

Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN
AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Tesis

**Efecto de la aplicación de macrofitas en
humedales artificiales sobre la calidad de
aguas residuales**

Milagros Leydy Villanueva Quispe

Para optar el Grado Académico de
Maestro en Ciencias con Mención en
Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible

Lima, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

ANEXO 6

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Mg. JAIME SOBRADOS TAPIA
Director Académico de la Escuela de Posgrado
DE : **M.Sc. LESLIE CRISTINA LESCANO BOCANEGRA**
Asesor del Trabajo de Investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de Trabajo de Investigación
FECHA : **19 DE SETIEMBRE DEL 2024**

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado Asesor del Trabajo de Investigación titulado "**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MACROFITAS EN HUMEDALES ARTIFICIALES SOBRE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES**", perteneciente al **Bach. MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE**, de la **MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**; 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 **17 %** 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: < 30) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación 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,



M.Sc. LESLIE CRISTINA LESCANO BOCANEGRA
DNI. N° 01101040

Arequipa
Av. Los Incas S/N,
José Luis Bustamante y Rivero
(054) 412 030

Calle Alfonso Ugarte 607, Yanahuara
(054) 412 030

Huancayo
Av. San Carlos 1980

Cusco
Urb. Manuel Prado - Lote B, N° 7 Av. Collasuyo
(084) 480 070

Sector Angostura KM. 10,
carretera San Jerónimo - Saylla
(084) 480 070

Lima
Av. Alfredo Mendiola 5210, Los Olivos

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, VILLANUEVA QUISPE MILAGROS LEYDY, identificada con Documento Nacional de Identidad N° 72175065, egresada de la MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE de la Escuela de Posgrado de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La Tesis titulada "EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MACROFITAS EN HUMEDALES ARTIFICIALES SOBRE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Grado Académico de MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE.
2. La Tesis no ha sido plagada ni total ni parcialmente, para lo 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 realizada, desarrollada o publicada, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicada ni presentada 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.

Lima, 18 de Noviembre de 2024.



VILLANUEVA QUISPE MILAGROS LEYDY
DNI. N° 72175065



Huella

Informe turnitin Milagros Villanueva 10-03

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Organismo de Evaluación y Fiscalización Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	unesdoc.unesco.org Fuente de Internet	1%
7	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
8	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	qdoc.tips	

Fuente de Internet

<1 %

10

Submitted to Universidad Tecnológica
Indoamerica

Trabajo del estudiante

<1 %

11

revistaalfa.org

Fuente de Internet

<1 %

12

repositorio.unapiquitos.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

docplayer.es

Fuente de Internet

<1 %

14

Submitted to Universidad Nacional Agraria de
la Selva

Trabajo del estudiante

<1 %

15

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

16

repositorio.ujcm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

17

repositorio.upsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

18

Submitted to unasam

Trabajo del estudiante

<1 %

19

cubanaquimica.uo.edu.cu

Fuente de Internet

<1 %

20	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	doczz.com.br Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	ASILORZA SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "DIA del Proyecto Línea de Distribución de 22.9 kV, S.E.T. Chiribamba - Localidad de Pacococha-IGA0020399", R.D.R. N° 012-2022- GOB.REG-HVCA/GRDE-DREM, 2022 Publicación	<1 %
24	biblioteca.uajms.edu.bo Fuente de Internet	<1 %
25	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
27	Josué Nava-Rojas, Fabiola Lango-Reynoso, María del Refugio Castañeda-Chávez, Christian Reyes-Velázquez. "Remoción de Contaminantes en los Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial: Una Revisión", REVISTA TERRA LATINOAMERICANA, 2023 Publicación	<1 %

28 www.cuhs.otalca.cl <1 %
Fuente de Internet

29 Submitted to Universidad Privada del Norte <1 %
Trabajo del estudiante

30 zaloamati.azc.uam.mx <1 %
Fuente de Internet

31 Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez <1 %
Trabajo del estudiante

32 repositorio.uss.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

33 universita.ux.edu.mx <1 %
Fuente de Internet

34 repository.usta.edu.co <1 %
Fuente de Internet

35 dspace.unitru.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

36 www.scielo.org.co <1 %
Fuente de Internet

37 Submitted to Universidad Nacional del Santa <1 %
Trabajo del estudiante

38 Submitted to Universidad de León <1 %
Trabajo del estudiante

revistas.uniminuto.edu

39

Fuente de Internet

<1 %

40

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

41

Submitted to Universidad Nacional Jose
Faustino Sanchez Carrion

Trabajo del estudiante

<1 %

42

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Asesor

Mg. Leslie Lescano Bocanegra

Agradecimiento

Las palabras que busco no existen, mi agradecimiento infinito hacia las personas que me apoyaron incondicionalmente. Mediante este proyecto de tesis quiero expresar mi agradecimiento eterno a Dios, quien me otorgo el amor infinito, su cuidado, protección y apoyo incondicional en los momentos más complicados, agradezco infinitamente a mis padres, quienes son el soporte de mi vida, agradezco su crianza, sus enseñanzas, consejos y lecciones de vida, agradezco su inmensa experiencia que me ayudo a salir de aquellas situaciones difíciles.

Dedicatoria

El presente proyecto de tesis lo dedico a Dios por haberme otorgado la vida, haber guiado mi camino y el resto que me queda por recorrer, haber encontrado el apoyo incondicional y un refugio en los momentos más críticos, haber encontrado fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad; a su vez dedico el presente informe a mis padres, quienes desde muy pequeña me inculcaron los valores y la perseverancia que debo tener para poder alcanzar mis sueños y metas, por haber sido un ejemplo a seguir, por haberme criado con amor y enseñanzas constantes, por sus consejos que hicieron que sea mejor persona, por su apoyo infinito, gracias a mis padres quienes son el pilar de mi vida soy quien soy en esta vida, estoy orgullosa de lo que soy y lo que he conseguido en esta vida, gracias a ellos estoy un paso más cerca de obtener uno de los sueños más anhelados que tengo.

In Memoriam

A mi abuelo Bernardo, quien siempre ha sido mi inspiración y fuente de conocimiento. Aunque no estés presente físicamente, tu espíritu y cariño siguen orientándome en cada paso de este trayecto.

Índice

Asesor	ii
Agradecimiento	iii
Dedicatoria	iv
Índice.....	vi
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen	xiii
Abstract	xiv
Introducción.....	xv
CAPITULO I	17
1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	17
1.1. Planteamiento y formulación del problema	17
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	17
1.1.2. Formulación del problema	18
1.2. Determinación de Objetivos	19
1.2.1. Objetivo General.....	19
1.2.2. Objetivos Específicos	19
1.3. Justificación e importancia del estudio	19
1.3.1. Justificación Teórica	19
1.3.2. Justificación Metodológica	20
1.3.3. Justificación Ambiental	20
1.4. Alcances y limitaciones de la Investigación.....	21
1.4.1. Alcance	21
1.4.2. Limitaciones.....	21
CAPITULO II	22
2. MARCO TEORICO	22
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	22
2.2. Bases teóricas.....	30
2.2.1. Macrófitas	30

A. Clasificación Taxonómica.....	31
B. Características Generales de las Helófitas	31
C. Características Morfológicas.....	32
A. Clasificación Taxonómica.....	33
B. Características Morfológicas	33
2.2.2. Humedales artificiales.....	33
Funciones de Humedales Artificiales	34
2.2.3. Aguas residuales	35
Clasificación de Aguas residuales	35
A. Aguas residuales Urbanas o Municipales	36
B. Aguas residuales industriales	36
C. Aguas residuales Domesticas.....	36
2.2.4. Características y parámetros de las aguas residuales	36
Características Físicas.....	36
Características Químicas.....	38
Características Biológicas.....	40
2.2.5. LMP (Límites Máximos Permisibles para efluentes de Plantas de tratamiento de aguas residuales).....	40
2.2.6. ECA (Estándares de Calidad Ambiental).....	41
2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.....	42
2.3.1. Procesos de Remoción de Humedales Artificiales	42
2.3.2. Fitodepuracion.....	43
2.3.3. Humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal HFSSH	44
2.3.4. Vertimiento de agua residual	44
2.3.5. Tratamiento de Aguas residuales.	44
2.3.6. Cuerpo de agua.....	45
2.3.7. Uso de agua a nivel de río principal y afluentes	45
CAPITULO III	46
3. HIPOTESIS Y VARIABLES	46
3.1. Hipótesis	46
3.1.1. Hipótesis General	46

3.2.	Operacionalización de Variables	46
3.2.1.	Variable Independiente	46
3.2.2.	Variable Dependiente	47
3.2.3.	Matriz de Operacionalización de Variables.....	47
CAPITULO IV		48
4.	METODOLOGIA DEL ESTUDIO	48
4.1.	Método y Tipo de Investigación.....	48
4.1.1.	Método.....	48
4.1.2.	Nivel o Alcance de Investigación	49
4.2.	Diseño de la Investigación	49
4.3.	Población y Muestra.....	49
4.3.1.	Población.....	49
4.3.2.	Muestra.....	49
4.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	50
4.4.1.	Ámbito de Estudio.....	50
4.4.2.	Diseño del sistema de fitodepuracion de macrófitas (planta piloto)	51
4.4.3.	Colecta de Macrófitas	52
4.4.4.	Adaptación de Macrófitas	53
4.4.5.	Sembrío de Macrófitas.....	53
4.4.6.	Evaluación del desarrollo de las plantas.....	54
4.4.7.	Determinación de parámetros físicos, químicos y biológicos del vertimiento de aguas residuales y del sistema de Fitodepuracion.....	54
4.4.8.	Métodos de Análisis de parámetros.....	55
4.4.9.	Determinación del porcentaje de remoción	55
4.5.	Técnicas de Análisis de Datos	56
CAPITULO V.....		56
5.	RESULTADOS	57
5.1.1.	Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual del distrito de Ayaviri.	57
5.1.2.	Eficiencia de las especies de <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Brachiaria mutica</i>	60

5.1.3. Estrategias para la implementación del uso de especies macrófitas en la remoción de contaminantes de las aguas residuales.	64
5.1.4. Efecto de la aplicación de macrófitas (<i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Brachiaria mutica</i>) en humedales artificiales sobre la calidad de aguas residuales.	69
5.2. Discusión de resultados	83
CONCLUSIONES.....	89
Recomendaciones.....	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
Anexos.	102

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del <i>Schoenoplectus californicus</i>	31
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la <i>Brachiaria mutica</i>	33
Tabla 3. Límites Máximos permisibles de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas	40
Tabla 4. Estándares de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	41
Tabla 5. Operacionalización de variables	47
Tabla 6. Métodos para el análisis de parámetros	55
Tabla 7. Análisis físico, químico y microbiológico de las aguas residuales del distrito de Ayaviri.....	57
Tabla 8. Comparación del agua residual del distrito de Ayaviri con los LMPs de efluentes para vertidos a cuerpos de agua.	59
Tabla 9. Porcentaje de remoción del agua residual del distrito de Ayaviri aplicando <i>Schoenoplectus californicus</i> a los 5, 10,15 y 70 días.	61
Tabla 10. Porcentaje de remoción del agua residual del distrito de Ayaviri aplicando <i>Brachiaria mutica</i> a los 5, 10, 15 y 70 días.....	62
Tabla 11. Promedio del % de remoción de la <i>Schoenoplectus californicus</i> y la <i>Brachiaria mutica</i>	63
Tabla 12. Criterios de selección de los humedales artificiales	64
Tabla 13. Especies de macrófitas recomendadas según la adaptabilidad.....	65
Tabla 14. Condiciones para el diseño de los humedales artificiales	66
Tabla 15. Sugerencias para la construcción de los humedales artificiales.	67
Tabla 16. Plan de monitoreo y mantenimiento de los humedales artificiales	68
Tabla 17. Eficiencia de la <i>Schoenoplectus californicus</i> en la fitodepuración de las aguas residuales	70
Tabla 18. Eficiencia de la <i>Brachiaria Mutica</i> en la fitodepuración de las aguas residuales	72
Tabla 19. Prueba de normalidad (<i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Brachiaria mutica</i>)	81
Tabla 20. Resultados de estadísticos de la prueba de Friedman	82

Índice de figuras

Figura 1. Funciones de los Humedales Artificiales	34
Figura 2. Ubicación de Estudio.....	51
Figura 3. Diseño del filtro de macrofitas	52
Figura 4. Ubicación de zona de colecta de Macrófitas	53
Figura 5. Diagrama de flujo del diseño del sistema de fitodepuración con macrófitas	54
Figura 6. Análisis físico, químico y biológico de las aguas residuales del distrito de Ayaviri	58
Figura 7. Gráfico comparativo entre el promedio del % de remoción de la <i>Choenoplectus californicus</i> y la <i>Bracharia mutica</i>	63
Figura 8. Gráfico comparativo del pH de la <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Bracharia Mutica</i> a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.....	73
Figura 9. Gráfico comparativo de la conductividad eléctrica de la <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Bracharia Mutica</i> a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.	74
Figura 10. Gráfico comparativo en sólidos suspendidos totales de la <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Bracharia Mutica</i> a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.	75
Figura 11. Gráfico comparativo en los coliformes termotolerantes o fecales de la <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Bracharia Mutica</i> a los 0, 5, 10, 15 y 20 días de monitoreo del efluente.....	76
Figura 12. Gráfico comparativo de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) de la <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Bracharia Mutica</i> a los 0, 5, 10 y 70 días de monitoreo del efluente.....	77
Figura 13 Gráfico comparativo del carbono orgánico total de la <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Bracharia Mutica</i> a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.	78
Figura 14. Gráfico comparativo de la demanda química de oxígeno (DQO) <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Bracharia Mutica</i> a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.....	79

Figura 15. Gráfico comparativo del fosfato en la *Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica* a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente. 80

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de *Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica* en humedales artificiales sobre la calidad de aguas residuales, la metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, de nivel explicativo y diseño experimental, la muestra estuvo conformada por 800 litros de agua residual del distrito de Ayaviri. Se utilizaron dos tipos de macrófitas acuáticas *Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica* en una planta piloto de humedales artificiales de flujo subsuperficial. Se evaluaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se evaluaron durante 5, 10, 15 y 70 días. Los resultados del análisis del agua residual fueron los siguientes: pH = 6.5; C.E = 1148.70 uS/cm; SST=576,7 mg/L; coliformes 1400000 NMP/100mL; DBO₅ =67,7 mg/L; carbono orgánico =178.6 mg/L; DQO 342.7 mg/L, fosfato 6.1mg/L y nitratos 0.1mg/L a partir de estos análisis, se utilizó la macrofitas *Schoenoplectus californicus* en un humedal artificial obteniéndose *que* los parámetros del agua residual tratada a los 70 días fueron pH=7.9: C.E= 656.7 uS/cm, SST=309.3mg/L, coliformes termotolerantes o fecales=6.0 NMP/100mL; DBO₅=2.1 mg/L; carbono orgánico total=1.4 mg/L; DQO = 17 mg/L; fosfato = 0.4 mg/L y los nitratos= 0.1 mg/L; mientras que con *Brachiaria mutica* los resultados fueron: pH=7.5; C.E=959 uS/cm, SST= 397 mg/L, coliformes termotolerantes o fecales=4.3NMP/100mL; DBO₅ = 3.2 mg/L; carbono orgánico total =3.16mg/L; DQO=34.3 mg/L; fosfato = 0.4 mg/L y los nitratos = 0.1 mg/L. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que la especie macrofitas *Schoenoplectus californicus* presentó mayor eficiencia en el tratamiento de aguas residuales en el distrito de Ayaviri.

Palabras claves: Fitodepuración, afluentes, vertimiento, remoción, especies, fitodepuradoras, acuáticas, eficiencia.

Abstract

The present research work aims to evaluate the effect of the application of macrophytes (*Schoenoplectus californicus* and *Brachiaria mutica*) in artificial wetlands on the quality of wastewater, the methodology used was quantitative approach, explanatory level and experimental design, the sample consisted of 150 liters of wastewater from the district of Ayaviri. Two types of aquatic macrophytes, *Schoenoplectus californicus* and *Brachiaria mutica*, were used in a pilot plant of subsurface flow artificial wetlands. Physicochemical and microbiological parameters were evaluated for 5, 10, 15 and 70 days. The results of the wastewater analysis were as follows: pH = 6.5; E.C = 1148.70 uS/cm; TSS=576.7 mg/L; thermotolerant or fecal coliforms =1400000 NMP/100mL; BOD5 =67.7 mg/L; organic carbon =178.6 mg/L; COD 342. 7 mg/L, phosphate 6.1 mg/L and nitrates 0.1 mg/L from these analyses, the macrophyte *Schoenoplectus californicus* was used in an artificial wetland and the results obtained for the parameters of the treated wastewater after 70 days were pH=7.9: C.E= 656.7 uS/cm, TSS=309.3mg/L, thermotolerant or fecal coliforms=6.0 NMP/100mL; BOD5=2.1 mg/L; total organic carbon=1.4 mg/L; COD=17 mg/L; phosphate= 0.4 mg/L and nitrates= 0.1 mg/L; while with *Brachiaria mutica* the results were: pH=7. 5; C.E=959 uS/cm, TSS= 397 mg/L, thermotolerant or fecal coliforms=4.3NMP/100mL; BOD5 = 3.2 mg/L; total organic carbon =3.16mg/L; COD=34.3 mg/L; phosphate = 0.4 mg/L and nitrates = 0.1 mg/L. According to the results obtained, it is concluded that the macrophyte species *Schoenoplectus californicus* presented higher efficiency in wastewater treatment in the Ayaviri district.

Key words: Phytodepuration, effluents, discharge, removal, species, phytodepuration, aquatic, efficiency.

Introducción

Cerca de dos tercios de la población mundial tienen acceso a sistemas de saneamiento mejorados (UNICEF/OMS, 2015). Las redes de alcantarillado suelen estar presentes únicamente en naciones desarrolladas (Kjellén et al., 2012). Un informe del Banco Mundial y la Alianza Global para la Seguridad Hídrica y el Saneamiento (GWSP) aborda el estado del saneamiento y el acceso al agua potable. El número de hogares conectados a redes de alcantarillado está relacionado con las conexiones de agua potable, aunque en porcentajes significativamente menores. Informes recientes señalan que, a nivel global, el 60% de la población está conectada a una red de alcantarillado, un porcentaje mayor de lo que se estimaba anteriormente (UNICEF/OMS, 2015).

En Europa, el 71% de las aguas residuales urbanas e industriales son tratadas, mientras que en los países de América Latina solo se procesa el 20% de estas aguas. En Oriente Medio y el norte de África, se estima que el 51% de las aguas residuales urbanas e industriales reciben tratamiento. En las naciones africanas, la falta de recursos económicos para desarrollar plantas de tratamiento de aguas residuales constituye una importante limitación en la gestión de estas aguas (Sato et al., 2013). El aumento en la descarga de aguas residuales tratadas de forma inadecuada está empeorando la degradación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. La contaminación del agua tiene un impacto negativo considerable en su disponibilidad. El vertido de aguas residuales sin tratar en cuerpos de agua diversos está contribuyendo al rápido crecimiento de zonas muertas desoxigenadas. Se estima que aproximadamente 245,000 km² de ecosistemas marinos están afectados, lo que repercute de manera negativa en la pesca, los medios de vida y la cadena alimentaria (Corcoran et al., 2010).

Las aguas residuales están compuestas por aproximadamente un 99% de agua y un 1% de sólidos disueltos, coloidales y en suspensión (UN-Water, 2015). Aunque la composición de las aguas residuales puede variar según su origen, el agua sigue

siendo el componente predominante. En nuestro país, la gestión de las aguas residuales recibe poca atención tanto en el ámbito político como social, en comparación con los problemas relacionados con el suministro de agua, especialmente en situaciones de escasez hídrica. No obstante, ambos temas están fuertemente interconectados, y descuidar el tratamiento de las aguas residuales puede tener efectos muy perjudiciales en la sostenibilidad del suministro de agua, la salud pública, la economía y el medio ambiente. Por ello, es crucial buscar soluciones sostenibles y respetuosas con el medio ambiente para abordar la falta de tratamiento de aguas residuales.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de (*Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica*) en humedales artificiales sobre la calidad de aguas residuales del distrito de Ayaviri, para lo cual se hizo análisis ex ante y post tratamiento durante 5, 10, 15 y 70 días, se analizaron 9 parámetros: pH, sólidos suspendidos totales, conductividad, DBO. DQO, nitratos, fosfatos, carbono orgánico total, numeración de coliformes termotolerantes. A partir de los resultados obtenidos se evaluó la eficiencia de las macrófitas en el tratamiento de aguas residuales donde la macrofita *Schoenoplectus californicus* es más eficiente en la remoción de contaminantes del agua residual del distrito de Ayaviri.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del Problema

En las últimas décadas, los recursos hídricos se han vuelto cada vez más limitados en términos de calidad y disponibilidad espacial debido al cambio climático y a los usos antrópicos (Recanatesi et al., 2016). La gestión y el control de la calidad del agua constituyen uno de los problemas asociados a la contaminación ambiental (Rivera, 2012). A nivel mundial, más del 80% del agua residual es liberado al ambiente sin ser tratada, mientras que, en países con altos ingresos, aproximadamente el 70% de aguas residuales municipales e industriales, reciben tratamiento (WWAP, 2017). Debido a esto surge la gran importancia de generar tecnologías no convencionales para el tratamiento de aguas residuales, como la implementación de los Wetlands, o conocidos como Humedales artificiales, que estos son sistemas de fitodepuración de aguas residuales.

Los problemas de saneamiento en Latinoamérica son más acentuados en zonas rurales y poblaciones aisladas (Kadlec y Wallace, 2009). En Latinoamérica, el 70% de las aguas residuales no reciben tratamiento, lo que significa que el agua se extrae, utiliza y luego se devuelve altamente contaminada a los ríos (Yee-Batista, 2013). Los sistemas diseñados para tratar aguas residuales domésticas suelen ser costosos y pueden presentar fallas a corto plazo, especialmente en naciones en desarrollo donde no hay suficiente capital para la operación y el mantenimiento de estos equipos (Morgan Sagastume et al., 1994)

En el Perú, de 143 plantas de tratamiento de aguas residuales existentes, son escasos los proyectos que pueden considerarse exitosos (Vega y Marchán, 2008). El colapso de las Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) en Perú, causa el vertimiento de aguas residuales directamente a cuerpos de agua y esto ha generado

la contaminación de la naturaleza del área y pérdida de bienestar en la población (Mamani, 2017) . Las masas receptoras no han logrado absorber ni neutralizar la carga de contaminantes que estos residuos imponen, lo que ha llevado a la pérdida de sus características físicas naturales y afecta su capacidad para sostener una vida acuática adecuada. (Calderon et al., 2019).

En la región de Puno existen 5 PTARs; las mismas que se encuentran inoperativas. debido al mal mantenimiento que se les da y a la mala construcción de estos, por diversas razones técnico administrativas. El distrito de Ayaviri posee lagunas facultativas para el tratamiento de sus aguas residuales. En la actualidad, el vertimiento de estas aguas residuales va directamente al río Ayaviri sin ningún tipo de tratamiento (SUNASS, 2008). La polución del agua representa un peligro para la salud pública. (OMS, 2008), ya que la potencialidad infectiva en las aguas receptoras transmite severas enfermedades y estas se convierten en peligro para las comunidades expuestas (Meoño et al., 2015).

1.1.2. Formulación del problema

A. Problema General

¿Cuál es el efecto de la aplicación de macrofitas (*Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica*) en humedales artificiales sobre la calidad de aguas residuales?

B. Problemas Específicos

P1. ¿Cuál es la calidad de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua residual del distrito de Ayaviri?

P2. ¿Cuál es el porcentaje de reducción de los parámetros fisicoquímicos en las aguas residuales al pasar por los humedales de *Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica*?

P3. ¿Qué estrategias se deben de implementar para el uso de macrofitas en la remoción de contaminantes de las aguas residuales?

1.2. Determinación de Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de macrófitas (*Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica*) en humedales artificiales sobre la calidad de aguas residuales

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos de la calidad de agua residual del distrito de Ayaviri
- Evaluar la eficiencia de las especies de *Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica* empleados en humedales artificiales para la fitodepuración de aguas residuales.
- Establecer estrategias para la implementación del uso de especies macrófitas en la remoción de contaminantes de las aguas residuales

1.3. Justificación e importancia del estudio

1.3.1. Justificación Teórica

La fitodepuración es un proceso natural que utiliza plantas macrófitas (plantas acuáticas) para purificar aguas residuales o contaminadas (Mora, 2018). Esta técnica se basa en la facultad de las plantas para absorber, acumular, transformar y procesar los contaminantes que se encuentran presentes en el agua.

