



Universidad César Vallejo

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Tratamiento de aguas residuales municipales aplicando un Sistema de Biodiscos a condiciones controladas en el distrito de Lampa, 2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTOR:

Lopez Enriquez, Stefany Shomara (ORCID: 0000-0003-0325-3081)

ASESOR:

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (ORCID: 0000-0002-0803-1261)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi Mamita Diane Milagro Enríquez Neira, por su cariño, ejemplo permanente, por darme las fuerzas en cada momento para hacer realidad este esfuerzo a mi padre Roberto Lopez Arias quien fue mi gran apoyo y a mi abuela Teresita Neira por darme el apoyo moral para seguir adelante. A Erick Zapana por el apoyo permanente que me brindo para elaborar el presente trabajo de investigación.

Agradecimiento

A Dios por ser mi más fuerte fortaleza, a mi casa de estudios Alas Peruanas filial Arequipa por transmitirme los nuevos conocimientos que ahora llevo conmigo a mi asesor de tesis Dr. Yimi T. Lozano Sulca quien, con su valioso conocimiento en el desarrollo de trabajos de investigación, supo orientarme de manera correcta en el proceso de la investigación. A mi nueva casa de estudios Universidad Cesar Vallejo, por haber contribuido con sus excelentes docentes en esta nueva formación profesional; a todos los que contribuyeron en la elaboración de presente trabajo de investigación, quedó eternamente agradecido.

Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra, y muestreo.....	11
3.3.1. Población	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	12
3.5.1. Concentración inicial de los parámetros químicos y biológico presentes, en las aguas, residuales del Distrito de Lampa.....	12
3.5.2. Sistema de tratamiento de biodiscos	13
3.6. Métodos de análisis, de datos	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS	17
V.DISCUSIÓN	33
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS.....	39

Índice de tablas

Tabla 1. Niveles y procesos de tratamientos de aguas residuales.	8
Tabla 2. Concentración de DBO, DQO de, C. Totales y Escherichia Coli de las aguas residuales de Lampa.	17
Tabla 3. Resultado de DBO5 de acuerdo al TRH:	18
Tabla 4. Porcentaje de eficiencia de DBO5 de acuerdo al TRH	19
Tabla 5. Resultado de DQO de acuerdo al TRH:.....	20
Tabla 6. Porcentaje de eficiencia de DQO de acuerdo al TRH	21
Tabla 7. Coliformes totales de acuerdo al TRH.	22
Tabla 8. Eficiencia del sistema en la remoción de coliformes totales	23
Tabla 9. Escherichia coli de acuerdo al Tiempo de Retención Hidraulica.....	24
Tabla 10. Eficiencia del sistema de tratamiento en la remoción de E.coli.....	25
Tabla 11. Resultado de DBO5 de acuerdo al RPM.....	26
Tabla 12. Resultado de DQO de acuerdo al RPM.	27
Tabla 13. Resultado de Coliformes totales de acuerdo a RPM.....	28
Tabla 14. Resultado de Escherichia coli de acuerdo a RPM	29
Tabla 15. Estadística de muestras emparejadas	31
Tabla 16. Prueba de muestras emparejadas	32

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo de manejo de aguas residuales municipales.....	7
Figura 2. Sistema de tratamiento con biodiscos.....	13
Figura 3. Esquema del biodisco.....	14
Figura 4. Concentración inicial DBO5.....	17
Figura 5. Concentración inicial DQO.....	18
Figura 6. Concentración de DBO5 posterior al tratamiento en 4 horas y 8 horas.	19
Figura 7. Eficiencia de DBO5.....	20
Figura 8. Concentración de DQO posterior al tratamiento en 4 horas y 8 horas.	21
Figura 9. Eficiencia de DQO.....	22
Figura 10. Concentración de Coliformes Totales posterior al tratamiento en 4 horas y 8 horas.....	23
Figura 11. Eficiencia de Coliformes Totales.....	24
Figura 12. Concentración de Escherichia Coli posterior al tratamiento en 4 horas y 8 horas.....	25
Figura 13. Eficiencia de Escherichia Coli.....	26
Figura 14. Concentración de DBO posterior al tratamiento en 2.5 RPM y 12 RPM.	27
Figura 15. Concentración de DBO posterior al tratamiento en 2.5 RPM y 12 RPM.	28
Figura 16. Concentración de Coliformes Totales posterior al tratamiento con 2.5 RPM y 12 RPM.....	29
Figura 17. Concentración de Escherichia Coli posterior al tratamiento en 2.5 RPM Y 12 RPM.....	30
Figura 18. Río Lampa.....	56
Figura 19. Tratamiento de biodiscos.....	56
Figura 20. Sistema de biodiscos en funcionamiento.....	57

Resumen

La investigación presente como objetivo general tuvo determinar la eficiencia de un sistema de biodiscos a condiciones controladas en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022. La metodología empleada fue análisis documental y observación, se utilizó guía de observación para campo en la recopilación de información, además que efectuó la confiabilidad y validez de los instrumentos. El tratamiento de biodiscos se utilizó empleando las aguas del río Lampa, empleando 2 tiempos de retención hidráulica los cuales fueron de 4 horas y 8 horas. En resultados se obtuvo que con el tiempo de retención hidráulica de 4 horas la eficiencia de remoción de DBO y DQO fue de 40 % y 50 % respectivamente, mientras que con tiempo de retención hidráulica de 8 horas para la DBO y DQO fue de 80 % para ambos, para Coliformes Totales y Escherichia Coli en un tiempo de retención de 4 horas la eficiencia fue de 30 % y 53.94 % respectivamente, 8 horas la eficiencia fue de 96.25% y 97.11% respectivamente. Se tiene como conclusión que con un tiempo de retención de 8 horas existe una mayor eficiencia en el tratamiento.

Palabras clave: Agua residual, Biodiscos, tiempo de retención hidráulica, eficiencia.

Abstract

The investigation presented as a general objective was to determine the efficiency of a biodiscos system under controlled conditions in municipal wastewater treatment in the district of Lampa 2022. The methodology used was documentary analysis and observation, and the field observation guide was used in the collection of information, as well as the reliability and validity of the instruments. Biodiscos treatment was used using the waters of the Lampa River, using 2 hydraulic retention times which were 4 hours and 8 hours. The results showed that with the hydraulic retention time of 4 hours the removal efficiency of BOD and COD was 40 % and 50 % respectively, while with hydraulic retention time of 8 hours for BOD and COD it was 80 % for both, for Total Coliforms and Escherichia Coli in a retention time of 4 hours the efficiency was 30% and 53.94% respectively, 8 hours the efficiency was 96.25% and 97.11% respectively. It is concluded that with a retention time of 8 hours there is greater efficiency in the treatment.

Keywords: Waste water, Biodiscos, hydraulic retention time, efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales municipales procedentes de instalaciones recreativas o públicas, zonas residenciales y establecimientos comerciales o similares son uno de los impedimentos más relevantes en la actualidad, donde estas aguas se vierten de forma directa al cuerpo receptor (ríos, arroyos y lagos) sin ningún tipo de tratamiento. El agua es necesaria para los seres vivos, permitiendo que todas las especies sigan existiendo indefinidamente. A su vez, las operaciones industriales, agrícolas y animales, así como las aguas residuales y de desecho, influyen en los sistemas de abastecimiento de agua (Curasma y Sandoval, 2019, p. 2-10).

Lo que causa la destrucción de la vida acuática, amenaza en la salud, cabalmente en todos los ecosistemas. Es por eso que, en la presente investigación se centró en la cuidado y disponibilidad de su composición química, física y microbiológica. En el distrito de Lampa se estableció un sistema de biodiscos en condiciones reguladas para el tratamiento de las aguas residuales municipales. El tratamiento con el sistema de biodiscos es de tipo biológico el cual principalmente proporciona un elevado rendimiento en la disminución de DBO5 y también presenta un adecuado comportamiento frente a los tóxicos y una buena resistencia a las sobrecargas puntuales, este es comúnmente empleado para aguas residuales domésticas e industriales biodegradables. Pueden considerarse como reactores con una película fija; producen una película de microorganismos en los discos giratorios a medida que el agua los atraviesa. El flujo de agua puede ser paralelo o perpendicular al eje horizontal de rotación.

A diferencia de su importancia los recursos hídricos se ven perjudicados por la expansión intensiva y excesiva de la industria, que requiere agua en calidad y cantidad para su uso en actividades domésticas y comerciales (Monteagudo, 2015, p.1-6).

Es bien sabido que el factor de la calidad del agua tiene un impacto directo en la protección y el bienestar del medio ambiente; sin embargo, el crecimiento de la población genera diversos grados de deterioro generados por el aumento de la población que gestiona de buena manera los recursos que tenemos, así como el

crecimiento de las nuevas necesidades de las industrias: hidrocarburos, agrícola, minero-energética, pesca, saneamiento, entre otros.

La cuenca del río Lampa pertenece a los afluentes del río Coata que posee un área de 1,634.8 km², que tiene como longitud de principal curso de 81.2 km., el río Coata es un afluente del lago Titicaca; en los últimos años el río Lampa ha sido afectado por diversas acciones antropogénicas que definen el crecimiento de la actividad económica de los habitantes; se menciona como la principal actividad que provoca la contaminación de las masas de agua como consecuencia de la actividad minera, siendo el principal factor de mortandad de especies acuáticas como peces y ranas en las localidades ribereñas al río, ante esta circunstancia teniendo en cuenta esta situación se propuso el siguiente **problema general**: ¿Cuánto es la eficiencia de un sistema de biodiscos a condiciones controladas en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022? y se identificaron los siguientes **problemas específicos**:

PE 1: ¿Cuánto es la concentración de los parámetros químicos y biológico presentes en las aguas residuales del Distrito de Lampa?

PE 2: ¿Cuánto es el tiempo de retención óptimo del sistema de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales?

