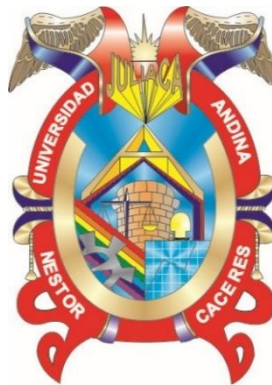




UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA
REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS
Y FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES
DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA
REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS
Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES
DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE


: _____
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

PRIMER MIEMBRO


: _____
Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
M.Sc JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS


: _____
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 333-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 12 de julio de 2024

VISTOS:

El **OFICIO N° 063-2024-D-EPAU/FICP-UANCV** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°256-2024 de fecha 18 de junio de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

* Presidente	:	Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
* 1er Miembro	:	Mgr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
* 2do Miembro	:	M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
* Asesor	:	Mgr. ARNALDO YANA TORRES

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de acuerdo al siguiente detalle:

* FECHA	:	martes 16 de julio de 2024
* HORA	:	11:00
* LUGAR	:	Aula 306 - pabellón de hidráulica

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c. Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
CIP. 96531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 256-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de junio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 103-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **INFORME N° 010-2024-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 873-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **04 de setiembre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **21 de mayo de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**
- * **2do Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 225-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN FARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

cc
archivo 2024
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 139- 2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 24 de abril de 2024

VISTOS.-

El OFICIO N° 028-2024-D/EPISA/FICP-UANCV, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y el proveído del director de la unidad de investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de la sub comisión de evaluación del Proyecto de Investigación, del (la) Bachiller: GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISCOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023,y;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR; ha solicitado cambio del Presidente y Asesor de la terna de la sub comisión de evaluación del Proyecto de Investigación titulada: EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISCOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023, aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL N°873-2023-D-FICP-UANCV de fecha 04 de setiembre de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

- ❖ Presidente : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- ❖ 1er. Miembro : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- ❖ 2do. Miembro : M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Que, el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ha tomado conocimiento que; el Presidente y Asesor no tiene vinculo laboral en la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la sub comisión de evaluación del Proyecto de Investigación, conforme lo establece el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y.

Estando, al proveído de la Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el oficio del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, mediante el cual informa la designación de (los) nuevo (s) Miembro (s) de la sub comisión de evaluación del proyecto de investigación; el (los) mismo que deberá actuar según el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR, la REESTRUCTURACIÓN de la terna de la sub comisión de evaluación del Proyecto de Investigación presentado por el bachiller: GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR, titulado: EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISCOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, quedando la conformación de los jurados de la siguiente forma:

- ❖ Presidente : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- ❖ 1er. Miembro : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- ❖ 2do. Miembro : M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, trabajo de investigación (tesis) o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO TERCERO. - Reconocer como ASESOR del Proyecto de Investigación al (la) docente ordinario, Mgtr. ARNALDO YANA TORRES de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTICULO CUARTO. - La Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese

cc.
archivo 2024
interesado (a)



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARELLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 873-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 04 de setiembre 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 525-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 077-2023-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 036-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPISA** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **23 de agosto de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**
- * **2do Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario, de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

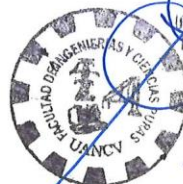
Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
archivo 2023
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REMEDIACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

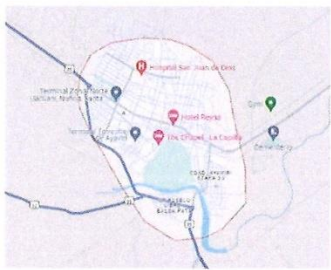
1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	rraae.cedia.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70169460
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-1156-2058
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y calidad ambiental - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Melgar Distrito: Ayaviri Coordenadas: Latitud: 14°52'55"S Longitud: 70°35'24"O URL Maps: https://maps.app.goo.gl/FXJQNXCpWcufMnf7</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2023 – Julio 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CERDES YERQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo GIOVANNI DANTE CÁCERES AGUILAR, identificado con DNI Nro. 70169460, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

“ EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023 ”

Asesorado por: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 08 de AGOSTO del 2024


Firma del Asesor


Firma del Estudiante


Huella



DEDICATORIA

Lo dedico a mi madre, Lourdes Aguilar Herencia, por moldearme hasta convertirme en la persona que soy hoy en día, por su amor incondicional, constante ejemplo, respaldo emocional y por brindarme el ánimo en cada paso para llevar a cabo este logro.



AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud a Dios por ser mi mayor apoyo, a mi alma mater UANCV y a todos mis profesores por impartirme los nuevos saberes que ahora poseo, quienes con su invaluable conocimiento dirigieron la realización de este estudio, brindándome una orientación precisa; a todos los que colaboraron en la elaboración de este estudio, les estoy profundamente agradecido.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.4.1. Justificación Social	4
1.4.2. Justificación Técnica	4
1.4.3. Justificación Económica	4
1.4.4. Justificación ambiental	5
1.5. Hipótesis de la investigación	5



- 1.5.1. Hipótesis general..... 5
- 1.5.2. Hipótesis específicas 5
- 1.6. Variables..... 5
 - 1.6.1. Variable independiente..... 5
 - 1.6.2. Variable dependiente..... 6
- 1.7. Operacionalización de variables 6

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

- 2.1. Antecedentes de la investigación 7
 - 2.1.1. Antecedentes Internacionales 7
 - 2.1.2. Antecedentes nacionales. 9
 - 2.1.3. Antecedentes regionales 12
- 2.2. Marco teórico 13
 - 2.2.1. Agua residual 13
 - 2.2.2. Tipos de aguas residuales..... 14
 - 2.2.3. Aguas remanentes 15
 - 2.2.4. Sistema de biodiscos..... 15
 - 2.2.5. Eficiencia 16
 - 2.2.6. Aceites y grasas 17
 - 2.2.7. Coliformes Termotolerantes 17
 - 2.2.8. Demanda Bioquímica de Oxígeno..... 18
 - 2.2.9. Demanda Química de Oxígeno 18
 - 2.2.10.pH..... 19
 - 2.2.11.Sólidos Totales en Suspensión 19



2.2.12. Temperatura 20

2.2.13. Dosis óptima 20

2.2.14. Tiempo óptimo 21

2.3. Marco conceptual 21

2.3.1. Agua residual 21

2.3.2. Biodiscos 21

2.3.3. pH 22

2.3.4. Aceites y grasas 22

2.3.5. Coliformes Termotolerantes 22

2.3.6. Demanda Bioquímica de Oxígeno 22

2.3.7. Demanda Química de Oxígeno 23

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación 24

3.2. Tipo de investigación 24

3.7. Procedimiento metodológico para determinar los objetivos 28

3.7.1. Determinar la concentración de los contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos en las aguas residuales procedente del distrito de Ayaviri 28

3.7.2. Describir la construcción del sistema de biodiscos para la reducción de características microbiológicos y fisicoquímicos de las aguas residuales del distrito de Ayaviri 30

3.7.3. Determinar la variación de la concentración de los contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos en diferentes tiempos de retención hidráulica 32



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados de la determinación de la concentración de las características microbiológicas y fisicoquímicas en las aguas residuales procedente del distrito de Ayaviri. 34

4.2. Resultados de la construcción del sistema de biodiscos para la reducción de características microbiológicas y fisicoquímicos de las aguas residuales del distrito de Ayaviri..... 36

4.3. Resultados de la variación en la concentración de las características microbiológicas y fisicoquímicas en diferentes tiempos de retención hidráulica 39

4.5. Discusiones..... 52

CONCLUSIONES54

RECOMENDACIONES55

BIBLIOGRAFÍA56

ANEXOS60



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables de la investigación.....	6
Tabla 2. Tipos de aguas residuales	14
Tabla 3. Parámetros iniciales hallados en los efluentes de la PTAR Ayaviri ...	29
Tabla 4. Eficiencia de remoción del sistema de biodiscos.....	35
Tabla 5. Características microbiológicas y fisicoquímicas de la concentración inicial.	39
Tabla 6. Variación de la concentración de características microbiológicas y fisicoquímicas.....	39
Tabla 7. Estadística de muestras emparejadas	49
Tabla 8. Prueba de muestras emparejadas.....	51



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación problemática en la zona de estudio	2
Figura 2. Esquema de biodisco	16
Figura 3. Ubicación del distrito de Ayaviri	27
Figura 4. Toma de muestras de efluente.....	27
Figura 5. Sistema de biodiscos	30
Figura 6. Sistema de biodiscos construidos a escala laboratorio	32
Figura 7. Concentración inicial de los parámetros fisicoquímicos	35
Figura 8. Concentración inicial de coliformes termotolerantes	36
Figura 9. Construcción de la base para el depósito de agua del sistema de biodiscos	37
Figura 10. Conformación de los biodiscos	38
Figura 11. Sistema de biodiscos culminado	38
Figura 12. Tratamiento con 5 horas y una velocidad de 3 RPM en características fisicoquímicas.....	40
Figura 13. Tratamiento con 5 horas y una velocidad de 8 RPM en características fisicoquímicas.....	41
Figura 14. Tratamiento con 10 horas y una velocidad de 3 RPM en características fisicoquímicas.....	42
Figura 15. Tratamiento con 10 horas y una velocidad de 8 RPM en características fisicoquímicas.....	43
Figura 16. Tratamiento con 5 horas y una velocidad de 3 RPM en características microbiológicos	44



Figura 17. Tratamiento con 5 horas y una velocidad de 3 RPM en características microbiológicas 45

Figura 18. Tratamiento con 10 horas y una velocidad de 3 RPM en características microbiológicas 45

Figura 19. Tratamiento con 10 horas y una velocidad de 8 RPM en características microbiológicas 46

Figura 20. Eficiencia del sistema de biodiscos en distintos tiempos y velocidades 47

Figura 21. Variación de la concentración de las características fisicoquímicas en diferentes tiempos de retención hidráulica 48

Figura 22. Variación de la concentración de las características microbiológicas en diferentes tiempos de retención hidráulica 49



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	59
Anexo 2. Resultados de los análisis.....	61



RESUMEN

La finalidad de este estudio es valorar la efectividad de un sistema de biodiscos a escala piloto en la disminución de las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas remanentes del distrito de Ayaviri. Se pretende abordar este objetivo desde una perspectiva cuantitativa, adoptando un enfoque experimental en el diseño del estudio. Inicialmente, se efectuó la toma de muestras de aguas remanentes, seguida de un análisis de las medidas concretos en los LMP para efluentes de centros de procesamiento de aguas remanentes. Después de esta etapa, las muestras recolectadas fueron sometidas al procesamiento en los sistemas de biodiscos a escala piloto durante intervalos de 5 y 10 horas, para luego ser evaluadas en el laboratorio. En los resultados indica que todos los parámetros presentaron una mejor disminución en un tiempo de 5 horas con una velocidad de 8RPM, excepto coliformes termotolerantes, donde tuvo un mejor resultado en un tiempo de 10 horas y a velocidad de 8RPM. Con respecto a la eficiencia sólidos totales en suspensiones mostró una eficacia de 42% al 54%, aceites y grasas presentó una eficiencia del 17% al 34%, DQO tuvo una eficiencia de 28% al 41%, DBO del 41% al 73% y coliformes termotolerantes presento más eficiencia a comparación del resto de parámetros de 91% y 99%, cabe resaltar que aun mostrando una considerable reducción se sigue presentando una reunión superior a los establecido en los LMP.

Palabra clave: Agua residual, características microbiológicas, características fisicoquímicas, sistema de biodiscos.



ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate the effectiveness of a pilot-scale biodiscs system in reducing the microbiological and physicochemical properties of the wastewater from the Ayaviri district. This objective is approached from a quantitative perspective, adopting an experimental approach in the design of the study. Initially, the acquisition of backwater samples was transported out, followed by an analysis of the specific measures in the LMPs for effluents from backwater processing centers. After this stage, the collected samples were subjected to processing in pilot scale biodisc systems for 5 and 10 hour intervals and then evaluated in the laboratory. The results indicate that all parameters showed a better decrease in a time of 5 hours with a speed of 8RPM, except thermotolerant coliforms, where it had a better result in a time of 10 hours and a speed of 8RPM. With respect to efficiency, total solids in suspensions showed an efficiency of 42% to 54%, oils and fats showed an efficiency of 17% to 34%, COD had an efficiency of 28% to 41%, BOD from 41% to 73% and thermotolerant coliforms showed a higher efficiency compared to the repose of the parameters of 91% and 99%, it ought be noted that even showing a considerable reduction, it still shows a meeting higher than those established in the LMP.

Keywords: Wastewater, microbiological characteristics, physico-chemical characteristics, biodiscs system.



INTRODUCCIÓN

En la época actual, se precisa que a nivel global se extirpan anualmente 3928 km³ de H₂O dulce. Se automatiza que el 44 % de este recurso se utiliza en la agricultura, principalmente a través de la vaporización en las heredades de cultivo rociadas. El 56 % que queda se libera al entorno en forma de aguas remanentes, que incluyen tanto los efluentes industriales y municipales como las aguas de desagüe agrícola (Pariccahua, 2018). Se prevé que el consumo humano incrementa de manera considerable en las próximas décadas a razón de la creciente expansión económica necesita un acrecentamiento de la demanda de H₂O para sectores como la agricultura, que se encuentra representada con el 70 % de la captación mundial, y principalmente la producción industrial y energética (Lizana, 2018).