Las plantas macrófitas tienen la capacidad de absorber nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo del agua. Estos nutrientes suelen ser los principales responsables de la eutrofización en cuerpos de agua, lo que lleva al crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas, resultando en la disminución de oxígeno disponible y afectando negativamente a la fauna acuática. La fitodepuración ayuda a controlar estos nutrientes, mejorando la calidad del agua.

Las raíces y las partes aéreas de las plantas macrófitas actúan como filtros mecánicos, atrapando partículas suspendidas y sedimentos presentes en el agua. Esto contribuye a la clarificación del agua y reduce la turbidez, así también estas plantas tienen la capacidad de metabolizar y degradar contaminantes orgánicos presentes en el agua, como compuestos fenólicos, hidrocarburos y otros compuestos orgánicos (Delgadillo et al., 2010).

La fitodepuración mediante plantas macrófitas aprovecha una variedad de mecanismos biológicos y físicos para mejorar la calidad del agua. Esta técnica se alinea con los principios de la ingeniería verde para la restauración de ecosistemas acuáticos.

1.3.2. Justificación Metodológica

Los sistemas que emplean macrófitas acuáticas, como los humedales artificiales representan una solución a la problemática de contaminación del recurso hídrico causada por el vertimiento de aguas residuales, debido a su elevada capacidad de proliferación y absorción de contaminantes. La elección de la macrofita *Schoenoplectus californicus* ha demostrado una eficiencia significativa en la remoción de nutrientes y otros contaminantes del agua, ya que es considerada como una planta fitorremediadora (Garavito Bermúdeza et al., 2020), se basa en su rápida tasa de crecimiento, su capacidad de reproducirse rápidamente y su adaptabilidad a una variedad de condiciones ambientales.

Así como esta macrófita existen una variedad de plantas acuáticas que son fitorremediadores y estas pueden contribuir a la restauración y conservación de ecosistemas acuáticos, además que el uso de humedales artificiales es económicamente y ecológicamente viables, ya que el presupuesto para la instalación de los humedales es mínimo al de una planta de tratamiento de aguas residuales.

1.3.3. Justificación Ambiental

La contaminación del agua provocada por la entrada excesiva de contaminantes provenientes de fuentes difusas es vista como un problema serio, poniendo en riesgo

la salud humana y la calidad del agua. Esto tiene un impacto negativo y altera el equilibrio ecológico en las áreas donde se vierten sin recibir ningún tipo de tratamiento.

Es de crucial importancia desarrollar mecanismos y alternativas que faciliten la gestión integral de recursos hídricos, así como el tratamiento adecuado de los vertimientos de aguas residuales, que es consecuencia de actividades (Garavito Bermúdeza et al., 2020). Los humedales artificiales se han desarrollado como una tecnología sostenible en la depuración de contaminantes en aguas residuales (Sun et al., 2017).

Por lo tanto, se busca evaluar la eficiencia del sistema de fitodepuración a través de dos especies macrófitas, con el objetivo de eliminar los contaminantes presentes en las aguas residuales del distrito de Ayaviri.

1.4. Alcances y limitaciones de la Investigación

1.4.1. Alcance

La presente investigación aborda la problemática ambiental del río del distrito de Ayaviri, provincia de Melgar, región Puno, a causa del vertimiento de aguas residuales.

El distrito de Ayaviri no cuenta con una PTAR, es la razón por la que las aguas residuales no tienen ningún tipo de tratamiento y son vertidas directamente al río Ayaviri.

1.4.2. Limitaciones

Parte de las limitaciones para esta investigación es la adaptación de las macrófitas al agua a depurar, ya que una correcta selección de las macrófitas en humedales

artificiales es importante para lograr un alto desempeño en los sistemas de fitodepuración.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Romellón et al. (2023). Evaluaron los parámetros de: PH, temperatura, sólidos totales disueltos, color, turbidez y DQO en un sistema de humedales artificiales en serie, los cuales fueron suministrados con aguas residuales de origen doméstico. Donde fueron evaluados en diversos climas y diseños, resultando ser eficaces en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Usaron tres especies en los diferentes humedales de diferentes flujos: *Pontederia cordata*, *Thalia geniculata* y *Sagittaria lancifolia*. El sistema tuvo un gasto de operación de 42.29 m³/día, con un periodo de retención de 21.8 horas. En la evaluación realizada en mayo de 2020, se observó que el sistema logró una eficiencia de remoción del 78.65% para Demanda Química de Oxígeno, del 62.2% para la turbidez y del 61.4% para el color. Las tres especies utilizadas son de fácil mantenimiento además que demostraron ser eficientes en la remoción de contaminantes.

Nava-Rojas et al. (2023) evaluaron las perspectivas más recientes sobre el tratamiento de efluentes contaminados utilizando humedales artificiales de flujo subsuperficial,

empleando diversas técnicas. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica con filtros de palabras clave, abarcando el periodo entre 2015 y 2021. Se revisaron alrededor de 60 estudios sobre humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal, destacando los mecanismos de eliminación de contaminantes. Los hallazgos mostraron mejoras en sistemas a escala piloto. La eliminación eficiente de nitrógeno, fósforo y azufre es fundamental para prevenir problemas como la eutrofización y la disminución de la calidad del agua en los cuerpos receptores. Para alcanzar estos objetivos, es esencial una cuidadosa selección del sustrato, considerar factores ambientales clave y monitorear los parámetros.

Arce y Achá (2023). Llevaron a cabo un monitoreo de asimilación de nutrientes mediante el desarrollo de modelos alométricos para estimar la biomasa aérea y subterránea de *Schoenoplectus californicus* en humedales artificiales. Estas plantas fueron cultivadas in vitro, lo que permitió un control preciso de las condiciones experimentales. Los resultados obtenidos indican que la longitud de los brotes y el diámetro del ápice son parámetros críticos para la construcción de los modelos alométricos. Establecieron dos ecuaciones alométricas no destructivas para predecir la biomasa aérea y subterránea, y se encontró que ambos modelos fueron altamente significativos ($R^2 = 0.79$ y 0.49 , $p < 0.001$). Durante el período de crecimiento activo, tanto los componentes aéreos como los subterráneos demostraron ser fundamentales para la remoción de nutrientes del agua. Estas ecuaciones no destructivas permitieron monitorear la acumulación de biomasa en humedales artificiales durante 7 meses, lo que sugieren que este enfoque de bajo costo puede ser utilizado para evaluar el desempeño de los humedales en el tratamiento de aguas residuales.

Harguinteguy et al. (2023). Establecieron humedales artificiales (CW) con *Schoenoplectus californicus* en un sustrato con distintas concentraciones de Cu, Pb y Zn. Los objetivos principales fueron evaluar la capacidad de *S. californicus* para acumular estos metales y su respuesta fisiológica ante la exposición a los mismos, así como también evaluar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales por parte de los sistemas CW. La acumulación de Cu, Pb y Zn en los brotes y las raíces de la planta dependió de la concentración de los metales durante el período de exposición de 28

días, excepto en el caso del Pb en los brotes. En general, la eficacia de eliminación de los sistemas CW fue por encima al 90% para Pb y Zn, y superior al 80% para Cu. Además, la bioacumulación de Cu, Pb y Zn en *S. californicus* no se asoció con daño fisiológico, como la formación de productos de peroxidación de la membrana lipídica. Estos resultados sugieren que la exposición a concentraciones relativamente altas de metales en los humedales no afectó la supervivencia de la especie. Dada la capacidad de *S. californicus* para tolerar y acumular Pb, Zn y Cu, esta especie podría utilizarse como fitoextractora en el tratamiento de aguas residuales en sistemas de CW.

Miller y Fabrega (2022). Describen a los humedales artificiales con flujo subterráneo horizontal, utilizando aguas residuales domésticas parcialmente tratadas. Los tipos de plantas acuáticas empleadas fueron *Echinochloa polistachia* (hierba alemana) y *Brachiaria arcecta* (Pasto curtidor) con el objetivo de mejorar la calidad del efluente de la PTAR de Chitré para así posteriormente usarlo para riego de forrajes. Los parámetros analizados fueron pH, Sólidos disueltos totales, Conductividad, DQO, Turbidez, Cloruros, Sulfatos, Hierro, Cromo+6, Cobre; nutrientes como el nitrógeno total, fósforo total y coliformes fecales. Finalmente mostraron que estas aguas residuales tratadas son viables para el riego, debido a su alto contenido de nutrientes, así también recomiendan que estas aguas deben de ser gestionadas de manera segura para no generar riesgos hacia la salud pública.

Saenz et al. (2022) Analizaron el impacto de la densidad de plantación de la especie *Limonium perezzi* en la eficiencia de los humedales artificiales a escala piloto para el tratamiento de aguas residuales generadas durante la etapa de remojo en curtiembres. Los humedales fueron operados durante un período de 8 semanas para monitorear su deterioro a lo largo del tiempo. El tiempo necesario para que los humedales alcanzaran un estado de estabilización varió entre 7 y 10 días, momento en el cual la concentración del efluente se volvió relativamente constante. Los resultados obtenidos y el análisis estadístico revelan diferencias significativas en las concentraciones del efluente de los humedales cuando se varía la densidad de siembra. Es decir, el aumento en el número de plantas conlleva a una mayor capacidad de depuración del

humedal. Además, se observa un aumento en la supervivencia de las plantas debido a la distribución de la carga de sal entre un mayor número de ellas.

Escalante y Fajardo (2022). Determinaron diferentes medidas de gestión para la remoción de contaminantes del río Bogotá, ya que el vertimiento de aguas residuales domésticas contribuye al incremento de los índices de materia orgánica y de microorganismos patógenos, como los coliformes fecales, lo que provoca una disminución en los niveles de oxígeno del río y un aumento en la presencia de residuos sólidos y sedimentos. Por esta razón la alternativa de solución para esta problemática es el uso de humedales artificiales ya que estos abren la puerta a nuevas oportunidades económicas, culturales y ambientales, lo que promueve la investigación en el campo de la fitorremediación como un complemento para el tratamiento de aguas residuales en las PTARs. Además, estos humedales tienen el potencial de convertir la materia residual en energía utilizable en otros sectores económicos, lo que podría generar nuevos mercados en áreas de escasos recursos, como las zonas rurales.

Maldonado y Balagurusamy (2022). Analizaron la información sobre la relación entre bacterias y macrófitas en la eliminación de antibióticos. Empezaron describiendo la contaminación de los cuerpos de agua por antibióticos y sus efectos nocivos en los organismos vivos. Así también detallan el proceso de biodegradación especialmente en las raíces de la planta (ecorhizosphere, endorhizosphere y rizoplane), que es responsable de la eliminación de los componentes antibióticos del agua. El estudio buscó mejorar la comprensión del proceso de interacción planta-bacteria para optimizar el diseño de humedales destinados al tratamiento de residuos de antibióticos en el agua, incorporando una revisión exhaustiva del conocimiento actual disponible. Llegaron a la conclusión que las bacterias en interacción con las plantas hacen un trabajo eficiente de degradación de residuos de antibióticos en humedales artificiales.

Sánchez Araujo et al. (2021). Evaluaron la eficacia de los humedales artificiales de *Schoenoplectus californicus* (totora) y *Nasturtium officinales* (berros) en la reducción de contaminantes presentes en los efluentes de una granja porcina en Huancavelica. Para la determinación de la cantidad de materia orgánica eliminada por los humedales

artificiales, se midió la DQO y el OD utilizando un biodigestor y un colorímetro portátil Hach DR900. Los resultados mostraron una reducción de DQO de 559.45 mg/l a 118.15 mg/l en el efluente de entrada y salida, respectivamente. Asimismo, la concentración de OD varió de 1.11 a 8.25 mg/l, la conductividad eléctrica de 843.19 a 534.98 mg/l y el pH de 6.74 a 7.36. Por otro lado, para los humedales artificiales de berros, se registró una reducción de DQO de 559.45 mg/l a 118.00 mg/l en el efluente de entrada y salida, respectivamente. La concentración de OD varió de 1.11 a 3.07 mg/l, la conductividad eléctrica de 843.19 a 642.48 mg/l y el pH de 6.74 a 7.29. En síntesis, la eficacia de los humedales artificiales de totora fue del 78.89%, mientras que la de los humedales de berros fue del 78.91%, en la reducción de contaminantes presentes en los efluentes de la granja porcina en Huancavelica.

Lopez-Ocaña et al. (2020) Evaluaron a las macrófitas *Typha latifolia* y *Paspalum paniculatum* en la remoción de turbiedad y color en humedales artificiales experimentales, analizaron dos tipos de flujo de humedales artificiales (flujo libre y flujo subsuperficial). Ambos reactores fueron diseñados con tiempos de retención hidráulica de 5 días. Donde el humedal de flujo subsuperficial presentó la mayor remoción de color y turbiedad, así también la especie que mostró mayor adaptación fue la *Paspalum paniculatum*, logrando remociones de los parámetros en un 95 y 99%, en cambio la *Typha latifolia* removió turbiedad y color en un 98 y 90%. Las altas tasas de eficiencia de remoción de turbiedad y color conseguidas en este trabajo son factibles para la disminución de la DQO ya que son parámetros de control que indirectamente manifiestan cargas de SST y DQO.

Según Del Valle de Borrero et al. (2020) los humedales artificiales son soluciones innovadoras (alternativa verde) con un potencial tratamiento para diferentes cuerpos de aguas. En su artículo presentan diferentes ventajas de la aplicación de los humedales artificiales en ríos urbanos de la ciudad de Panamá, donde manifiestan que existen 4 tipos de especies macrófitas: Emergentes, macrófitas de hoja flotante, macrófitas flotantes y macrófitas sumergidas. Así también indican que existe una gran variedad de macrófitas como por ejemplo la *Brachiaria mutica*, que ésta se usa para el tratamiento de aguas residuales; el *Juncus effesus* que es usado para disminuir el

nitrógeno y sedimentos en el agua. Concluyen que la implementación de humedales artificiales representa una alternativa ecológica viable y aún subutilizada para el tratamiento de los cuerpos de agua. Además, se señala que aún no se han explorado completamente los posibles impactos negativos derivados de la implementación de humedales artificiales flotantes (HAF), los cuales podrían ser evaluados y gestionados por profesionales en ingeniería.

Navarro Frómela et al. (2020) evaluaron el desempeño de humedales de flujo vertical tipo francés para tratar aguas residuales domésticas en el Departamento del Tarn, Francia. También analizaron la eficacia de estos sistemas en mesocosmos para la eliminación de contaminantes emergentes durante el tratamiento terciario de los efluentes de una planta municipal en México, utilizando dos especies: *Typha latifolia* y *Phragmites australis*. Los resultados indicaron que estos sistemas logran altas tasas de eliminación de materia orgánica y nitrógeno, manteniendo una operación estable a lo largo del tiempo. En Izúcar de Matamoros, al comparar ambas especies de macrófitas, *Typha latifolia* mostró un desempeño ligeramente superior en la remoción de carga orgánica y microcontaminantes, con niveles de turbidez cercanos a los límites establecidos por la normativa mexicana para consumo de agua.

Stroppa et al. (2019). Consideran a la fitodepuración como una estrategia válida para la mejora de la pureza de las aguas residuales, estudiaron el efecto de Zn y Cu sobre la morfología y la expresión de proteínas en *Thelypteris palustris* y *Typha latifolia*, cultivadas en un sistema piloto de humedal. Indican que ambas plantas podrían emplearse con éxito en sistemas de fitorremediación in situ, para eliminar Cu^{2+} y Zn^{2+} , ya que se observaron cambios morfológicos en los rizomas de ambas plantas y en las hojas de *T. palustris*, sugiriendo remodelación de la pared celular y cambios en el metabolismo de los carbohidratos, los cationes fueron similares en las dos especies de plantas, sin embargo, parecían estar determinados por diferentes mecanismos. Los cambios morfológicos en las plantas tratadas fueron más pronunciados en *T. palustris* que *T. latifolia*, revelando así su mayor sensibilidad a los metales pesados.

Than-Ho et al. (2019) Evaluaron el desempeño de un humedal de flujo subterráneo horizontal en el tratamiento de efluentes industriales, utilizaron la macrofitas *Brachiaria mutica*. El experimento consta de dos unidades de humedales artificiales de flujo subterráneo horizontal (HSSFCW). Una de las unidades de HSSFCW fue sembrada con *B. mutica*, mientras que el otro se utilizó como control (sin plantas). Los parámetros que analizaron son: Sólidos suspendidos totales, pH, DBO5, Fósforo total. La investigación muestra que el sistema de lagunas facultativas de estabilización de residuos cubierto por *Brachiaria mutica* en escala piloto es capaz de manejar bien las aguas residuales industriales ya que Los resultados mostraron que la eficiencia del tratamiento de DQO y N aumenta a medida que aumenta la relación N/P.

Cisterna Osorio y Leonel (2019) demostraron cómo el uso de humedales artificiales puede ser una tecnología viable para el tratamiento de aguas que desembocan en las lagunas urbanas de Concepción, contribuyendo a la mejora ambiental de estas y al incremento de la biodiversidad en el entorno. La evaluación del cuerpo de agua se basó en un análisis planimétrico, observación y registro fotográfico, junto con el análisis de indicadores físico-químicos de calidad, como el nitrógeno total y el fósforo. La calidad ambiental fue valorada a través de la presencia de macrófitas. Entre los hallazgos clave, se resaltó que la instalación de humedales artificiales antes de la entrada a la laguna redujo significativamente los niveles de contaminación del agua entrante, lo que detuvo el proceso de deterioro y mejoró el ecosistema urbano. Por tanto, esta opción se convierte en una herramienta eficaz para aumentar tanto la biodiversidad como la calidad de vida de la población.

Hammadi et al. (2019) Calcularon los rendimientos de purificación de los diferentes contaminantes. los resultados muestran que el rendimiento de la purificación es bueno y supera el 80% para todos los parámetros medidos. Con respecto a la contaminación por nitrógeno, además el tratamiento de fitodepuración parece ser muy beneficioso y está bien adaptado al área de estudio. El agua producida es de calidad limpia y puede ser reutilizado en riego. Esta EDAR tiene un tamaño para tratar de 15 m³ de efluente por día, e incluye un sistema de lagunas de macrófitas, seguido de dos etapas de tratamiento. La investigación abarcó un periodo de doce meses, específicamente

durante el año 2017. Se centró en la eficacia para reducir la contaminación por nitrógeno a lo largo de todo el proceso de tratamiento mediante fitodepuración, con el fin de confirmar su idoneidad para la región analizada.

Carvajal Rowan et al. (2018) Evaluaron a los Humedales artificiales, donde llegaron a la conclusión que estos humedales demuestran una alta eficacia en la eliminación de coliformes, lo que contribuirá a reducir las tasas de enfermedades asociadas con esta bacteria. Como resultado, se espera un impacto positivo en la sanidad pública y el bienestar social de la población de Mizque. Así también mencionan que los costos de inversión para los Humedales Artificiales de Flujo Sub-Superficial están en el rango de 20 a 30 dólares estadounidenses por persona, excluyendo los costos del terreno necesario para su implementación. En cuanto a los costos anuales de mantenimiento y operación, se estiman entre 2 y 5 dólares estadounidenses por persona.

Ashraf et al. (2018) Desarrollaron una sinergia planta – endófito en un humedal artificial para así poder remediar la contaminación acuática a causa de efluentes de curtidura. El humedal usado es de flujo vertical, usaron la planta *Brachiaria mutica*. Los parámetros analizados fueron DQO y DBO5 donde se mostró resultados de reducción en un 82% y 94% respectivamente. Así también, la inoculación de endófitas incrementó la población bacteriana en la planta, más que todo se observó un número mayor de colonias en las raíces de la planta, por lo tanto, la sinergia entre plantas y endófitos en un humedal artificial mejora la remediación de aguas residuales industriales ya que Los endófitos mostraron supervivencia en el efluente, así como colonización en raíz y vástago de *B. mutica*.

Pérez Quintero et al. (2017) Evaluaron a un humedal de flujo vertical utilizando la *Typha Domingensis*, para el tratamiento de aguas provenientes de piscinas a escala piloto que fue adaptado a las condiciones climáticas de la provincia de Santiago de Cuba, para el experimento se utilizaron 2 biorreactores de flujo vertical y usaron un lecho filtrante de arena y de grava. Las aguas residuales que se utilizaron en el experimento se recolectaron en diferentes puntos de agua superficial del territorio de Santiago de Cuba. Además, que concluyeron que la macrofita *Typha Domingensis* es

una especie Fitodepuradora significativa en la remoción de contaminantes, ya sean orgánicos y microbiológicos, el uso de la *Typha Domingensis* tuvo un impacto significativo en la remoción de DQO, DBO₅, nitratos y amonio.

Larriva y González (2017). Realizaron estudios en humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal, donde usaron diferentes tiempos de retención hidráulica (24 y 36 horas), así también usaron diferentes macrofitas (Totorá y carrizo). Los resultados obtenidos resaltan la importancia de tener en cuenta el funcionamiento hidráulico de un bioreactor al evaluar su eficacia en la eliminación de contaminantes.

Petroselli et al. (2017). Analizaron cuatro sistemas integrados de fitodepuración aplicados a las aguas residuales municipales. Los resultados obtenidos muestran que las plantas investigadas se caracterizan por un promedio de valor de eficiencia de aproximadamente el 83% para la eliminación de DQO el 84% para la demanda bioquímica de oxígeno, el 89% para el nitrógeno total, el 91% para el fósforo total y el 85% para los sólidos en suspensión totales. Además, en tres de los estudios de caso, el efluente final del ISP es apto para riego y, en el cuarto estudio de caso, el efluente final puede liberarse en aguas superficiales. Llegaron a concluir que el sistema de fitodepuración integrado es una opción muy prometedora para suplir las necesidades de agua común son las aguas residuales urbanas tratadas y que estas podrían aprovecharse significativamente mediante técnicas avanzadas y económicas de purificación.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Macrófitas

Las plantas acuáticas o macrófitas, también denominadas plantas hidrofíticas, hidrófilas o higrófilas, están adaptadas a ambientes altamente húmedos o acuáticos, como lagos, estanques, charcas, estuarios, pantanos, márgenes de ríos, deltas o lagunas costeras. Este tipo de plantas se pueden encontrar entre las algas como en vegetales vasculares, que incluyen briofitas, pteropsidas y angiospermas briófitos, pteropsidas y angiospermas (Gudiño y Quiroz, 2010).

2.2.1.1. *Schoenoplectus californicus*

Schoenoplectus californicus, también denominada como junco o totora (del quechua t'utura), es una planta acuática, tiene hojas perennes y pertenece a la familia de las ciperáceas, que se encuentra frecuentemente en esteros y pantanos de Sudamérica (Aponte, 2009). Esta planta, conocida como macrófita, es una de las numerosas especies utilizadas en los sistemas no convencionales de fitodepuración de aguas residuales.

A. Clasificación Taxonómica

Tabla 1.
Clasificación Taxonómica del Schoenoplectus californicus



Categoría	Descripción
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta (plantas con flor)
Clase:	Liliopsida (monocotiledóneas)
Orden:	Juncales
Familia:	Juncaceae
Especie:	<i>Schoenoplectus californicus</i>
Nombre común:	Totora

Fuente: Jardín Botánico de Celestino, J.

B. Características Generales de las Helófitas

Las plantas Helófitas son aquellas que han desarrollado adaptaciones para sobrevivir en condiciones de alta humedad y periodos de inundación, siempre y cuando el agua no las cubra completamente. Estas plantas pueden tolerar la limitación de oxígeno en el suelo y se dividen en una parte que se encuentra bajo el nivel del agua y otra parte que crece fuera de ella.

El rol de las Helófitas en los humedales artificiales es:

- Las plantas acuáticas pueden actuar como filtros naturales para mejorar los procesos físicos de separación de partículas en el agua. (Valdés et al., 2005).

- Asimilación directa de nutrientes especialmente el nitrógeno y fósforo, así como metales, retirándolos del medio e incorporándolos a su tejido vegetal (Cano, 2004)
- Servir de soporte para el desarrollo de biopelículas de microorganismos, que purifican el agua mediante procesos aerobios de degradación (OSCAR D., 2010).
- Tienen la capacidad de trasladar grandes cantidades de oxígeno desde sus tallos hasta las raíces y rizomas y eso es utilizado por dichos microorganismos presentes en el medio acuáticos (OSCAR D., 2010).