PE 3: ¿Cuál será las revoluciones por minuto (RPM) adecuado del sistema de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales?

Esta investigación está teóricamente justificada, ya que proporcionará información precisa para futuras investigaciones, además de contribuir al tratamiento de las aguas residuales municipales. Por otra parte, está justificado desde el punto de vista práctico, ya que se trata de un tratamiento sencillo, accesible y rentable que puede ser repetido por la población. Asimismo, se puede justificar desde el punto de vista medioambiental, ya que es una opción sostenible y beneficiosa para el medio ambiente.

Para disminuir los problemas de contaminación de las aguas residuales municipales del río Lampa, se plantea como **objetivo general**: Determinar la eficiencia de un sistema de biodiscos a condiciones controladas en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022. Además, se establecieron como **objetivos específicos** los siguientes:

OE 1: Determinar la concentración de los parámetros químicos y biológico presentes en las aguas residuales del Distrito de Lampa.

OE 2: Evaluar el tiempo de retención óptimo del sistema de biodiscos para el tratamiento de las aguas residuales.

OE 3: Determinar las revoluciones por minuto (RPM) adecuado del sistema de biodiscos para el tratamiento de las aguas residuales.

Se definió las siguientes hipótesis: **hipótesis general:** El sistema de biodiscos a condiciones controladas en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022, es eficiente. Así mismo se planteó las siguientes **hipótesis específicas:**

HE 1: La concentración de los parámetros químicos y biológico presentes en las aguas residuales del Distrito de Lampa, sobre pasan los estándares de calidad ambiental.

HE 2: El tiempo de retención óptimo de las aguas residuales en el sistema de biodiscos, es de 8 horas para el tratamiento de los parámetros químicos y biológicos.

HE 3: Las revoluciones por minuto adecuado (RPM) del sistema de biodiscos es de 12 RPM.

II. MARCO TEÓRICO

Para tener más conocimiento sobre los datos se consideró las investigaciones en el ámbito internacional:

Por otro lado, las aguas residuales urbanas de los Efluentes “las Vírgenes”– se examinaron las muestras compuestas a lo largo del tiempo, y con los datos se diseñó y construyó el sistema de biodiscos. El sistema se compone de tres tanques: un tanque de sedimentación principal, sedimentación secundario y reactor, construidos en polietileno y unidos por válvulas y tuberías de material PVC. El tanque del reactor es un diseño de solamente una etapa que trabaja como un reactor de mezcla completa; está alimentado por un motor de engranajes de 0,37 kW que transfiere las rotaciones que se necesiten para hacer rotar el eje que soporta los discos almacenados dentro del tanque; además tiene un termostato digital para la gestión de temperatura. Tiene 57,92 litros de capacidad el tanque, siendo la real cantidad ocupada de 20,92 litros debido a que los discos se encuentran inmersos en un 40%, los discos tienen 0,28 m de diámetro y 0,004 m de espesor los cuales se encuentran espaciados a intervalos constantes de 0,02 m. Sin recirculación y con flujo constante que se tomaron cuatro muestras: al inicio del sistema (A), a las 24 horas en el tanque de decantación principal (B), a las 48 horas en el tanque reactor (C) y a las 24 horas en el tanque de decantación secundaria (D); esto permitió determinar la eficiencia del sistema en cada etapa. Dado los resultados indica que el tratamiento óptimo se produce a una temperatura más baja y a una velocidad de rotación más alta. De otra manera, determinaron que el mejor tratamiento era el número uno, T=Ambiente y 4rpm, que removió el 83,68% de los SST, 85,07% de la DBO, 86,3% de la DQO, y el 99,25% de los coliformes termotolerantes con una eficiencia del 85,07% en la DBO, el 86,3% en la DQO, el 99,25% en los coliformes termotolerantes y el 83,68% en los SST. Las aguas residuales domésticas tratadas con biodiscos produjeron valores de DQO, DBO, SST, C. termotolerantes, temperatura y pH inferiores a los LMP definidos para los efluentes de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales (Hinostroza y Moscoso, 2014, p.70-80).

Se construyó un reactor de biodiscos a escala de laboratorio utilizando 48 discos de poliestireno colocados en un eje de acero inoxidable separados en cuatro etapas

y que giran a una velocidad de 0,18 m/s. En el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo Mara se estudió la calidad del agua y sus características fisicoquímicas y se estableció la sección experimental. Los resultados indican que después de un TRH de dos horas, las concentraciones de DQO, DBO5, SST, nitratos y fosfatos fueron del 65,90%, del 73,01% después de cuatro horas y del 80,18% después de ocho horas, en función de las concentraciones de temperatura (T), pH y oxígeno disuelto (OD) medidas in situ en cada etapa del reactor (Céliz, 2019, p.83).

El sistema se compone de dos fases, cada una con un efectivo volumen de 81 litros y siete (07) discos de material PVC de 60 cm de diámetro para una superficie efectiva total de 7,48 m². El sistema se desarrolló con un caudal constante de 432 L/día (THR 4 a 5 horas por etapa) y se examinó el rendimiento del sistema a lo largo de dos períodos de funcionamiento modificando la velocidad de rotación de los discos (3 rpm en el transcurso de 3 meses y 5 rpm durante 3 meses). El sistema funcionó a un nivel de oxigenación óptimo, con un promedio de 5,21 mgO₂/l sólo en la primera etapa. La eficacia promedio de la remoción del DBO5 estuvo con un 90% a 3rpm y del 78% a 5rpm. Al final, el sistema demostró una eficacia superior de remoción de materia orgánica con velocidad de 3 rpm. Asimismo, descubrió que 2 etapas en secuencia superaban a una sola etapa. La biopelícula de la primera fase estaba dominada por protozoarios ciliados nadadores o libre y bacterias filamentosas que experimentaron una expansión durante la segunda fase. Los protozoarios ciliados fijos, los rotíferos y las algas unicelulares y filamentosas se encuentran en la segunda fase (Delgado, 2019, p.12-16).

En el tratamiento de aguas residuales urbanas de los efluentes "Las Vírgenes" - Huancayo a nivel de laboratorio, se realizó la caracterización del agua residual urbana mediante muestras compuestas basadas en el tiempo. Del mismo modo, se investigó el flujo continuo, una velocidad de rotación del disco de cuatro revoluciones por minuto, una duración de residencia inferior a un día, un rango de pH de 6,5 a 8,5 y de temperatura óptimo de 12 a 16 °C en consecuencia son criófilas nuestros microorganismos; todos los experimentalmente medidos en el reactor de biodiscos, a una escala piloto. Se comprobó que el tratamiento más óptimo se lograba en mayores condiciones de concentraciones y caudales bajos; así determinó que el experimento cuatro, tanto el normal como el replicado, era el

mejor tratamiento, alcanzando niveles de rendimiento en DBO5 de 89,50% y 92,40% en el caso de los experimento normal y replicado, respectivamente (Jurado y Vargas, 2015, p.91-100).

En la investigación se efectuó al azar un diseño de bloques con tres repeticiones, rotando los bloques a cuatro velocidades diferentes (1 RPM, 2 RPM, 3 RPM y 4 RPM). A 1 RPM, 2 RPM y 4 RPM, no se alcanzaron las eficiencias de eliminación esperadas (concentraciones de DBO5 de 48,19 mg/L, 37,06 mg/L y 46,98 mg/L, respectivamente; promedio de materia orgánica de los ensayos en bloque), lo que se atribuyó a una posible falta de oxigenación de la biomasa a 1 y 2 RPM, y a una visible separación de la biomasa a 4 RPM. Sin embargo, cuando los discos giran a una velocidad de 3 RPM indican los resultados una asombrosa eficiencia de eliminación de MO del 94,95% lo que es coherente con el perfil de oxigenación del reactor. Las pruebas en bloque muestran que los discos giran a una velocidad de 3 RPM, produciendo un efluente con un contenido medio de MO de 19,15 mg/L de DBO5. Se ha comprobado que la velocidad de giro del reactor de biodiscos tiene una influencia significativa en el rendimiento del reactor y por tanto en la calidad del efluente que estuvo en tratamiento (Vásquez, 2018, p.95-100).

En cuanto a las teorías vinculadas según las conclusiones de este estudio las aguas residuales municipales viene a ser principalmente aguas de abastecimiento que luego de ser empleados en actividades domésticas (higiene personal, preparación de alimentos, consumo humano, etc) y de producción (lavado, dilución, calefacción, refrigeración, etc.), se vierten a los sistemas de alcantarillado doméstico o de manera directa al medio ambiente. El agua residual municipal se compone de un alto porcentaje (en peso) por agua, sólidos suspendidos, 99.9 % y un 0.1 % de los que el 30% son inorgánicos como arenas, sales, metales que esto corresponde al 0.1% y el 70% son orgánicos, las aguas residuales se debe tratar en la disposición final PTAR. La composición con la que cuenta dependera el uso que le da la población (SAVIA, 2002, p.14-16).

Respecto a las características los contaminantes como la DBO, es la capacidad de oxidación de la materia orgánica, estas pueden ser microorganismos, hongos, bacterias. La DQO es la cantidad de MO que se encuentra en el agua se evalúa con la determinación de la cantidad de oxígeno necesaria para su oxidación, que

viene dada por un elemento químico, en este caso permanganato de potasio o dicromato potásico para la determinación de la concentración de MO en el agua (Balvin, 2020, p.13-16).

Las bacterias coliformes detectadas en las aguas superficiales son un signo de contaminación causada por los desechos humanos y animales, la erosión del suelo o una combinación de las tres fuentes. Los coliformes están presentes en las aguas residuales como resultado de los vertidos de aguas residuales domésticas, los arroyos urbanos, las fosas sépticas, las granjas de animales, los goteos de agua de las aves de corral y la aplicación de desechos animales a la superficie del suelo.