En el territorio peruano, se encuentra una abundancia de recursos hídricos, con un promedio periódico de 2 046 287 MMC de H₂O, lo que lo coloca entre los países más privilegiados del mundo con respecto a este recurso. La disponibilidad de agua por habitante al año alcanza los 72,510 m³, lo que lo sitúa en una posición destacada a nivel mundial. El agua remanente procesada representa un recurso valioso que podría ser utilizado para sustituir una cantidad significativa de H₂O de primera calidad en diligencias que no solicitan agua potable. Los efectos de estos procedimientos se reflejarán primariamente en la reducción de los peligros para la salud colectiva, la disminución de la susceptibilidad de los reservorios de agua acuífera a la polución, la preservación de la integridad original de las aguas en su estado natural, tanto en superficie



como en profundidad, y una mayor utilidad debido a su persistente disponibilidad (ANA, 2019).

En la época presente, según los datos recopilados en el Programa de ajuste de vertimientos y reutilización de aguas remanentes, cerca de 54 m³/s de agua remanente no procesada se vierte a las fuentes de superficie anualmente, y alrededor de 4000 hectáreas de terreno agrícola se riegan con estas aguas remanentes.

El estudio se estructura en cuatro secciones: El primer apartado abarca el planteamiento de los problemas, comprendiendo Introducción, planteamiento del problema, revisión de antecedentes y establecimiento de objetivos. El segundo segmento se compone de una revisión literaria que incluye definiciones y fundamentos teóricos relevantes. En el tercer segmento se detalla la metodología empleada, abordando la zona de estudio, la población y la muestra, así como el tipo y diseño de la investigación. El cuarto apartado comprende la exposición y estudios de los resultados, concluyendo con las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

Las aguas remanentes son un activo crucial, especialmente considerando la escasez de H₂O dulce global y la creciente demanda. A nivel universal, cerca del 80% de las aguas remanentes no reciben procesamiento, y en regiones como América Latina y el Caribe, este porcentaje oscila entre el 70% y el 80%. Estas aguas, provenientes principalmente de sistemas de alcantarillado urbano, representan una de las principales fuentes de polución hídrica. Sin embargo, países como Brasil, México y Uruguay han implementado políticas exitosas de reciclaje de aguas remanentes, llegando a recuperar más de la mitad del total (FLOWEN, 2020).

En Perú, cerca del 70% de las aguas remanentes carece de cualquier tipo de procesamiento; conjuntamente, de las 143 plantas de procesamiento existentes, solo el 14% cumple con los estándares establecidos por el Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015. Según datos, hay una carencia de 948 millones de dólares estadounidenses en inversión necesaria para alcanzar un funcionamiento óptimo de estas instalaciones, considerando la inversión

ejecutada por las Empresas Prestadoras de Servicios hasta el año 2005 (Fernando et al., 2015).

El río de Ayaviri es poluido debido al desbordamiento de las aguas sobrantes, que provienen de la PTAR de la urbe al afluente Ayaviri de forma seguida y sin efectuar un procesamiento apropiado, los sistemas de procesamiento de aguas remanentes en la ciudad de Ayaviri consta de lagunas facultativas, las que se encuentra en funcionamiento, pero con muchas deficiencias como la falta de sustento, el incremento poblacional y la mala realización de las organizaciones que se presenta, lo que ocasiona que el sistema colapse a menudo lo que genera que el efluente no cumpla con los LMP y así siendo vertido de forma directa al cuerpo receptor del Río Ayaviri, contaminando el medio acuático, medio ambiente y causando malestar a la población Pariccahua (2018). Por lo cual se plantea el tema Eficiencia de Sistemas de biodiscos a escala piloto en la disminución de poluciones microbiológicos y fisicoquímicos de las aguas remanentes del distrito de Ayaviri.

Figura 1.

Situación problemática en la zona de estudio



Nota: Se muestra parte de la estructura de la PTAR totalmente deteriorada



1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. *Problema general*

¿Cuánto es la eficiencia del sistema de biodiscos a escala piloto en la reducción de las características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri?

1.2.2. *Problemas específicos*

- ¿Cuánto es la concentración de las características microbiológicas y fisicoquímicas en las aguas residuales procedentes del distrito de Ayaviri?
- ¿Cómo es la construcción del sistema de biodiscos para la reducción de características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri?
- ¿Cuánto es la variación de la concentración de las características microbiológicas y fisicoquímicas en diferentes tiempos de retención hidráulica?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. *Objetivo general*

Determinar la eficiencia de un sistema de biodiscos a escala piloto en la reducción de los parámetros microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri.

1.3.2. *Objetivos específicos*

- a. Determinar la concentración de las características microbiológicas y fisicoquímicas en las aguas residuales procedente del distrito de Ayaviri.



- b. Describir la construcción del sistema de biodiscos para la reducción de características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri.
- c. Determinar la variación de la concentración de las características microbiológicas y fisicoquímicas en diferentes tiempos de retención hidráulica.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación Social

El estudio investigó las causas subyacentes de los eventos analizados, proponiendo una solución para el manejo de las aguas sobrantes a través del diseño de una infraestructura adecuada. Además, se esgrimió para compilar y analizar información, siguiendo en todo momento los principios del método científico.

1.4.2. Justificación Técnica

El estudio ofreció datos precisos que podrían ser útiles para investigaciones posteriores, al tiempo que colaboró en el procesamiento de las aguas remanentes municipales. Desde una perspectiva práctica, se respalda la viabilidad de este método, que se presenta como una solución sencilla, rentable y accesible, lo que podría ser fácilmente adoptado por la población.

1.4.3. Justificación Económica

El estudio es beneficioso por que redujo los impactos generados por las aguas remanentes, conjuntamente de poseer una baja ingesta de energía, mantenimiento más sencillo y una baja ocupación de espacio.



1.4.4. Justificación ambiental

La investigación actual con la finalidad de someter las reuniones de las características en las aguas remanentes encontradas en la zona de estudio y posee un impacto ambiental bajo.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

La eficiencia del sistema de biodiscos a escala piloto en la reducción de características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri, es superior a 50%.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La concentración de los características microbiológicas y fisicoquímicas en las aguas residuales del Distrito de Ayaviri, sobre pasan los estándares de calidad ambiental.
- La construcción del sistema de biodiscos será adecuado para la reducción de características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri.
- Existió variación de la concentración de los características microbiológicas y fisicoquímicas en diferentes tiempos de retención hidráulica.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

Sistema de Biodiscos

1.6.2. Variable dependiente

Reducción de poluciones microbiológicos y fisicoquímicos.

1.7. Operacionalización de variables

La tabla 1 exhibe las variables independientes y dependientes del estudio en cuestión.

Tabla 1.

Operacionalización de variables de la investigación

Variables	Dimensiones	Indicador	Unidad de medida	Metodología
Independiente	Concentración de los parámetros químicos y microbiológicos	Aceites y grasas	mg/L	Tipo de investigación
		Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	
		DBO5	mg/L	Diseño de investigación
		DQO	mg/L	
		pH	Unidad	
		Sólidos totales en suspensión	mg/L	Experimental
		Temperatura	°C	INSTRUMENTOS
4	Horas			
Dependiente	Tiempo	8	Horas	- Ficha de registro de datos
		Aceites y grasas	%	
Reducción de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos	Eficiencia del sistema de biodiscos	C.	%	- Laboratorio de la Universidad Néstor Cáceres Velásquez.
		Termotolerantes		
		DBO5	%	
		DQO	%	
		Sólidos totales en suspensión	%	

Nota: Variables relacionadas dentro de la investigación.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Correa (2021) en el estudio titulado "Proceso de depuración de aguas remanentes por medio de biodiscos en la instalación de procesamiento Reina del Cisne, ubicada en El Pacheportovelo, provincia de El Oro" cuyo propósito fue evaluar la disminución del cianuro de sodio en las aguas remanentes mineras mediante biodiscos, junto con las cepas *Pseudomonas fluorescens* ATCC 49838 y *Trichoderma harzianum*. Según lo señalado, en la investigación realizó una evaluación de la cabida de degradación biológica del cianuro de sodio por medio de un sistema de biodiscos y la implantación de las cepas *Pseudomonas fluorescens* ATCC 49838 y *Trichoderma harzianum*. Encontró que la reunión se redujo en un 99.62% correspondiente a la bacteria, 99.67% al consorcio y 99.71% al hongo en comparación con las muestras iniciales de 258 mg/L. Se instituyó que hay una discrepancia estadísticamente significativa entre los grupos de datos, destacando el aislamiento del hongo *Trichoderma harzianum*.



Maldonado (2019) en el estudio "Procedimiento para el procesamiento de efluentes industriales en instalaciones de sacrificio de animales" Estableció a nivel de recinto un sistema de procesamiento en serie que incluía un filtro anaeróbico de flujo empinado implementado y un reactor secundario aeróbico de biodiscos rotatorios, demostrando que el sistema logra tratar las aguas remanentes industriales con eficacias apropiadas en la eliminación de DBO5 entre el 92% y el 97%, así como de DQO entre el 87.72% y el 94.5%, con tiempos de retención que oscilan entre 3.32 y 2.11 días, utilizando cargas orgánicas volumétricas. En las conclusiones se señala que la evaluación permitió establecer que las aguas remanentes provenientes del matadero Cúcuta no necesitaban la incorporación de nutrientes para su procesamiento primario anaeróbico, dado que más del 50% del material orgánico es suministrado por los sólidos suspendidos.

Gutarra (2016) en la investigación titulada "Planificación de la estructura destinada al procesamiento de aguas depuradas esgrimiendo biodiscos en la red de alcantarillado de Huayllaspanca - Sapallanga", el propósito es demostrar la idoneidad del diseño de la infraestructura y la eficacia de los biodiscos para el procesamiento de aguas remanentes en la red de alcantarilla de Huayllaspanca. Además, se llevó a cabo una comparación de propuestas de PTAR, evidenciando ahorros de costos en la edificación y una mejora en la eficacia de procesamiento, especialmente en la reducción de DBO mediante el uso de biodiscos. También se destacó la ventaja de reducción de espacio, crucial dado los recursos y terrenos limitados del municipio de Sapallanga.



Menéndez & Dueñas (2020) en el estudio denominado "Principios de diseño y dimensionamiento de biodiscos para el procesamiento de aguas remanentes" Los hallazgos indican que los biodiscos son parte de las soluciones de procesamiento aeróbico de aguas remanentes, esgrimiendo biomasa adherida a un medio de soporte. Su diseño modular ofrece flexibilidad y diversas opciones operativas, con eficacias en la eliminación de DQO y DBO comparables a las de los filtros percoladores. La conclusión extraída es que las propiedades inherentes de los biodiscos y los resultados alcanzables mediante su utilización justifican una mayor consideración, especialmente en su aplicación para el procesamiento de aguas remanentes de caudales moderados y reducidos.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Delgado (2019) en el estudio denominado "Investigación sobre el uso de biodiscos como fase secundaria de procesamiento de aguas remanentes domiciliarias". Se registraron los niveles de DBO5, SST, pH, Turbidez y Temple. Asimismo, se monitorearon las propiedades microbiológicas y físicas de la biopelícula a lo largo de todo el lapso de estudio. La oxigenación del sistema se mantuvo en niveles óptimos, alcanzando un promedio de 5.21 mg O₂/l en la etapa inicial. Se obtuvo una eficacia media de eliminación de DBO5 del 90% a una prontitud de rotación de 3 rpm, y del 78% a 5 rpm. En última instancia, se observó un rendimiento superior del sistema en cuanto a la depuración de materia orgánica a una prontitud de 3 rpm. Se constató que la implementación de 2 etapas en serie demostró un desempeño superior en comparación con una sola etapa. En



la primera etapa, los microorganismos predominantes en la biopelícula fueron protozoarios ciliados móviles y bacterias filamentosas, que evidenciaron un incremento desproporcionado durante el segundo período. Por otro lado, en la segunda etapa, predominaron los protozoos ciliados estacionarios, rotíferos y diversas formas de algas de una sola célula y en forma de filamentos.

Vásquez (2018) en el estudio denominado "Impacto de la Prontitud de Rotación en un Reactor de Biodiscos en la Eliminación de Compuestos Orgánicos en Aguas remanentes Domésticas del Campamento Minero La Libertad, Perú" la finalidad de este estudio fue examinar cómo la velocidad de movimiento rotacional de un reactor de biodiscos afecta la eliminación de materias orgánicas en aguas remanentes domésticas de un base minera. Según los resultados derivados de los ensayos en bloques, se concluyó que una prontitud de movimiento rotacional de los discos de 3 RPM produce un efluente con una reunión promedio de materia orgánica más baja, alcanzando los 19,15 mg/L de DBO5. Se evidenció que la prontitud de rotación es un parámetro crucial que incide en la eficacia del reactor de biodiscos y, por ende, en la condición del efluente depurado.