C. Características Morfológicas

Rizomas. La totora posee rizomas, los cuales son tallos que crecen bajo tierra de forma paralela a la superficie del suelo. Estos rizomas desarrollan raíces adventicias en un extremo y ramificaciones que se extienden hacia la superficie, con hojas y yemas en el otro extremo (Delgadillo et al., 2010).

Tallos. Los tallos difieren en longitud de 1 a 4 metros y pueden ser erectos, dispersos o cercanos entre sí. Muestran un color verde-amarillento cuando están secos. Estos tallos presentan aerénquimas, que estos son tejidos sin coloración con amplios espacios intercelulares llenos de aire, esto facilita la flotación y la entrada de aire a los órganos inmersos (Delgadillo et al., 2010).

Reproducción. Generalmente la totora se reproduce principalmente de forma vegetativa. La reproducción a través de semillas es bastante limitada, ya que estas generalmente no tienen éxito en germinar. La reproducción vegetativa se lleva a cabo mediante el desarrollo de propágulos vegetativos, es decir, a través de células especializadas en propagar la planta (meristemas), las cuales están agrupadas en estructuras específicas como los rizomas (Delgadillo et al., 2010). De esta manera, se generan nuevos individuos que están adaptados al entorno ambiental.

2.2.1.2. *Brachiaria mutica*

A. Clasificación Taxonómica

Tabla 2.

Clasificación taxonómica de la *Brachiaria mutica*

	Categoría	Descripción
Reino:	Plantae	
División:	Magnoliophyta	
Clase:	Liliopsida	
Orden:	Poales	
Familia:	Poaceae	
Especie:	<i>Brachiaria mutica</i>	
Nombre común:	Pasto pará	

Fuente: ICI (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC).

B. Características Morfológicas

La *Brachiaria mutica* es una planta perenne que se propaga mediante estolones, con tallos que pueden alcanzar hasta 5 metros de longitud y presentan numerosas vellosidades (Dutra et al., 2021). Sus hojas son moderadamente vellosas, tienen aproximadamente 30 centímetros de longitud y alrededor de 20 milímetros de ancho. Las ramas y estolones de esta planta enraízan en los nudos, mientras que sus raíces pueden extenderse hasta 1.2 metros.

2.2.2. Humedales artificiales

Los sistemas de fitodepuración en aguas residuales son sistemas que emplean plantas acuáticas para depurar el agua. Consisten en el cultivo de macrófitas con raíces sobre un estrato de grava impermeabilizado. La presencia de estas plantas permite una serie de interacciones físicas, químicas y biológicas complejas, mediante las cuales el agua residual que fluye se purifica de manera gradual y progresiva (Delgadillo et al., 2010).

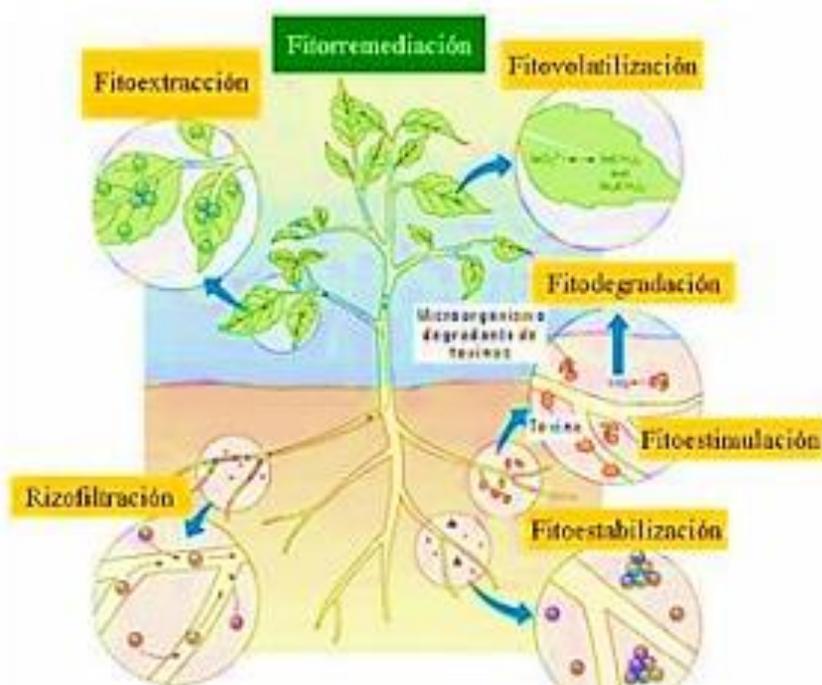
Vymazal (2010) indica que estos sistemas purifican el agua a través de la eliminación del material orgánico (DBO), la oxidación del amonio, la reducción

de los nitratos y la eliminación del fósforo. Los mecanismos involucrados son complicados e incluyen procesos como la oxidación bacteriana, la filtración, la sedimentación y la precipitación química.

Funciones de Humedales Artificiales

Figura 1.

Funciones de los Humedales Artificiales



Fuente: (Garavito Bermúdeza, Ospina Romerob, & Ospina Mora, 2020).

- **Fitoextracción**

Las plantas se utilizan para acumular metales en las partes cosechables, como hojas y raíces. (Agudelo Macias et al., 2005).

- **Rizofiltración**

Las raíces de las plantas se utilizan para absorber, precipitar y concentrar metales pesados presentes en efluentes líquidos contaminados, así como para degradar compuestos orgánicos (Arias Betancur et al., 2010).

- **Fitoestabilización**

Las plantas tolerantes a metales para disminuir la movilidad de estos elementos y prevenir su migración hacia las aguas subterráneas o el aire (Agudelo y Suárez, 2005).

- **Fito estimulación**

Los exudados radiculares se emplean para estimular el crecimiento de microorganismos degradadores, como bacterias y hongos (Arias Betancur et al., 2010).

- **Fito volatilización**

Las plantas capturan y transforman metales pesados o compuestos orgánicos, liberándolos a la atmósfera a través del proceso de transpiración (Arias Betancur et al., 2010).

- **Fitodegradación**

Las plantas, tanto acuáticas como terrestres, tienen la capacidad de captar, almacenar y degradar compuestos orgánicos, transformándolos en subproductos menos tóxicos o no tóxicos Agudelo y Suárez (2005).

2.2.3. Aguas residuales

Son aquellas aguas de características originales que han sido alteradas por actividades antropológicas y que, debido a su calidad, necesitan ser tratadas antes de ser reutilizadas o vertidas en cuerpos naturales de agua o descargadas en el sistema de alcantarillado (OEFA, 2014).

Las aguas residuales, también conocidas como aguas negras o aguas cloacales, son residuos no aptos para el uso directo del usuario. Se les llama negras debido al color característico que suelen tener (Linares, 2016).

Clasificación de Aguas residuales

Según su origen, las aguas residuales se pueden clasificar en:

A. Aguas residuales Urbanas o Municipales

Son aguas residuales domésticas que pueden combinarse con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales industriales que han sido tratadas previamente, con el propósito de ser conducidas a sistemas de alcantarillado de tipo combinado (OEFA, 2014).

B. Aguas residuales industriales

Rodríguez et al. (2006) Indican que, son todas aquellas aguas residuales vertidas desde instalaciones destinadas a realizar actividades comerciales o industriales, excluyendo tanto las aguas residuales domésticas como las aguas de escorrentía pluvial.

C. Aguas residuales Domesticas

Son el producto de las actividades diarias de las personas, como las aguas que se eliminan a través de lavaplatos, sanitarios, y otros dispositivos similares. (Sperling, 2007).

2.2.4. Características y parámetros de las aguas residuales

Características Físicas

A. Solidos suspendidos

Son partículas que se encuentran suspendidas en el agua, representan a la materia en suspensión (Delgadillo et al., 2010).

B. Solidos Disueltos

Los compuestos inorgánicos presentes en el agua incluyen sales, metales pesados y trazas de algunos compuestos orgánicos que se disuelven en el agua. (Ayala y Gonzales, 2008).

C. Sólidos totales

Es la materia residual que es obtenida después de someter al agua a un proceso de evaporación a una temperatura de 103 y 105 °C. (Ayala y Gonzales, 2008).

D. Conductividad eléctrica

Es la medida de la capacidad del agua para conducir electricidad. Esto se debe al transporte de iones en solución, por lo tanto, un aumento en la acumulación de iones provoca un incremento en la conductividad del agua. (Crites y Tchobanoglous, 2000).

E. PH

Según Toro (2011), es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia. Indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución.

En las aguas residuales urbanas, el pH suele estar entre 6.5 y 8.5. Valores superiores a 9.2 pueden inhibir el crecimiento de *E. coli*. Los valores de pH comprendidos entre 5 y 9, siendo los más ventajosos entre 6.5 y 8.5, favorecen la vida de las especies acuáticas. Un pH ácido en un vertido provoca la disolución de metales pesados, mientras que un pH alcalino hace que estos metales precipiten. (Cartrò, 2003).

F. Temperatura

La temperatura del agua residual suele ser más alta a la del agua para abastecimiento humano, debido a la adición de agua caliente de origen doméstico o industrial. Este parámetro es crucial en el tratamiento de aguas residuales, ya que muchos procesos biológicos dependen de este (Delgadillo et al., 2010).

Además, es fundamental para el desarrollo de la actividad bacteriana, cuyo rango óptimo suele estar entre 25 °C y 35 °C. Cuando la temperatura oscila a los 50 °C, los procedimientos de digestión aerobia y nitrificación bacteriana se

interrumpen. Por otro lado, temperaturas por debajo de 5 °C inhiben la actividad microbiana (Crites y Tchobanoglous, 2000).

G. Color y Olor

La condición del agua residual, ya que estos manifiestan la presencia de vertidos industriales mediante sustancias coloreadas u olores inusuales en los desechos domésticos.

Inicialmente, el agua residual puede presentar un color gris y un olor relativamente desagradable. A medida que los niveles de oxígeno disminuyen debido a la desintegración de la materia orgánica, el agua puede volverse negra y el olor puede tornarse nauseabundo debido a la presencia de ácido sulfhídrico (H₂S) generado en el proceso. Estos cambios en el color y el olor indican la presencia de vertidos industriales, manifestándose a través de sustancias coloreadas u olores distintos a los de los residuos domésticos (Moret, 2014).

Características Químicas

A. DBO

Es la cantidad de oxígeno que los microorganismos necesitan para estabilizar la materia orgánica bajo condiciones específicas de tiempo y temperatura (generalmente 5 días a 20 °C) ((011-2012-Vivienda, 2012).

La DBO₅ es un indicador de la cantidad de materia orgánica presente en el agua y mide cuánto oxígeno se consume para su descomposición bacteriana durante un período de 5 días a una temperatura específica. Cuanto mayor sea el valor de la DBO, mayor será la cantidad de materia orgánica degradable presente en el agua. Por lo tanto, este parámetro se utiliza como indicador de la carga orgánica vertida por efluentes de aguas residuales o efluentes industriales (DINAMA, 2013).

B. DQO

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) representa la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar completamente la materia orgánica presente en una muestra de agua mediante procesos químicos. En general, los valores de DQO en aguas residuales suelen ser mayores que los de DBO, ya que hay una mayor cantidad de compuestos que se oxidan principalmente por vía química en lugar de biológica (Rich, 1980).

C. Nitratos

Según COLPRIM (2003) , los nitratos en aguas residuales se originan a partir de la oxidación bacteriana de la materia orgánica, son compuestos químicos inorgánicos derivados del nitrógeno.

Ayala y Gonzales (2008) Indican que el nitrógeno se presenta en cuatro formas esenciales: nitrógeno orgánico, amonio, nitrito y nitrato. En aguas residuales frescas, el nitrógeno se encuentra inicialmente en forma de urea y compuestos proteicos, y luego se convierte en forma amoniacal debido a la descomposición bacteriana (Delgadillo , Camacho , Pérez , & Andrade, 2010).

La descarga de nitrógeno debe ser controlada porque puede inducir un crecimiento desmedido de algas en las aguas receptoras (Toro, 2011).

D. Fosfatos

Los compuestos de fósforo actúan como nutrientes para las plantas y favorecen el crecimiento de algas en cuerpos de agua superficiales. Solo 1 gramo de fosfato puede estimular el crecimiento de hasta 100 gramos de algas (Pütz, 2008).

En el agua residual, el fósforo se presenta en tres formas distintas: ortofosfatos solubles, polifosfatos inorgánicas y fosfatos orgánicos. Los ortofosfatos son la forma más fácil de asimilar por los microorganismos y se emplean como un indicador clave en los procesos biológicos de remoción de fósforo (Ayala y Gonzales, 2008).

Características Biológicas

A. Coliformes Termotolerantes

Son un grupo de bacterias que se encuentran comunmente en la vegetación, el agua y el suelo (Linares, 2016). Estos se dividen en Coliformes totales que a la vez se subdividen en Coliformes Termotolerantes, donde llegan a soportar hasta temperaturas de 45°C, suelen tener una forma de bacilos y se representan por *Escherichia coli* en 90% y en menor porcentaje se encuentran los *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae* (Caceda, 2016).

El *Escherichia C.* produce problemas intestinales como diarreas, náuseas, vómitos; el *Citrobacter sp* genera alteraciones a nivel intestinal y el *Klebsiella sp* ocasiona afecciones pulmonares (Corpas y Herrera, 2011).

2.2.5. LMP (Límites Máximos Permisibles para efluentes de Plantas de tratamiento de aguas residuales)

Los Límites Máximos Permisibles determinan el nivel de concentración o cantidad de elementos, sustancias, o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los efluentes o emisiones que se liberan al medio ambiente. Estos límites están diseñados para asegurar un control ambiental adecuado de las actividades económicas. (MINAM, 2017). Según las normas legales del estado, el (Decreto Supremo N° 003- 2010- MINAM), aprueba los Límites Máximos Permisibles para efluentes de plantas de tratamiento de aguas domesticas o municipales.

Tabla 3.

Límites Máximos permisibles de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y Grasas	Mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NPM/100ml	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química del Oxígeno	mg/L	200

pH		Unidad	6.5 – 8.5
Sólidos Totales en suspensión		mg/L	150
Temperatura		°C	<35

Fuente: Tomado de Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

2.2.6. ECA (Estándares de Calidad Ambiental)

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) es un mecanismo de gestión ambiental utilizado para evaluar el estado de la calidad del medio ambiente a nivel nacional. Establece los niveles de concentración de elementos o sustancias en el ambiente que no representan riesgos significativos para la salud humana ni para el ambiente (MINAM, 2017).

Según el (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM), aprueban estándares de calidad ambiental (ECA), para agua y establecen disposiciones complementarias.

Tabla 4.

Estándares de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidades	Lagunas y Lagos	Ríos	
			Costa y sierra	Selva
Físicos y Químicos				
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20(a)	20(a)	20(a)
Clorofila A	mg/L	0,008	-	-
Conductividad	(μ S/cm)	1000	1000	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5	10	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	-	-
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	Δ3
Inorgánicos				
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15
Bario	mg/L	0,7	0,7	1

Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12
Orgánicos				
Compuestos Orgánicos Volátiles				
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX				
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014
Plaguicidas				
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013
Organoclorados				
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001
Microbiológico				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	2000	2000

Fuente: Tomado de Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

2.3.1. Procesos de Remoción de Humedales Artificiales

A. Procesos de remoción químicos

La absorción es el proceso químico clave en la eliminación de contaminantes en los humedales artificiales. Este proceso conduce a la retención a corto plazo o a la inmovilización a largo plazo de diversos tipos de contaminantes (Arias Betancur et al., 2010).

B. Procesos de remoción físicos

Los humedales artificiales tienen la capacidad de ofrecer una alta eficiencia física en la eliminación de contaminantes relacionados con el material particulado (Vymazal, 2010).

C. Procesos de remoción biológicos

La eliminación biológica es posiblemente el método más significativo para eliminar contaminantes en los humedales artificiales. Un método ampliamente conocido para la eliminación de contaminantes en estos humedales es la adquisición de la planta. Los contaminantes que también son formas de nutrientes esenciales para estas macrofitas, como nitrato, amonio y fosfato, que son absorbidos por las plantas en estos humedales. (Arias Betancur et al., 2010).

2.3.2. Fitodepuración

La fitodepuración, que proviene de la combinación de "phyto" (planta) y "depurare" (limpiar, purificar), se refiere a la reducción o eliminación de contaminantes presentes en aguas residuales mediante una serie de procesos biológicos y fisicoquímicos complejos en los que intervienen las plantas del ecosistema acuático correspondiente. Este proceso de fitodepuración ocurre de forma natural en ecosistemas que reciben aguas contaminadas y ha sido tradicionalmente utilizado junto con la autodepuración del agua como un método clásico para mejorar la calidad del agua. Tanto los humedales naturales como los humedales artificiales creados por el ser humano son lugares donde puede ocurrir este proceso de fitodepuración (Gonzales, 2020).

2.3.3. Humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal HFSSH

En estos sistemas, el flujo de agua se mantiene constante, con una alimentación continua, lo que significa que están siempre inundados, aunque hay algunos estudios que demuestran resultados satisfactorios con un funcionamiento intermitente. Ósea no tienen una lámina de agua visible. El agua fluye gradualmente de manera horizontal desde la entrada a través de un medio poroso de aproximadamente 0,4 a 0,9 metros de espesor. Este medio poroso no solo actúa como una superficie de filtración, sino que también proporciona un entorno propicio para el desarrollo de microorganismos encargados de la depuración. Finalmente, el agua se recoge y se descarga a través de una estructura de nivel en la salida del sistema (Romero, 2015).

2.3.4. Vertimiento de agua residual

Es la descarga de aguas residuales previamente tratadas, en un cuerpo natural de agua ya sea continental o marítima (ANA, 2012). Cualquier descarga de agua residual en una fuente natural de agua necesita una autorización de vertimiento. Para obtener esta autorización, se debe presentar el documento ambiental correspondiente, aprobado por la autoridad ambiental competente (OEFA, 2014).

Los recursos hídricos se ven afectados por la contaminación causada por vertimientos urbanos, industriales, mineros y agrícolas. De acuerdo con la (OEFA, 2014), ningún vertimiento de aguas residuales puede realizarse en aguas marítimas o continentales del país sin la autorización de la Autoridad Nacional del Agua. Asimismo, está prohibido realizar vertimientos de aguas residuales sin un tratamiento previo en infraestructuras de riego o sistemas de drenaje pluvial.

2.3.5. Tratamiento de Aguas residuales.

Es un proceso que involucra diversas operaciones tales como físicas, químicas, físico-químicas o biológicas, con el propósito de eliminar y/o reducir la polución o las características no deseadas presentes en el agua.

En su forma más simple, una PTAR se encarga de eliminar sólidos, reducir la materia orgánica y disminuir los contaminantes presentes. y restablecer los niveles de oxígeno

en el agua. Los sólidos abarcan una amplia gama de materiales, desde trapos y madera hasta arena y partículas pequeñas presentes en las aguas residuales. La disminución de la materia orgánica y los contaminantes se logra mediante el uso de bacterias beneficiosas y otros microorganismos, que consumen la materia orgánica en el agua residual. Posteriormente, las bacterias y los microorganismos son separados del agua. Es fundamental restaurar los niveles de oxígeno, ya que el agua debe contener suficiente oxígeno para mantener la vida acuática. (Belzona, 2010).

2.3.6. Cuerpo de agua.

Se define como cualquier extensión que se encuentre en la capa terrestre, como ríos y lagos, o en el subsuelo, como acuíferos y ríos subterráneos. Estos cuerpos pueden existir en estado líquido, como en el caso de ríos y lagos, o en estado sólido, como en glaciares y casquetes polares. Además, pueden ser naturales, artificiales, embalses, y pueden contener agua salada o dulce (ANA, 2012).

2.3.7. Uso de agua a nivel de río principal y afluentes

Teniendo en cuenta que el agua, es un recurso vital, que satisface los diversos usos y necesidades, conforme al artículo 35° de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, establecen las clases de uso de agua:

A. Uso Primario

Se refiere al aprovechamiento directo y eficiente de fuentes naturales y cursos públicos de agua para cubrir necesidades humanas básicas, según lo establecido en el artículo 36°. La accesibilidad a estas fuentes, tanto naturales como artificiales, para usos esenciales, es libre y gratuito, sin afectar la propiedad de terceros ni los bienes relacionados con el agua, conforme al artículo 57° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (ANA, 2017).

B. Uso Poblacional

Se trata de la recolección de agua de una fuente o red pública, que ha sido adecuadamente tratada para satisfacer las necesidades humanas fundamentales, según el artículo 39°. La licencia para el uso de agua con fines poblacionales se concede a las entidades responsables del suministro de agua a la población, de acuerdo con el artículo 59° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (ANA, 2017).

C. Uso Productivo

Se refiere al empleo del agua en actividades de producción o en procesos previos a estas, según lo establecido en el artículo 42°. En caso de competencia por el suministro de agua para fines productivos, se establece el siguiente orden de preferencia: acuícola y pesquero, agrícola; energético, industrial, medicinal y minero; recreativo, turístico de transporte; y otros fines (ANA, 2017).

CAPITULO III

3. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

La macrofitas *Schoenoplectus californicus* (totora) tiene mayor eficiencia en la remoción de contaminantes que la *Brachiaria mutica* (pasto pará) en las aguas residuales del río Ayaviri.

3.2. Operacionalización de Variables

3.2.1. Variable Independiente

Especies macrófitas Fitodepuradoras

3.2.2. Variable Dependiente

Calidad del agua residual

3.2.3. Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 5.

Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente (Especies macrófitas)	Las especies macrófitas tienen la capacidad de absorber nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo del agua. Estos nutrientes suelen ser los principales responsables de la eutrofización en cuerpos de agua, lo que lleva al crecimiento excesivo de algas y plantas acuática (Charris & Caselles Osorio, 2016).	Las especies macrófitas serán instaladas dentro de biorreactores, En el tanque de alimentación del tercer nivel estará depositada el agua residual que se pretende tratar, en el segundo nivel habrá dos reactores (un lado para la totora y el segundo para el pasto forrajero), en el envase del tercer nivel, caerá el agua tratada a partir de dicho filtro.	<i>Schoenoplectus californicus</i>	# de individuos	unidad
				Sustrato	-
				Tiempo de adaptación	días
Variable Dependiente (Calidad de aguas residuales)	Aguas cuyas propiedades naturales han sido alteradas por la actividad humana y cuya calidad requiere un tratamiento previo antes de ser reutilizadas o vertidas en cuerpos de agua naturales o descargadas en el sistema de alcantarillado.	Los parámetros a analizarse son: Temperatura, pH, Sólidos suspendidos totales, DQO, DBO, fosfatos, nitratos. Se analizarán los parámetros ex ante y ex post del tratamiento por humedales artificiales	Parámetros Físicos	Retención Hidráulica	días
				PH	-
				Sólidos suspendidos Totales	mg/L
Variable Dependiente (Calidad de aguas residuales)	Aguas cuyas propiedades naturales han sido alteradas por la actividad humana y cuya calidad requiere un tratamiento previo antes de ser reutilizadas o vertidas en cuerpos de agua naturales o descargadas en el sistema de alcantarillado.	Los parámetros a analizarse son: Temperatura, pH, Sólidos suspendidos totales, DQO, DBO, fosfatos, nitratos. Se analizarán los parámetros ex ante y ex post del tratamiento por humedales artificiales	Parámetros Químicos	Conductividad	μS/cm
				DQO	mgO ₂ /L
				DBO	mgO ₂ /L
Variable Dependiente (Calidad de aguas residuales)	Aguas cuyas propiedades naturales han sido alteradas por la actividad humana y cuya calidad requiere un tratamiento previo antes de ser reutilizadas o vertidas en cuerpos de agua naturales o descargadas en el sistema de alcantarillado.	Los parámetros a analizarse son: Temperatura, pH, Sólidos suspendidos totales, DQO, DBO, fosfatos, nitratos. Se analizarán los parámetros ex ante y ex post del tratamiento por humedales artificiales	Parámetros Químicos	Nitratos	mg/L
				Fosfatos	mg/L
				Carbono Orgánico Total	mg/L

CAPITULO IV

4. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

4.1. Método y Tipo de Investigación

4.1.1. Método

Este trabajo fue diseñado utilizando un enfoque metodológico cuantitativo, ya que este se adapta mejor a la metodología empleada, la cual busca medir las variables antes y después del tratamiento. Además, que el enfoque cuantitativo es un conjunto de procesos, estos son de manera secuencial y es probatorio, así también pretende

“acotar” intencionalmente la información y medir con precisión las variables del estudio (Hernandez Sampieri et al., 2014).

