (NO ₃)	mg/L	120	110	--
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	12x10 ¹²	10x10 ¹⁰	10 000

NORMA: D.S. N° 003-2010 MINAM - Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

MC QUIMICALAB

 Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 ADMINISTRACION
 CIP. 238338

MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUÍMICO
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 14198



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

➤ MUESTRAS DE LA LAGUNA HUACARPAY – SECTOR HUASCAR

M₃- HHTM – 003: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Primer Punto
 M₄- HHTM – 004: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Segundo Punto
 M₅- HHTM – 005: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Tercer Punto
 M₆- HHTM – 006: Humedal Huáscar Toma de Muestra: Cuarto Punto

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	M ₃	M ₄	ECA
Aceites y Grasas	mg/L	3.0	3.0	5.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	119	50	5.0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	140	128	–
pH		7.2	7.3	6.5 – 9.0
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	380	125	≤ 25
Temperatura	°C	12	13	–
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	6.1	4.1	≥ 5.0
Conductividad Eléctrica	µS/cm	850	1110	1000
Fosforo Total (P)	mg/L	0.71	0.32	0.035
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	138	40	13
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10x10 ⁸	8x10 ⁸	1000

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	M ₅	M ₆	ECA
Aceites y Grasas	mg/L	3.0	3.0	5.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	40	40	5.0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	120	120	–
pH		7.0	7.0	6.5 – 9.0
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	210	180	≤ 25
Temperatura	°C	13	13	–
Oxido Disuelto (OD)	mg/L	4.7	5.4	≥ 5.0
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1130	1270	1000
Fosforo Total (P)	mg/L	0.75	1.2	0.035
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	45	45	13
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	7x10 ³	8x10 ³	1000

NORMA: D.S. N° 004-2017 MINAM - Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua – Categoría 4: Conservación del Medio Ambiente Acuático y Sub Categoría E1 "Lagos y Lagunas"

MÉTODOS DE ANÁLISIS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF). STANDARDS METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 23RD EDITION 2017.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

MC QUIMICALAB

 Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 ADMINISTRACIÓN
 CIP: 239338

MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUÍMICO
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 18188

ANEXO 04: REPORTE FOTOGRÁFICO



Fotografías N° 01 y 02. Humedal Lucre Huacarpay, sector Huáscar.



Fotografía N° 03. Presencia de animales bovinos dentro del Humedal Lucre-Huacarpay, sector Huáscar.

PLANTA DE BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LUCRE



Fotografía N° 04. Laguna de oxidación 1.



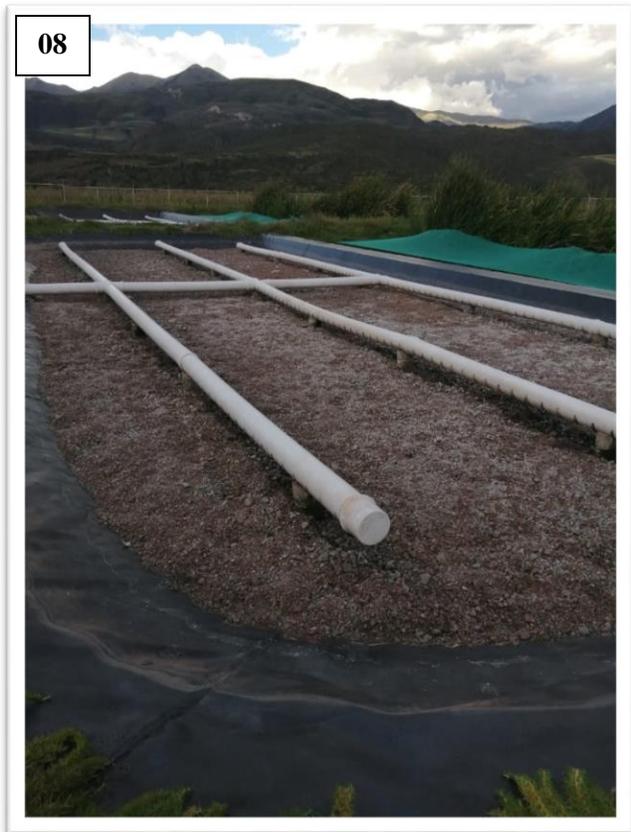
Fotografía N° 05. Laguna de oxidación 2.



Fotografía N° 06. Sistema de compuertas abiertas para ambas lagunas de oxidación.



Fotografía N° 07. Trampa de grasas.



Fotografía N° 08. Filtros de Biorremediación 01 y 02.



Fotografía N° 09. Humedales artificiales N° 01 y 02.



Fotografía N° 10. Salida del agua residual tratada.

TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE CAMPO



Fotografía N° 11, 12, 13 y 14. Toma de muestras del efluente de la planta de Biorremediación de aguas residuales y análisis de parámetros de campo.



Fotografías N° 15, 16, 17, 18, 19 y 20. Toma de muestras del efluente de la Planta de Biorremediación de aguas residuales y medición de parámetros de campo.



Fotografías N° 21, 22, 23 y 24. Toma de muestras del punto 3 del Humedal Lucre Huacarpay sector Huáscar y medición de parámetros de campo.

26



27



28



29



30



Fotografías N° 26, 27, 28, 29 y 30. Toma de muestras del punto 4 del Humedal Lucre Huacarpay sector Huáscar y medición de parámetros de campo.



Fotografías N° 29, 30, 31, 32 y 33. Toma de muestras del punto 5 del Humedal Lucre Huacarpay sector Huáscar y medición de parámetros de campo.



Fotografías N° 34, 35, 36, 37, 38 y 39. Toma de muestras del punto 6 del Humedal Lucre Huacarpay sector Huáscar y medición de parámetros de campo.