Zeballos (2016) en el estudio denominado "Tecnología de biodiscos para la eliminación de cargas orgánicas en el curso de depuración de las aguas depuradas en el laboratorio de la Universidad Alas Peruanas" Llevado a cabo con un flujo constante a lo largo de todo el sistema de biodiscos. En la metodología, se efectuó la caracterización fisicoquímica del agua remanente de la UAP mediante la recolección de una muestra



representativa, la cual exhibió un aroma desagradable y un tono oscuro. Los parámetros registraron las siguientes reuniones: pH=8,0; Temple 15,6°C; DQO 591 mg/L; DBO5 350,2 mg/L; ST 608 mg/L; S.D. 201 mg/L; S.S. 160 mg/L. En los resultados del estudio, se registró una eficiencia de remoción del 80.95% para DQO y del 79.90% para DBO5. Estas cifras óptimas se alcanzaron con un periodo de retención hidráulica de 48 horas y una prontitud rotacional de los discos de 8RPM. Cabe destacar que el pH nativo del efluente fue de 7.23, con un temple promedio de 15.54°C.

Hinostroza & Moscoso (2014) en el estudio denominado "Implementación de un equipo de biodiscos para el procesamiento de aguas remanentes urbanas provenientes de los desechos líquidos 'Las Vírgenes' en Huancayo, a escala de recinto", El propósito de este estudio fue la construcción, a nivel de recinto, de un sistema de biodiscos destinado al procesamiento de aguas remanentes urbanas provenientes de los efluentes "Las Vírgenes" en Huancayo. Para alcanzar este objetivo, se procedió a analizar el agua remanente de "Las Vírgenes" mediante muestras compuestas recogidas en intervalos de tiempo determinados. A partir de los resultados obtenidos, se diseñó y ensambló el aparato de biodiscos, compuesto usando un tanque de sedimento primaria, reactores y un tanque de sedimento secundaria, todos fabricados en polietileno y ensamblados con tuberías y válvulas de PVC. Basándonos en los hallazgos, se halló que las condiciones óptimas para el procesamiento se alcanzan con un temple más baja y una prontitud de rotación más elevada. Específicamente, el procesamiento identificado como número uno, con temple ambiente y 4 rpm, demostró ser el más eficaz, logrando niveles de



eliminación del 85.08% en DBO, 86.2% en DQO, 83.69% en SST y 99.26% en coli. termotolerantes. En las conclusiones se establece que el proceso de depuración de aguas depuradas domésticas mediante el sistema de biodiscos ha resultado en un efluente con reuniones de DBO, DQO, SST, coli. termotolerantes, pH y temple que se sitúan por abajo de los LMP para los efluentes de los centros de procesamiento de aguas remanentes.

2.1.3. Antecedentes regionales

Lopez (2022) en su estudio titulado "Aplicación de un sistema de biodiscos para el procesamiento de aguas remanentes municipales en contextos inspeccionadas en el distrito de Lampa, año 2022", la finalidad del estudio fue instituir la efectividad de un sistema de discos de biotratamiento en contextos controladas para el procesamiento de aguas remanentes municipales. El estudio se basa en un diseño experimental e incluye observación directa y análisis documental. Se esgrimió una guía de expectación en el campo para recopilar información. Se implementó el procesamiento de biodiscos en las aguas del afluente Lampa, con dos periodos de conservación hidráulica: 4 y 8 horas. Los hallazgos mostraron que con un periodo de retención hidráulica (TRH) de 4 horas, la eficacia de eliminación de DBO y DQO fue del 40% y 50% proporcionalmente, en tanto que con un TRH de 8 horas, la eficiencia fue del 80% para ambos parámetros. En cuanto a los coli. totales y Escherichia coli, con un TRH de 4 horas, la eficiencia fue del 96.25% y 7.11% respectivamente. Se deduce que un TRH más largo conduce a una mayor eficiencia en el procesamiento.



Apaza (2022) en el estudio "Integración de un sistema de filtro rotativo junto con un biofiltro embalado de *Hydrocotyle vulgaris* para el procesamiento de aguas remanentes en Cabanillas, Puno", con el propósito de examinar el rendimiento del sistema fusionado de filtro rotativo y biofiltro. En el enfoque metodológico se empleó una muestra de 18 L de agua remanente, sometida a procesamiento durante diferentes intervalos de tiempo y velocidades de rotación, incluyendo 24 horas a 6 revoluciones por minuto (RPM), 48 horas a 4 RPM y 7 horas a 2 RPM. Después del estudio de los datos, se halló que los niveles de reunión superan los LMP para efluentes de PTAR, con valores de 323.2 mL/L de SST, un pH de 6.1, 39.6 mg/L de aceites y grasas, 304 mg/L de DBO5, 396.4 mg/L de DQO, y 2.3×10^4 NMP/100mL de coli. termotolerantes. Después del procesamiento, con un tiempo de retención de 48 horas y una velocidad de 4 RPM, se observó una significativa reducción en la reunión de poluciones, alcanzando valores de 139.2 mL/L de SST, un pH de 7.3, 16 mg/L de aceites y grasas, 93 mg/L de DBO5, 175 mg/L de DQO, y 8550 NMP/100mL de coliformes termotolerantes. Como terminación, se determina que el sistema tiene un impacto significativo en el procesamiento de aguas remanentes, logrando una eficiencia del 64.5% en la eliminación de poluciones.

2.2. Marco teórico

2.2.1. *Agua residual*

Las aguas remanentes son líquidos desechados que contienen residuos provenientes de la industria, los asentamientos humanos o las



actividades agrícolas y ganaderas. Para determinar la composición del efluente se utilizan diversas medidas físicas, químicas y biológicas. Se pueden llevar a cabo evaluaciones químicas, físicas y biológicas. Las mediciones más comunes contienen la cuantía de sólidos, la DBO, turbidez, la DQO y el pH (Hinostroza & Moscoso, 2014).

2.2.2. Tipos de aguas residuales

Existen varias tipologías de aguas remanentes, los cuales se puntualizan en la tabla siguiente:

Tabla 2.

Tipos de aguas residuales

Tipos de aguas residuales		
Tipo de agua	Definición	Características
Agua residual doméstica	Generadas en las diversas diligencias al interior de colegios, viviendas, etc.	Las poluciones se encuentran en moderadas reuniones
Agua residual municipal	Trasladados por el alcantarilla de una urbe o población.	Contienen materia orgánica, patógenos y nutrientes, etc
Agua residual industrial	Los resultados de las descargas de industrias	El contenido será depende al tipo de industria o procesos industriales
Agua negra	Sujeta orina y heces	Elevado contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y elevada reunión de sales



Agua amarilla	Es la orina transportada son o sin agua	Elevado contenido de nutrientes y agentes patógenos
Agua café	Agua con pequeña cuantía de orina y heces	Contenido elevado de nutrientes y agentes patógenos
Agua gris	Proviene de lavamanos, lavadoras y duchas.	Poseen pocos nutrimentos y agentes patógenos, por el contrario, muestran máxima carga de productor y detergentes

Nota: Aguas generadas por acción antrópica.

2.2.3. Aguas remanentes

El agua remanente, también conocida como agua residual o efluente, es el agua que resulta de actividades humanas y procesos industriales y que contiene una serie de contaminantes físicos, químicos y biológicos. Estas aguas requieren tratamiento antes de su reutilización o descarga al medio ambiente para mitigar consecuencias perjudiciales en los ecosistemas y en la salud humana (Metcalf & Eddy, 2014).

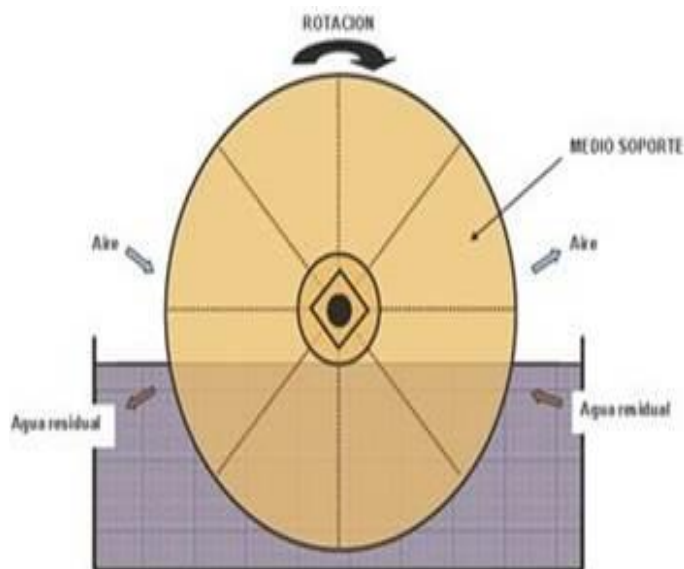
2.2.4. Sistema de biodiscos

Los biodiscos son dispositivos utilizados en el procesamiento biológico de aguas remanentes, donde más del 95% de biomasa activa se adhiere a un sustrato. La biopelícula varía su interacción con el agua remanente procesada y la captura de oxígeno retenido en su interior por el giro de los discos. Al interactuar con el aire, la película capta oxígeno, mientras que, al sumergirse, retiene los materiales solubles que deben ser

eliminados. Un Dispositivo Biológico Rotativo está compuesto por una secuencia de discos circulares elaborados en plástico sintético dispuestos en proximidad, con un diámetro de 3,5 metros cada uno, unidos a un eje horizontal giratorio. Dentro de un contenedor que retiene las aguas remanentes a procesar, alrededor del 40% de la superficie de cada disco queda inmerso en el agua a lo largo de un periodo específico (Lopez, 2022).

Figura 2.

Esquema de biodisco



Nota: (Menéndez & Dueñas, 2020)

2.2.5. Eficiencia

La eficiencia se relaciona con los medios invertidos y los éxitos conseguidos. Asimismo denota una capacidad o característica fundamental de las compañías u organizaciones, cuyo propósito es siempre alcanzar metas, incluso en condiciones desafiantes y hondamente competitivas (Hernández, 2020).



2.2.6. Aceites y grasas

Se trata de compuestos orgánicos compuestos principalmente por lípidos provenientes de fuentes vegetales y animales tal como hidrocarburos derivados del petróleo. Estas sustancias grasas se clasifican en aceites y en grasas, dependiendo de su principio, que puede ser vegetal o animal:

- Grasas de origen animal, como el sebo obtenido del tejido adiposo de ovinos y bovinos, grasa de cerdo, manteca, entre otros.
- Aceites de origen animal, derivados de peces como salmones y sardinas, así como de mamíferos marinos.
- Aceites vegetales, una categoría más amplia que incluye aceites alimentarios como el de girasol, debido a su diversidad de usos.

Las propiedades más distintivas incluyen baja densidad, solubilidad mínima en agua y una biodegradabilidad baja o nula. Esto conlleva a la acumulación de estos compuestos en el agua, formando capas superficiales de residuos.

2.2.7. Coliformes Termotolerantes

Se trata de una categoría bacteriana, conocida también como coliformes de origen fecal, que se originan en el sistema digestivo de los animales homeotermos, comprendiendo principalmente 4 géneros bacterianos: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. La detección de coliformes termotolerantes se realiza a tempes elevadas, lo



que implica que las bacterias más resistentes se cuantifican en unidades formadoras de colonias (Burga, 2019).

Este indicador microbiológico evalúa la polución fecal en diversas diligencias humanas y fuentes de agua, antes de verter las aguas remanentes a la zona receptora en contacto con regiones agrícolas u otras para su reutilización, se idean soluciones en el caso de instalaciones de procesamiento de aguas remanentes (Mir et al., 2018).

2.2.8. Demanda Bioquímica de Oxígeno

La DBO señala la cantidad de oxígeno que los microorganismos necesitan para desintegrar la materia orgánica susceptible de descomposición presente en el agua remanente, siendo también una medida de la fracción orgánica que puede ser degradada mediante procesos biológicos. Es una medida tanto de materia orgánica biodegradable como de la no biodegradable (Fernández & Soria, 2019).

Índica cuantos miligramos de oxígeno disuelto hay por L de H₂O, lo que es necesario para que las bacterias del agua consuman los residuos orgánicos, además la DBO se indica en partes por millón (ppm). Se establece calculando la deflación del OD en la muestra de agua durante un período de 5 días, manteniendo el temple a 20°C. Una DBO alta señala que se requiere una gran cantidad de oxígeno para descomponer la materia orgánica presente en el H₂O (Burga, 2019).

2.2.9. Demanda Química de Oxígeno

Se entiende como el total de materia orgánica presente, tanto la que es biodegradable como la que no lo es expresada en términos de oxígeno



en mg/l, requerida para la oxidación de la materia orgánica presente en el H₂O mediante el dicromato potásico (Fernández & Soria, 2019).

La cantidad de DQO refleja la suma total de materia inorgánica y orgánica en forma de solución o suspensión que es susceptible de oxidarse químicamente mediante agentes oxidantes, sirviendo como un indicador rápido para evaluar el nivel de polución del agua (Pillapa, 2022).

2.2.10. pH

La acidez o alcalinidad del agua se expresa mediante el pH, el cual mide el grado de acidez o alcalinidad. basado en la reunión de nivel de iones hidrógeno en la solución en ella. Representado en una escala logarítmica de 0 a 14, cada incremento de una unidad en el pH denota una disminución de 10 veces en la reunión de iones de hidrógeno. Un descenso en el pH indica una mayor acidez del agua, mientras que un acrecentamiento indica una mayor alcalinidad (Huayta, 2019).