4.1.2. Nivel o Alcance de Investigación

La presente investigación es de nivel explicativo, ya que se manipula las variables, además que tiene como finalidad establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian (Hernandez Sampieri et al., 2014).

4.2. Diseño de la Investigación

Se utilizó un diseño experimental debido a la manipulación intencional de la variable independiente, con el objetivo de medir los efectos o posibles consecuencias que esta provoca. Su característica principal es la probabilidad clara de ser reproducido en investigaciones futuras, lo que facilita el análisis y comparación de resultados. (Hernandez Sampieri et al., 2014).

4.3. Población y Muestra

4.3.1. Población

Según Gallardo (2017). La población se refiere a un grupo finito o infinito de elementos que poseen cualidades comunes y sobre los cuales se basarán los resultados de la investigación.

La población de la presente investigación está representada por los efluentes de las aguas residuales del distrito de Ayaviri.

4.3.2. Muestra

Según Hernández et al. (2014) . En el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés del cual se obtendrán datos. Este subgrupo debe ser definido y delimitado con precisión previamente y debe representar adecuadamente a la población.

La muestra estuvo constituida por 800 litros del agua residual de los efluentes del distrito de Ayaviri.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos utilizada en el presente estudio se inició con la observación directa, lo cual permitió registrar las condiciones ambientales y del humedal, como el clima, la luz solar, el flujo de agua, y otros factores que puedan influir en la eficiencia del tratamiento. Para ello, se utilizó como instrumento una ficha de recolección de datos en base al Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales establecido en la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, para las condiciones del presente estudio, cuyos resultados serán comparados con la normativa de DSN° 003-2010-MINAM. Y ECA categoría 3: agua para riego no restringido – DSN°004-2017- MINAM.

La técnica de observación implica la atención cuidadosa al fenómeno, evento o situación, recopilando información y registrándola para su posterior análisis, lo cual faculta al investigador un constante monitoreo del proceso de observación (Osorio, 2019).

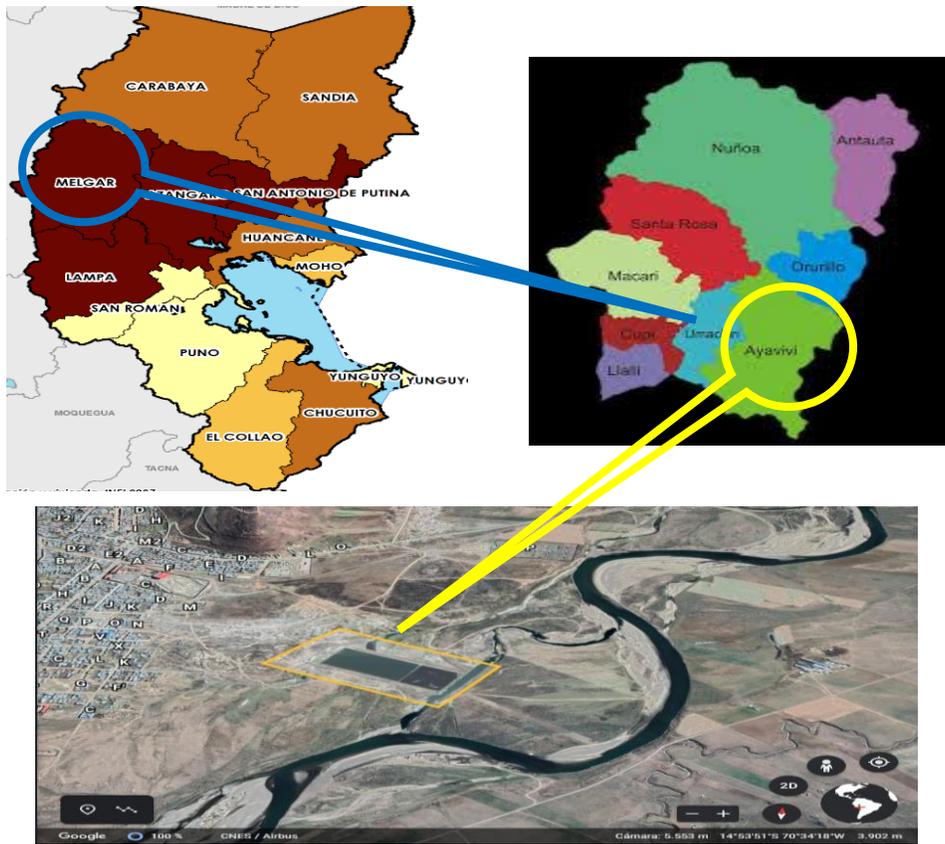
4.4.1. Ámbito de Estudio

Para la recolección del agua residual doméstica, la recolección se realizó de las lagunas de oxidación ubicadas en el distrito de Ayaviri a 3907 m.s.n.m.

Departamento : Puno
Provincia : Melgar
Distrito : Ayaviri
Ubicación Geográfica : 14°52'55"S 70°35'24"O.

Figura 2.

Ubicación de Estudio



Fuente: (Google Earth)

El estudio se desarrolló a través de las siguientes etapas:

4.4.2. Diseño del sistema de fitodepuración de macrófitas (planta piloto)

El sistema estuvo constituido por cinco tanques inclinados con el fin de que el sistema trabaje por gravedad (Garavito Bermúdeza et al., 2020).

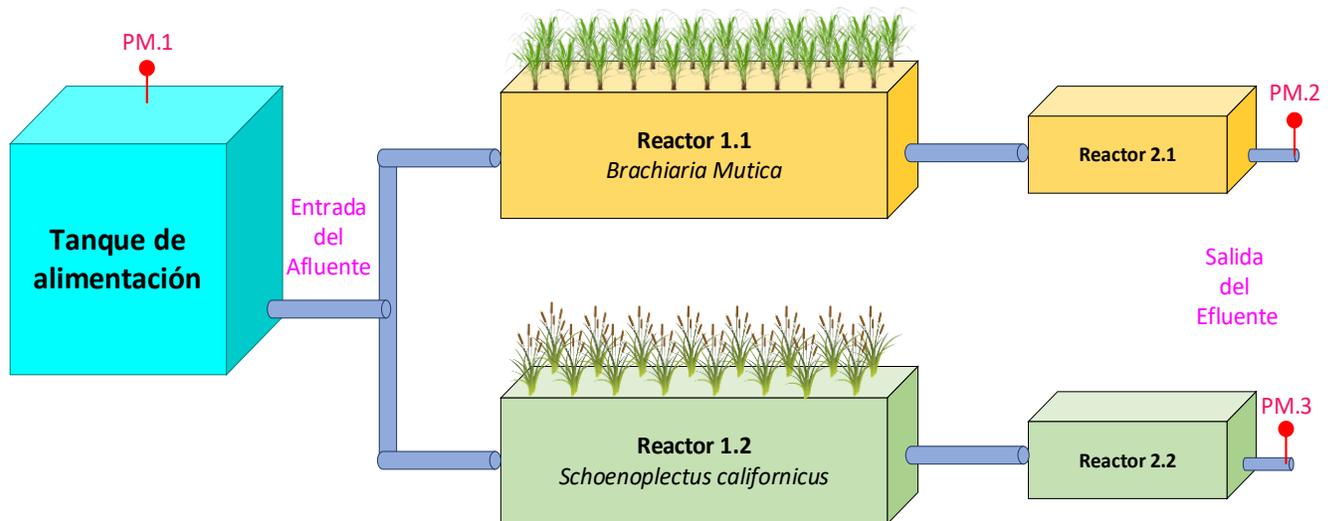
En la figura 3, se puede observar el sistema diseñado (planta piloto) para la fitodepuración de macrófitas. El primer nivel estuvo conformado por el tanque de alimentación donde se depositó el agua residual a tratar, el segundo nivel estaba

conformado por dos tanques (biorreactores) con las macrófitas (*Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica*), finalmente en el tercer nivel se encontraban dos tanques donde se recepcionó el agua tratada a partir de dicho filtro. Es importante mencionar que el flujo del agua se controló mediante una llave de paso.

Las medidas de los tanques fueron de 0.50 m de ancho x 0.80 m de largo x 0.30 m de profundidad (Carvajal et al., 2018), con capacidad de almacenamiento de 120 L y un área de 1.58 m². Este sistema simuló a un humedal de flujo subsuperficial horizontal.

Figura 3.

Diseño del filtro de macrófitas



Donde:

PM1: Punto de monitoreo 1 → Agua residual

PM2: Punto de monitoreo 2 → *Brachiaria mutica*

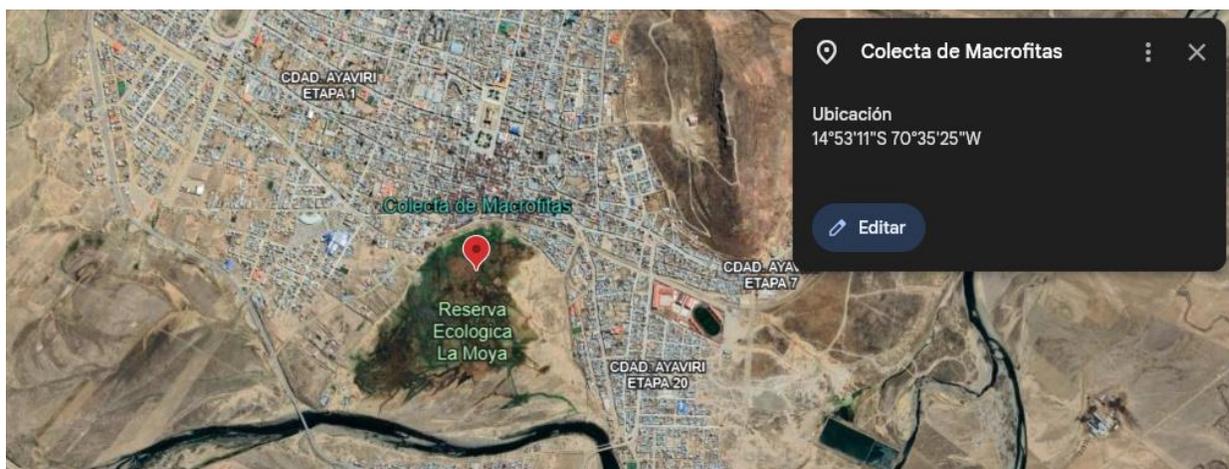
PM3: Punto de monitoreo 3 → *Schoenoplectus californicus*

4.4.3. Colecta de Macrófitas

Las macrófitas: totora (*Schoenoplectus californicus*) y pasto pará (*Brachiaria mutica*) fueron recolectadas de la reserva ecológica La Moya que está ubicada en el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar, Región Puno a 14°53'11"S 70°35'25"O. El Bofedal “La Moya” está ubicado al sur del distrito de Ayaviri, con una extensión de 52 hectáreas, a una altura de 3920 msnm y una temperatura promedio de 19 °C.

Figura 4.

Ubicación de zona de colecta de Macrófitas



4.4.4. Adaptación de Macrófitas

Las macrófitas se extrajeron vivas del bofedal en recipientes, luego se sumergieron en agua destilada para liberar las raíces de cualquier contaminante que puedan contener del bofedal. Una vez realizado este proceso se colocó en el módulo del humedal artificial. Para su adaptación en este espacio. Se mantuvo en estas condiciones por 120 días donde se logró una reproducción vegetativa de las macrófitas flotantes (Garavito Bermúdeza et al., 2020).

4.4.5. Sembrío de Macrófitas

Para el sembrío de plantas macrófitas se usó grava como capa filtrante. (Pulcha Villalobos y Valencia Narva , 2019). Posterior a esto se colocó las dos especies de macrófitas *Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica* en los biorreactores. El

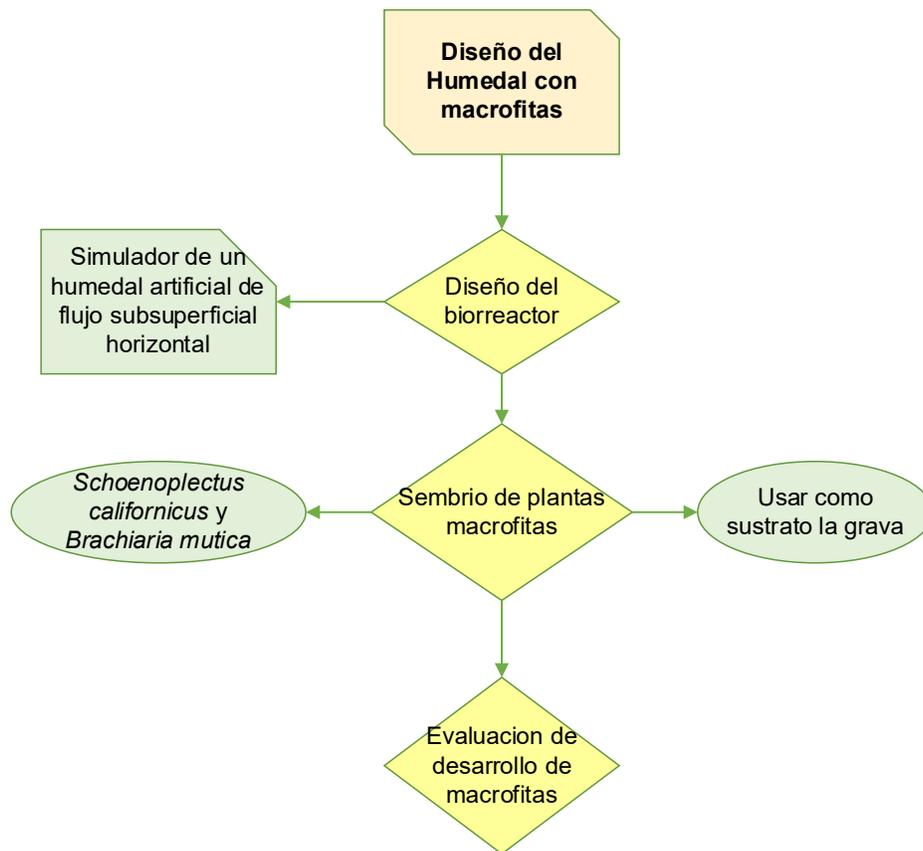
tiempo de estancamiento promedio fue de 5 días (Ferrer Medina et al., 2012), siendo lo recomendado y empleado 7 días de retención hidráulica (Delgadillo et al., 2010).

4.4.6. Evaluación del desarrollo de las plantas

Se realizó una caracterización de las 2 especies de macrófitas, determinando peso y tamaño para conocer las condiciones iniciales y finales de la planta.

Figura 5.

Diagrama de flujo del diseño del sistema de fitodepuración con macrófitas



4.4.7. Determinación de parámetros físicos, químicos y biológicos del vertimiento de aguas residuales y del sistema de Fitodepuración.

Para el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del vertimiento de agua residual y del sistema de fitodepuración, se recolectó 1750 mL de muestra,

posteriormente se llevó al laboratorio acreditado BHIOS laboratorios, donde se analizaron los parámetros químicos: Demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), carbono total, nitratos (NO₃), fosfatos (PO₄), los parámetros Físicos: temperatura (in situ), pH (in situ), sólidos suspendidos totales y los parámetros biológicos: Coliformes termotolerantes.

4.4.8. Métodos de Análisis de parámetros

Los métodos utilizados para la determinación de los parámetros físicos, químicos y biológicos del vertimiento de aguas residuales y del sistema de Fitodepuración se detallan en la tabla 6.

Tabla 6.

Métodos para el análisis de parámetros

Parámetro	Método
pH	Método Estándar para Prueba de pH del Agua (ASTMD, 2018)
Sólidos suspendidos totales	Método de prueba estándar para materia filtrable (sólidos totales disueltos) y materia no filtrable (sólidos totales en suspensión en agua (ASTMD, 2018)
DBO	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF
DQO	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF
Nitratos	Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039
Fosfatos	Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate)
Carbono Orgánico Total	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA- WEF
Numeración de Coliformes Termotolerantes	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF

4.4.9. Determinación del porcentaje de remoción

Para evaluar la eficiencia de remoción se realizó una comparación del afluente y efluente según la ecuación 1, donde aplica para todos los parámetros a excepción de

pH, OD y T° (Vanegas Benavides y Reyes Rodríguez, 2017) (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2013)

$$\% \text{ Remoción} = \frac{VPi - VPf}{VPi} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

VPi: Valor Parámetro Inicial.

VPf: Valor Parámetro final

4.5. Técnicas de Análisis de Datos

Los datos fueron procesados estadísticamente de manera descriptiva para el diseño de tablas y gráficos por medio del software Microsoft Excel 2021, el cual permitió tabular toda la información referente a los diversos tratamientos realizadas a las muestras de agua residual y de la planta piloto de humedales artificiales en orden a cumplir con los objetivos planteados en este estudio. Asimismo, se aplicó la estadística inferencial para la aceptación o rechazo de las hipótesis.

CAPITULO V.

5. RESULTADOS

En el presente capítulo, se presentan los resultados de la investigación en base a los objetivos planteados en el estudio.

5.1.1. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual del distrito de Ayaviri.

En la tabla 7 y en la figura 6 se presentan los resultados del análisis físico, obteniendo que el pH promedio del agua residual es de 6.5; en cuanto a la conductividad eléctrica 1148.70 mS/c, sólidos suspendidos totales (SST) arrojaron 576,7 mg/L. En cuanto al análisis químico, los resultados obtenidos fueron DBO 67,7 mg/L; carbono orgánico total 178.6 mg/L; DQO 342.7 mg/L, fosfato 6.1mg/L y el nitrato 0.1mg/L. Finalmente se realizó el análisis microbiológico tomando como referencias los coliformes termotolerantes o fecales, encontrándose un nivel de 1400000 NMP/100mL.

Tabla 7.

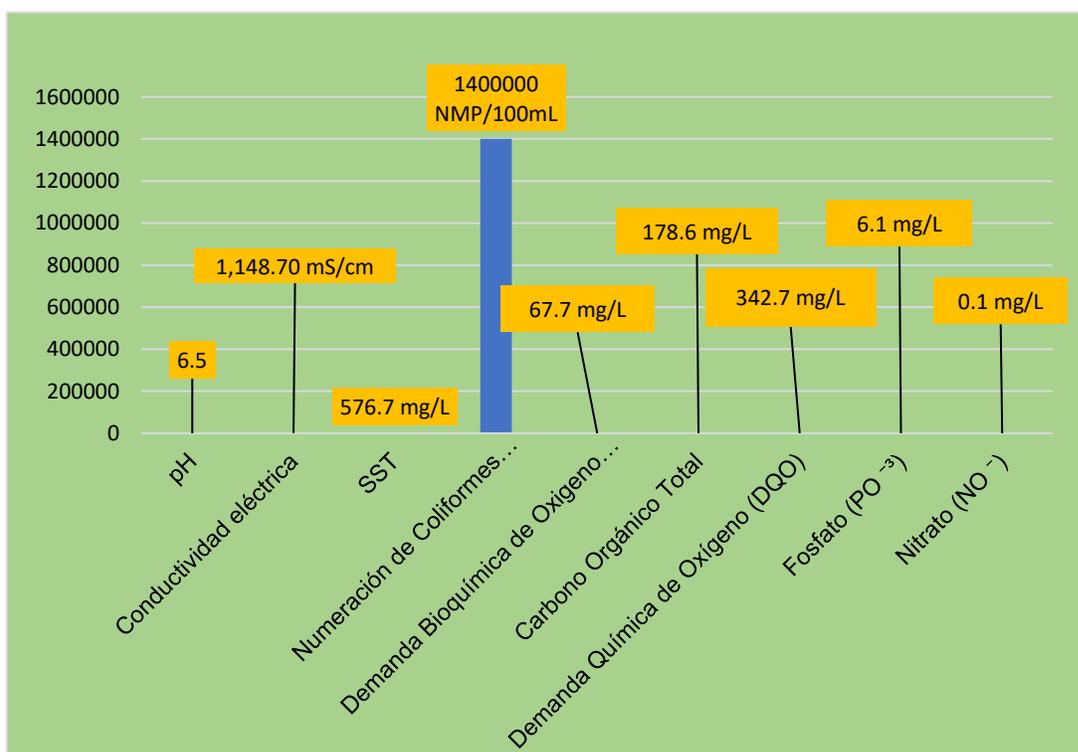
Análisis físico, químico y microbiológico de las aguas residuales del distrito de Ayaviri

Parámetro	Análisis del agua residual			Promedio del agua residual	Unidad de medida.
	R1	R2	R3		
pH.	6.48	6.45	6.46	6.5	-
Conductividad eléctrica.	1148	1150	1148	1,148.7	uS/cm
SST.	576	578	576	576.7	mg/L
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales.	1400000	1400000	1400001	1400000	NMP/100mL
Demanda Bioquímica de	68	67	68	67.7	mg/L

Oxígeno (DBO₅).					
Carbono Orgánico Total.	178.64	178.58	178.62	178.6	mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO).	343	342	343	342.7	mg/L
Fosfato (PO⁻³).	6.06	6.05	6.06	6.1	mg/L
Nitrato (NO⁻).	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	mg/L

Figura 6.

Análisis físico, químico y microbiológico de las aguas residuales del distrito de Ayaviri



En la tabla 8 se presenta la comparación de los resultados obtenidos en los análisis de las aguas residuales del distrito de Ayaviri y los parámetros establecidos en los LMPs de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas. Tal como se observa en la tabla mencionada, de los nueve parámetros analizados, solo el pH y la DBO cumple con lo

establecido en los LMPs; mientras que los demás parámetros como son: Coliformes termotolerantes o fecales, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales superan los niveles establecidos en los LMPs. Por ello, se puede afirmar que el agua residual requiere un tratamiento adecuado que permita remover los contaminantes y de esta manera obtener resultados que cumplan los Límites máximos permisibles de efluentes para vertidos a cuerpos de agua.

Tabla 8.

Comparación del agua residual del distrito de Ayaviri con los LMPs de efluentes para vertidos a cuerpos de agua.

Parámetro	Promedio del agua residual del distrito de Ayaviri	LMP	Observaciones
pH (Unidad de pH).	6.5	6.5 – 8.5	Si cumple
Conductividad eléctrica (µS/cm).	1,148.7	No indica	-----
SST (mg/L).	576.7	150	No cumple
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales (NMP/100mL).	1400000	10000	No cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).	67.7	100	Si cumple
Carbono Orgánico Total (mg/L).	178.6	No indica	-----
Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L).	342.7	200	No cumple
Fosfato (PO⁻³) (mg/L).	6.1	No indica	-----

Nitrato (NO⁻)(mg/L).

<0.1

No indica

5.1.2. Eficiencia de las especies de *Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica*

Para evaluar la eficiencia de la *Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica* se tomó en cuenta el porcentaje (%) de remoción que tuvo cada macrofita acuática, durante los 5, 10, 15 y 70 días que involucro la remoción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de agua residual del distrito de Ayaviri. Por lo tanto, la fórmula que se utilizó para realizar los cálculos del porcentaje de remoción fue la siguiente:

$$\% \text{ Remoción} = \frac{VP_i - VP_f}{VP_i} \times 100$$

Dónde:

VP_i: Valor Parámetro Inicial.

VP_f: Valor Parámetro final.

En la tabla 9, se detalla el porcentaje de remoción de la macrofita acuática *Schoenoplectus californicus*, de esa manera se evidencia que el porcentaje de remoción a los 5 días para los parámetros de, conductividad eléctrica, solidos suspendidos totales, coliformes fecales, DBO5, carbono orgánico total, DQO y fosfato fue: 43.8%; 43.7; 99.9%; 81.2%; 98.4%, 94.0%; 93.4% respectivamente; transcurrido 10 días la eficiencia de remoción de la macrofita acuática fue 30.1%; 29.0%; 99.9%; 33.9%; 99.5%; 66.2%; 93.4% para los parámetros de conductividad eléctrica, solidos suspendidos totales, coliformes fecales, DBO5, carbono orgánico total, DQO, a los 15 días el porcentaje de remoción de la *Schoenoplectus californicus* fue 21.9%; 41.3%; 99.9%; 96.0%; 97.3%; 92.2% 93.4% para los mismos parámetros analizados; finalmente a los 70 días los porcentajes de remoción en función de los parámetros mencionados anteriormente fueron los siguientes:42.8%; 46.3%; 99.9%; 96.9%; 99.2% y 95%.

Tabla 9.

Porcentaje de remoción del agua residual del distrito de Ayaviri aplicando *Schoenoplectus californicus* a los 5, 10, 15 y 70 días.