Se calcula que las aguas residuales que se vierten aproximadamente el 80% a una red de alcantarillado no se desvían hacia las EDAR, y que el 20% restante se vierte sin tratamiento a masas de agua naturales, las aguas residuales se vierten en terrenos desocupados o se utilizan inadecuadamente para el riego agrícola, lo que supone un riesgo para población y el ambiente. En la figura 1 se muestra el ciclo de gestión de las aguas residuales municipales.

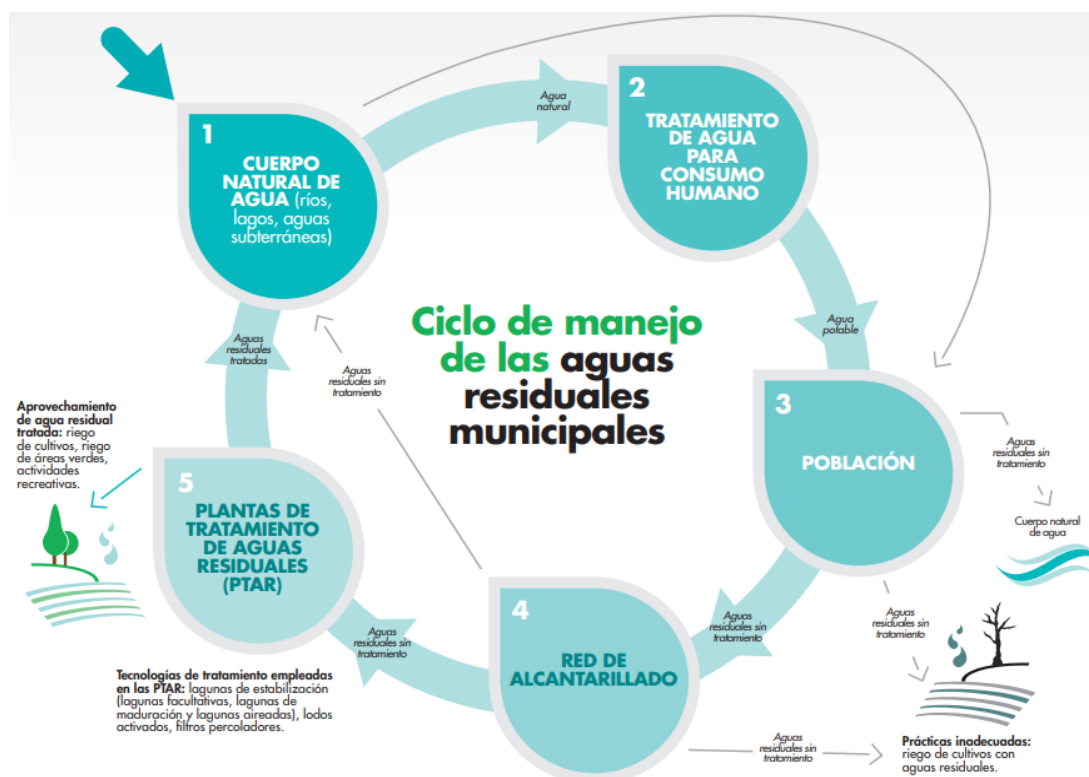


Figura 1. Ciclo de manejo de aguas residuales municipales.

Fuente : (OEFA, 2014, p.8)

Hay una gran variedad de métodos disponibles para el tratamiento de las aguas residuales domésticas o municipales, que están a partir de la tecnología que van variando a partir de convencionales mecanizadas altamente y de alto consumo energético, hasta alternativas de bajo costo y ecológicas. Las técnicas de tratamiento convencionales remueven los contaminantes a través de procedimientos que exigen cantidades considerables de energía procedente de combustibles fósiles, poseen tiempos de retención hidráulica cortos y necesitan poca cantidad de terreno en comparación con otros métodos. En general las tecnologías convencionales son favorables en entornos urbanos o en lugares en los que el costo del terreno es primordial de los gastos totales de inversión (Zurita y Castellanos, 2011, p.1-5).

A continuación, se detalla los niveles de tratamiento de agua residual.

Tabla 1. Niveles y procesos de tratamientos de aguas residuales.

Nivel	Descripción	Tipo de unidad
Preliminar	Remoción de material que causa problemas operacionales como trapos, ramas, arenisca, material.	Tamices, rejas, tanques de homogenización, desarenador, repartidos de caudal y trampa de grasas.
Primario	Remoción de sólidos inorgánicos e orgánicos sedimentables, para reducir la carga orgánica.	Unidades con inyección de aire, sedimentador, Imhoff, tanque séptico y tanques de flotación.
Secundario	Procesos biológicos que poseen remoción con eficiencia de DBO soluble superior a 80 %.	Biodiscos, lodos activados, humedales, filtros percoladores, humedales, reactor UASB, lagunas de estabilización
Terciario	Remueve sólidos suspendidos mediante microfiltración, asimismo en este nivel se remueven	La coagulación y precipitación, microfiltración, cloración, la absorción del carbón activado, oxidación química, destilación, remoción por espuma, extracción por solvente y nitrificación- desnitrificación.

Fuente: (Callatana, 2014, p.35).

En las teorías relacionadas al sistema de tratamiento de aguas residuales que utiliza biodiscos, también conocido como biorreactor, biocilindro o biodisco es muy eficiente como el proceso de lodos activados, pero ocupa mucha menos superficie, es sencillo de manejar y consume mucha menos energía. Está formado por una construcción de plástico orientada a lo largo de un eje horizontal, como se ve en la ilustración. En su mayor parte, se compone de polietileno de alta densidad con una gran superficie específica.

Puede sumergirse en el agua a tratar hasta una profundidad que oscila entre el 40 y el 90%, según la aplicación. En la superficie del plástico forma una película de microorganismos, el cual su grosor se autorregula como resultado de la fricción entre el plástico y el agua. Es la superficie rugosa de los biodiscos la que permite la fijación biológica. Es posible ver el crecimiento de microorganismos purificados, protozoos y bacterias, en cualquier tratamiento biológico aeróbico típico de una EDAR, así como el procedimiento de tratamiento de aguas residuales. De los casos la mayor parte, los biodiscos están contenidos al interior de una cerrada estructura que reduce la irradiación del sol y así evitar la multiplicación de algas.

Los biodiscos son sistemas empleados para el tratamiento biológico de aguas residuales en el que superior al 95% de la biomasa activa de manera adherida a un soporte. La biopelícula alterna entre el contacto con el agua residual tratada y el oxígeno atrapado en su interior a causa del movimiento de giro de los discos. Cuando se expone al aire, la película absorbe oxígeno, y cuando está sumergida, absorbe los materiales solubles que hay que destruir. Un Contactor Biológico Rotativo está formado por una sucesión de discos circulares de material plástico (sintético) próximos entre sí, cada uno de ellos con diámetros de 3,5 m y conectados a un giratorio eje horizontal. En un tanque que contiene las aguas residuales a tratar, aproximadamente el 40% de cada disco se sumerge en el agua durante un periodo de tiempo. Al girar el contactor biológico, la película de biomasa enlazada que se forma en la base de los discos se desplaza hacia el interior y hacia afuera de las aguas residuales, lo que permite un tratamiento más eficaz. Cuando los microorganismos están inmersos en las aguas residuales, absorben la materia orgánica; y cuando salen, se les proporciona el oxígeno necesario para que suceda la descomposición aeróbica. Cuando la biomasa enlazada vuelve a ingresar en el sistema, el excedente de partículas y los desechos se eliminan del medio en forma

de residuos. Estos residuos van junto con el flujo de aguas residuales y se eliminan correctamente en un tanque de sedimentación.

La rotación permite:

- El transporte de oxígeno
- La conservación de la biomasa bajo condiciones aerobias
- El exceso de sólidos en los discos se elimina a causa del esfuerzo cortante
- Conservar la suspensión los sólidos arrastrados

Cuando los discos están equipados con mecanismos de captación de aire, se introduce aire en el fondo del tanque para suministrar oxígeno para la rotación de los discos. Estos sistemas son comparables a los sistemas de filtración por goteo, pero tienen una mayor tasa de circulación (Panchana, 2017, p.6-18).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Es de naturaleza aplicada, sugiere que este tipo de investigación pretende aplicar el conocimiento para poner en conflicto un concepto con la situación real (Behar, 2008, p.42-50).

El diseño de la investigación es experimental, dentro de ello es una investigación cuasi experimental, término experimento tiene dos básicas acepciones. La primera es más general y se refiere a realizar una acción y después observar las consecuencias, el segundo referido al estudio en el que una o más variables independientes (tales causas antecedentes) se modifican a propósito para investigar la influencia de la manipulación en una o más variables dependientes (posteriores supuestos efectos) bajo la condición de mando del investigador (Hernández y Mendoza, 2018, p.387-410).

3.2. Variables y operacionalización

- **Variables:**

Variable independiente (VI): Tratamiento de aguas residuales municipales.

Variable dependiente (VD): Sistema de biodiscos.

- **Operacionalización:** (Ver Anexo 2).

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población o universo denominada como la colección de todas las ocurrencias que satisfacen ciertos. En la investigación, la población es representada por las aguas residuales municipales provenientes del distrito de Lampa criterios (Fernández y Baptista, 2014, p.45-56).

3.3.2. Muestra

Una muestra es una representación de una parte de la población o del universo del que se toman los datos y debe ser característico (Fernández y Baptista, 2014, p.45-56). La muestra estará compuesta por 200 litros de agua residual provenientes del distrito de Lampa, como referencia para la muestra se tomó de anteriores investigaciones (Jurado y Vargas, 2015, p.91-100).