2.2.11. Sólidos Totales en Suspensión

Las aguas naturales contienen diversas impurezas, tanto en forma suspendida como disuelta. La medición de estas impurezas incluye el término "sólidos en suspensión", que describe las partículas suspendidas en una muestra de agua. Estas partículas son generalmente definidas por su incapacidad para ser separadas de la muestra mediante filtración. (WHITMAN, 2019).

Los sólidos totales en suspensión incluyen partículas como limo, sedimentos y materia orgánica que son demasiados pequeñas para que se sedimenten por gravedad, dichas partículas podrían perjudicar a la claridad



del líquido, obstaculizar filtros entre otros equipos, como provocar dificultades en los ecosistemas acuáticos si se vierten en masas de agua (Castanares, 2023)

2.2.12. Temperatura

El temple del agua debe interpretarse considerando el temple ambiente en el lugar y momento de la medición, ya que las variaciones pueden deberse a diversos factores como el tiempo del día, la hondura del agua y la estación del año, entre otros. La temple superficial media del agua se sitúa en 8.8 °C, un nivel satisfactorio, ya que está por debajo de los 15 °C (temples superiores a este valor favorecen la proliferación de microorganismos y aumentan la intensidad de olores y gustillos), y ampliamente por abajo de los 25 °C, que indican el inicio de la polución térmica (FICUS, 2015).

El temple del agua remanente tiende a ser más eminente que el agua del suministro, hecho de forma principal por la incorporación de H₂O caliente que proviene del uso doméstico y de los distintos usos industriales. Sus valores van desde 10 y 21 °C, estando de 15°C un valor medio normal. El temple elevada tiene como consecuencia una influencia negativa sobre las aguas receptoras en distintos aspectos (CIDTA, 2015).

2.2.13. Dosis óptima

La cuantía, típicamente medida en miligramos por kilo de masa corporal por día (una medida de exposición) representa la cuantía de un agente químico a la que una persona está expuesta durante un período determinado (unidad de tiempo). No existe una fórmula matemática que



permita determinar la dosis óptima de coagulante con una reunión óptima para facilitar la floculación, considerando todas las variables asociadas con este proceso. Es crucial tener en consideración que esta dosis no es fija, ya que variará dependiendo de la naturaleza y los componentes del agua a procesar (Barajas & León, 2016).

2.2.14. Tiempo óptimo

El tiempo óptimo es aquel que implica la menor duración posible, sin considerar el costo o la cuantía de suministros (como materiales, personal, etc.) precisos; simplemente se trata de la factibilidad física de concluir la tarea en el menor lapso posible.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Agua residual

Las aguas residuales o remanentes se definen como cualquier agua cuya calidad se haya afectado debido a la intervención humana. Se refiere al agua que carece de utilidad inmediata debido a su calidad, cantidad o periodo de disponibilidad para el propósito previsto o para el cual fue creada (Perez, 2021).

2.3.2. Biodiscos

Estas estructuras se caracterizan principalmente por ser dispositivos con discos cubiertos de biomasa que operan en condiciones aeróbicas y, de manera continua, descomponen la materia orgánica comprendida en el agua remanente que ingresa (Menéndez & Dueñas, 2020).



2.3.3. pH

El pH constituye una medición química elemental pero de gran relevancia para la evaluación del suelo, ya que no solo revela su grado de acidez o alcalinidad, además de ofrecer datos fundamentales para determinar su aptitud en la agricultura, determinar la disponibilidad de nutrientes, anticipar los cationes predominantes en los coloides del suelo y valorar la retención de pesticidas (Villeda, 2016).

2.3.4. Aceites y grasas

Los triglicéridos, conocidos también como gliceridos o triacilglicéridos, son compuestos orgánicos desarrollados mediante la reacción de esterificación de tres ácidos grasos con una molécula de glicerol, y se caracterizan por su diversidad en cuanto a la longitud de los ácidos grasos que los componen. Normalmente, aquellos triglicéridos que se presentan en estado sólido a temple ambiente son denominados grasas (Ttito, 2019).

2.3.5. Coliformes Termotolerantes

Microorganismos intestinales comunes en humanos y demás organismos de sangre cálida que se localizan en cuantías significativas en el tracto gastrointestinal y tienen una presencia prolongada en el agua, similar a la de los patógenos resistentes a la desinfección (García, 2022).

2.3.6. Demanda Bioquímica de Oxígeno

La DBO es la cuantía de oxígeno extenuada por microorganismos no fotosintéticos a un temple específica, generalmente 20 °C, para



metabolizar los compuestos orgánicos biodegradables existentes en el agua. Para garantizar resultados estables y confiables, se calcula la DBO5, que indica la demanda en un periodo de 5 días (Llontop, 2018).

2.3.7. Demanda Química de Oxígeno

La cuantía de oxígeno esencial para enmohecer totalmente las sustancias orgánicas CO₂ y H₂O por medios químicos se conoce como DQO. En la práctica, esta materia orgánica se oxida esgrimiendo dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) en condiciones rigurosas, que incluyen ácido sulfúrico reunido y un temple de 160 °C (Llontop, 2018).

2.3.8. pH

El pH es un parámetro crucial en el procesamiento de aguas remanentes, ya sea mediante procesos biológicos, físico-químicos u otros. Es esencial conocer y, en algunos casos, ajustar el pH del agua de entrada durante todo el proceso de procesamiento (HANNA, 2018)

2.3.9. Temperatura

El temple es un indicador físico que consiente evaluar las sensaciones de frío y calor. A partir de un punto de vista microscópica, refleja la energía cinética media de las moléculas que componen la entidad en estudio, como el agua (Castilla, 2015).

2.3.10. Conductividad Eléctrica (CE)

Al medir propiedades del suelo como la CE, se puede determinar la idoneidad y el potencial de crecimiento de un cultivo (Cortez y otros, 2013)



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación

La metodología del estudio fue de naturaleza experimental, donde "experimento" puede entenderse como el proceso de manipulación de variables para observar sus efectos. Se trata de ejecutar una acción y luego analizar los resultados; en un contexto más específico, hace referencia a un análisis en el que una o varias variables independientes se alteran intencionalmente para examinar cómo afectan a una o más variables dependientes, todo bajo el control del estudiador (Hernández & Fernández, 2014).

3.2. Tipo de investigación

El nivel de investigación es aplicado, Según Behar (2008), "la investigación aplicada intenta usar el conocimiento para desafiar un concepto frente a la realidad concreta (p. 42-50).

De enfoque cuantitativo, el cual se distingue por su uso de instrumentos de medición precisos y replicables que permiten la



cuantificación de variables y la evaluación estadística de la información obtenidos (Hernández & Fernández, 2014).

3.3. Materiales y equipos

a) Materiales

- Recipientes de vidrio
- Guantes quirúrgicos
- Vasos precipitados
- Soporte universal
- Matraz Kitasato
- Piceta

b) Equipos

- GPS
- Balanza analítica
- pH-metro
- Turbidímetros
- Multiparámetro

3.4. Técnicas e instrumentos

3.4.1. Técnicas

En el presente estudio se emplearon las metodologías tales como:

- Fichas para muestreo
- Observación

- Revisión de estudios, papers y libros

3.4.2. Instrumentos

En esta investigación se utilizaron los instrumentos como:

- Fichas de registro de campo
- Protocolos de monitoreo de agua
- Límites Máximos Permisibles (ECA)
- Laboratorio
- Cadena de custodia

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La muestra del presente estudio comprendió las aguas remanentes municipales procedentes del distrito de Ayaviri. Además, la población o universo se describe como el agregado de todas las instancias que cumplen con ciertos criterios (Fernández & Baptista, 2014).

3.5.2. Muestra

La presente investigación se establecerá en un método de muestreo no probabilístico, es un procedimiento de selección de muestras en la cual los elementos no se eligen al azar, sino mediante criterios subjetivos, de conveniencia o de juicio del investigador" (Kerlinger & Lee, 2002).

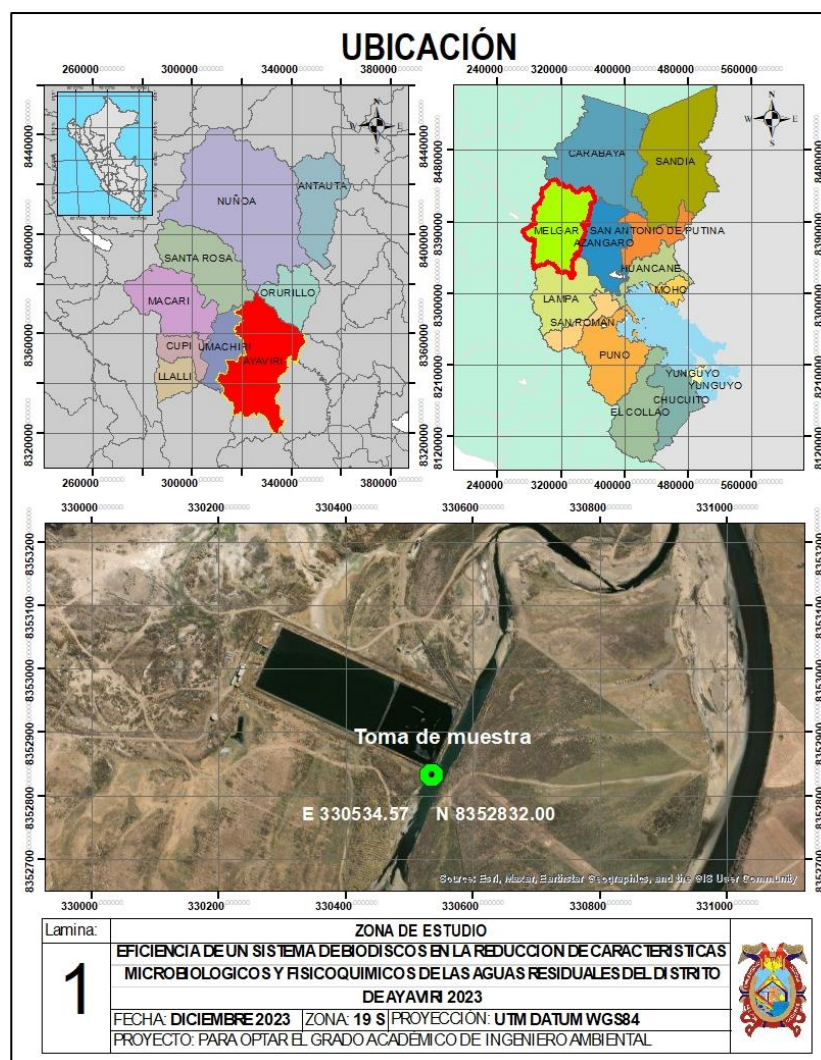
Será representada por 200 L de agua remanente proveniente del distrito de Ayaviri, como base para la muestra se utilizó información de investigaciones previas (Jurado y Vargas, 2015, p.91-100).

3.6. Ubicación del área de investigación

El distrito de Ayaviri se encuentra localizada en la provincia de Melgar, departamento de Puno, presenta la siguiente ubicación geográfica a una latitud sur $14^{\circ}52'55''S$ y longitud Oeste de $70^{\circ}35'24''O$, a una altura 3907 m s. n. m.

Figura 3.

Ubicación del distrito de Ayaviri



Nota: Se muestra la ubicación de la zona de estudio.



3.7. Procedimiento metodológico para determinar los objetivos

3.7.1. *Determinar la concentración de los contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos en las aguas residuales procedente del distrito de Ayaviri*

- Se determinaron las estaciones de muestreo siguiendo los criterios indicados en las directrices para el monitoreo de la condición de los recursos hídricos (ANA, 2016, p.48-58).
- Para la toma de muestras, se prepararon recipientes de polietileno con alta densidad que se limpiaron al 1% con ácido nítrico según lo indicado en el procedimiento de muestra. Luego, se procedió a recolectar los muestreos y se les añadió una solución al 1% de ácido nítrico para su preservación. Finalmente, los recipientes de muestras fueron sellados de manera hermética, etiquetados y transportados siguiendo el control de custodia.
- Se procedió a recolectar la muestra del H₂O en el punto de entrada del centro de depuración de aguas remanentes de la localidad de Ayaviri, así como también se ejecutó la toma de muestra en el cauce del río Ayaviri.

Los parámetros que se analizaron son los mencionados en la siguiente tabla, así también estos serán comparados tanto con los LMP y ECA, dentro de los cuales tenemos grasas y aceites, DBO, coliformes termotolerantes, DQO, Sólidos totales en suspensión, pH y temple mismos que corresponde a efluentes de centros de procesamiento de agua residual.

Figura 4.

Toma de muestras del Efluente



Nota: Muestreo en el efluente de la PTAR Ayaviri.

Tabla 3.

Parámetros iniciales hallados en los efluentes de la PTAR Ayaviri

Parámetro	Unidad	Resultados
Aceites y grasas	mg/l	35
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	$4.6 \cdot 10^7$
DBO	mg/l	831.2
DQO	mg/l	467
pH	Unidad	7.40
Sólidos Totales en Suspensión	mg/l	254
Temperatura	°C	16.1

Nota: Resultados del análisis de laboratorio para el efluente inicial.