Parámetros	% Remoción <i>Schoenoplectus californicus</i>			
	5 días	10 días	15 días	70 días
Conductividad eléctrica	43.8	30.1	21.9	42.8
SST	43.7	29.0	41.3	46.3
Coliformes totales y fecales	99.9	99.9	99.9	99.9
DBO ₅	81.2	33.9	96.0	96.9
Carbono orgánico total	98.4	99.5	97.3	99.2
DQO	94.0	66.2	92.2	95.0
Fosfato	93.4	93.4	93.4	93.3

En la tabla 10, se detalla el porcentaje de remoción de la macrofita acuática *Bracharia mutica*, de esa manera se evidencia que el porcentaje de remoción a los 5 días para los parámetros de, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales, DBO₅, carbono orgánico total, DQO y fosfato fue: 28.1%; 28.8%; 99.9%; 63.5%; 96.5%, 80.3%; 93.4% respectivamente; transcurrido 10 días la eficiencia de remoción de la macrofita acuática fue 15.1%; 15.5%; 99.9%; 44.9%; 98.9%; 72.6% y 91.8% para los parámetros de conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales, DBO₅, carbono orgánico total, DQO y fosfato; a los 15 días el porcentaje de remoción de la *Bracharia mutica* fue 1.5%; 0.93%; 99.9%; 94.8%; 97.5%; 87.0% 93.4% para los mismos parámetros analizados, finalmente a los 70 días los porcentajes de remoción en función de los parámetros mencionados anteriormente fueron los siguientes: 16.5%; 31.1%; 99.9%; 95.1%; 98.2; 89.9%; 93.3%.

Tabla 10.

Porcentaje de remoción del agua residual del distrito de Ayaviri aplicando *Brachiaria mutica* a los 5, 10, 15 y 70 días.

Parámetros	% Remoción <i>Brachiaria mutica</i>			
	5 días	10 días	15 días	70 días
Conductividad eléctrica	28.1	15.1	1.5	16.5
SST	28.7	15.5	0.93	31.1
Coliformes totales y fecales	99.9	99.9	99.9	99.9
DBO ₅	63.5	44.9	94.8	95.1
Carbono orgánico total	96.5	98.9	97.5	98.2
DQO	80.3	72.6	87.0	89.9
Fosfato	93.4	91.8	93.4	93.3

En la tabla 11 y figura 7, se detalla el promedio del porcentaje de remoción de la *Schoenoplectus californicus* y la *Brachiaria mutica*, a partir de ello el porcentaje promedio de remoción de la *Schoenoplectus californicus* en cuanto a los parámetros de conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales, DBO₅, carbono orgánico total, DQO y fosfato fueron los siguientes: 34.6%; 40.3%; 99.9%; 77%; 98.6% ;86.8% 93.3% respectivamente; mientras que el porcentaje promedio de remoción con la *Brachiaria mutica*, en cuanto a los parámetros de: conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales, DBO₅, carbono orgánico total, DQO y fosfato fue: 15.3%; 19.0%; 99.9%; 74.6%; 97.8%; 82.5%; 92.9%.

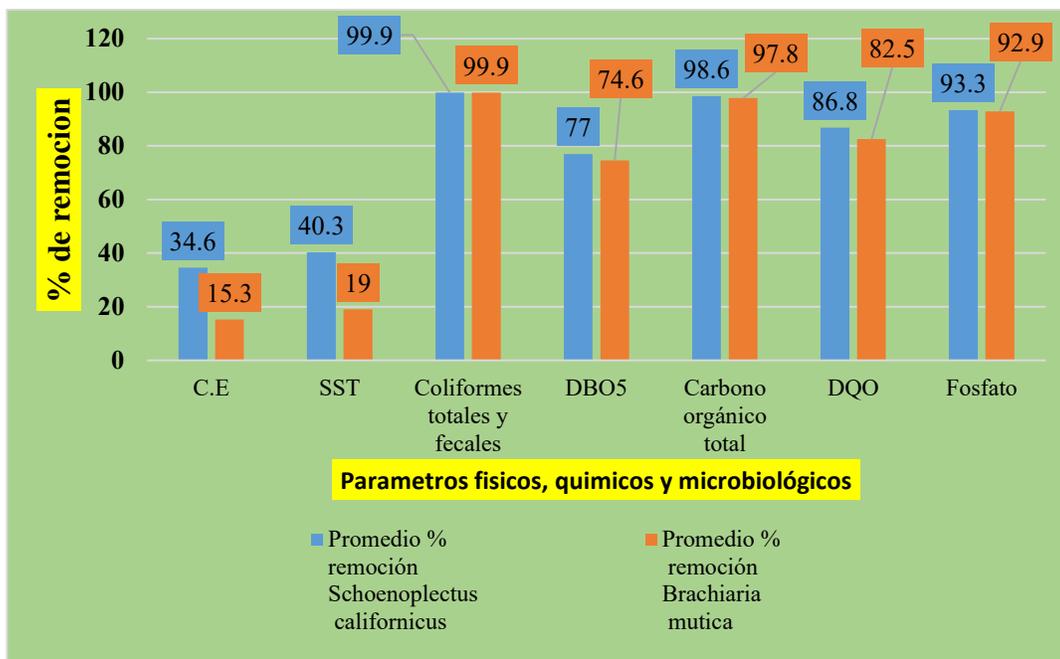
Tabla 11.

Promedio del % de remoción de la Schoenoplectus californicus y la Brachiaria mutica

Parámetros	Promedio % remoción Schoenoplectus californicus	Promedio % remoción Brachiaria Mutica
Conductividad eléctrica	34.6	15.3
SST	40.3	19.0
coliformes totales y fecales	99.9	99.9
DBO5	77.0	74.6
Carbono orgánico total	98.6	97.8
DQO	86.8	82.5
Fosfato	93.3	92.9

Figura 7.

Comparación del promedio del % de remoción de la Schoenoplectus californicus y la Brachiaria mutica



5.1.3. Estrategias para la implementación del uso de especies macrófitas en la remoción de contaminantes de las aguas residuales.

Para implementar el uso de macrófitas acuáticas y recuperar aguas residuales domesticas se debe tomar en cuenta lo siguiente: Los criterios al momento de seleccionar una macrofita acuática según el contexto de adaptabilidad de cada planta, las características para el diseño del humedal artificial, las recomendaciones para la construcción del humedal, el plan de monitoreo y el mantenimiento de los humedales artificiales y la legislación ambiental vigente; es base a este tipo de estrategias de pueden implementar humedales artificiales que permitan recuperar aguas residuales. En tal sentido a continuación se especifica las condiciones que se deben considerar para mejorar la gestión ambiental de en cuanto a las aguas residuales.

Tabla 12.

Criterios de selección de los humedales artificiales

Criterio de selección	Descripción de los humedales artificiales
------------------------------	--

Adaptabilidad a las condiciones climáticas locales	Es importante seleccionar especies que se logren adaptar a ciertas condiciones climáticas de la zona, estas pueden ser plantas nativas o naturalizadas ya que se adaptan a las condiciones climáticas y prosperan en el tratamiento de las aguas residuales.
Tolerancia a las características de las aguas residuales	Las macrófitas seleccionadas deben crecer y desarrollarse bajo la presencia de contaminantes, para ello es importante que se adapten a niveles elevados de nutrientes, materia orgánica, sólidos suspendidos y otros contaminantes específicos, como metales pesados o compuestos orgánicos.
Capacidad de remoción de contaminantes	Las especies seleccionadas deberán absorber y asimilar los contaminantes para la recuperación de las aguas residuales.
Tasa de crecimiento y producción de biomasa	Es deseable seleccionar especies con una alta tasa de crecimiento y producción de biomasa, ya que esto contribuye a una mayor absorción de nutrientes y una mayor superficie para el desarrollo de biopelículas microbianas.
Sistema radicular extenso y profundo	El sistema radicular de la planta debe ser bien desarrollado y profundo para una mejor remoción de contaminantes y mejorando la reducción de carga microbiana.
Resistencia a plagas y enfermedades	Es importante seleccionar especies que sean resistentes a las plagas y enfermedades comunes en la zona, para evitar problemas fitosanitarios que puedan afectar el rendimiento del sistema de tratamiento.

Tabla 13.

Especies de macrófitas recomendadas según la adaptabilidad.

Especies de macrófitas	Descripción de la macrofitas
-------------------------------	-------------------------------------

<i>Schoenoplectus californicus</i> (totora)	Esta especie emergente ha demostrado una alta eficiencia en la remoción de materia orgánica, nutrientes y sólidos suspendidos en humedales artificiales de flujo subsuperficial
<i>Brachiaria mutica</i> (pasto pará)	Esta especie emergente es eficaz en la remoción de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, así como en la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO).
<i>Phragmites australis</i> (carrizo)	Esta macrófita emergente es ampliamente utilizada en sistemas de humedales artificiales en todo el mundo debido a su eficacia en la remoción de una amplia gama de contaminantes, incluyendo materia orgánica, nutrientes, metales pesados y patógenos
<i>Typha domingensis</i> (totora)	Esta especie emergente es eficaz en la remoción de materia orgánica, nutrientes y sólidos suspendidos.
<i>Eichhornia crassipes</i> (jacinto de agua)	Es particularmente eficaz en la remoción de nitrógeno y fósforo, así como en la reducción de la DBO y la DQO.

Tabla 14.

Condiciones para el diseño de los humedales artificiales

Condiciones para el diseño	Descripción de las macrófitas
Tipo de humedal artificial	Para el tratamiento de las aguas residuales es importante elegir un tipo adecuado de humedal artificial dentro de este grupo se

	menciona a los de flujo superficial, los de flujo subsuperficial horizontal y los de flujo subsuperficial vertical.
Dimensionamiento del sistema	El tamaño del humedal artificial estará sujeto a la cantidad de efluente que se pretende tratar, para un mejor dimensionamiento es importante considerar, la tasa de carga hidráulica, la tasa de carga orgánica y el tiempo de retención hidráulica.
Sustrato y medio filtrante	En cuanto a los sustratos es de vital importancia elegir una planta adecuada para favorecer la filtración y la adsorción de contaminantes, dentro de los materiales que utilizan incluyen grava, arena, arcilla expandida y zeolita, entre otros.
Configuración del sistema	La configuración del humedal artificial puede incluir una o varias celdas de tratamiento en serie o en paralelo, dependiendo del tamaño del sistema y de los objetivos de tratamiento
Selección de la macrófitas	La selección de las especies de macrófitas debe basarse en su adaptabilidad, tolerancia a los contaminantes, capacidad de remoción y otras características relevantes

Tabla 15.

Sugerencias para la construcción de los humedales artificiales.

Sugerencia para la construcción de los humedales artificiales	Descripción de las macrófitas
Preparación del sitio	Para una correcta construcción del humedal artificial se debe preparar el área para la instalación del sistema, para ello el terreno es importante que se encuentre limpio y

	nivelado para así evitar infiltraciones de las aguas residuales al suelo.
Construcción de las celdas de tratamiento	Las celdas de tratamiento deben ser construidas siguiendo las especificaciones de diseño, las dimensiones, la profundidad y la pendiente adecuadas.
Instalación del sustrato y el medio filtrante	: El sustrato y el medio filtrante deben ser colocados en las celdas de tratamiento de acuerdo con las especificaciones de diseño.
Plantación de las macrófitas	Luego de la instalación del sustrato y el medio filtrante se procederá a la instalación de las plantas las cuales han sido obtenidos de viveros especializados o recolectados de humedales artificiales.
Aclimatación y puesta en marcha	Cuando se recopila una macrofita acuática, esta planta debe aclimatarse para su mejor adaptabilidad, en este periodo se sugiere una alimentación gradual de las macrófitas con el fin las plantas no sientan cambios bruscos al momento del tratamiento de las aguas residuales.

Tabla 16.

Plan de monitoreo y mantenimiento de los humedales artificiales

Monitoreo de los humedales artificiales	Descripción de las macrófitas
Monitoreo de la calidad del agua	El monitoreo de los efluentes se debe realizar de manera regular y así se determine la eficiencia de la macrofita en el tratamiento de las aguas residuales, dentro de los parámetros para monitorear se encuentran la DBO, DQO, sólidos suspendidos entre otros parámetros que regularan las condiciones de los efluentes

Inspección y mantenimiento de la vegetación	Por otro lado, se debe realizar mantenimientos periódicos de las macrófitas acuáticas para evaluar su salud, crecimiento y cobertura, en función de estos resultados encontrados corregir los problemas para un mejor funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.
Control de la colmatación del sustrato	Asimismo, se hace necesario que el sistema de tratamiento de las aguas residuales reciba un mantenimiento periódico con el fin que los efluentes residuales sean tratados de manera adecuada.
Gestión de los lodos y la biomasa	Los sólidos acumulados en el humedal artificial deben ser removidos periódicamente para evitar la colmatación y mantener un volumen efectivo de tratamiento. La biomasa vegetal cosechada también debe ser gestionada adecuadamente, ya sea mediante compostaje, aprovechamiento energético u otras opciones, según las condiciones locales

5.1.4. Efecto de la aplicación de macrófitas (*Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica*) en humedales artificiales sobre la calidad de aguas residuales.

Para determinar la eficiencia de cada uno de las macrófitas acuáticas (*Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica*) en las fitodepuración de las aguas residuales, se realizó por medio del porcentaje de remoción que cada planta tenía durante el monitoreo que se realizó durante cuatro fechas de monitoreo.

En la tabla 17 se muestra el análisis de los nueve parámetros (pH, conductividad eléctrica, SST, numeración de coliformes termotolerantes o fecales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), carbono orgánico total, demanda química de oxígeno (DQO), fosfato (PO⁻³), nitrato (NO⁻)) aplicando *Schoenoplectus californicus* y realizando un monitoreo a los 5, 10 y 15 y 70 días. A partir de ello los resultados arrojaron que el pH a los 5, 10, 15 y 70 días fueron (7.3, 7.2, 7.4 y 7.9) respectivamente, en cuanto a la conductividad eléctrica fue (644.7, 802.3 y 897.0 y 656.7) mS/cm durante las 4 fechas de monitoreo. Concerniente a los sólidos suspendidos totales los resultados fueron (324.3, 404.7, 338.0 y 309.3) mg/L durante el mismo periodo. Por otro lado, el número de coliformes termotolerantes o fecales fue (4.5, 14.3, 32.0 y 6.0) mg/L. Respecto a la demanda bioquímica de oxígeno los resultados fueron (12.7, 44.7, 2.7 y 2.1) durante las 4 fechas de monitoreo. Tomando en cuenta el carbono orgánico total se encontró que este parámetro estuvo en (2.7, 0.8, 4.7 y 1.4) mg/L. En el mismo ámbito la demanda química de oxígeno fue (20.3, 115.7, 26.7 y 17.0) mg/L, finalmente los parámetros de fosfato y nitrato fue de 0.4mg/L y 0,1 mg/L respectivamente.

Tabla 17.

Eficiencia de la Schoenoplectus californicus en la fitodepuración de las aguas residuales

Parámetros	<i>Schoenoplectus californicus</i>			
	5 días	10 días	15 días	70 días
pH.	7.3	7.2	7.4	7.9

Conductividad eléctrica.	644.7	802.3	897.0	656.7
SST.	324.3	404.7	338.0	309.3
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales.	4.5	14.3	32.0	6.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).	12.7	44.7	2.7	2.1
Carbono Orgánico Total.	2.7	0.8	4.7	1.4
Demanda Química de Oxígeno (DQO).	20.3	115.7	26.7	17.0
Fosfato (PO⁻³).	0.4	0.4	0.4	0.4
Nitrato (NO⁻).	0.1	0.1	0.1	0.1

En la tabla 18, se muestra el análisis de los nueve parámetros (pH, conductividad eléctrica, SST, numeración de coliformes termotolerantes o fecales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), carbono orgánico total, demanda química de oxígeno (DQO), fosfato (PO⁻³), nitrato (NO⁻)) aplicando a la *Brachiaria Mutica* y realizando un monitoreo a los 0, 5, 10, 15 y 70 días. A partir de ello los resultados arrojaron que el pH a los 5, 10, 15 y 70 días fueron (7.2, 7.3, 7.4 y 7.5) respectivamente, en cuanto a la conductividad eléctrica fue (825.0, 975.0, 1131.0 y 959) mS/cm durante las 4 fechas de monitoreo. En los concerniente a los sólidos suspendidos totales los resultados fueron (410.7, 487.3, 571.3) mg/L durante el mismo periodo. Por otro lado, el número de coliformes termolerantes o fecales fue (20.7, 1.8, 77.3 y 4.3) mg/L. Respecto a la demanda bioquímica de oxígeno los resultados fueron (24.7, 37.3, 3.5 y 3.2) durante las 4 jornadas de monitoreo. Tomando en cuenta el carbono orgánico total se encontró que este parámetro estuvo en (6.2, 1.9, 4.3 y 3.16) mg/L. En el mismo ámbito

la demanda química de oxígeno fue (67.3, 93.7, 44.3 y 34.3) mg/L, finalmente los parámetros de fosfato y nitrato fue de 0.4mg/L y 0,1 mg/L respectivamente.

Tabla 18.

Eficiencia de la Brachiaria Mutica en la fitodepuracion de las aguas residuales

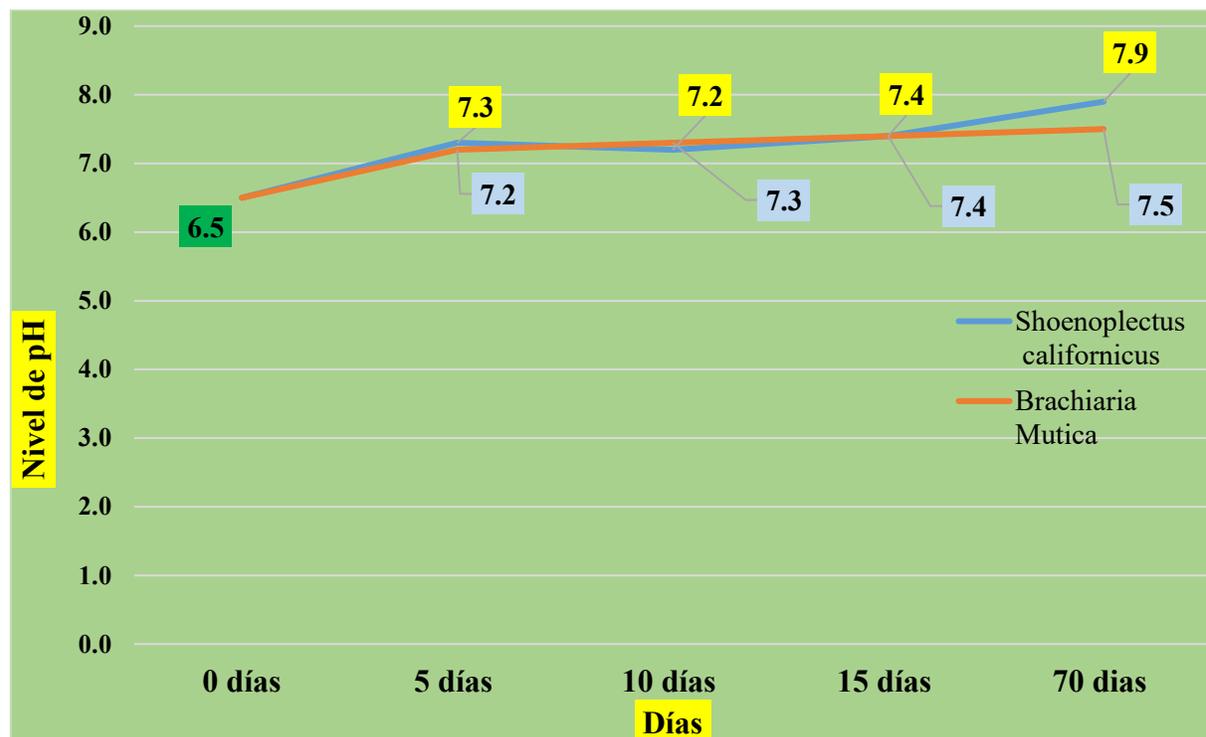
Parámetros	Brachiaria Mutica			
	5 días	10 días	15 días	70 días
pH.	7.2	7.3	7.4	7.53
Conductividad eléctrica.	825.0	975.0	1,131.0	959
SST.	410.7	487.3	571.3	397
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales.	20.7	1.8	77.3	4.3
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).	24.7	37.3	3.5	3.27
Carbono Orgánico Total.	6.2	1.9	4.3	3.16
Demanda Química de Oxígeno (DQO).	67.3	93.7	44.3	34.33
Fosfato (PO⁻³).	0.4	0.5	0.4	0.4
Nitrato (NO⁻).	0.1	0.1	0.1	0.1

En la figura 8, se especifica el proceso de evolución del pH aplicando macrófitas acuáticas (*Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica*), de esa manera se observa que el monitoreo se realizó en 4 fechas, el primer monitoreo se realizó al inicio de la instalación del diseño experimental y el pH del agua residual arrojó 6.5, transcurrido 5 días el pH de dicho efluente fue 7.3 para la *Schoenoplectus californicus* y 7.2 para la *Bracharia Mutica*; pasado los 10 días el monitoreo en cuanto a este

parámetro fue 7.2 y 7.3 para la primera y segunda macrófita, seguidamente a los 15 días el pH fue 7.4 y 7.2 para las mismas especies mencionadas anteriormente, finalmente luego de transcurrido 70 días los resultados de este mismo parámetro fue 7.9 para la *Schoenoplectus californicus* y 7.5 para la *Bracharia Mutica*.

Figura 8.

Comparación del pH de la *Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica* a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.

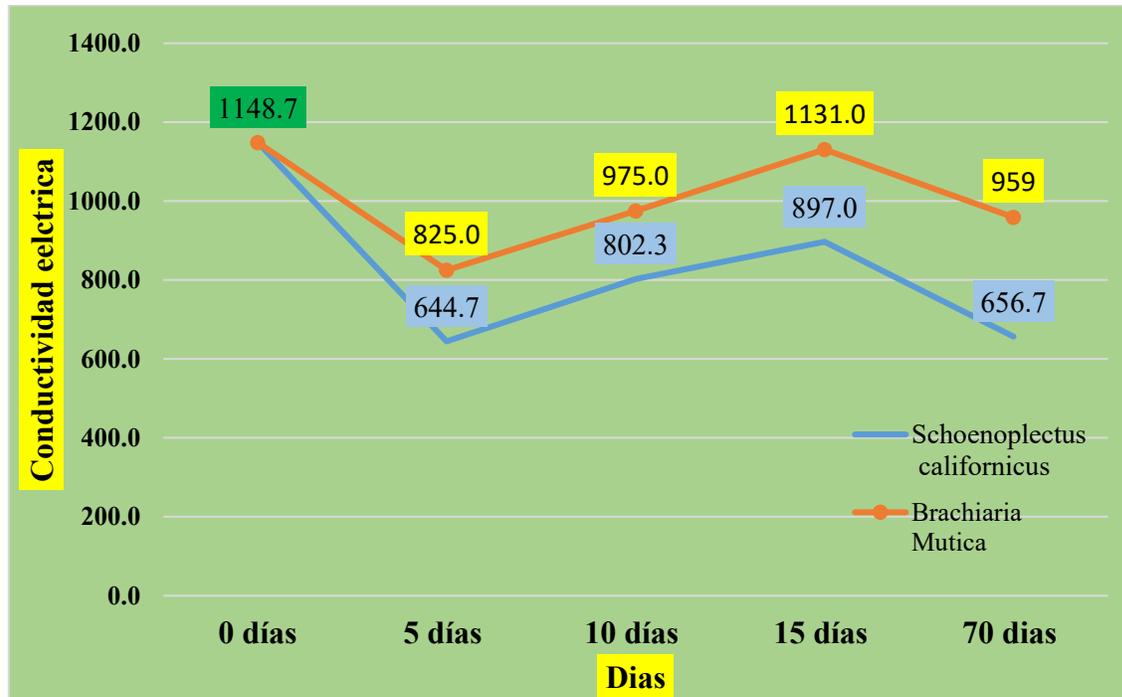


En la figura 9, se especifica el proceso de evolución de la conductividad eléctrica aplicando macrófitas acuáticas (*Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica*), de esa manera se observa que el monitoreo se realizó en 4 fechas, el primer monitoreo se realizó al inicio de la instalación del diseño experimental y la conductividad eléctrica del agua residual arrojó 1148.7 mS/cm, transcurrido 5 días la conductividad eléctrica de dicho efluente fue 644.7 mS/cm para la *Schoenoplectus californicus* y 825.0 mS/cm para *Bracharia Mutica*; pasado los 10 días el monitoreo en cuanto a este parámetro fue 802.3 mS/cm y 975.0 mS/cm para la primera y segunda macrófita, seguidamente a los 15 días la conductividad eléctrica fue 897.0 mS/cm y 1131.0 mS/cm para las

mismas especies mencionadas anteriormente, finalmente luego de transcurrido 70 días los resultados de este mismo parámetro fueron 656.7 mS/cm para la *Schoenoplectus californicus* y 959 mS/cm para la *Bracharia Mutica*.