3.3.3. Muestreo

El muestreo es el proceso de selección de un subconjunto de un conjunto mayor, universo o población, con el fin de recoger datos para abordar un tema de investigación. La investigación presente se basará en un método de muestreo no probabilístico, técnica que permite seleccionar la muestra por un criterio preestablecido (Fernández y Baptista, 2014, p.45-56).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica de recolección de datos

Los enfoques de investigación utilizados en este estudio incluyen (observación, entrevista, encuestas y análisis documental y análisis en laboratorio). De modo que, en la investigación presente se aplicó la técnica análisis documental e observacional (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.198-200).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se indica los instrumentos de recopilación de datos (guía de observación de campo, cuestionario, guía de entrevista o formulario de investigación); como también, así como su confiabilidad y validez de los instrumentos. Además se elaboró una ficha de campo de identificación del lugar, donde se recolectó los datos de concentración de los parámetros químicos y biológico presentes en las aguas residuales (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.198-200).

Además, se elaboró la ficha para evaluar el tiempo óptimo y determinar la (RPM) adecuado.

3.5. Procedimientos

El presente estudio detalla un enfoque que permitirá examinar con precisión los datos y lo conlleva.

3.5.1. Concentración inicial de los parámetros químicos y biológico presentes en las aguas residuales del Distrito de Lampa.

A la hora de establecer las estaciones de muestreo, se consideró numerosos criterios previamente señalados en la guía Protocolo para el control de la calidad de los recursos hídricos (ANA, 2016, p.48-58)

Antes del muestreo, los contenedores de polietileno de elevada densidad se enjuagaron al 1% con ácido nítrico, especificado en el proceso de muestreo. Seguidamente, se recogieron las muestras y se aplicó al 1% de ácido nítrico a

la muestra para preservarla. Por último, los contenedores de muestras se cerraron herméticamente, se etiquetaron y se transportaron con la cadena de custodia.

Aquí se obtendrá una muestra representativa y/o precisa del efluente, para llevar a cabo el análisis los parámetros establecidos de acuerdo a los puntos identificados. El muestreo se realizó en puntos de monitoreo que están adecuadamente designadas y etiquetadas (MCVS, 2013, p.10-14).

3.5.2. Sistema de tratamiento de biodiscos

Para la investigación se empleó un tratamiento biológico aerobio nombrados contactores biológicos rotatorios (RBC), conocidos además como biodiscos. Consta el sistema de dos etapas que se encuentran enlazadas en serie, cada una con una capacidad efectiva de 50 litros. Se utilizó diez discos de PVC (Policloruro de vinilo) como medio de soporte para la biopelícula. Como muestra se utilizó el agua residual provenientes del distrito de Lampa.

El sistema constó de un tanque de almacenamiento, 2 reactores de biodiscos enlazados en serie y un mecanismo mecánico destinado a la rotación de discos.

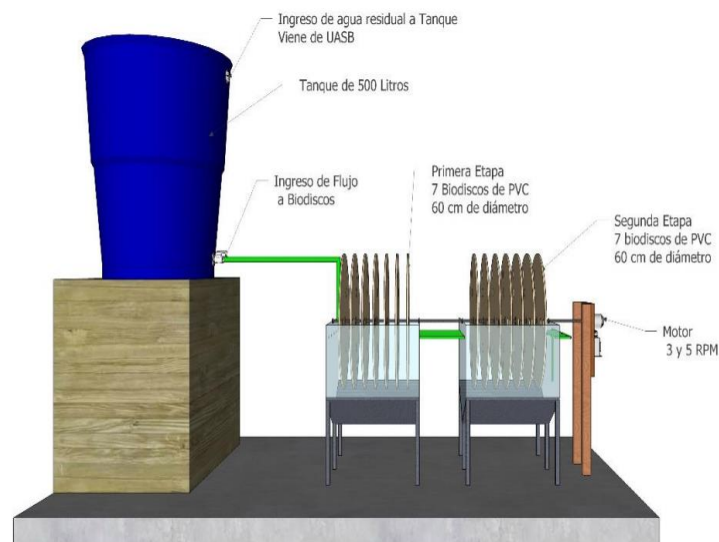


Figura 2. Sistema de tratamiento con biodiscos.

Componentes del sistema

El tanque de polietileno de 300 litros se utilizará para almacenar los efluentes de Lampa. Se utilizó un sistema de bombeo y mangueras para llenar el

depósito. Esto garantizará el caudal continuo de aguas residuales al sistema de biodiscos. El tanque se montó encima de una estructura de madera en una apropiada altura para que funcione el sistema. Al interior del depósito se instaló una bomba pequeña que proporcionó un constante caudal de agua al sistema.

Reactor

El sistema de biodiscos constó de 2 reactores que estarán enlazados en serie (2 etapas); las estructuras de los reactores serán dos cajas de vidrio de ancho 0,70 m, largo 0,50 m y de alto 0,30 m con un sistema de evacuación de lodos imhoff con 15 cm de altura en la sección inferior. Se utilizó dos estructuras metálicas para sostener el peso de las cajas de cristal. Cada reactor tendrá cinco (05) discos de PVC con un diámetro de 0,60 m y un espesor en promedio de 4 mm como medio de soporte para la biopelícula.

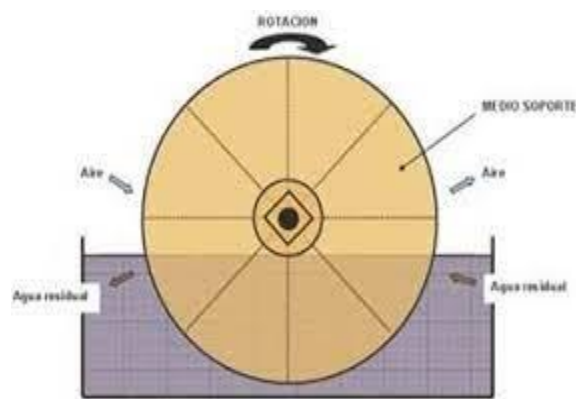


Figura 3. Esquema del biodisco.

Toda la superficie de los biodiscos se lijará con una amoladora. Con este método se obtendrá una rugosidad apropiada para favorecer la adhesión de la biopelícula. Además, cada disco tendrá seis agujeros con diámetro de 3 cm uniformemente distribuidos para inducir la turbulencia y la oxigenación del sistema. Los discos deben sumergirse hasta una profundidad del 40%.

Los diez discos de PVC estarán paralelos entre los mismos y fijados con tuercas y arandelas a un eje horizontal formado por un espárrago de acero inoxidable con un diámetro de 3/8" que pasaba por sus centros y estaba conectado en un extremo a un motor eléctrico que suministraba el torque necesario para la rotación continua a una velocidad constante. El motor estaba equipado con un

control de velocidad que permitía dos velocidades de giro diferentes: 2,5 rpm y 12 rpm.

Verificación de la eficiencia

Para estimar la eficacia del sistema de tratamiento de aguas residuales que utiliza biodiscos, se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$E = (S_0 - S) / S_0 \times 100$$

Dónde:

E: Eficiencia de remoción del sistema o componente.

S: Contaminante de salida.

S₀: Contaminante de entrada.

3.6. Métodos de análisis de datos

Como herramienta versátil se tiene al Microsoft Excel que constituye una excelente alternativa para los que llegan a realizar investigaciones; en ella se puede graficar y organizar los datos de una manera apropiada para su estudio estudio, realizar análisis estadísticos además de las funciones estándar, permitiéndole ordenar los datos por grupos, entre otras cosas se utilizó Microsoft Excel para organizar los datos en esta investigación debido a la facilidad con la que se pueden organizar los datos por tiempo (Escobar y Sara, 2020, p.30).

El estudio tiene como objetivo investigar la eficacia del tratamiento de las aguas residuales municipales mediante una tecnología de biodiscos a condiciones controladas en el Distrito de Lampa. Se utilizara el modelo estadístico T- Student de muestras relacionadas, donde se ha obtendra el nivel de significancia de dichos resultados.

3.7. Aspectos éticos

El estudio presente se apega a los lineamientos de la resolución del consejo universitario N° 0126-2017/UCV, teniendo en cuenta que los conocimientos y criterios que rigen la ciencia no son de nuestra propiedad como investigadores, y que la investigación presente se basa en libros, artículos e investigaciones debidamente consultados, citados y referenciados de acuerdo a las normas ISO para demostrar lo que no es de nuestra propiedad. El estudio

se evaluará mediante el software Turnitin para determinar el porcentaje de similitud.

Además, el Protocolo Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos ANA (2016), que controla el muestreo del agua. Igualmente, los equipos utilizados para la toma de muestras deben estar debidamente calibrados, lo que se acredita con los correspondientes certificaciones. Los siguientes documentos se incluyen en los anexos para demostrar la conformidad con el código de ética de la Universidad César Vallejo:

- Instrumentos para la evaluación del cumplimiento por parte de los expertos.
- Resultado de similitud de Turnitin en porcentaje.

IV. RESULTADOS

4.1. Concentración de los parámetros químicos y biológico presentes en las aguas residuales del Distrito de Lampa.

La tabla 2. Nos muestra la concentración de DBO5, DQO, C. Totales y Escherichia Coli obtenida en las aguas residuales del distrito de Lampa. Comparado con los ECA, los cuales no sobrepasan este.

Tabla 2. Concentración de DBO5, DQO, C. Totales y Escherichia Coli de las aguas residuales de Lampa.

Nº	Parámetro	Unidad	Resultado	ECA
1	DBO5	mg/L	5	10
2	DQO	mg/L	10	10
3	C. Totales	NMP/100ml	560	-
4	Escherichia Coli	NMP/100ml	208	-

Fuente: Elaboración propia.

Nos indica la figura 4, la concentración inicial de DBO5 en las aguas residuales del distrito de Lampa, donde se ha obtenido 5 mg/L el cual no sobrepasa los ECA.