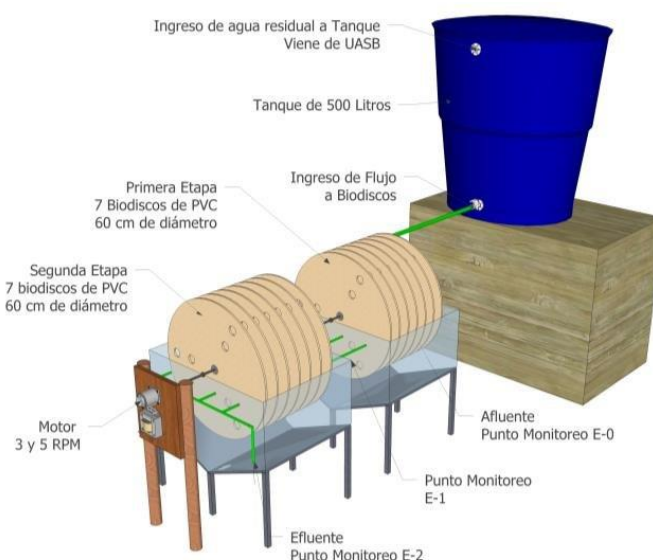
3.7.2. Describir la construcción del sistema de biodiscos para la reducción de características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri.

Para el estudio se empleó un procesamiento biológico aerobio denominados Contactor Biológico Rotativo (RBC), también llamados biodiscos. Constó de los sistemas de 2 fases que se enlazaron en sucesión, cada una con una cabida de 50 L. Se empleó 10 discos de PVC como medio de soporte para la biopelícula. El agua utilizada fue el agua remanente proveniente del distrito de Ayaviri.

La configuración comprendió un depósito de almacenamiento, dos reactores de biodiscos conectados en secuencia, y un dispositivo mecánico encargado de girar los discos.

Figura 5.

Sistema de biodiscos



Nota: (Delgado, 2019)



- Se utilizó un recipiente de polietileno para contener los efluentes de Ayaviri.
- Se colocó el depósito sobre una plataforma de madera a una altura apropiada para el funcionamiento del sistema.
- Dentro del tanque, se colocó una bomba de pequeñas dimensiones que garantizó un flujo firme de agua hacia el sistema.
- El sistema de procesamiento de biodiscos comprendió dos reactores interconectados en serie, compuestos por cajas de vidrio y un mecanismo para la eliminación de lodos.
- Se utilizaron 2 estructuras metálicas para soportar el peso de las cajas de vidrio.
- Cada reactor albergaba 5 discos de PVC.
- Se aplicaron dos tiempos de retención diferentes, de 4 y 8 horas, para el procesamiento del agua remanente.

Reactor

- Para el sistema de biodiscos se tomó de referencia el estudio de Lopez (2022) el cual constará de 2 receptores que se enlazarán en serie.
- Los reactores estarán conformados por dos cajas de vidrio con dimensiones de 0.70m de ancho, 0.50m de largo y 0.30m de alto, equipadas con un sistema de deposición de los fangos tipo Imhoff de 15 cm de elevación en la sección inferior.
- Se esgrimieron 2 estructuras metálicas para sustentar el peso de las cajas de vidrio, y en cada reactor se dispusieron 5 discos de PVC de

0.60 m de diámetro y 4 mm de espesor utilizados como soporte para la biopelícula.

Figura 6.

Sistema de biodiscos construidos a escala laboratorio



Nota: Se muestra el sistema de biodiscos escala piloto culminado.

3.7.3. Determinar la variación de la concentración de los contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos en diferentes tiempos de retención hidráulica

a) Eficiencia del sistema de biodiscos

Para valorar la efectividad del procesamiento de aguas remanentes esgrimiendo el sistema de biodiscos, se esgrimirá la fórmula encontrado en el estudio De la Vega (2015) que se muestra a continuación:

$$E = (Ca - Ce) / Ca * 100$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema o componente

Ca: Concentración afluente

Ce: Concentración del efluente



Tabla 4.

Eficiencia de remoción del sistema de biodiscos

Parámetros	5 horas		10 horas	
	3RPM	8RPM	3RPM	8RPM
Sólidos totales disueltos	42%	54%	52%	51%
Aceites y grasas	29%	34%	17%	29%
DBO	41%	60%	54%	73%
DQO	28%	42%	39%	41%
C. Termotolerantes	91%	99%	91%	99%

Nota: Valores obtenidos en porcentaje que representan la eficiencia del sistema.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados de la determinación de la concentración de las características microbiológicas y fisicoquímicas en las aguas residuales procedente del distrito de Ayaviri. En la tabla 3, se aprecia las características de los medidas analizados en la reunión inicial provenientes de aguas remanentes del distrito de Ayaviri, donde para medidas como temple y pH se encontraron con un resultado adecuado y para los LMP y ECA, no obstante, para parámetros como Sólidos totales en suspensión, grasas y aceites, DQO, DQO y Coliformes Termotolerantes en particular sobrepasaron muy por encima los valores admitidos por los LMP y ECA, en cuanto al temple esta se ha mantenido con normalidad de acuerdo a temple ambiente.

Tabla 5.

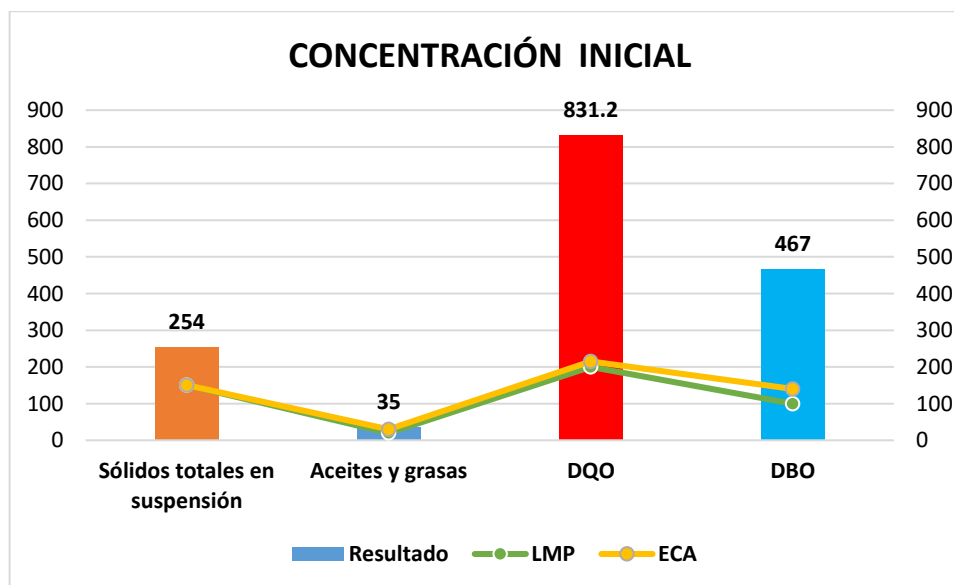
Características microbiológicas y fisicoquímicas de la concentración inicial

Nº	Parámetro	Unidad	Resultado	LMP	ECA
1	Temperatura	°C	16.1	<30	3
2	pH	Und	7.40	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
3	Sólidos totales en suspensión	mg/l	254	150	*
4	Aceites y grasas	mg/l	35	20	10
5	DQO	mg/l	831.2	200	15
6	DBO	mg/l	467	100	40
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	4.6*10 ⁷	10.000	2000

Nota: Comparación de parámetros de la concentración inicial frente a los LMP y ECA.

Figura 7.

Concentración inicial de los parámetros fisicoquímicos



Nota: Concentración inicial representado gráficamente respecto a los LMP y ECA.

En la figura 7, se aprecia la reunión inicial para parámetros fisicoquímicos, donde se aprecia que sobrepasaron lo establecido en la norma.

Figura 8.

Concentración inicial de coliformes termotolerantes



Nota: Coliformes termotolerantes en concentración inicial frente a los LMP y ECA

En la figura 8, se aprecia la reunión inicial de los coli. termotolerantes donde sobrepasaron considerablemente lo establecido en la norma.

4.2. Resultados de la construcción del sistema de biodiscos para la reducción de características microbiológicas y fisicoquímicos de las aguas residuales del distrito de Ayaviri

Para el sistema de biodiscos se tomó de referencia el estudio de Lopez (2022) el cual constó de 2 receptores, en la figura 8, se observa la edificación del sistema de biodiscos, se conformó de 2 estructuras de cristal que se enlazaron en series.

- Los recipientes de vidrio tuvieron las medidas de:

- Ancho 0.70 m.
- Largo 0.50 m
- Alto 0.30 m

Figura 9.

Construcción de la base para el depósito de agua del sistema de biodiscos



Nota: Se muestra parte del proceso de construcción.

En la figura 10, se observa al tesista realizando la implementación de los biodiscos los cuales se realizaron de material PVC con las medidas descritas, las cuales fueron de 60 cm de diámetro, conformándose por 5 discos en cada recipiente se limo la superficie de los discos de PVC con el fin de que la biopelícula a formarse durante el proceso se adhiera con mayor eficacia y no desprenderse durante las rotaciones que se considera durante el funcionamiento del proceso.

Figura 10.

Conformación de los biodiscos



Nota: Se muestra la implementación del sistema de discos de PVC.

La figura 11, se aprecia los sistemas de biodiscos completo, el cual se alimentó de un tanque con capacidad de 200 litros para el procesamiento.

Figura 11.

Cinco discos por cada caja de vidrio



Nota: Proyecto culminado y totalmente ensamblado.

4.3. Resultados de la variación en la concentración de las características microbiológicas y fisicoquímicas en diferentes tiempos de retención hidráulica

En la tabla 4, se aprecia la reunión de los medidas fisicoquímicos y microbiológicos posterior al procesamiento con tiempo de 5 y 10 horas, velocidad con 3 y 8 RPM. Donde se observa que existió disminución con relación a todos los parámetros, sin embargo, solo sólidos totales disuelto logró mantenerse por abajo de los LMP.

Tabla 6.

Variación de la concentración de características microbiológicas y fisicoquímicas.

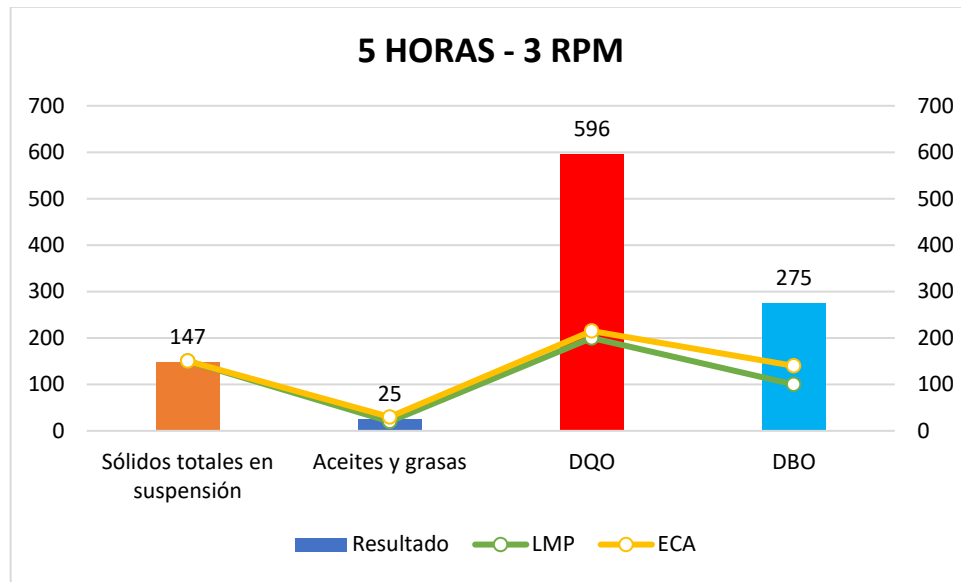
Parámetros	Concentración inicial	5 horas		10 horas		LMP
		3RPM	8RPM	3RPM	8RPM	
Sólidos totales disueltos	254	147	118	122	125	150
Aceites y grasas	35	25	23	29	25	20
DBO	467	275	185	214	185	100
DQO	831.2	596	480	505.6	480.0	200
C. Termotolerantes	46000000	430000	400000	24000	23000	1000

Nota: Resultados de laboratorio pertenecientes al afluente y al efluente tratado.

a) Físicoquímicos

Figura 12.

Tratamiento con 5 horas y una velocidad de 3 RPM en características físicoquímicas.