Figura 9.

Comparación de la conductividad eléctrica de la *Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica* a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.

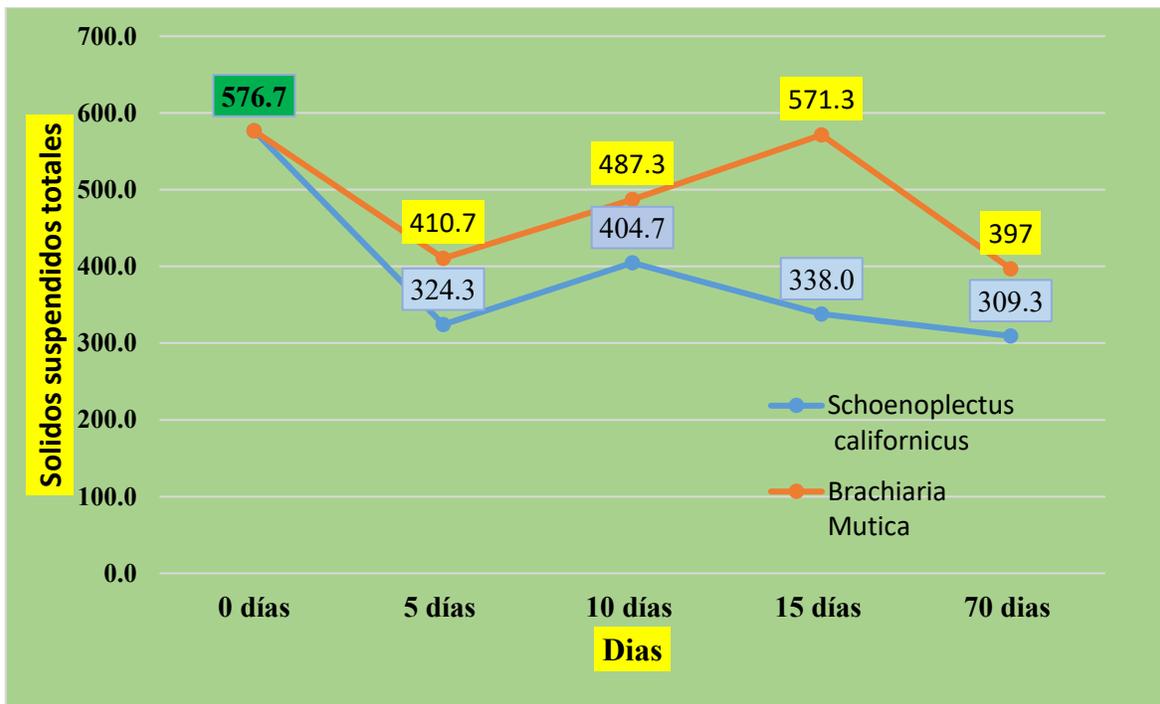


En la figura 10, se especifica el proceso de evolución de los sólidos suspendidos totales aplicando macrófitas acuáticas (*Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica*), de esa manera se observa que el monitoreo se realizó en 4 fechas, el primer monitoreo se realizó al inicio de la instalación del diseño experimental y los sólidos suspendidos totales del agua residual arrojaron 576.7 mg/L, transcurrido 5 días los sólidos suspendidos totales de dicho efluente fue 324.3 mg/L para la *Schoenoplectus californicus* y 410.7 mg/L para *Bracharia Mutica*; pasado los 10 días el monitoreo en cuanto a este parámetro fue 404.7 mg/L y 487.3 mg/L para la primera y segunda macrófita, seguidamente a los 15 días los sólidos suspendidos totales fueron 338.0 mg/L y 571.3 mg/L para las mismas especies mencionadas anteriormente, finalmente

luego de transcurrido 70 días los resultados de este mismo parámetro fueron 397 mS/cm para la *Schoenoplectus californicus* y 309.3 mS/cm para la *Bracharia Mutica*.

Figura 10.

Comparación en sólidos suspendidos totales de la *Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica* a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.

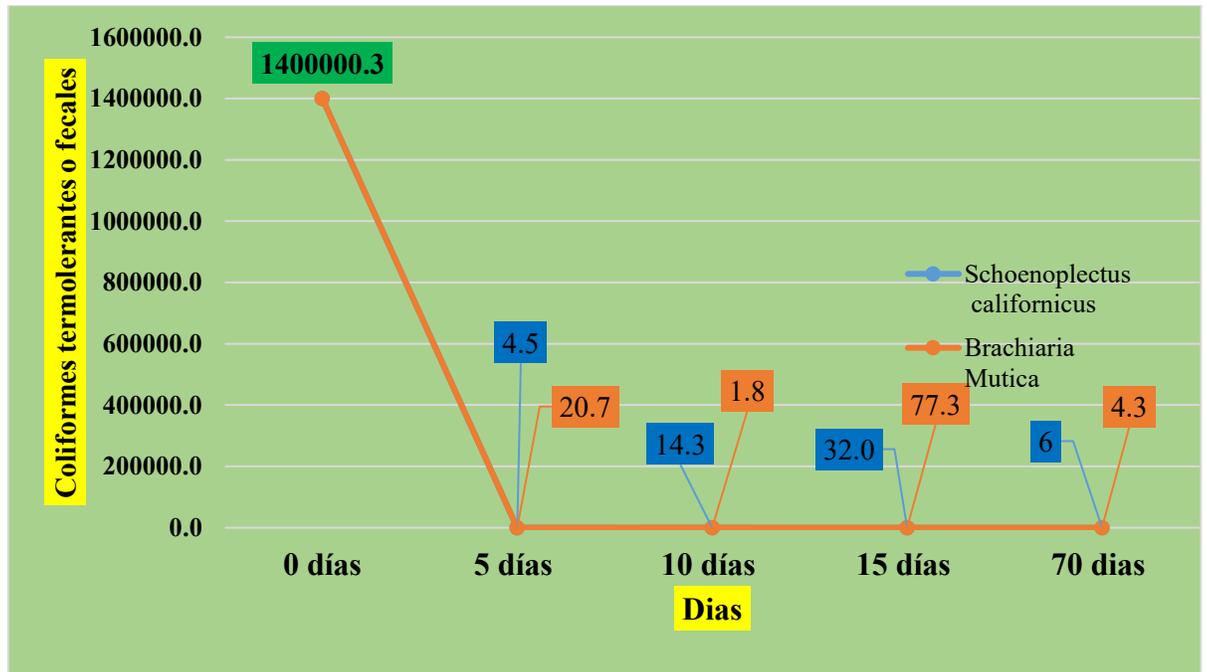


En la figura 11, se especifica el proceso de evolución de los coliformes termotolerantes o fecales aplicando a macrófitas acuáticas (*Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica*), de esa manera se observa que el monitoreo se realizó en 4 fechas, el primer monitoreo se realizó al inicio de la instalación del diseño experimental y los coliformes termotolerantes o fecales del agua residual arrojaron 1400000.3 NMP/100mL, transcurrido 5 días los coliformes termotolerantes o fecales de dicho efluente fueron 4.5 NMP/100mL para la *Schoenoplectus californicus* y 20.7 NMP/100mL para *Bracharia Mutica*; pasado los 10 días el monitoreo en cuanto a este parámetro fue 14.8 NMP/100mL y 1.8 NMP/100mL para la primera y segunda macrófita, seguidamente a los 15 días los coliformes termotolerantes o fecales fueron 32.0 NMP/100mL y 77.3 NMP/100mL para las mismas especies mencionadas anteriormente, finalmente luego

de transcurrido 70 días los resultados de este mismo parámetro fueron 6 NMP/100mL para la *Schoenoplectus californicus* y 4.3 NMP/100mL para la *Bracharia Mutica*.

Figura 11.

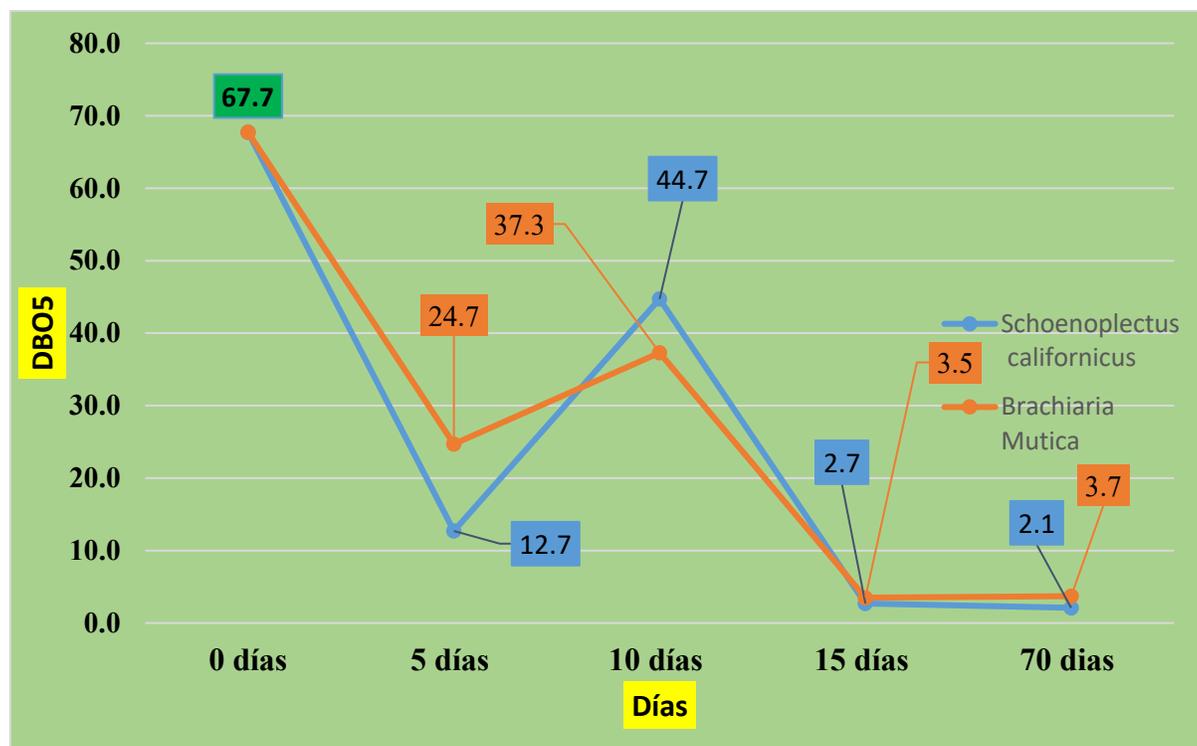
Comparación en los coliformes termotolerantes o fecales de la *Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica* a los 0, 5, 10, 15 y 20 días de monitoreo del efluente.



En la figura 12, se especifica el proceso de evolución de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) aplicando macrófitas acuáticas (*Schoenoplectus californicus* y *Bracharia mutica*), de esa manera se observa que el monitoreo se realizó en 4 fechas, el primer monitoreo se realizó al inicio de la instalación del diseño experimental y DBO_5 del agua residual arrojó 67.7 mg/L; transcurrido 5 días la DBO_5 de dicho efluente fue 12.7 mg/L para la *Schoenoplectus californicus* y 24.7 mg/L para *Bracharia Mutica*; pasado los 10 días el monitoreo en cuanto a este parámetro fue 44.7 mg/L y 37.3 mg/L para la primera y segunda macrófita, seguidamente a los 15 días la DBO_5 fue 2.7mg/L y 3.5 mg/L para las mismas especies mencionadas anteriormente, finalmente luego de transcurrido 70 días los resultados de este mismo parámetro fueron 2.1 mg/L para la *Schoenoplectus californicus* y 4.3 mg/L para la *Bracharia Mutica*.

Figura 12.

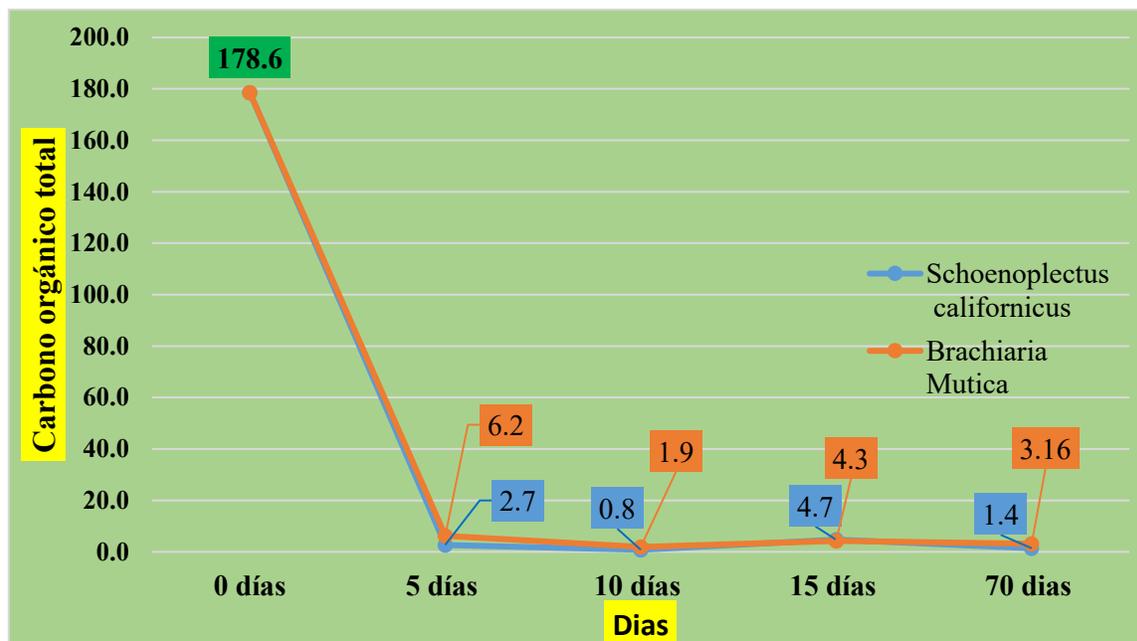
Comparación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) de la *Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica* a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.



En la figura 13, se especifica el proceso de evolución del carbono orgánico total aplicando macrófitas acuáticas (*Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica*), de esa manera se observa que el monitoreo se realizó en 4 fechas, el primer monitoreo se realizó al inicio de la instalación del diseño experimental y el carbono orgánico total del agua residual arrojó 178.6 mg/L; transcurrido 5 días el carbono orgánico total de dicho efluente fue 2.7mg/L para la *Schoenoplectus californicus* y 6.2mg/L para *Bracharia Mutica*; pasado los 10 días el monitoreo en cuanto a este parámetro fue 0.8 mg/L y 1.9 mg/L para la primera y segunda macrófita, seguidamente a los 15 días el carbono orgánico total fue 4.7mg/L y 4.3mg/L para las mismas especies mencionadas anteriormente, finalmente luego de transcurrido 70 días los resultados de este mismo parámetro fueron 1.4 mg/L para la *Schoenoplectus californicus* y 1.6 mg/L para la *Bracharia Mutica*.

Figura 13

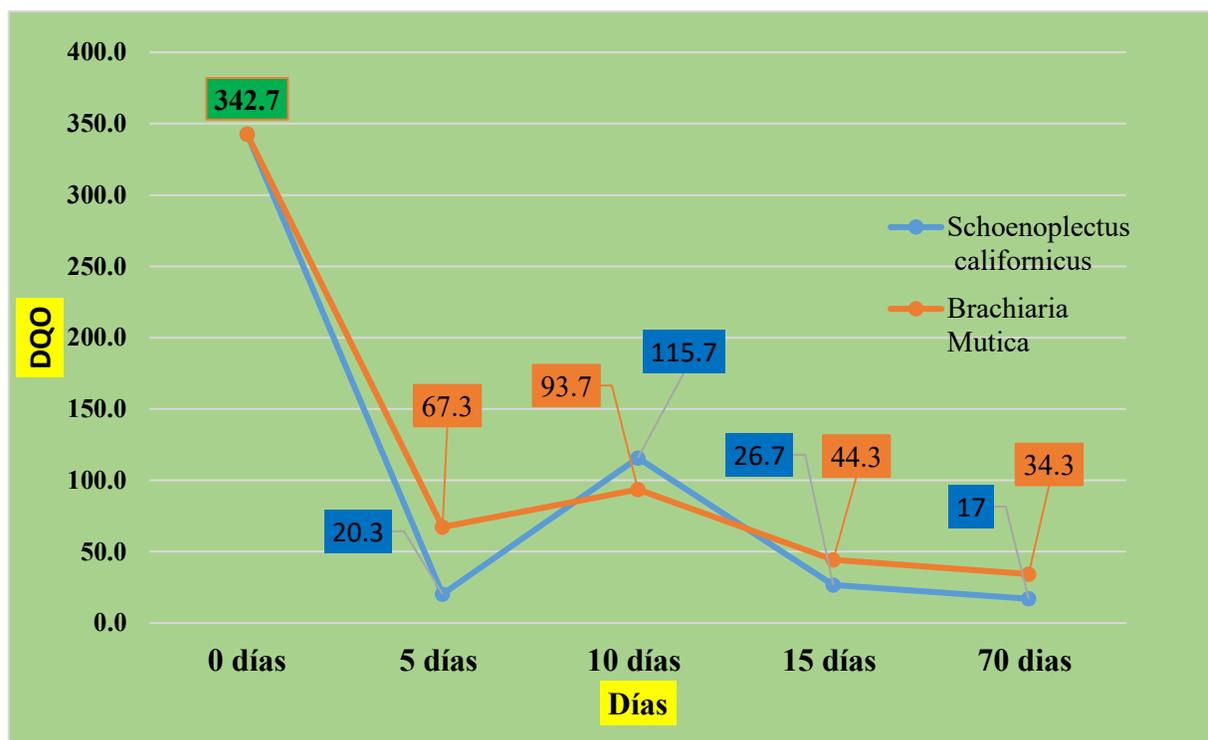
Comparación del carbono orgánico total de la *Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica* a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.



En la figura 14, se especifica el proceso de evolución de la demanda química de oxígeno (DQO) aplicando macrófitas acuáticas (*Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica*), de esa manera se observa que el monitoreo se realizó en 4 fechas, el primer monitoreo se realizó al inicio de la instalación del diseño experimental y la DQO del agua residual arrojó 342.7 mg/L; transcurrido 5 días la DQO de dicho efluente fue 20.3 mg/L para la *Schoenoplectus californicus* y 67.3 mg/L para *Bracharia Mutica*; pasado los 10 días el monitoreo en cuanto a este parámetro fue 115.7 mg/L y 93.7 mg/L para la primera y segunda macrófita, seguidamente a los 15 días la DQO 26.7 mg/L y 44.3 mg/L para las mismas especies mencionadas anteriormente, finalmente luego de transcurrido 70 días los resultados de este mismo parámetro fueron 17 mg/L para la *Schoenoplectus californicus* y 34.3 mg/L para la *Bracharia Mutica*.

Figura 14.

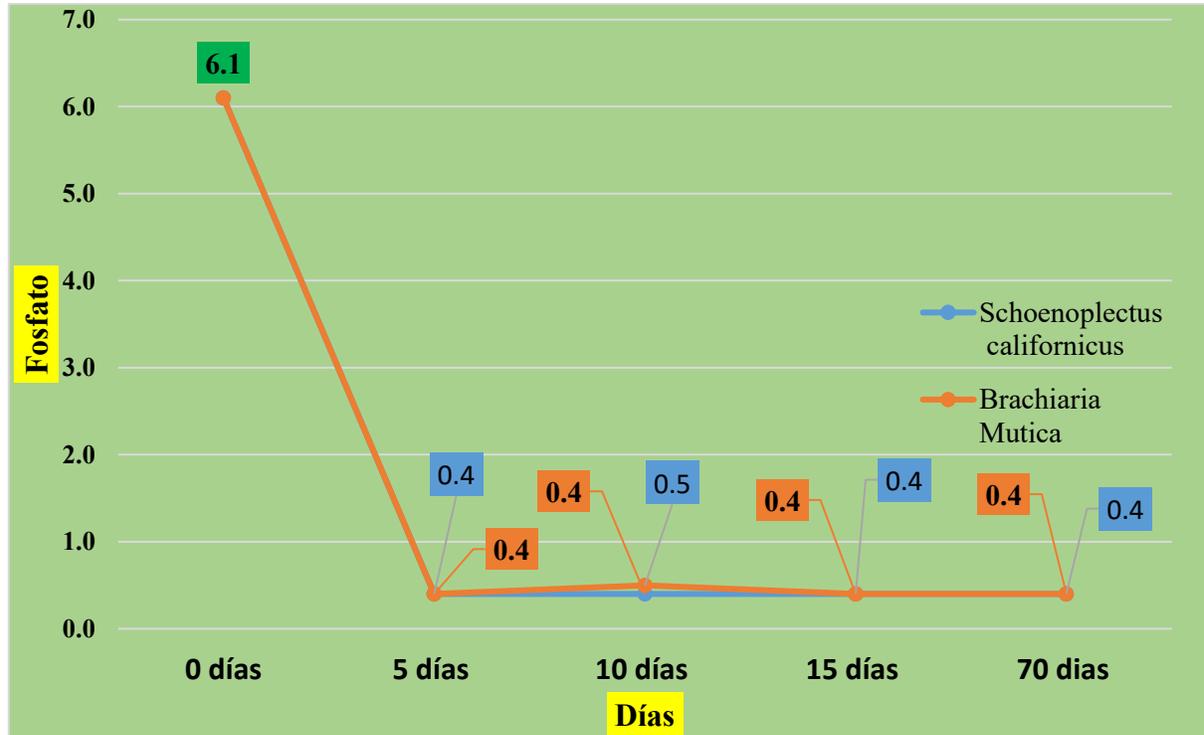
Comparación la demanda química de oxígeno (DQO) *Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica* a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.



En la figura 15, se especifica el proceso de evolución del fosfato aplicando macrófitas acuáticas (*Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica*), de esa manera se observa que el monitoreo se realizó en 4 fechas, el primer monitoreo se realizó al inicio de la instalación del diseño experimental y el fosfato fue del agua residual arrojó 6,1 mg/L; transcurrido 5 días el fosfato de dicho efluente fue 0.4 mg/L para la *Schoenoplectus californicus* y 0.4 mg/L para *Bracharia Mutica*; pasado los 10 días el monitoreo en cuanto a este parámetro fue 0.4 mg/L y 0.4 mg/L para la primera y segunda macrófita, seguidamente a los 15 días el fosfato fue 0.4mg/L y 0.4mg/L para las mismas especies mencionadas anteriormente, finalmente luego de transcurrido 70 días los resultados de este mismo parámetro fueron 0.4mg/L para la *Schoenoplectus californicus* y 0.4 mg/L para la *Bracharia Mutica*.

Figura 15.

Comparación del fosfato en la *Schoenoplectus californicus* y *Bracharia mutica* a los 0, 5, 10, 15 y 70 días de monitoreo del efluente.



✓ **Prueba de normalidad**

Significancia

$\alpha = 0.05$

Para realizar el análisis estadístico de la presente investigación, en primer lugar, se realizó una prueba de normalidad con el objetivo de conocer la distribución de los datos, en la tabla 19, se presentan los resultados de dicha prueba aplicada a las especies de *Schoenoplectus californicus* y *Bracharia mutica*.

En misma, se evidencia que los 16 parámetros analizados: pH, conductividad eléctrica, SST, numeración de coliformes termotolerantes o fecales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), carbono orgánico total, demanda química de oxígeno (DQO), fosfato (PO⁻³) y nitrato (NO⁻), luego de aplicar las macrófitas acuáticas

(*Schoenoplectus californicus* y *Bracharia Mutica*) no tienen un comportamiento normal, pues la prueba de Shapiro-Wilk, tomó una significancia menor al 0.05, indicando que debe utilizarse una prueba no paramétrica para contrastar la hipótesis general. En tal sentido para la comprobación de la hipótesis se aplicó la prueba de Friedman.

Tabla 19.