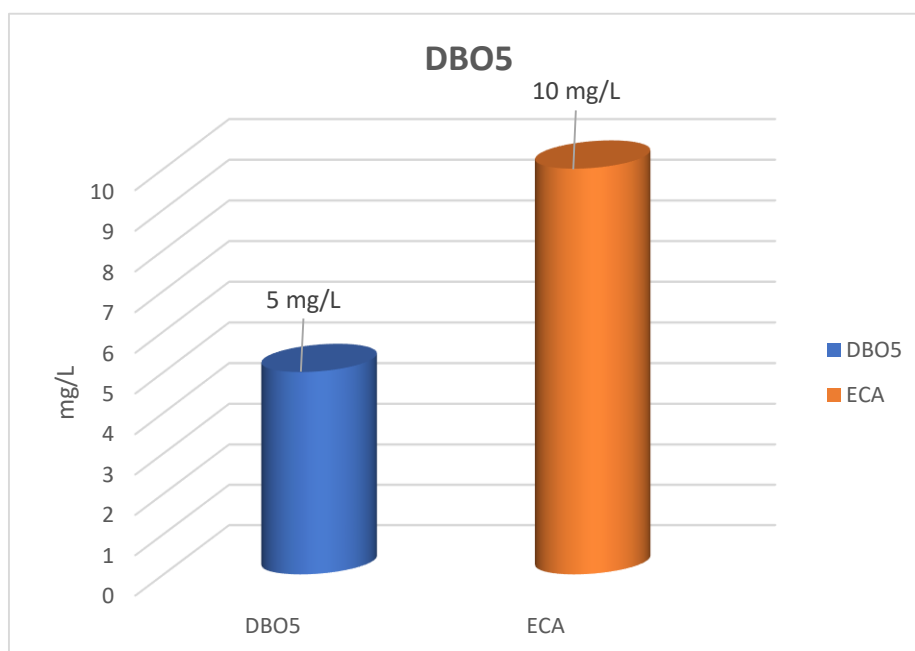


Figura 4. Concentración inicial DBO5.

La figura 5. Nos muestra la concentración inicial de DQO en las aguas residuales, donde se ha obtenido 10 mg/L.

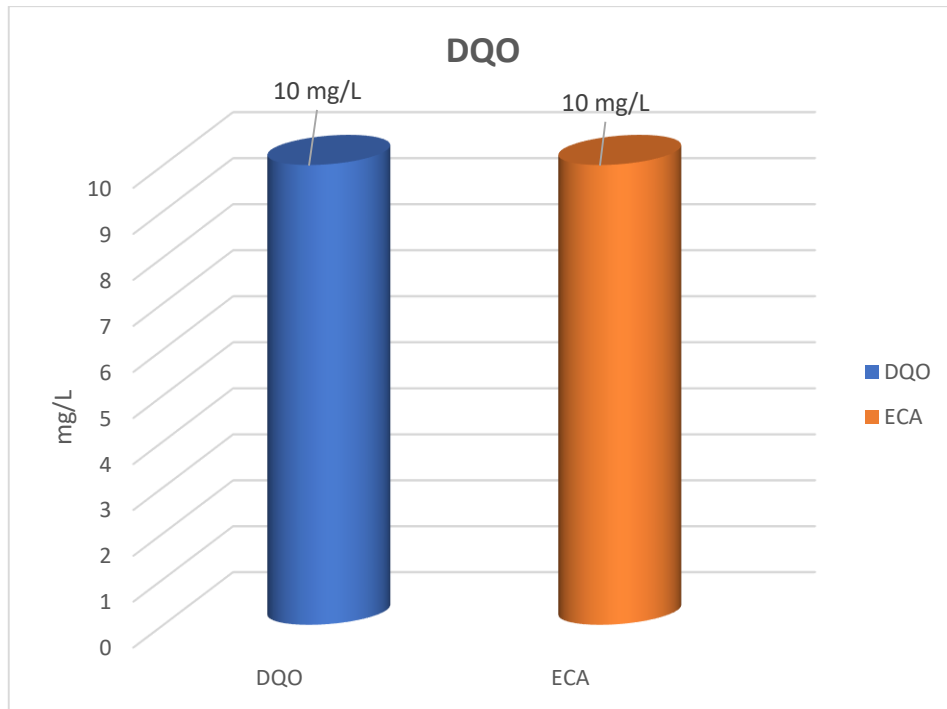


Figura 5. Concentración inicial DQO.

4.2. Tiempo de retención óptimo de las aguas residuales en el sistema de biodiscos para su tratamiento.

4.2.1. Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5)

Nos indica la tabla 3, la concentración de la demanda biológica de acuerdo al tiempo óptimo. Donde se ha tomado 2 muestras con dos tiempos uno de 4 horas (2.5 rpm) y 8 horas (12 rpm).

Tabla 3. Resultado de DBO5 de acuerdo al TRH:

Nº	Hora	Parámetro	Und.	Resultados	ECA
01	4 (2.5 RPM)	DBO5	mg/L	3	10
02	8 (12 RPM)	DBO5	mg/L	1	10

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar con mejor precisión, la figura 6. nos muestra que, en 4 horas con 2.5 RPM, se ha obtenido 3 mg/L y en 8 horas con 12 RPM se ha obtenido 1 mg/L.

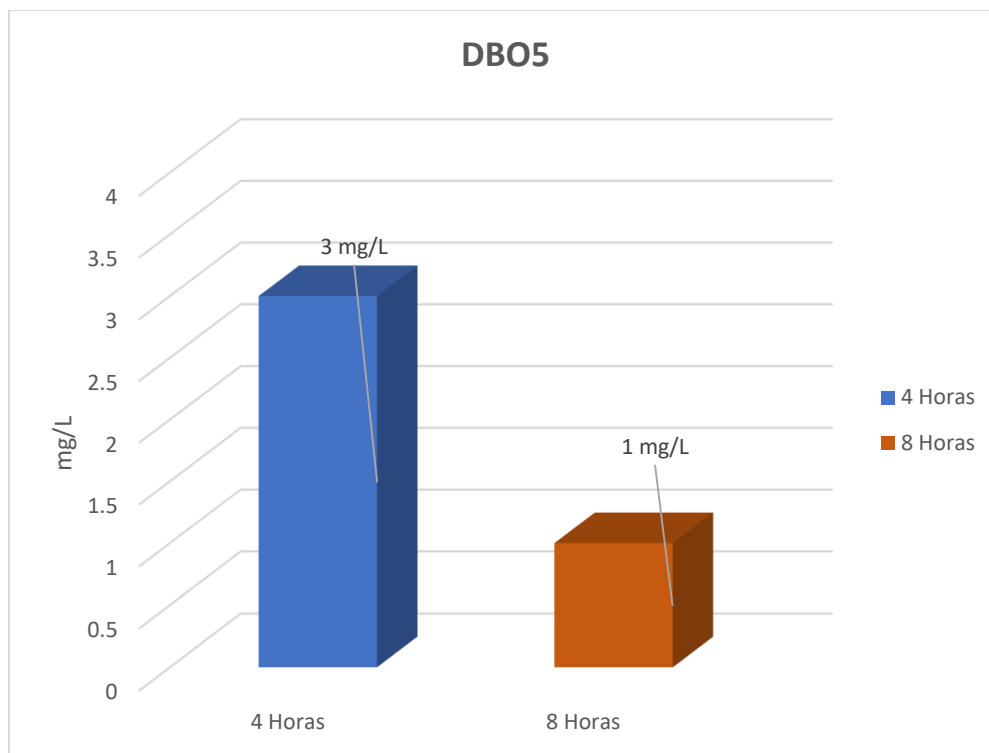


Figura 6. Concentración de DBO5 posterior al tratamiento en 4 horas y 8 horas.

Nos indica la tabla 4 el porcentaje de eficiencia de DBO5 de acuerdo al tiempo de retención hidráulica de 4 horas (2.5 RPM) y 8 horas (12 RPM).

Tabla 4. Porcentaje de eficiencia de DBO5 de acuerdo al TRH:

Nº	Duración	Parámetro	Und.	C. Inicial	C. final	Porcentaje Eficiencia
01	4 h (2.5 RPM)	DBO5	mg/L	5	3	40 %
02	8 h (12 RPM)	DBO5	mg/L	5	1	80 %

Fuente: Elaboración propia.

Nos indica en la figura 7 la eficiencia que tuvo DBO5 tanto en 4 horas que fue de 40 % y en 8 horas con eficiencia de 80 %.

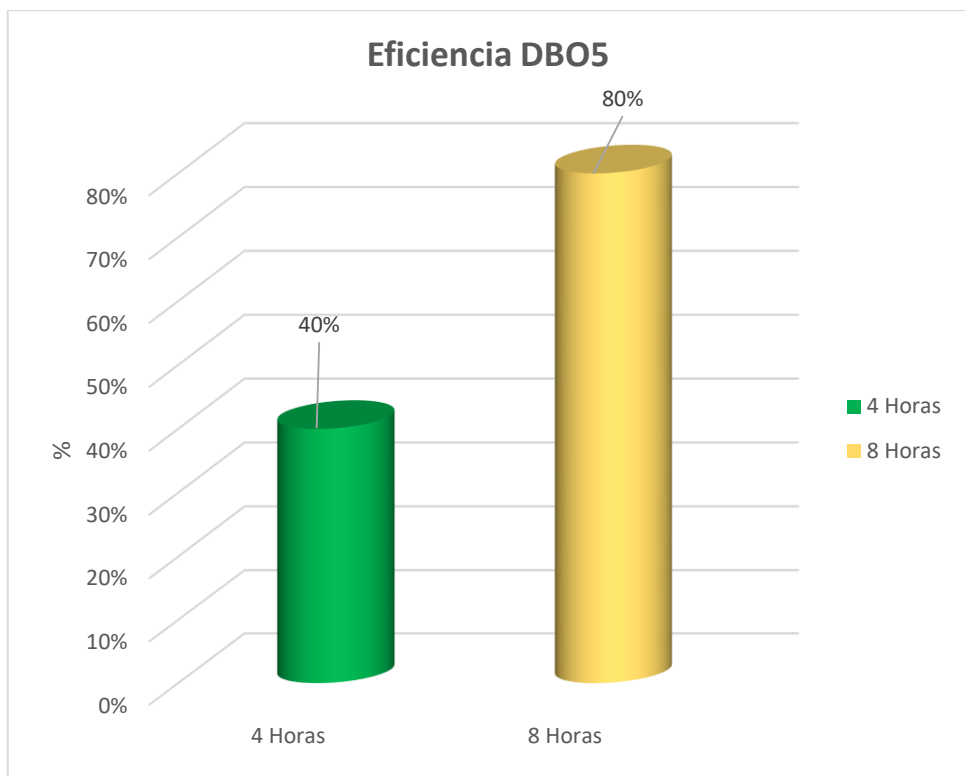


Figura 7. Eficiencia de DBO5.