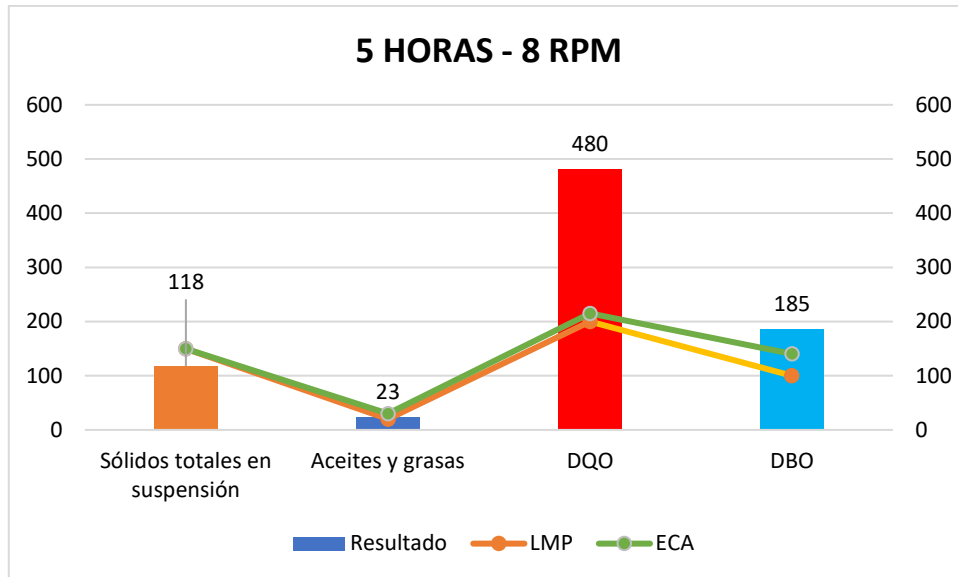


Nota: Grafica del procesamiento con 5 horas de retención y 3 RPM.

Se observa las características físicoquímicas en un tiempo de 5 horas y una velocidad de 3 RPM solo STS cumple lo establecido en los LMP.

Figura 13.

Tratamiento con 5 horas y una velocidad de 8 RPM en características fisicoquímicas.

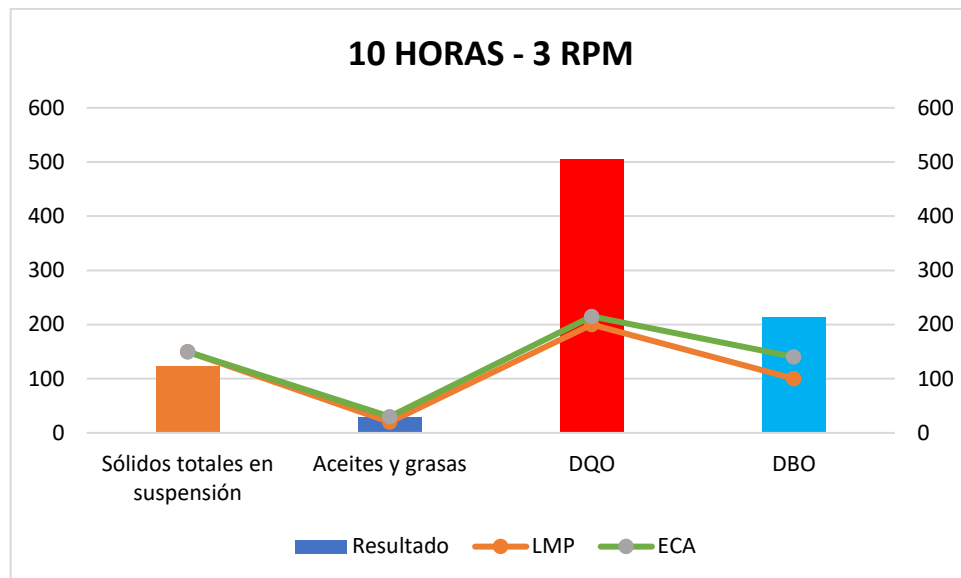


Nota: Interpretación grafica al procesamiento con 5 horas de retención y 8 RPM.

En la figura 13 se visualiza las características fisicoquímicas donde, tiempo de rotación de 5 horas y una velocidad de 8 RPM, donde STS tuvo una reunión de 118 mg/l, grasas y aceites con 30 mg/l, DQO con 480 mg/l y DBO presentó 185 mg/l. A pesar de presentar disminución a comparación de la reunión inicial, solo sólidos totales en suspensión tuvieron una reunión adecuada según lo determinado en los LMP y Estándares de Condición Ambiental.

Figura 14.

Tratamiento con 10 horas y una velocidad de 3 RPM en características fisicoquímicas

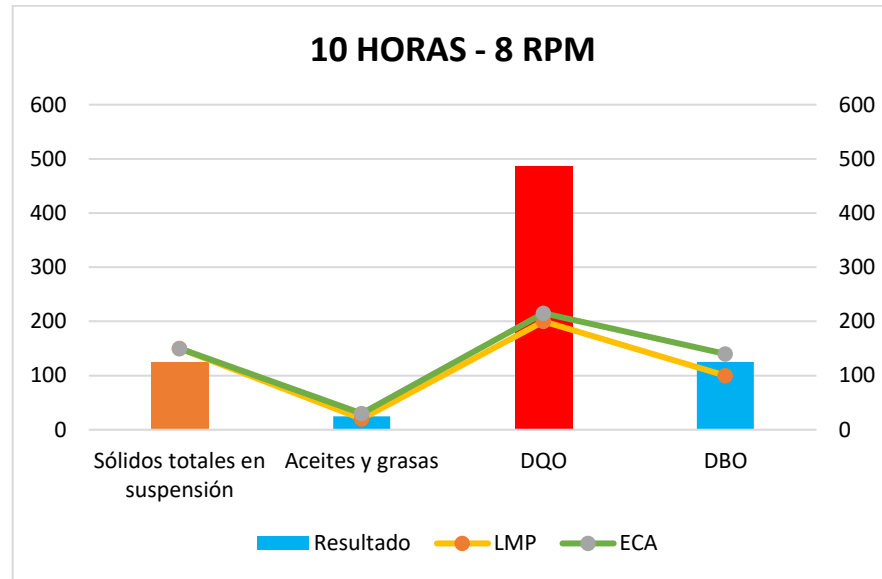


Nota: Interpretación grafica al procesamiento con 10 horas de retención y 3 RPM.

En la figura 14 se visualiza con mejor precisión las características fisicoquímicas donde en un tiempo de retención de 10 horas y una velocidad de 3 RPM solo sólidos totales en suspensión estuvo por debajo a lo establecido en la norma.

Figura 15.

Tratamiento con 10 horas y una velocidad de 8 RPM en características fisicoquímicas

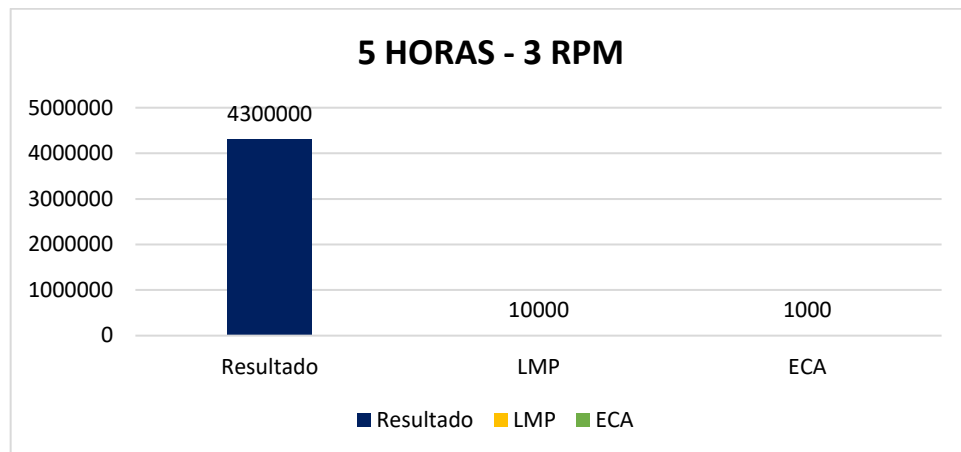


Nota: Interpretación grafica al procesamiento con 10 horas de retención y 8 RPM.

En la figura 15 se visualiza con mejor precisión las características fisicoquímicas donde en un tiempo de rotación de 10 horas y una velocidad de 8 RPM solo sólidos totales en suspensión mantuvieron una reunión adecuada con respecto a los LMP para los efluentes de plantas de procesamiento de las aguas remanentes.

b) Parámetro microbiológico

Figura 16. *Tratamiento con 5 horas y una velocidad de 3 RPM en características microbiológicas*



Nota: Interpretación grafica al procesamiento con 5 horas de retención y 3 RPM.

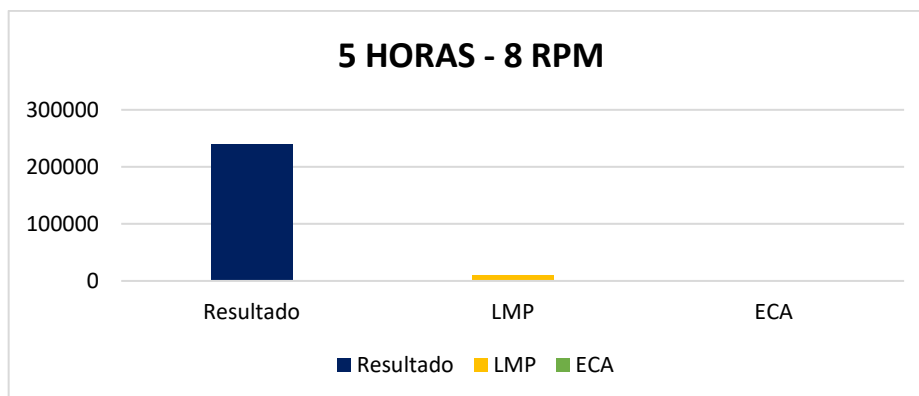
En la figura 16, se visualiza con mejor precisión el parámetro de coliformes termotolerantes donde en un tiempo de rotación de 5 horas y una velocidad de 3 RPM excede lo establecido en los Límites máximos permisibles.

Cabe resaltar, que esta tecnología ha demostrado ser particularmente útil en el manejo de aguas depuradas municipales y agroindustriales, donde se requiere una eliminación eficiente de contaminantes biológicos. (Rodríguez et al., 2019).

Pese a que este sistema muestra una eficiente reducción en cuanto al parámetro microbiológico, este aun se encuentra muy sobre lo establecido en el LMP debido a su muy alta concentración.

Figura 17.

Tratamiento con 5 horas y una velocidad de 3 RPM en características microbiológicas

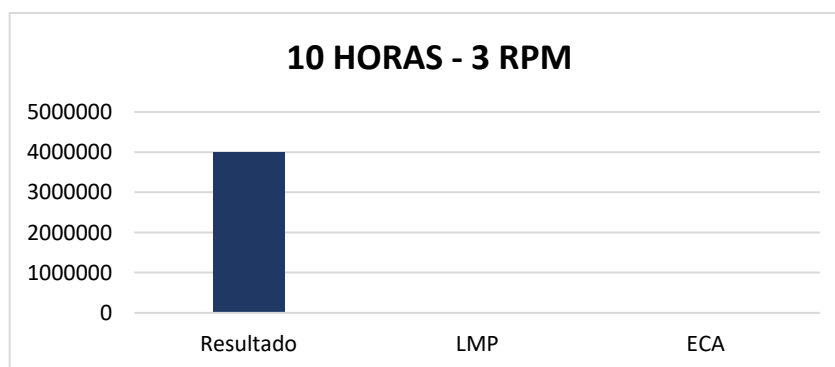


Nota: Interpretación grafica al procesamiento con 5 horas de retención y 8 RPM.

En la figura 17, el parámetro de coli. termotolerantes donde en un tiempo de rotación de 5 horas y una velocidad de 8 RPM excede lo establecido en los Límites máximos permisibles.

Figura 18.

Tratamiento con 10 horas y una velocidad de 3 RPM en características microbiológicas

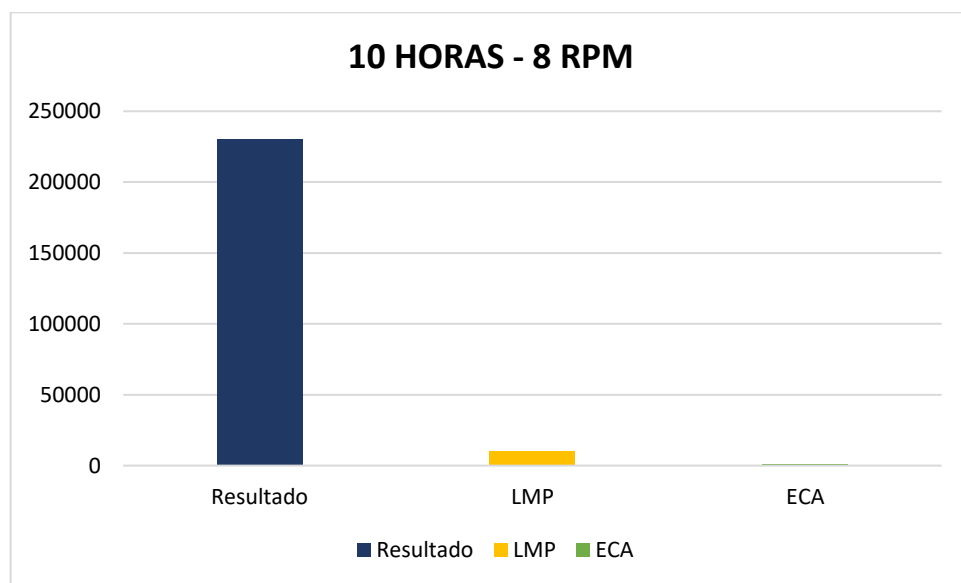


Nota: Interpretación grafica al procesamiento con 10 horas de retención y 3 RPM.