Prueba de normalidad (Schoenoplectus californicus y Bracharia mutica)

Parámetros	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Potencial de hidrogeno (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	,711	12	,001
Conductividad eléctrica (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	,866	12	,058
Sólidos Suspendidos Totales (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	,748	12	,003
Numeración de Coliformes Termotolerantes o fecales (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	,552	12	,000
Demanda bioquímica de oxígeno (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	,835	12	,024
Carbono orgánico total (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	,567	12	,000
Demanda química de oxígeno (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	,725	12	,001
Fosfato (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	,552	12	,000
Potencial de hidrógeno (<i>Bracharia Mutica</i>)	,712	12	,001
Conductividad eléctrica (<i>Bracharia Mutica</i>)	,797	12	,009
Sólidos Suspendidos Totales (<i>Bracharia Mutica</i>)	,787	12	,007
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales (<i>Bracharia Mutica</i>)	,552	12	,000

Demanda bioquímica de oxígeno (<i>Brachiaria Mutica</i>)	,876	12	,079
Carbono orgánico total (<i>Brachiaria Mutica</i>)	,569	12	,000
Demanda química de oxígeno_ (<i>Brachiaria Mutica</i>)	,670	12	,000
Fosfato (<i>Brachiaria Mutica</i>)	,565	12	,000

Fuente. Obtenido a partir del software estadístico SPSS

Prueba de hipótesis

H₁: La macrofita *Schoenoplectus californicus* (totora) tiene mayor eficiencia en la remoción de contaminantes que la *Brachiaria mutica* (pasto pará) en las aguas residuales del río Ayaviri.

H₀: La macrofita *Schoenoplectus californicus* (totora) tiene menor eficiencia en la remoción de contaminantes que la *Brachiaria mutica* (pasto pará) en las aguas residuales del río Ayaviri

Por lo tanto, en la tabla 20 se aprecia, que el nivel de significación obtenido tras la aplicación de la prueba de Friedman (Sig = 0,000) ($p < 0,05$), lo cual significa que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1) es decir la macrofita *Schoenoplectus californicus* (totora) tiene mayor eficiencia en la remoción de contaminantes que la *Brachiaria mutica* (pasto pará) en las aguas residuales del río Ayaviri.

Tabla 20.

Resultados de estadísticos de la prueba de Friedman

Estadísticos de contraste ^a	
N	12
Chi-cuadrado	176,692
Gl	17

Sig. asintót. ,000

a. Prueba de Friedman

5.2. Discusión de resultados

Según los objetivos planteados, se empezó el estudio mediante el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos de la calidad de agua residual del distrito de Ayaviri obteniéndose que el pH promedio del agua residual es de 6.5; conductividad eléctrica 1148.70 mS/c, sólidos suspendidos totales (SST) 576,7 mg/L; asimismo, se encontraron valores de coliformes termotolerantes de 1400000 NMP/100mL; demanda bioquímica de oxígeno se encontró en 67,7 mg/L; carbono orgánico total 178.6 mg/L; demanda química de oxígeno 342.7 mg/L; fosfato 6.1mg/L y nitrato 0.1mg/L respectivamente.

Romellón Cerino et al. (2023) analizó los parámetros físico químicos del agua residual y encontró el pH inicial del efluente de 8.6; temperatura 25.26 °C; sólidos disueltos totales 950 mg/L; respecto al color se encontró en un rango de 1305.1 UC, turbidez en un nivel del 96.37UNT y la DQO en 373 mg/L. Asimismo Harguinteguy *et al.* (2023) analizó las aguas residuales de su diseño experimental y encontró que la DQO de esta agua residual se encontraba en 559.45 mg/L, el oxígeno disuelto fue 1.11 mg/L; en cuanto a la conductividad eléctrica arrojó 843.19 uS/cm, finalmente la temperatura del afluente fue 13.49 °C.

Sáenz et al. (2022) encontró en los afluentes valores de: pH=9.567; cloruros=1405.3; sólidos disueltos totales=4390 mg/L; por otro lado, por otro lado Sanchez et al. (2021) analizó las aguas residuales encontrando valores de DQO 559.45 mg/L, oxígeno disuelto 1.11 mg/L; conductividad eléctrica 843.19 uS/cm, pH 6.74. Asimismo, Palta y Morales (2013) encontraron en aguas residuales valores de pH 7.43; Temperatura 20.89 °C, conductividad eléctrica 95.33 uS/cm; oxígeno disuelto 5.67 mg/L; dióxido de carbono 16.17 mg/L; demanda química de oxígeno 186.25 mg/L; demanda química de oxígeno 612.5 mg/L Amonio 0.79 mg/L; Nitritos 0.7 mg/L; cloruros 163.17 mg/L y coliformes totales 9042.83 NMP/100 mL.

Por lo tanto, los humedales artificiales pueden ser considerados como una prometedora tecnología de tratamiento de aguas residuales, ya que, con los parámetros analizados se determina que las aguas residuales contienen altos índices de concentración de contaminantes lo cual suponen un verdadero riesgo para los cuerpos de agua donde son vertidos estos afluentes. Por ende utilizar humedales artificiales en la remediación de aguas residuales se puede llevar a cabo de manera más asequible, sostenible y sencilla, con una alta tasa de recuperación de nutrientes y costos mínimos de mantenimiento/operación de una manera ecológica, en consecuencia los humedales son capaces de tratar aguas residuales de diferentes fuentes como: Municipales, ganaderas, industriales, agrícolas, domésticas, escorrentías pluviales y lixiviados, se eliminan o degradan mediante la técnica de fitodepuración. Varios estudios han demostrado que estos sistemas son eficaces para eliminar carbono, nitrato, fosfato y metales pesados.

Para la Evaluación de la eficiencia de las especies de *Schoenoplectus californicus* y *Brachiaria mutica* empleados en humedales artificiales para la fitodepuración de aguas residuales, se realizaron monitoreos a los 5, 10, 15 y 70 días, donde se obtuvieron que, con la especie *Schoenoplectus californicus* los valores de pH fueron (7.3, 7.2, 7.4 y 7.9), conductividad eléctrica (644.7, 802.3, 897.0 y 656.7) mS/cm, sólidos suspendidos totales (324.3, 404.7, 338.0, 309.3)mg/L, número de coliformes termotolerantes o fecales (4.5, 14.3, 32.0 y 6.0) mg/L.; demanda bioquímica de oxígeno (12.7, 44.7, 2.7 y 2.1), carbono orgánico (2.7, 0.8, 4.7 y 1.4) mg/L.; demanda química de oxígeno (20.3, 115.7, 26.7 y 17.0) mg/L, fosfato 0.4mg/L y nitrato 0,1 mg/L respectivamente. Además, que, en el presente estudio al realizar la prueba de hipótesis se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna. Por lo tanto, se puede afirmar que la *Schoenoplectus californicus* (totora) tiene mayor eficiencia en la remoción de contaminantes que la *Brachiaria mutica* (pasto pará) en las aguas residuales del río Ayaviri.

Sánchez et al. (2021) utilizaron *Schoenoplectus californicus* (totora) en la reducción de contaminantes presentes en los efluentes de una granja porcina. Los resultados mostraron una reducción de DQO de 559.45 mg/l a 118.15 mg/l en el efluente de entrada y salida, respectivamente. Asimismo, la concentración de OD varió de 1.11 a 8.25 mg/l, la conductividad eléctrica de 843.19 a 534.98 mg/l y el pH de 6.74 a 7.36. Obteniéndose una eficacia de los humedales artificiales de totora del 78.88%. En cuanto a los aportes de Petroselli et al. (2017) utilizó humedales artificiales y encontró que la eficiencia fue de 83% para la eliminación de DQO el 84% para la DBO, el 89% para el nitrógeno total, el 91% para el fósforo total y el 85% para los sólidos en suspensión totales, reconociendo que las plantas desempeñan un papel vital en la eliminación de contaminantes de las aguas residuales.

Rojas et al. (2013) instalaron humedales artificiales como *Phragmites australis* y *Schoenoplectus californicus*, en un periodo de 193 días y se encontró que la *Phragmites australis* demostró una mejor adaptación inicial en comparación con las unidades sembradas con *S. californicus*. No obstante, las eficiencias de remoción fueron similares en todas las unidades. Además, se observó una variación estacional en la eficacia de remoción, siendo mayor para DQO (invierno: 18 a 30%, primavera: 45 a 55%) y NT (invierno: 25 a 65%, primavera: 25 a 35%), de esa manera los humedales artificiales son una solución basada en la naturaleza para mejorar la calidad del agua contribuyendo directamente a la absorción de nutrientes y otros contaminantes del agua, e indirectamente a través de la fijación de biopelículas, la transferencia de oxígeno y la regulación del pH, proporcionando condiciones para la asimilación y conversión de contaminantes por parte de los microorganismos.

Asimismo, aplicando a la *Brachiaria Mutica* y realizando un monitoreo a los 5, 10, 15 y 70 días, los resultados arrojaron que el pH fue (7.2, 7.3, 7.4 y 7.5) respectivamente, en cuanto a la conductividad eléctrica fue (825.0, 975.0 y 1131.0 y 959) mS/cm. En los

concerniente a los sólidos suspendidos totales fue (410.7, 487.3, 571.3) mg/L durante el mismo periodo. Por otro lado, el número de coliformes termotolerantes o fecales fue (20.7, 1.8, 77.3 y 4.3) NMP/100 mL. Respecto a la demanda bioquímica de oxígeno fue (24.7, 37.3, 3.5 y 3.2) durante las 4 jornadas de monitoreo. En ese sentido garantizar la disponibilidad de agua limpia es esencial para los seres humanos y los animales y plantas terrestres y acuáticos. De conformidad con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) para garantizar esta disponibilidad en la búsqueda del crecimiento económico global y el desarrollo industrial, las aguas residuales generadas deben ser tratadas y remediadas para su reutilización.

Ashraf et al. (2018) trataron sus aguas residuales con *Brachiaria mutica* lograron reducir los parámetros DQO y DBO5 en un 82% y 94% respectivamente. De esa forma la *Brachiaria mutica* (pasto Para) es una especie de planta utilizada en la remediación de suelos y agua contaminados. Se trata de un pasto común tolerantes a la sal con un extenso sistema de raíces y biomasa que les permiten resistir condiciones de estrés, como las aguas residuales, en consecuencia, este tipo de macrófitas acuáticas conducen a un mejor tratamiento de las aguas residuales ya que ha demostrado alto grado de eficacia en la remoción de contaminantes y por lo tanto se debe utilizar a gran escala para reducir la concentración elevada de parámetros físico, químicos y microbiológicos.

En la actualidad las principales tecnologías convencionales de tratamiento de efluentes están diseñadas para tratar aguas residuales de grandes superficies. La falta de tecnologías de bajo costo y manejo sencillo se evidencia en zonas rurales y comunidades de baja densidad poblacional, por lo que se han desarrollado investigaciones para optimizar el tratamiento de efluentes a pequeña escala. Una alternativa viable son las tecnologías de tratamiento basadas en la naturaleza como son los sistemas de fitodepuración, ya que presentan bajos requisitos de energía, fácil operación y mantenimiento. En consecuencia, los humedales artificiales se están convirtiendo en una opción viable para el tratamiento de aguas residuales porque

representan un sistema de tratamiento sostenible y sobre todo aseguran que las aguas sean tratadas y no afecten de manera directa a los ecosistemas.

Para proponer estrategias de implementación del uso de especies macrófitas en la remoción de contaminantes de las aguas residuales se utilizó la técnica de observación, debido a que existe poca bibliografía en el uso de un sistema de humedales artificiales a la misma altura y temperatura del distrito de Ayaviri, por lo que varió en el tiempo de adaptación de la *Schoenoplectus californicus* y la *Brachiaria mutica*. El tiempo de adaptación de estas dos especies fue de 120 días. Rojas et al. (2013) instalaron humedales artificiales con *Phragmites australis* y *Schoenoplectus californicus*, en un periodo de 193 días y se encontró que la *Phragmites australis* demostró una mejor adaptación inicial en comparación con las unidades sembradas con *S. californicus*. Asimismo, Sánchez et al. (2021), recolectaron plantas de totora y berro del área conocida como Totoral Callqui Chico en Huancavelica. Las plantas fueron transportadas en baldes de 18 litros para evitar daños y se adaptaron durante tres semanas en los mismos envases, añadiendo agua cloacal cada dos días para que pudieran adaptarse a este tipo de agua que absorberían durante la investigación. Las macrofitas se colocaron a una distancia de 0.35 m entre ellas, y se sembraron un total de 12 individuos de totora y berro en cada poza. Se dejaron durante 30 días para permitir que el sistema radicular se fijaran al lecho filtrante.

Gonzales y Perilla (2015) instalaron humedales con plantas de las familias Juncaceae, Azollaceae, Pontederiaceae y Lemnaceae donde las extrajeron de un humedal, utilizando bolsas herméticas y recipientes transparentes. Posteriormente sumergieron en agua destilada para limpiar las raíces de posibles contaminantes presentes en el humedal Jaboque. Luego trasladaron al módulo de un humedal artificial durante dos meses, las plantas se mantuvieron en estas condiciones, logrando una reproducción vegetativa de las macrófitas flotantes.

Delgadillo et al. (2010) indican que las especies helófitas presentan un amplio rango de adaptación, lo que las convierte en especies dominantes en áreas donde las condiciones limitan el crecimiento de otras plantas. Estas plantas son características de climas templados y prosperan en ubicaciones soleadas, tolerando un amplio rango

de pH que va de 4 a 9. La temperatura óptima para su crecimiento oscila entre los 16 °C y los 27 °C. Se utilizan principalmente en humedales artificiales de flujo subsuperficial, como lechos de grava o arena, debido a su baja tolerancia a la inundación permanente cuando el nivel del agua es profundo. Crecen muy bien en medios acuáticos poco profundos, como lagunas o áreas de inundación.

Es necesario cumplir ciertos criterios al momento de seleccionar una macrofitas acuática o de diseñar un humedal artificial, ya que el tiempo de adaptabilidad de cada planta se basa según sus características, tipo de sustrato altitud y temperatura de su hábitat. Así también es importante conocer las diferentes ventajas de un humedal artificial ya que estos son ecosistemas en los que la infraestructura construida por el ser humano puede incorporar y soportar procesos naturales, tales como los biológicos y los relacionados con el tratamiento de aguas residuales. El humedal artificial debe ser considerado como un espacio destinado a la sensibilización sobre las prácticas de uso de los recursos hídricos y sus oportunidades de reutilización.

CONCLUSIONES

Se realizó el análisis de las aguas residuales del distrito de Ayaviri encontrándose altos índices de contaminación y valores de pH=6.5; conductividad eléctrica= 1148.70 uS/cm, SST 576,7 mg/L; coliformes termotolerantes o fecales =1400000 NMP/100mL; DBO₅ =67,7 mg/L; el carbono orgánico total=178.6 mg/L; DQO 342.7 mg/L, fosfato 6.1mg/L y nitratos 0.1mg/L Por lo que es necesario realizar tratamiento de estos afluentes.

Los porcentajes de remoción de la *Schoenoplectus californicus* en cuanto a los parámetros de conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales, DBO₅, carbono orgánico total, DQO y fosfato fueron los siguientes: 34.6%; 40.3%; 99.9%; 70 %; 98.6% ;86.8% 93.3% respectivamente; mientras que con la *Brachiaria mutica* el porcentaje de remoción de los mismos parámetros fue 15.3%; 19.0%; 99.9%; 74.6%; 97.8%; 82.5%; 92.9% respectivamente.

La implementación del uso de macrófitas acuáticas para la recuperación de aguas residuales domesticas se debe establecer mediante los siguientes criterios: Selección de la macrofita acuática, características para el diseño del humedal artificial, recomendaciones para la construcción del humedal, plan de monitoreo y mantenimiento de los humedales artificiales y la legislación ambiental vigente.

Se evaluó el efecto de la aplicación de *Schoenoplectus californicus*, obteniéndose: pH (6.5 a 7.9); C.E. (1148.7 uS/cm a 656.7 uS/cm), SST (576.7 mg/L a 309.3 mg/L), coliformes termotolerantes o fecales (14000000 NMP/100mL a 6.0 NMP/100mL); DBO₅ (67.7 mg/L a 2.1 mg/L); carbono orgánico total (178.6 mg/L a 1.4 mg/L); DQO (342.7 mg/L a 17.0 mg/L); fosfato (6.1 mg/L a 0.4 mg/L) y nitratos se mantuvieron en 0.1 mg/L. mientras que los resultados de la aplicación de *Brachiaria mutica* fueron: pH de 6.5 a 7.5: C.E. de 1148.7 uS/cm a 959 uS/cm, los SST de 576.7 mg/L a 397mg/L, coliformes termotolerantes o fecales de 14000000 NMP/100mL a 4.3 NMP/100mL; DBO₅ de 67.7 mg/L a 3.27 mg/L; carbono orgánico total de 178.6 mg/L a 3.16 mg/L;

DQO de 342.7 mg/L a 34.3 mg/L; el fosfato de 6.1 mg/L a 0.4 mg/L y los nitratos se mantuvieron en 0.1 mg/L.

Recomendaciones

- Se sugiere tratar las aguas residuales domesticas con otro de tipo de macrófitas acuáticas y que la instalación de los humedales artificiales sea a mayor escala, ya que estas dos macrófitas han demostrado ser eficientes en la reducción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los afluentes del distrito de Ayaviri, para ello se debe buscar otras especies endémicas de macrófitas y se consideren como nuevas alternativas para el tratamiento de las aguas residuales.
- Brindar charlas informativas a los pobladores del distrito de Ayaviri, sobre los beneficios de tratar aguas residuales domesticas con humedales artificiales y generar conciencia ambiental para que los pobladores locales cuiden el recurso hidrico y se reduzcan la cantidad de aguas residuales domesticas vertidas a los cuerpos de agua, propiciando un equilibrio ecológico en los ecosistemas acuáticos.
- Realizar un análisis económico para la implementación de un humedal artificial en el distrito de Ayaviri a escala mayor, para mejorar el tratamiento de las aguas residuales domesticas en el Distrito y de esa forma estas aguas sean reutilizadas en actividades secundarias como la agricultura, ya que esta actividad conlleva a generar grandes ingresos económicos a los pobladores locales ofreciéndoles calidad de vida a raiz de los productos ofertados en los principales mercados de las zonas urbanas.
- Se sugiere capacitar a los pobladores del distrito de Ayaviri en cuanto a normativa vigente para el tratamiento de las aguas residuales domésticas y a partir de ello se tomen medidas por parte de la población para el tratamiento de este tipo de afluentes generando un equilibrio ecológico dentro del ecosistema y sobre todo asegurando un recurso hídrico apta para su reutilización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (011-2012-Vivienda. (2012). *NORMA OS.090 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. Lima.
- ANA. (2012). *Calidad del Agua: Establecimiento de redes de monitoreo. La experiencia de la agencia nacional de Aguas de Brasil*.
- ANA. (2017). *CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES SUPERFICIALES*. Lima, Peru.
- Aponte, H. U. (2009). El junco: clasificación, biología y gestión. 38-45.
- Arce , W., & Achá, D. (2023). Determinaciones alométricas en el desarrollo temprano de *Schoenoplectus californicus* para monitorear la absorción de nutrientes en humedales artificiales.
- Arias Martínez , S., Betancur Toro , F., Gómez Rojas, G., Salazar Giraldo, J., & Hernández Ángel, M. (2010). Fitorremediación con humedales artificiales para el tratamiento de agua residuales porcinas. 1-11.
- Arteaga Cortez, V., Quevedo Nolasco, A., del Valle Paniagua, D., Castro Popoca, M., Bravo Vinaja, Á., & Ramírez Zierold, J. (2019). Estado del arte: una revisión actual a los mecanismos que realizan los humedales artificiales para la remoción de nitrógeno y fósforo. 1-25.
- Ashraf, S., Afzal, M., Rehman, K., Naveed, M., & Zahir Ahmad Zahir, Z. (2018). La sinergia entre plantas y endófitos en humedales artificiales mejora la remediación de efluentes de curtidurías. 1-9.
- ASTMD. (2018). *Standard Test Methods for Filterable Matter (Total Dissolved Solids) and Nonfilterable Matter (Total Suspended Solids) in Water D5907-18*.
- ASTMD. (2018). *Standard Test Methods for pH of Water D1293-18*.

- Atencio, V. (2020). Evaluación de un sistema de humedal artificial de flujo libre con jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para el tratamiento de efluentes de piscicultura.
- Ayala Fanola, R. M., & Gonzales Marquez, G. (2008). *Apoyo Didactico en la enseñanza - Aprendizaje de la asignatura de PLantas de Tratamiento de aguas Residuales*. Cochabamba - Bolivia.
- Belzona. (2010). *Tratamiento de Aguas residuales*. Miami.
- Caceda, S. M. (2016). *Coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli en relación a la temperatura, pH y demanda bioquímica de oxígeno en la playa de Puerto Malabrigo. Noviembre 2015 - Abril 2016*. Puerto Malabrigo.
- Calderón Centeno, L., Quintana Día, A., & López Fuentes, F. (2019). Efecto de un consorcio microbiano en la eficacia del tratamiento de aguas residuales, Trujillo, Perú. *Scielo*, 433 - 446.
- Cartrò, J. (2003). *Tratamiento de Aguas Industriales Depuración biológica de las aguas residuales*. Barcelona.
- Carvajal Rowan, A., Zapattini Irala, C., & Quintero Zamora, C. (2018). Humedales Artificiales, una alternativa para la depuración de Aguas Residuales en el Municipio de Mizque, Bolivia. 88-108.
- Charris, J. C., & Caselles Osorio, A. (2016). Eficiencia de eliminación de contaminantes del agua residual doméstica con humedales construidos experimentales plantados con *Cyperus ligularis* (Cyperaceae) y *Echinochloa colonum* (Poaceae). 93-103.
- Cisterna Osorio, P., & Leonel, P. (2019). Propuesta de humedales artificiales, impulsores de biodiversidad ,que depuran aguas contaminadas para la recuperación de lagunas urbanas de Concepción. *Revista Habitat Sustentable* , 1-12.

- COLPRIM, J. G. (2003). *Tratamiento de aguas industriales: Modelización de procesos biológicos en la depuración de aguas residuales*. Barcelona.
- Corpas, E. J., & Herrera, O. F. (2011). REDUCCIÓN DE COLIFORMES Y *Escherichia coli* EN UN SISTEMA RESIDUAL LÁCTEO MEDIANTE MICROORGANISMOS BENÉFICOS. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 67 - 76.
- Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). *Sistemas de manejo de aguas residuales*. Santafé de Bogotá.
- Delgadillo , O., Camacho , A., Pérez , L., & Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. Bolivia. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/48017573.pdf>
- Delvalle de Borrero, D., Fuentes, K., & Medina, J. (2020). Humedales artificiales flotantes y su valor paisajístico en ríos urbanos-Ciudad de Panamá. 7. doi:10.33412/pri.v13.1.2871
- Diaz, A., Atencio, V., & Pardo, S. (2013). Assessment of an artificial free-flow wetland system with water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for treating fish farming effluents. 202-210.
- DINAMA. (2013). *Informe del Estado del Ambiente*. Uruguay.
- Dutra, M. B., Alves , R., Moreli, A., Soares, S., & Reis, E. (2021). Aproveitamento da água do processamento dos frutos de café na fertirrigação de *Brachiaria mutica*.
- Escalante Castro, S., & Fajardo Pineda, J. (2022). Evaluación de la descontaminación de la cuenca media del río Bogotá y alternativas de solución con humedales artificiales. 17(33).
- Ferrer Medina, Y., Ortega de Miguel, E., & Salas Rodriguez, J. (2012). *Tendencias actuales en las tecnologías de tratamiento de las aguas residuales generadas en las pequeñas aglomeraciones urbanas*.