4.2.2. Demanda Química de oxígeno (DQO)

Nos indica la tabla 5 la concentración de la demanda química de acuerdo al tiempo de retención hidráulica. Donde se ha tomado 2 muestras en el cual es de 4 horas con un resultado de 5 mg/L y 8 horas con un resultado de 2mg/L.

Tabla 5. Resultado de DQO de acuerdo al TRH:

Nº	Hora	Parámetro	Und.	Resultados	ECA
01	4 (2.5 RPM)	DQO	mg/L	5	10
02	8 (12 RPM)	DQO	mg/L	2	10

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar con mejor precisión, la figura 8 nos muestra la concentración de DQO posterior al tratamiento las cuales fueron en distintos tiempos, en 4 horas (2.5 RPM) se ha obtenido 5 mg/L y en 8 horas (12 RMP) se obtuvo 2 mg/L.

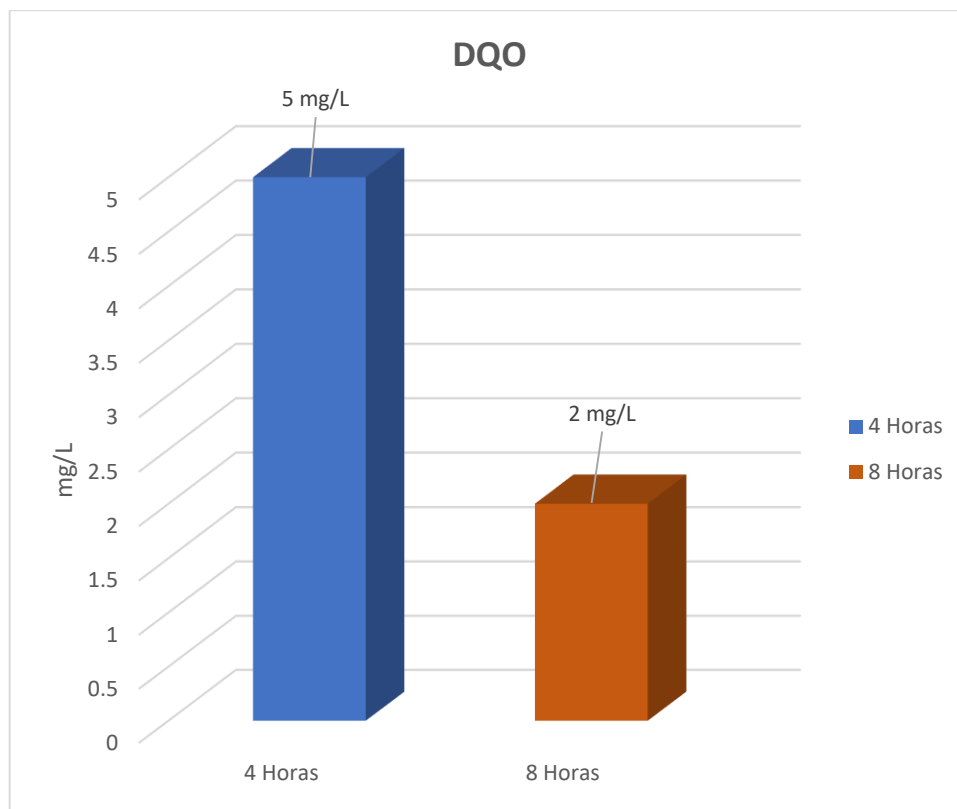


Figura 8. Concentración de DQO posterior al tratamiento en 4 horas y 8 horas.

La tabla 6. Nos muestra el porcentaje de eficiencia de DQO de acuerdo al tiempo de retención hidráulica.

Tabla 6. Porcentaje de eficiencia de DQO de acuerdo al TRH

Nº	Duración	Parámetro	Und.	C. Inicial	C. final	Porcentaje Eficiencia
01	4 (2.5 RPM)	DQO	mg/L	10	5	50 %
02	8 (12 RPM)	DQO	mg/L	10	2	80 %

Fuente: Elaboración propia.

Nos indica la figura 9, la eficiencia que tuvo DQO tanto en 4 horas que fue de 50 % y en 8 horas con eficiencia de 80 %.

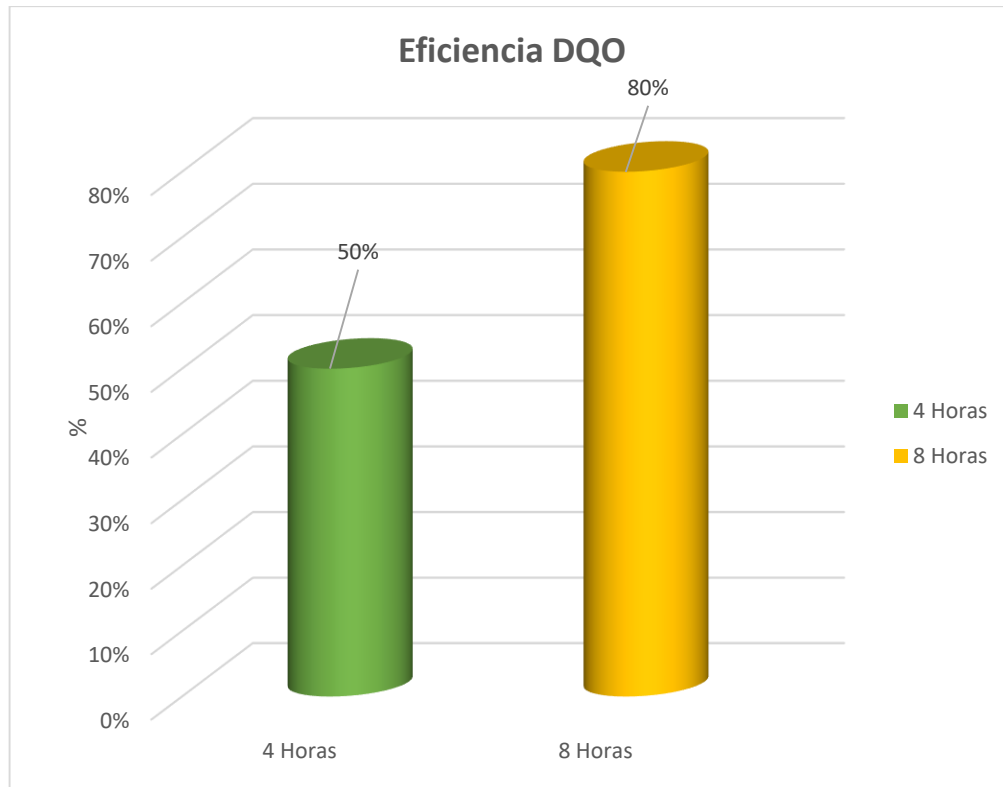


Figura 9. Eficiencia de DQO.

4.2.3. Coliformes Totales

La tabla 7, nos muestra la concentración de coliformes totales en las aguas residuales posterior al proceso de tratamiento, con referencia al tiempo de retención hidráulica (TRH) y revoluciones por minuto (RPM). Donde con un tiempo de retención de 4 horas (2.5 RPM) se tuvo como resultado 392 mg/L, en el caso de 8 horas (12 RPM) se tuvo un resultado de 21 mg/L.

Tabla 7. Coliformes totales de acuerdo al TRH.

Nº	TRH	Parámetros	Und.	Resultados
01	4 (2.5 RPM)	C. totales	NMP/100ml	392
02	8 (12 RPM)	C. totales	NMP/100ml	21

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar con mejor precisión, la figura 10. nos muestra que, en 4 horas (2.5 RPM), se ha obtenido 392 NMP/100 ml y en 8 horas (12 RMP) como se obtuvo 21 NMP/100 ml.