En la figura 18, se visualiza el parámetro de coliformes termotolerantes donde en un tiempo de rotación de 10 horas y una velocidad de 3 RPM excede lo establecido en los Límites máximos permisibles.

Figura 19.

Tratamiento con 10 horas y una velocidad de 8 RPM en características microbiológicas

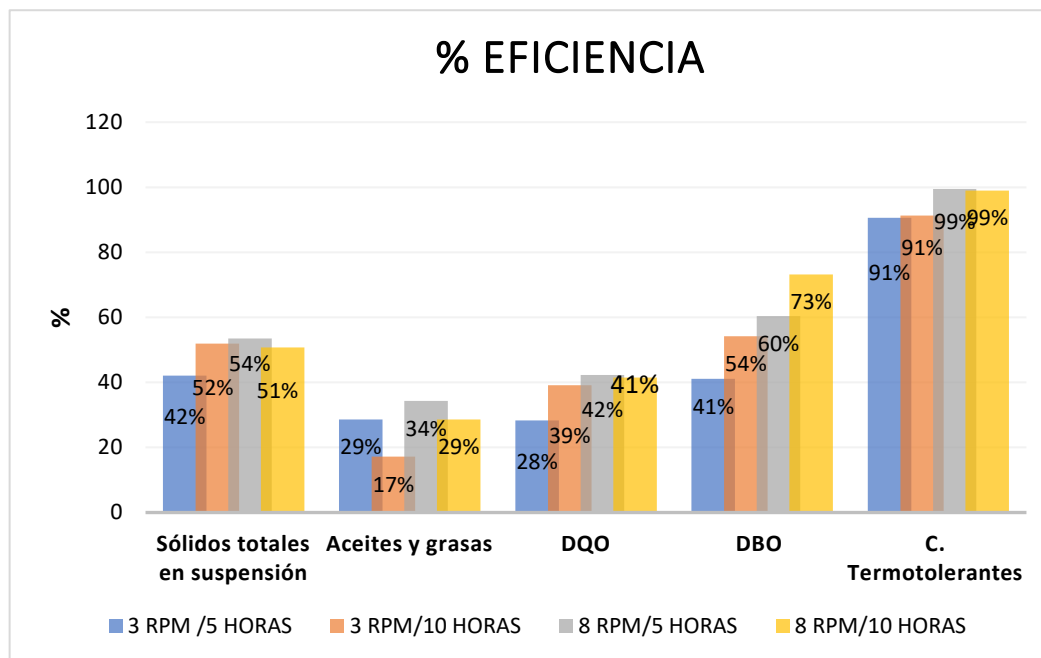


Nota: Interpretación grafica al procesamiento con 10 horas de retención y 8 RPM.

En la figura 19, la medida de coliformes termotolerantes, en un tiempo de 10 horas y una velocidad de 8 RPM excede lo establecido en los LMP. Cabe recalcar que en todos los tiempos de retención utilizados y en todas las revoluciones por minuto aplicadas, no logro reducir significativamente este parámetro, esto debido a su muy alta concentración.

Figura 20.

Eficiencia del sistema de biodiscos en distintos tiempos y velocidades



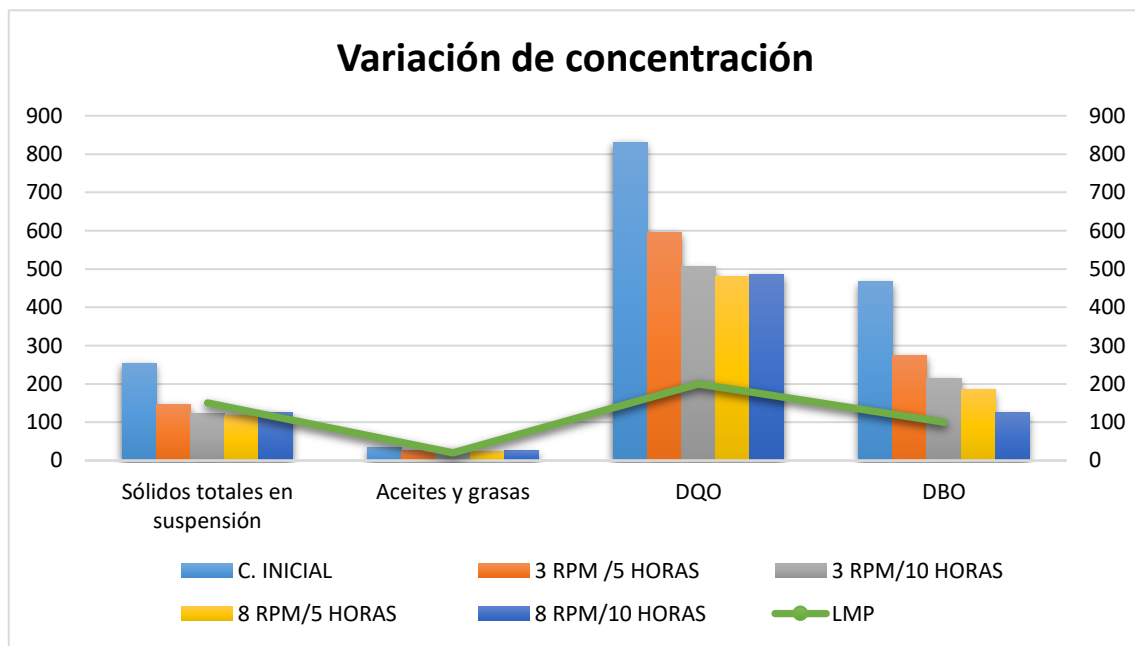
Nota: Eficiencia del sistema de biodiscos representado gráficamente

En la figura 20, se aprecia la eficiencia en las distintas características fisicoquímicas y microbiológicas, donde para sólidos totales en suspensión presentaron en 3 RPM/5 Horas una eficiencia del 42%, en 3RPM/10 horas una eficiencia de 52%, en 8 RPM/5 horas una eficiencia de 54%, en 8RPM/10 horas una eficiencia de 51%. Para aceites y grasas presentó en 3RPM/10 horas una eficiencia de 29%, en 3RPM/10 horas una eficiencia de 17%, en 8RPM/5 horas una eficiencia de 34%, en 8RPM/10 horas una eficiencia de 29%. En DQO presentó una eficiencia en 3RPM/5 horas de 28%, para 3RPM/10 horas una eficiencia de 39%, en 8RPM/5 horas una eficiencia de 42%, para 8RPM/10 horas presentó una eficiencia de 41%. Para DBO presentó para 3RPM/5horas una eficiencia de 28%, para 3RPM/10 horas presentó una eficiencia de 54%, en 8RPM/5 horas presentó una eficiencia de 60%, en 8RPM/10 horas tuvo una

eficiencia de 71%. Para coliformes termotolerantes presente en 3RPM/5 horas de 91%, para 3RPM/10 horas una eficiencia de 91%, en 8RPM/5 horas una eficiencia de 99%, para 8RPM/10 horas presentó una eficiencia de 99%. Todas las características microbiológicas y fisicoquímicas presentaron eficiencia, sin embargo, a pesar de que coliformes presente una eficiencia de 99%, la reunión aun es muy elevada.

Figura 21.

Variación de la concentración de las características fisicoquímicas en diferentes tiempos de retención hidráulica

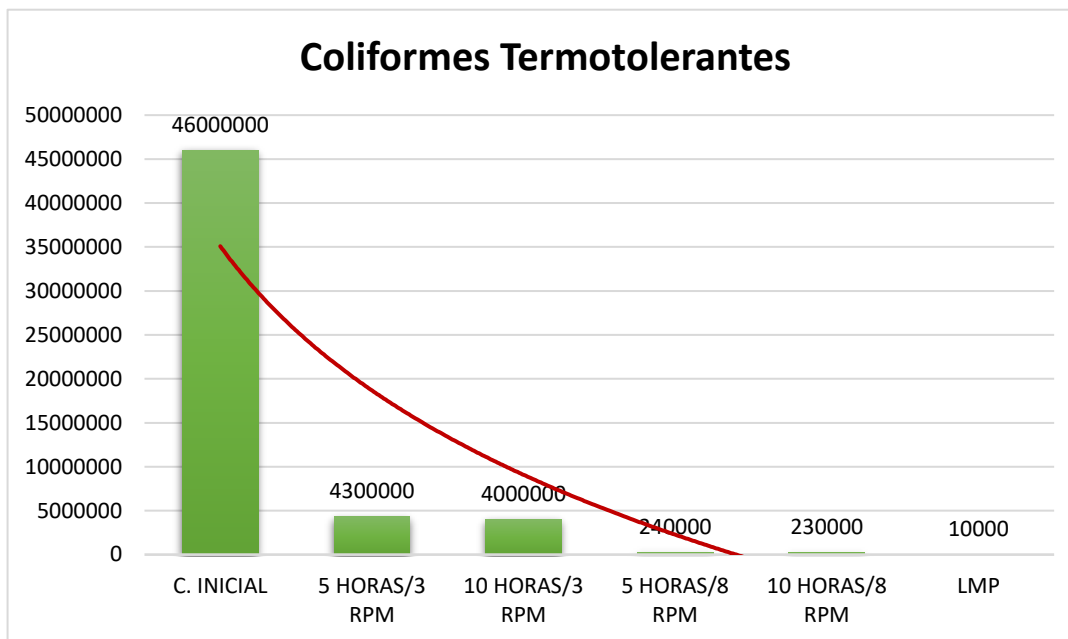


Nota: Variaciones en diferentes tiempos de retención hidráulica.

En la figura 21, se pueden ver las diferenciaciones entre la reunión inicial y la reunión posterior a los 5 procesamientos, donde para un tiempo de 5 horas y una velocidad de 8 RPM presentan un mejor resultado.

Figura 22.

Variación de la concentración de las características microbiológicas en diferentes tiempos de retención hidráulica



Nota: Interpretación grafica de las reuniones de coliformes termotolerantes.

En la figura 22, las variaciones de los coliformes termotolerantes entre la reunión inicial y la reunión posterior a los 5 procesamientos, donde para un tiempo de 10 horas y una velocidad de 8 RPM presentan un mejor resultado.

4.4. Análisis estadístico

Para valorar la eficacia del sistema de biodiscos a escala piloto en la reducción de las características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas remanentes del distrito de Ayaviri, se esgrimió el modelo estadístico T-Student de muestreos afines, ya que se recolectaron muestreos en 2 momentos para comparar el antes y el después del procesamiento. Posteriormente, se presentan los criterios considerados.

Formulación de la hipótesis

H₁: La eficiencia del sistema de biodiscos a escala piloto en la reducción de características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri, es superior a 50%.

H₀: La eficiencia del sistema de biodiscos a escala piloto en la reducción de características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri, es menor al 50%.

- Nivel de significancia = 5% = 0,05
- Modelos estadísticos: T-Student
- P-valor > α , rechazamos H₁ (se acepta H₀)
- P-valor $\leq \alpha$, rechazamos H₀ (se acepta H₁)

El apartado 7, detalla la media y la desviación típica de los datos obtenidos del sistema de biodiscos en el procesamiento de aguas remanentes.

Tabla 7.

Estadística de muestras emparejadas

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Aceites_grasas_inicial	35,0000	4	,00000	,00000
	Aceites_grasas	25,5000	4	2,51661	1,25831
Par 2	Coliformes_termotolerante_s_inicial	46000000,00	4	,00000	,00000
	Coliformes_termotolerante_s	2192500,0000	4	2263645,65837	1131822,82919
Par 3	DBO_inicial	467,0000	4	,00000	,00000
	DBO	199,7500	4	62,37187	31,18593
Par 4	DQO_inicial	831,2000	4	,00000	,00000
	DQO	517,0000	4	53,77831	26,88916
Par 5	Sólidos_totales_disueltos_inicial	254,0000	4	,00000	,00000
	Sólidos_totales_disueltos	128,0000	4	12,98717	6,49359

Nota: Tablas estadísticas.

En la tabla 8 se señala qué muestra tiene un P-valor menor al límite alfa de 0,05. Consiguientemente, se admite la hipótesis alternativa H_1 : La eficacia del sistema de biodiscos a escala piloto en la reducción de las particularidades microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas remanentes del distrito de Ayaviri es superior al 50%. Esto se basa en los resultados obtenidos para Aceites y Grasas, Coliformes Termotolerantes, DQO, DBO y Sólidos Totales Disueltos

Tabla 8.

Prueba de muestras emparejadas

		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig.
		Diferencias emparejadas		95% de intervalo de confianza de la diferencia					
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior			(bilateral)
Par 1	Aceites_gras inicial - Aceites_gras	9,5000	2,5166	1,2583	5,4955	13,5044	7,55	3	,005
Par 2	Coliformes_terminotolerantes inicial - Coliformes_terminotolerantes	43807500,0	2263645,65	1131822,82	40205534,6	47409465,3809	38,705	3	,000
Par 3	DBO_inicial - DBO	267,25000	62,37187	31,18593	168,00244	366,49756	8,570	3	,003
Par 4	DQO_inicial - DQO	314,20000	53,77831	26,88916	228,62671	399,77329	11,685	3	,001
Par 5	Sólidos_totales_inicial - Sólidos_totales_disueltos	126,00000	12,98717	6,49359	105,33451	146,66549	19,404	3	,000

Nota: Tablas estadísticas.