- Gallardo, E. E. (2017). Metodología de Investigación.
- Garavito Bermudez, G. I., Ospina Romero , L. V., & Ospina Mora, D. C. (2020). Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un autolavado. 10-20.
- Garavito Bermúdeza, G. I., Ospina Romerob, L. V., & Ospina Mora, D. C. (2020). Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residualesde un autolavado. *Logos, Ciencia & Tecnología.* , 10-20.
- Gonzales, J. F. (2020). *Manual de Fitodepuracion, filtros de macrofitas en flotacion.*
- González Gómez, Á., & Perilla Gutiérrez, L. (2015). *El humedal artificial como un espacio para la sensibilización en torno a las prácticas de uso de los recursos hídricos y sus posibilidades de reutilización.* Bogota.
- Gudiño, V., & Quiroz, S. M. (2010). INVESTIGACIÓN DE PLANTAS ACUÁTICAS USO, VARIEDAD Y SU CAPACIDADDE ADAPTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES, SERVIDAS O NEGRAS. 5.
- Hammadi, B., Hadj Seyd, A., & Bebba, A. (2019). Evaluación del desempeño de la purificación de la contaminación por nitrógeno por fitodepuración: caso de la estación piloto de Temacine (Argelia).
- Harguinteguy, C., Arán, D., Gudiño, G., & Peñaflor, M. (2023). Capacidad de *Schoenoplectus californicus* para eliminar y tolerar cobre, plomo y zinc en sistemas de humedales artificiales utilizando aguas residuales simuladas. *Journal of Environmental Engineering (United States).*
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación.*

- Kadlec, R. H., & Wallace, S. D. (2009). *TREATMENT WETLANDS second edition*. Boca raton USA: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Larriva Vásquez, J., & González Díaz, O. (2017). Cinética de la remoción de DBO5 en humedales con flujo sub-superficial horizontal. *INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL*,, 15.
- Linares, J. A. (2016). *Empleo de bofedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales de baños portátiles*. Trujillo.
- López Ocaña, G., Bautista Margulis, R., Valdes Manzanilla, A., Torres Balcazar, C., Pampillón González, L., & López Vidal, R. (2020). Typha latifolia y Paspalum paniculatum en la remoción de turbiedad y color en humedales artificiales experimentales de flujo libre y subsuperficial. 6.
- Machorro Martinez, I. Y., Hernandez Aguilar, E., Sanchez Bazan , L. A., & Gutierrez Casiano, N. (25 de Setiembre de 2019). Proceso de Fitodepuracion con Eichornia Crassipes en el tratamiento de agaus residualoes urbanas. 551-556.
- Maldonado, I., & Balagurusamy, N. (2022). Biotransformación de antibióticos en humedales artificiales: Rol de la interacción entre microorganismos y macrófitas. *Ecología Austral*, 1-17.
- Mamani, J. W. (2017). Disponibilidad a pagar por el mejoramiento en el tratamiento de aguas residuales: aplicación del método de valoración contingente en Puno, Perú. *Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 341- 352.
- Meoño, F. L., González Taranco, C., & Morales Olivares, Y. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. 9 - 25.
- Miller Gil, L., & Fabrega Duque, J. (2022). Reutilización de aguas residuales domésticas tratadas mediante el empleo de humedales artificiales en Panamá. 15, 12.

- MINAM. (2017). Estandares de calidad Ambiental .
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2013). *Programa Nacional de Saneamiento Rural - PNSR*. Lima .
- Mora, M. D. (2018). Fitodepuración en humedales. 18.
- Moret, C. I. (2014). *Optimización de lagunas de estabilización mediante el uso de macrofitas*. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/123456789/1753>
- Morgan Sagastume, F., Morgan Sagastume, J. M., & Noyola Robles, A. (1994). *APLICABILIDAD DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES*. Montevideo - Uruguay.
- Nava-Rojas, J., Lango Reynoso, F., Castañeda-Chávez, M., & Reyes Velázquez, C. (2023). Remoción de Contaminantes en los Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial: Una Revisión. *Terra Latinoamericana*, 1- 12.
- Navarro Frómeta, A. E., Beissos, F., Marc Bec, J., & Jaumejoan, T. (2020). Desempeño de humedales construidos de flujo vertical en el tratamiento de aguas residuales municipales. *Cubana Quím*, 32(3), 365-377.
- OEFA. (2014). *FISCALIZACIÓN AMBIENTAL EN AGUAS RESIDUALES*. Lima: Cyclus Print Mat.
- OMS. (2008). El saneamiento deficiente pone en peligro la salud pública.
- Organismo de Evaluación y fiscalización Ambiental. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales* . Lima.
- Palta Prado, G. H., & Morales Velazco, S. (2013). Fitodepuración de aguas residuales domésticas con poaceas: brachiaria mutica, pennisetum purpureum y panicum maximun en el municipio de popayán, cauca. 57-65.

- Pérez Quintero , F., Guardia Pueblas, Y., & Rodríguez Pérez, S. (2017). La fitorremediación para el tratamiento de aguas de piscinas. 101-113.
- Petroselli, A., Giannotti, M., Marras, T., & Allegrini, E. (2017). Sistema integrado de fitodepuración y recuperación de agua: una evaluación comparativa de cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. *Taylor & Francis* , 563-571.
- Pulcha Villalobos, J. R., & Valencia Narva , M. P. (2019). *Evaluación de la degradación de contaminantes ecotóxicos de las aguas de residuales de la industria minera por medio de humedales artificiales*. Lima.
- Pütz, P. (2008). *Eliminación y determinación de Fosfato*.
- Recanatesi, F., Colantoni, A., Delfanti, L., Tolli, M., & Lord, R. (1 de Enero de 2016). Planificación del uso del suelo para la utilización de residuos de biomasa en Toscana Romana (Italia central): resultados preliminares de un análisis de criterios múltiples para crear un distrito agroenergético. *Política de uso del suelo*, págs. 125-133.
- Rich, L. (1980). *Low Mauntenance, Mechanically Simple Wastewater Treatment Systems*.
- Rivera, C. O. (2012). *DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE "LODOS ACTIVADOS" DLA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES FUNZA, CUNDINAMARCA, COLOMBIA*. COLOMBIA.
- Rodríguez Fernández-Alba, A., Letón García, P., Rosal García, R., Dorado Valiño, M., Villar Fernández , S., & Sanz García, J. (2006). *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Madrid: Elecé Industria Gráfica.
- Rojas, K., Vera, I., & Vidal, G. (2013). Influencia de la estación y de las especies *Phragmites australis* y *Schoenoplectus californicus* en la eliminación de materia

organica y nutrientes contenidos en aguas servidas durante la operación de puesta en marcha de humedales artificiales. 1-12.

Romellón Cerino, M., Cocolletzi Vázquez, E., & López Ocaña, G. (2023). TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA POR UN SISTEMA DE HUMEDALES ARTIFICIALES EN SERIE. 1- 16 . doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.7843244>

Romero, B. M. (2015). *Estudio y dimensionamiento experimental de Humedales Artificiales para la mejora de la calidad de aguas de cursos fluviales Eutrofizados.*

Saenz Reyes, L., Agudelo Valencia, R., Ortiz de la Hoz, S., & Garcés Polo, S. (2022). Impacto de la densidad de siembra en la eficacia de los cultivos a escala de laboratorio Humedales artificiales plantados con *Limonium Perezzipara* para el tratamiento de aguas residuales de curtiembres. *Revista Facultad de Ingeniería.*

Sánchez Araujo, V. G., Palomino Pastrana, P. A., & Malpartida Yapias, R. J. (2021). Eficiencia de humedales artificiales de totora y berros sobre efluentes de granja porcícola, Perú. 5(14).

Sánchez Araujo, V., Palomino Pastrana, P., & Malpartida Yapias, R. (2021). Eficiencia de humedales artificiales de totora y berros sobre efluentes de granja porcícola, Perú. 192-203.

Sperling, M. V. (2007). *Wastewater characteristics, treatment and disposal.* London: IWA Publishing. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SPERLING%2007%20Wastewater%20Characteristics,%20Treatment%20and%20Disposal.pdf

Stroppa, N., Onelli, E., Hejna, M., Rossi, L., Gagliardi, A., Bini, L., . . . Moscatelli, A. (2019). *Typha latifolia* and *Thelypteris palustris* behavior in a pilot system for the refinement of livestock wastewaters: A case of study.

- Stroppa, N., Onelli, E., Hejna, M., Rossi, L., Gagliardi, A., Bini, L., & Baldi, A. (2020). Comportamiento de *Thypha latifolia* y *Thelypteris palustris* en un sistema piloto para el refinamiento de las aguas residuales del ganado.
- Sun, H., Liu, F., Xu, S., Wu, S., Zhuang, G., Deng, Y., . . . Zhuang, X. (06 de Octubre de 2017). El humedal artificial *Myriophyllum aquaticum* elimina eficazmente el nitrógeno de las aguas residuales porcinas. *Frontiers en Microbiologia* .
- SUNASS. (2008). *DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LAS EPS DEL PERÚ Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN*. Lima.
- Thanh Ho, T., Dang, M., Lu Tu, T., Thien, T., & Giang Bach, L. (2019). Assessing the Ability to Treat industrial Wastewater by Constructed Wetland Model Using the *Brachiaria mutica*. 12.
- Toro, C. G. (2011). *Monitoreo de la calidad del agua* . Mayaguez.
- Vanegas Benavides, C. M., & Reyes Rodríguez, R. V. (2017). *CARGA SUPERFICIAL MÁXIMA EN LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS DE NICARAGUA*. Obtenido de <https://doi.org/10.5377/nexo.v30i01.5169>
- Vega, J. P., & Marchán Peña, J. (2008). *DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LAS EPS DEL PERÚ Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN*. Lima: RyF Publicaciones y Servicios S.A.C.
- Vymazal, J. (2010). Humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales . 530 - 549.
- WWAP, (. M. (2017). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2017. Aguas residuales: el recurso desaprovechado*. París.

Yee-Batista, C. (Diciembre de 2013). Banco Mundial, BIRF – AIF.

Anexos.

Anexo 1. Resultados de las aguas residuales domesticas del Distrito de Ayaviri

INFORME DE ENSAYOS N° 1283 - 2024 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido muy turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Vertimiento de agua residual / 0124VA
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 05/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PE de 1000 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1283-2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Vertimiento de agua residual / 0124VA	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	1400000	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	68	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total	178.64	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)**	343	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ -*)	6.06	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023, Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group; Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC), High-Temperature Combustion Method, 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Fosfato (PO₄-*) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048. PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Max. 24 hrs después de la toma de muestra a una T<6°C, muestra recepcionada con más de 24 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Química de Oxígeno: Max. 168 hrs después de la toma de muestra a una T<6°C, muestra recepcionada con más de 168 hrs de tiempo de vida útil.
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/03/2024 al 21/03/2024

MB 13/03/2024 al 20/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 25/03/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1283 - 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPÉ
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido muy turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Vertimiento de agua residual / 0124VA
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 05/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PE de 1000 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

·El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
·No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
·En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
·En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
·Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
·El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
·BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
·El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
·Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
·Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1283 - 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Vertimiento de agua residual / 0124VA	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	1400000	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	67	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total	178.58	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)**	342	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ ⁻³)	6.05	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄⁻³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Max. 24 hrs después de la toma de muestra a una T<6°C, muestra recepcionada con más de 24 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Química de Oxígeno: Max. 168 hrs después de la toma de muestra a una T<6°C, muestra recepcionada con más de 168 hrs de tiempo de vida útil.
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/03/2024 al 21/03/2024

MB 13/03/2024 al 20/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 25/03/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1283-2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido muy turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Vertimiento de agua residual / 0124VA
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 05/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PE de 1000 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1283 - 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Vertimiento de agua residual / 0124VA	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	1400001	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	68	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total	178.62	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)**	343	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³)	6.06	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC), High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Fosfato (PO₄-³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Max. 24 hrs después de la toma de muestra a una T<6°C, muestra recepcionada con más de 24 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Química de Oxígeno: Max. 168 hrs después de la toma de muestra a una T<6°C, muestra recepcionada con más de 168 hrs de tiempo de vida útil.
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/03/2024 al 21/03/2024
MB 13/03/2024 al 20/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 25/03/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Anexo 2. Analisis de las aguas residuales aplicando *Schoenoplectus californicus*

INFORME DE ENSAYOS N° 1282- 2024 PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		<i>Schoenoplectus Californicus</i> / 0124SC	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	13	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	4.5	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	2.72	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	20	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	<0.40	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de cuantificación del método
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/03/2024 al 21/03/2024
MB 13/03/2024 al 20/03/2024
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 25/03/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1282 - 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Shoenoplectus Californicus / 0124SC
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PE de 1000 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1614- 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Schoenoplectus californicus. (SC-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	32	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.8	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ ⁻³)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	4.66	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	26	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.
Fosfato (PO₄⁻³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

-Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 25/03/2024 al 03/04/2024

MB 25/03/2024 al 01/04/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 04/04/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1614- 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Schoenoplectus californicus. (SC-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 24/03/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1614- 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Schoenoplectus californicus. (SC-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	31	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.7	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ ⁻³)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	4.65	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	27	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.
Fosfato (PO₄⁻³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

-Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 25/03/2024 al 03/04/2024

MB 25/03/2024 al 01/04/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 04/04/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1614- 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Schoenoplectus californicus. (SC-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 24/03/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1614- 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Schoenoplectus californicus. (SC-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	33	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.7	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ ⁻³)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	4.66	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	27	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023, Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group, Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Fosfato (PO₄⁻³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate), Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method, Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
-Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 25/03/2024 al 03/04/2024

MB 25/03/2024 al 01/04/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 04/04/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1614- 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Schoenoplectus californicus. (SC-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 24/03/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1420-2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Schoenoplectus Californicus (Totora) / 0224-SC	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	45	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	15	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	0.78	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	116	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	<0.40	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 18/03/2024 al 26/03/2024

MB 18/03/2024 al 25/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 01/04/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1420- 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Schoenoplactus Californicus (Totora) / 0224-SC
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 17/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 18/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

·El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
·No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

·En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
·En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

·Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

·El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

·El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
·Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

·Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1420- 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Schoenoplectus Californicus (Totora) / 0224-SC	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	44	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	14	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	0.77	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	115	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	<0.40	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 18/03/2024 al 26/03/2024

MB 18/03/2024 al 25/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 01/04/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1420- 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Schoenoplactus Californicus (Totora) / 0224-SC
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 17/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 18/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

·El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
·No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

·En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
·En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

·Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

·El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

·El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
·Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

·Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1420-2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Schoenoplectus Californicus (Totora) / 0224-SC	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	45	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	14	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	0.78	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	116	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	<0.40	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591, 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 18/03/2024 al 26/03/2024

MB 18/03/2024 al 25/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 01/04/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1420-2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Schoenoplactus Californicus (Totora) / 0224-SC
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 17/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 18/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1282-2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Shoenoplectus Californicus / 0124SC	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	12	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	4.4	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	2.71	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	21	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	<0.40	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
Cualquier valor precedido por "<=" indica menor al límite de cuantificación del método
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/03/2024 al 21/03/2024

MB 13/03/2024 al 20/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 25/03/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1282 - 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Shoenoplectus Californicus / 0124SC
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PE de 1000 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

· El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
· No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
· En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
· En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
· Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
· El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
· BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
· El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
· Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
· Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1282-2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Shoenoplectus Californicus / 0124SC	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	13	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	4.5	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	2.72	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	20	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	<0.40	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
Cualquier valor precedido por "<*" indica menor al límite de cuantificación del método
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/03/2024 al 21/03/2024

MB 13/03/2024 al 20/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 25/03/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1282 - 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Shoenoplectus Californicus / 0124SC
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PE de 1000 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

Anexo 3. Analisis de las aguas residuales aplicando *Bracharia Mutica*

INFORME DE ENSAYOS N° 1615-2024 PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL Brachiaría mutica. (BM-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	76	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	3.4	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	<8.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	4.26	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	45	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.
Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate), Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
-Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 25/03/2024 al 03/04/2024

MB 25/03/2024 al 01/04/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 04/04/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1615-2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria mutica. (BM-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 24/03/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1615-2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Brachiaría mutica. (BM-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	79	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	3.5	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ -P)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	4.27	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	45	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group, Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.
Fosfato (PO₄-P) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
-Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T-8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 25/03/2024 al 03/04/2024

MB 25/03/2024 al 01/04/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 04/04/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1615- 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria mutica. (BM-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 24/03/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1421 - 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Brachiaría mutica (Pasto forrajero) / 0224-BM	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	37	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	<1.8	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	1.94	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)**	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	94	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	0.51	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pág. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 18/03/2024 al 26/03/2024

MB 18/03/2024 al 25/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 01/04/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1421 - 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria mutica (Pasto forrajero) / 0224-BM
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 17/03/2024 12:35 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 18/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1421 - 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Brachiaría mutica (Pasto forrajero) / 0224-BM	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	37	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	<1.8	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	1.94	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)**	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	93	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	0.50	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pág. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 18/03/2024 al 26/03/2024

MB 18/03/2024 al 25/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 01/04/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1421 - 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria mutica (Pasto forrajero) / 0224-BM
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 17/03/2024 12:35 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 18/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1421 - 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Brachiarina mutica (Pasto forrajero) / 0224-BM	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	38	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	<1.8	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	1.94	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)**	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	94	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	0.51	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pág. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag. 591. 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag. 865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de cuantificación del método
Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 18/03/2024 al 26/03/2024

MB 18/03/2024 al 25/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 01/04/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1421 - 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria mutica (Pasto forrajero) / 0224-BM
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 17/03/2024 12:35 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8° C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 18/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1281 - 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Brachiaría Mutica / 0124BM	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	25	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	21	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	6.21	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)**	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	67	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	<0.40	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.
Coliformes Termotolerantes: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/03/2024 al 21/03/2024

MB 13/03/2024 al 20/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 25/03/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1281 - 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria Mutica / 0124BM
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PE de 1000 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1281 - 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Brachiaría Mutica / 0124BM	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	24	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	20	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	6.20	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)**	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	67	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	<0.40	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pág. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

Coliformes Termotolerantes: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/03/2024 al 21/03/2024

MB 13/03/2024 al 20/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 25/03/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1281 - 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria Mutica / 0124BM
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PE de 1000 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1281 - 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Brachiaría Mutica / 0124BM	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)**	25	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	21	NMP/100mL
FQ	Carbono Orgánico Total*	6.21	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)**	<0.10	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	68	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ - ³⁻)*	<0.40	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.

Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag. 591, 4th Ed. Rev.2.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Fosfato (PO₄-³⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag. 865. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de cuantificación del método

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (Completamente lleno, sin burbujas), muestra recepcionada en envase con burbujas.

Coliformes Termotolerantes: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/03/2024 al 21/03/2024

MB 13/03/2024 al 20/03/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 25/03/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1281 - 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria Mutica / 0124BM
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/03/2024 12:30 Procedencia: Puno - Melgar - Ayaviri
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PE de 1000 mL para análisis MB y 02 envases PE de 500 mL c/u, 01 envase PE de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0484-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1615- 2024
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Brachiaría mutica. (BM-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	77	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	3.5	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ -P)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	4.25	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	44	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.
Fosfato (PO₄-P) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

-Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T-8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 25/03/2024 al 03/04/2024

MB 25/03/2024 al 01/04/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 04/04/2024

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1615- 2024
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria mutica. (BM-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 24/03/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/03/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1625-2024

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria mutica. (BM-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 09/06/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 10/06/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1624-2024

PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL Schoenoplectus californicus. (SC-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	5.8	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.1	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ ⁻³)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	1.38	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	16	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
Fosfato (PO₄⁻³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
-Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 10/06/2024 al 18/06/2024

MB 10/06/2024 al 16/06/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 19/06/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1624 - 2024

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Schoenoplectus californicus. (SC-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 09/06/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 10/06/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1625-2024

PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL Brachiaria mutica. (BM-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	4.4	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	3.3	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ ⁻³)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	3.16	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	34	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
Fosfato (PO₄⁻³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
-Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 10/06/2024 al 18/06/2024

MB 10/06/2024 al 16/06/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 19/06/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1625-2024

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria mutica. (BM-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 09/06/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 10/06/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1624-2024

PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL Schoenoplectus californicus. (SC-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	6.0	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.0	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ ⁻³)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	1.36	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	18	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
Fosfato (PO₄⁻³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
-Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 10/06/2024 al 18/06/2024

MB 10/06/2024 al 16/06/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 19/06/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1624 - 2024

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Schoenoplectus californicus. (SC-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 09/06/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 10/06/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

·El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
·No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
·En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
·En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
·Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
·El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
·BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
·El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
·Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
·Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1625-2024

PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL Brachiaria mutica. (BM-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	4.2	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	3.1	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ ⁻³)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	3.15	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	35	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
 mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
 Fosfato (PO₄⁻³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
 Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
 Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 -Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 10/06/2024 al 18/06/2024

MB 10/06/2024 al 16/06/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 19/06/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1625-2024

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Brachiaria mutica. (BM-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 09/06/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 10/06/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

·El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
·No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
·En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
·En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
·Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
·El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
·BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
·El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
·Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
·Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1624-2024

PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL Schoenoplectus californicus. (SC-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	6.2	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.1	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ ⁻³)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	1.32	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	17	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
Fosfato (PO₄⁻³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
-Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 10/06/2024 al 18/06/2024

MB 10/06/2024 al 16/06/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 19/06/2024

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 1624 - 2024

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : MILAGROS LEYDY VILLANUEVA QUISPE
DIRECCIÓN : JIRÓN JUAN DUEÑAS 206
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Schoenoplectus californicus. (SC-0324)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 09/06/2024 12:30 Procedencia: Puno-Melgar-Ayaviri.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2600 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL. para análisis MB. 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0578-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 10/06/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1625-2024

PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL Brachiaria mutica. (BM-0324)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	4.3	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	3.4	mg/L
FQ	Fosfato (PO ₄ ⁻³)*	<0.40	mg/L
FQ	Carbono Orgánico Total*	3.16	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	34	mg/L
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	<0.10	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
 mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
 Fosfato (PO₄⁻³) : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
 Carbono Orgánico Total : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5310 B Total Organic Carbon (TOC). High-Temperature Combustion Method. 23rd Ed. 2017.
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
 Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag.591. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 -Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 10/06/2024 al 18/06/2024
 MB 10/06/2024 al 16/06/2024

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 19/06/2024

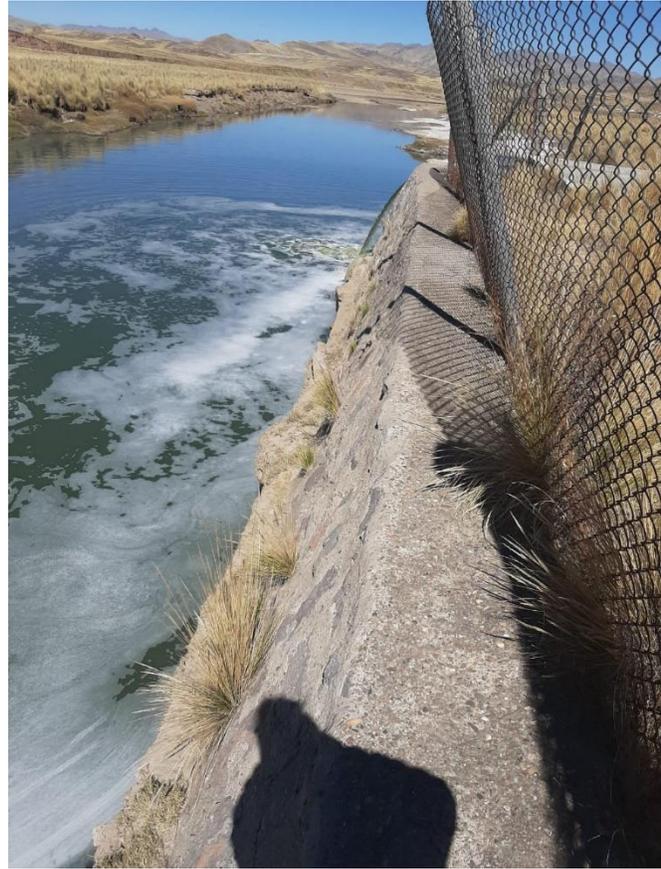
Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 2: Panel Fotográfico



Fotografía 1. Vertimiento de agua residual



Fotografía 2. Vertimiento de agua residual al río Ayaviri



Fotografía 2. Estado actual del rio Ayaviri a 15 metros del vertimiento



Fotografía 3. Lugar de colecta de las dos especies de macrofitas



Fotografía 4. Extracción de la totora en el humedal Moya





Fotografias 5 Limpieza de impurezas de las especies recolectadas



Fotografía 6. Diseño de planta piloto de humedal artificial de flujo subsuperficial





Fotografía 7. Aplicación de sustrato al humedal artificial



Fotografía 8. Material para análisis de laboratorio



Fotografía 9. Recojo de muestras de agua residual tratada con pasto forrajero



Fotografía 11. Recojo de muestra de agua residual tratada con totora



Fotografía 12 Análisis de parámetros físicos insitu

Fotografía 10. Muestras de agua para envío a laboratorio BHIOS





Fotografía 13. Toma de muestras del vertimiento de agua residual



Fotografía 14. Muestras de agua residual para el análisis en el laboratorio BHIOS