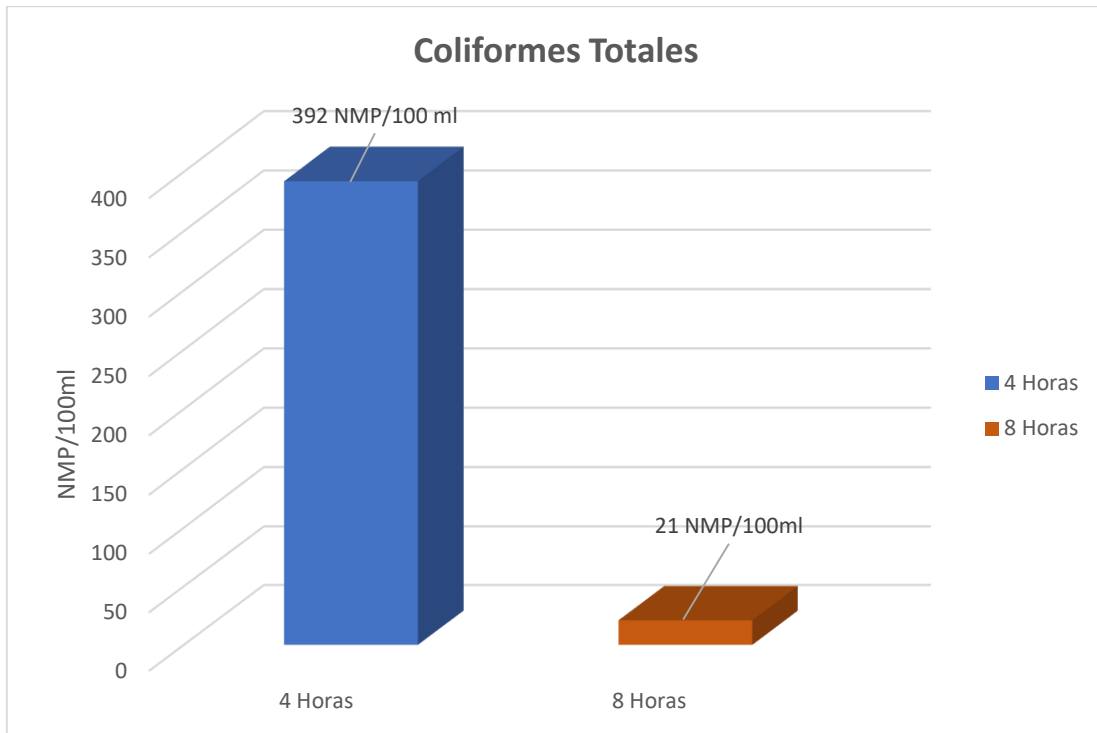


Figura 10. Concentración de Coliformes Totales posterior al tratamiento en 4 horas y 8 horas.

La tabla 8. Nos muestra la eficiencia del sistema de tratamiento por biodiscos comparando el tiempo de retención hidráulica y las revoluciones por minuto. Donde en tiempo de 4 horas y 2.5 revoluciones por minuto se ha obtenido una eficiencia de 30 % y en 8 horas con 12 RMP 96.25 %, es decir que el tiempo óptimo de retención hidráulica es de 8 horas y 12 RPM, puesto que se ha obtenido mayor porcentaje.

Tabla 8. Eficiencia del sistema en la remoción de coliformes totales.

Nº	TRH	Parámetros	Und.	C. Inicial	C. final	Porcentaje Eficiencia
01	4 (2.5 RPM)	Coliformes Totales	NMP/100 ml	560	392	30 %
02	8 (12 RPM)	Coliformes Totales	NMP/100 ml	560	21	96.25%

Fuente: Elaboración propia

Nos indica en la figura 11 la eficiencia que tuvo los Coliformes Totales tanto en 4 horas que fue de 30 % y en 8 horas con eficiencia de 96.25 %.

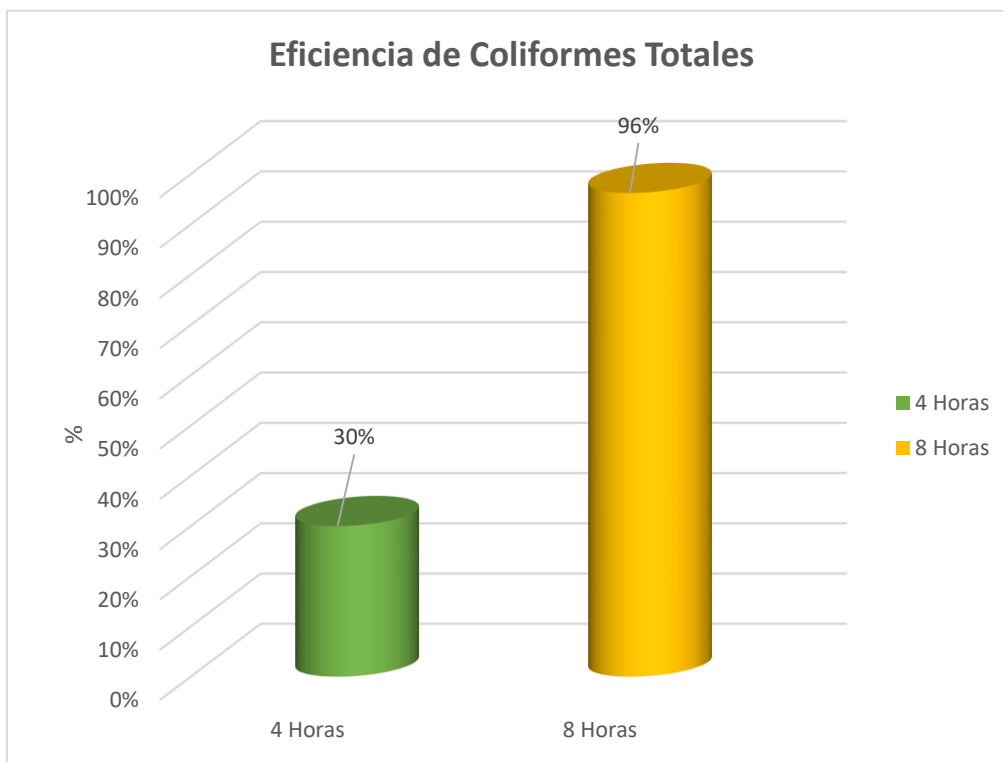


Figura 11. Eficiencia de Coliformes Totales.

4.2.4. Escherichia Coli

La tabla 9, nos muestra la concentración de Escherichia coli en las aguas residuales posterior al proceso de tratamiento, con respecto al tiempo de retención hidráulica (TRH) y revoluciones por minuto (RPM). Nos indica que con un tiempo de retención de 4 horas con 2.5 RPM Escherichia Coli tuvo como resultado 96 mg/L, en el caso de tiempo de retención de 8 horas con 12 RPM tuvo como resultado 6 mg/L.

Tabla 9. Escherichia coli de acuerdo al Tiempo de Retención Hidráulica.

Nº	TRH	Parámetros	Und.	Resultados
01	4 (2.5 RPM)	Escherichia Coli	NMP/100ml	96
02	8 (RPM)	Escherichia Coli	NMP/100ml	6

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar con mejor precisión, la figura 12. nos muestra que, en 4 horas con 2.5 RPM, se ha obtenido 96 NMP/100 ml y en 8 horas con 12 RPM 6 NMP/100 ml.

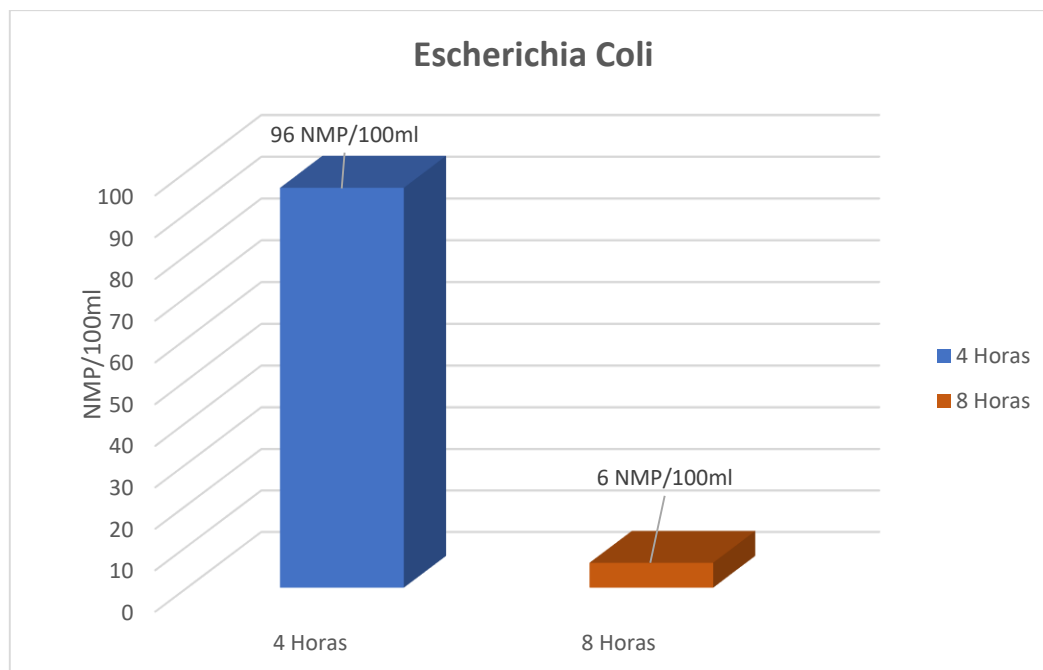


Figura 12. Concentración de Escherichia Coli posterior al tratamiento en 4 horas y 8 horas.

La tabla 10. Nos muestra la eficiencia del sistema de tratamiento por biodiscos comparando el tiempo de retención hidráulica y las revoluciones por minuto. Donde en tiempo de 4 horas y 2.5 revoluciones por minuto se ha obtenido una eficiencia de 53.84 % y en 8 horas con 12 RMP 97.11 %, es decir que el tiempo óptimo de retención hidráulica es de 8 horas y 12 RPM, puesto que se ha obtenido mayor porcentaje.

Tabla 10. Eficiencia del sistema de tratamiento en la remoción de *E.coli*.

Nº	TRH	Parámetros	Und.	C. Inicial	C. final	Porcentaje Eficiencia
01	4 (2.5 RPM)	Escherichia Coli	NMP/100 ml	208	96	53.84%
02	8 (12 RPM)	Escherichia Coli	NMP/100 ml	208	6	97.11%

Fuente: Elaboración propia.

Nos indica en la figura 13 la eficiencia que tuvo los Escherichia Coli tanto en 4 horas que fue de 54 % y en 8 horas con eficiencia de 80 %.