4.5. Discusiones

Con referencia a las derivaciones de la eficacia del sistema de biodiscos, se obtuvo una reducción en las medidas que fueron analizadas, siendo mayor en un tiempo de 5 horas y 8RPM lo que indicaría que un mayor tiempo es más óptimo, esto se asemeja al estudio de (Delgado, 2019) donde obtuvo mejores resultados en una velocidad de 5RPM, indicando también que el acrecentamiento de la prontitud de la rotación, más en DBO y C. Termotolerantes. No obstante en la investigación de Vásquez (2018) donde trató la eliminación de materias orgánicas en agua remanente doméstica de acantonamiento minero, presentó una menor reunión en una velocidad de 3RPM, demostrando así que la prontitud rotacional es un elemento relevante que perjudica el beneficio de los reactores de biodiscos y la condición del efluente. En el estudio de (Lopez, 2022) donde empleó 2 tiempos para el procesamiento siendo que en 8 horas presentó mayor reducción, no obstante, el estudio de López no se asemeja a la investigación realizada.

No se asemejan con el estudio de López (2022) en el estudio se examinaron los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos en las aguas remanentes del distrito de Lampa, y se observó que no excedían las Normas de Condición Ambiental, manteniendo una reunión de 5 mg/L para DBO5, 10 mg/L para DQO, Coli. Totales con 560 NMP/100ml y Escherichia Coli con 208 NMP/100m. Así también en el estudio de (Hinostroza & Moscoso, 2014) donde analizó la reunión de aguas remanentes urbanas la ciudad de Huancayo, en donde presentaron una elevada reunión



superando al estudio de López, pues poseyó una reunión de $DBO_5 = 181.3$ mg/L, $DQO = 261.9$ mg/L, excediendo lo establecido en la norma.

En el estudio presente presentó una eficiencia en DQO de 28% al 41% y DBO del 41% al 73%. No se asemeja del todo a comparación del estudio de Zeballos (2016) donde presentó una remoción de 80.95% para DQO y con respecto a DBO tuvo un 79.9% de remoción esto con una velocidad de 8 RPM lo que da a entender que el sistema de biodiscos fue un sistema eficaz y adecuado en lo que respecta a un procesamiento secundario con la finalidad de mover primordialmente compuestos orgánicos.



CONCLUSIONES

Primero: Los parámetros analizados, temple y pH se encuentran en el rango adecuado según lo establece los LMP y ECA, no obstante sólidos totales en suspensión con 254 mg/l, grasas y aceites con 35 mg/l, DBO con 467 mg/l, DQO con 831.2 m/g y Coliformes Termotolerantes con $4.6 \cdot 10^7$ NMP/100ml sobrepasaron lo establecido en el LMP y ECA demostrando así que las aguas remanentes necesitan un procesamiento ya que estos son vertidos al cuerpo receptor del río Ayaviri.

Segundo: Se concluye que, la construcción de un sistema de biodiscos a escala piloto permite evaluar la efectividad en laboratorio de la tecnología. Estos sistemas pueden adaptarse a diferentes tamaños de plantas de tratamiento y a diversas cargas contaminantes, lo que los hace versátiles y adecuados para múltiples aplicaciones. Aunque los costos iniciales de construcción y puesta en marcha pueden ser significativos, los gastos de funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de biodiscos son relativamente bajos en comparación con otras tecnologías de tratamiento. La simplicidad operativa y la durabilidad de los biodiscos contribuyen a su viabilidad económica a largo plazo.

Tercero: Se concluye con respecto a la eficiencia donde STS presentó una eficiencia de 42% al 54%, aceites y grasas mostró una eficacia del 17% al 34%, DQO tuvo una eficiencia de 28% al 41%, DBO del 41% al 73% y coliformes termotolerantes presento más eficiencia a comparación del resto de parámetros de 91% y 99%, sin embargo, a pesar de tener una eficiencia tal elevada este sigue presentando una reunión excesiva.



RECOMENDACIONES

- Primero:** Con referencia a los resultados derivados se aconseja tomar en cuenta la temple como un factor a considerar para una mayor exactitud de los valores obtenidos en los muestreos.
- Segundo:** Con referencia al tiempo y velocidad del procesamiento, se recomienda para posteriores investigaciones aplicar otras velocidades mayores a los 8 RPM, para así tener un mejor resultado.
- Tercero:** Conforme a los resultados encontrados, se aconseja con relación a los materiales empleados en los biodiscos que fue de PVC se recomienda una superficie de textura rugosa esto para el depósito de microorganismos en el biodisco.



BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2019). Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura. *Director de Gestión de Calidad de Los Recursos Hídricos*, 1, 19.
- Apaza, Y. (2022). *Sistema combinado de filtro rotativo y biofiltro empacado de hydrocotyle vulgaris para el tratamiento de aguas residuales, Cabanillas, Puno - 2022*. <https://n9.cl/5v7z4>
- Barajas, C., & León, A. (2016). *Determinación de la dosis óptima de sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) en el proceso de coagulación-floculación para el tratamiento de agua potable por medio del uso de una red neuronal artificial*.
- Behar, R. (2008). *Metodología de la investigación*. S.I. Páginas 42-50.
- Burga, R. (2019). Coliformes fecales y su relación con la demanda bioquímica de oxígeno de aguas residuales de la planta de tratamiento de aguas residuales Sicaya-Huancayo. In *Repositorio UNCP*.
- Castanares, L. (2023). *Eliminación de sólidos en suspensión de aguas residuales*. <https://n9.cl/ogydj>
- Castilla, C. (2015). Influencia de parámetros físicos y químicos en el agua superficial. *Revista Del Colegio Oficial de Biólogos de La Comunidad de Madrid*, 3.
- CIDTA. (2015). *Caracterización de Agua residual*. <https://n9.cl/v41v2>
- De la Vega, M. (2015). Eficiencia en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. In *Refugia centro de la conservación de la Ecobiodiversidad*,



A.C. (Vol. 53, Issue 9).

Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. www.repositorio.espe.edu.ec.

Fernández, G., & Soria, R. (2019). *Eficiencia de la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno en la planta de tratamiento de aguas residuales de la provincia de Jaén* [Universidad de Lambayeque].

FICUS. (2015). *Análisis de agua*. <https://shre.ink/8Dtw>

FLOWEN. (2020). *Cifras de tratamiento de aguas residuales en el mundo*.
<https://shre.ink/8DtV>

García, Z. (2022). *Efecto del tratamiento contingente de coliformes termotolerantes en efluente de PTAR del Centro Poblado Huamanmarca-Huayucacho, Huancayo 2021* [Universidad Continental].
<https://shre.ink/8DtN>

HANNA. (2018). *pH en Tratamiento de Aguas Residuales*. <https://shre.ink/8DtE>

Hernández, R., & Fernández, L. (2014). *Metodología de la investigación*.

Hinostroza, J., & Moscoso, E. (2014). *Construcción de un Sistema de Biodiscos para el tratamiento de aguas residuales urbanas de los efluentes "Las Vírgenes"-Huancayo a nivel de laboratorio*.

Hinostroza, L., & Moscoso, E. (2014). *Construcción de un sistema de biodiscos para el Tratamiento de aguas residuales urbanas de los Efluentes "las Vírgenes" – Huancayo a nivel de Laboratorio*.



- Huayta, M. (2019). Efecto del vertimiento de aguas residuales domésticas en la calidad de agua del río Cabanillas. In *Ayan* (Vol. 8, Issue 5).
- JURADO, Juan y VARGAS, Edwin, Remoción de materia orgánica en un Sistema Biodiscos en el tratamiento de aguas residuales urbanas de los efluentes «Las Vírgenes» - Huancayo a nivel de laboratorio. S.l.: s.n. 2015. 91-100 pp.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales*. McGraw-Hill.
- Lam, R; Hernández, P. (2020). *Los términos: eficiencia, eficacia y efectividad*.
<https://shre.ink/8DtR>
- Lizana, P. (2018). *Tratamiento de aguas residuales para el caserío Villa Palambra*.
- Maldonado, J. (2019). *Sistema de tratamiento para aguas residuales industriales en mataderos*. <https://shre.ink/8Dtz>
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5th ed.). McGraw-Hill Education
- Menéndez, C., & Dueñas, J. (2020). *Criterios de diseño y escalado de biosidscos para el tratamiento de aguas residuales*. 281.
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda*. | SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://shre.ink/8DtF>
- Mir, S., Shahbm, M., & Roohinejad, S. (2018). Contaminación microbiológica de



ensaladas de verduras listas para comer en países en desarrollo y posibles soluciones en la cadena de suministro para controlar patógenos microbianos. *Food Control*, 85, 235–244. <https://shre.ink/8DtY>

Pariccahua, E. (2018). *Evaluación de la Operatividad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Ayaviri, Provincia de Melgar - Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.

Perez, R. (2021). El agua en la agricultura. *La Granja*, 1(1), 23. <https://doi.org/10.17163/lgr.n1.2002.13>

Pillapa, Y. (2022). *Estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en aguas residuales de las empresas de jeans de la ciudad de Pelileo utilizando redes neuronales artificiales* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://shre.ink/8DtI>

Rodríguez, J., Gómez, M., & Hernández, F. (2019). Evaluación de la eficiencia de los biodiscos en la eliminación de microorganismos patógenos en aguas residuales. *Revista de Tecnología Ambiental*, 35(2), 101-115.

WHITMAN. (2019). *Sólidos totales en suspensión*. <https://shre.ink/8DtZ>

Zeballos, C. (2016). *Sistema de biodiscos para la remoción de carga orgánica en el tratamiento de las aguas residuales a nivel de laboratorio de la Universidad Alas Peruanas*. <https://shre.ink/8DtX>



ANEXOS



PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	METODOLOGÍA
General	General	General	Independiente		Aceites y grasas	mg/L	Diseño: Experimental
¿Cuánto es la eficiencia del sistema de biodiscos a escala piloto en la reducción de las características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri?	Determinar la eficiencia de un sistema de biodiscos a escala piloto en la reducción de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri.	La eficiencia del sistema de biodiscos a escala piloto en la reducción de características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas residuales del distrito de Ayaviri, es superior a 50%.	Sistema de biodiscos	Concentración de las características químicas y biológicas	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	Tipo de investigación: Aplicada
					DBO5	mg/L	
					DQO	mg/L	
					pH	Unidad	Instrumentos: Fichas de Registro de datos
					Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	
					Temperatura	°C	
Específico	Específico	Específico	Dependiente		4	Horas	
¿Cuánto es la concentración de las características microbiológicas y fisicoquímicas en las aguas residuales procedentes del distrito de Ayaviri?	Determinar la concentración de las características microbiológicas y fisicoquímicas en las aguas residuales procedente del distrito de Ayaviri.	La concentración de los características microbiológicas y fisicoquímicas en las aguas residuales del Distrito de Ayaviri, sobre pasan los estándares de calidad ambiental.	Reducción de las características microbiológicas y fisicoquímicas	Tiempo	8	Horas	
					Aceites y grasas	%	
					Coliformes Termotolerantes	%	
					DBO5	%	
					DQO	%	
					pH	Unidad	
					Sólidos Totales en Suspensión	%	
					Temperatura	°C	

Matriz de consistencia



RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO



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

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA096

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante:** Giovanni Dante Cáceres Aguilar
- 1.2. **Proyecto :** EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE CARÁCTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual
- 2.2. **Numero de muestras** : 05
- 2.3. **Muestreado por** : Giovanni Dante Cáceres Aguilar
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 26 – 31/10/2023
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : Melgar
- 2.7. **Distrito** : Ayaviri
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Punto de monitoreo y/o coordenada	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
E – 01	E: 330534.57 N: 8352832.00	25/10/2023	8:05
E – 02	E: 328592.66 N: 8354421.91	25/10/2023	8:15
E – 03	E: 328592.66 N: 8354421.91	25/10/2023	8:25
E – 04	E: 328592.66 N: 8354421.91	25/10/2023	8:35
E – 05	E: 328592.66 N: 8354421.91	25/10/2023	8:45





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

III. RESULTADOS

Nº	Parámetro	Unidad	E - 01	E - 02	E - 03	E - 04	E - 05
1	Temperatura	°C	16.1	16.3	16.7	17.0	18.1
2	pH	-	7.40	7.33	7.35	7.30	7.16
3	Sólidos totales en suspensión	mg/l	254	147	122	118	125
4	Aceites y grasas	mg/l	35	25	29	23	25
5	Demanda química de oxígeno	mg/l	831.2	596.0	505.6	480.0	486.4
6	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	467	275	214	185	125
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	$4.6 * 10^7$	$4.3 * 10^6$	$4.0 * 10^6$	$2.4 * 10^5$	$2.3 * 10^5$

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 06 de noviembre del 2023.


UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL


Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
ASISTENTE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 08/08/24

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Giovanni Dante Cáceres Aguilar
Dirección: Jr. CAHUIDE 321
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70169460
Teléfono: 914 509209 email: dantegiovanni.caceres@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
Título o Grado Académico a optar: TITULO DE INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
Asesor: Mgtr. ARNALDO YAMA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BIODISCOS EN LA REDUCCIÓN DE
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS
RESIDUALES DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): AGUA RESIDUAL, SISTEMA DE BIODISCOS, CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?
2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

08-AGOSTO-2024

Fecha