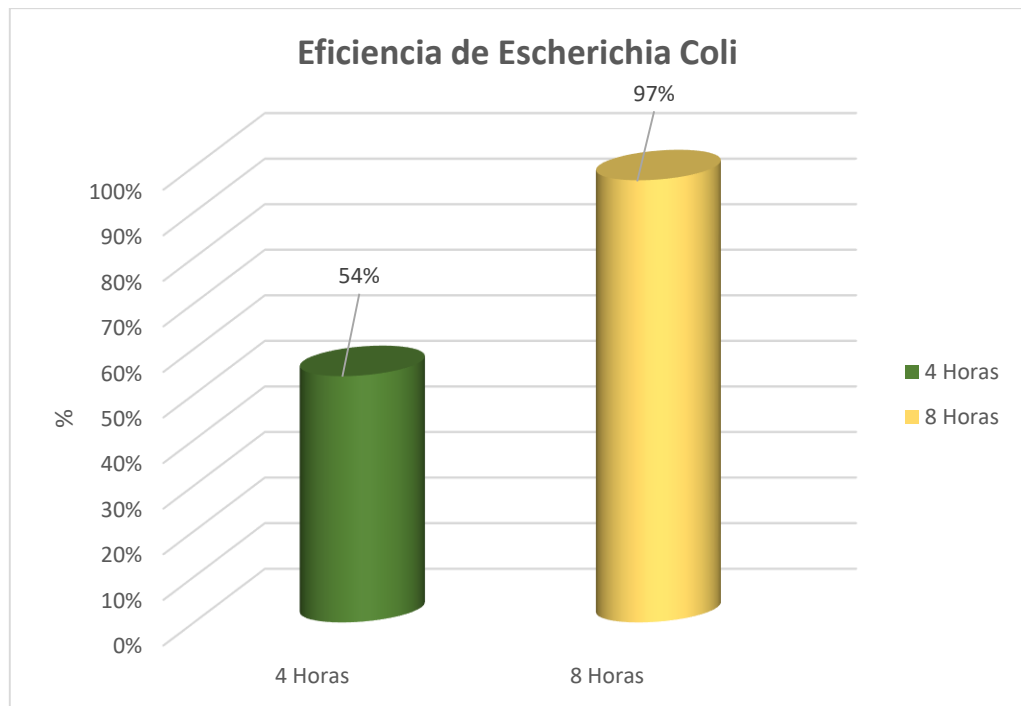


Figura 13. Eficiencia de Escherichia Coli.

4.3. Determinar las revoluciones por minuto (RPM) adecuado del sistema de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales

Se trabajó en la investigación presente con 2 diferentes revoluciones por minuto (RPM) los cuales son de 2.5 RPM y 12 RPM.

4.3.1. Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5)

Nos indica la tabla 11, la concentración de la demanda biológica de acuerdo a las revoluciones por minuto. Donde se ha tomado 2 muestras con dos tiempos uno de 2.5 RPM y 12 RPM.

Tabla 11. Resultado de DBO5 de acuerdo al RPM.

Nº	RPM	Parámetro	Und.	Resultados	ECA
01	2.5	DBO5	mg/L	3	10
02	12	DBO5	mg/L	1	10

Fuente: Elaboración propia.

Nos indica en la figura 14 los diferentes resultados que se obtuvo con revoluciones por minuto de 2.5 RPM y 12 RPM.

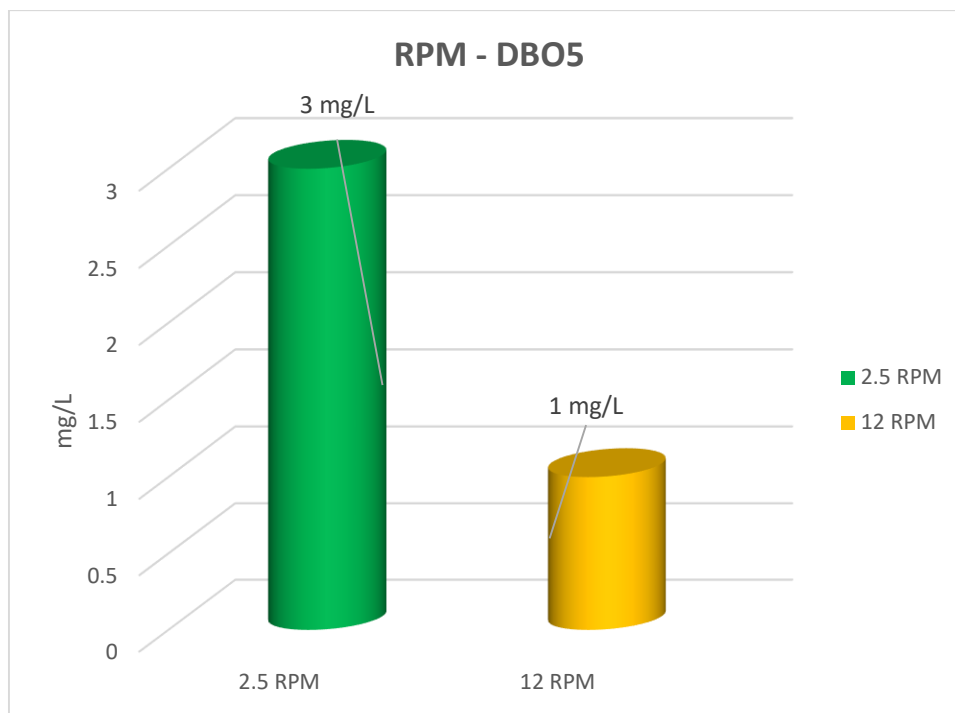


Figura 14. Concentración de DBO posterior al tratamiento en 2.5 RPM y 12 RPM.

4.3.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Nos indica la tabla 12 la concentración de la demanda química de acuerdo a las revoluciones por minuto. Donde se ha tomado 2 muestras en el cual con 2.5 RPM es de 4 horas es de 5 mg/L y 8 horas con un resultado de 2mg/L. Teniendo así un porcentaje de eficiencia de 50 % con 2.5 RPM y 80 % con 12 RPM.

Tabla 12. Resultado de DQO de acuerdo al RPM.

Nº	RPM	Parámetro	Und.	C. Inicial	C. final	Porcentaje Eficiencia
01	2.5	DQO	mg/L	10	5	50 %
02	12	DQO	mg/L	10	2	80 %

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar con mejor precisión, la figura 15 nos muestra la concentración de DQO posterior al tratamiento las cuales fueron en distintas revoluciones por minuto los cuales fueron de 2.5 RPM y 12 RPM se ha obtenido 5 mg/L y 2 mg/L respectivamente.

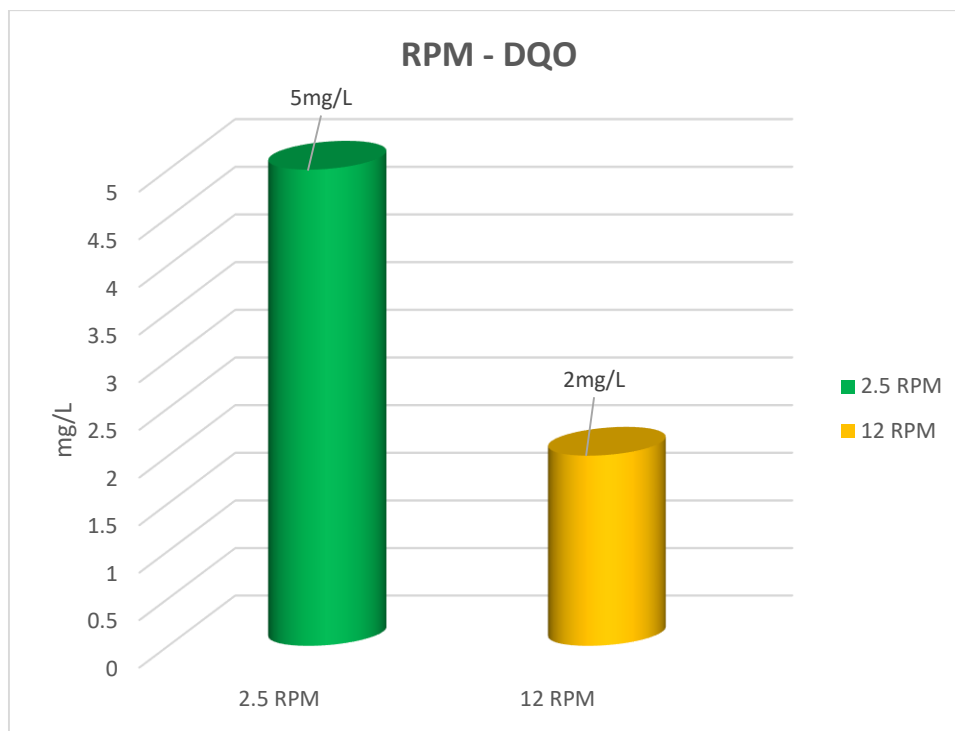


Figura 15. Concentración de DBO posterior al tratamiento en 2.5 RPM y 12 RPM.

4.3.3. Coliformes Totales

Nos indica la tabla 13, la concentración de coliformes totales en las aguas residuales posterior al proceso de tratamiento, con respecto a las revoluciones por minuto (RPM). Donde con 2.5 RPM se tuvo como resultado 392 mg/L, en el caso de 12 RPM se tuvo un resultado de 21 mg/L.

Tabla 13. Resultado de Coliformes totales de acuerdo a RPM.

Nº	RPM	Parámetros	Und.	C. Inicial	C. final	Porcentaje Remoción
01	2.5	Coliformes Totales	NMP/100ml	560	392	30 %
02	12	Coliformes Totales	NMP/100ml	560	21	96.25%

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar con mejor precisión, la figura 16. nos muestra que, en 4 horas con 2.5 RPM, se ha obtenido 392 NMP/100 ml y en 8 horas con 12 RPM 21 NMP/100 ml.

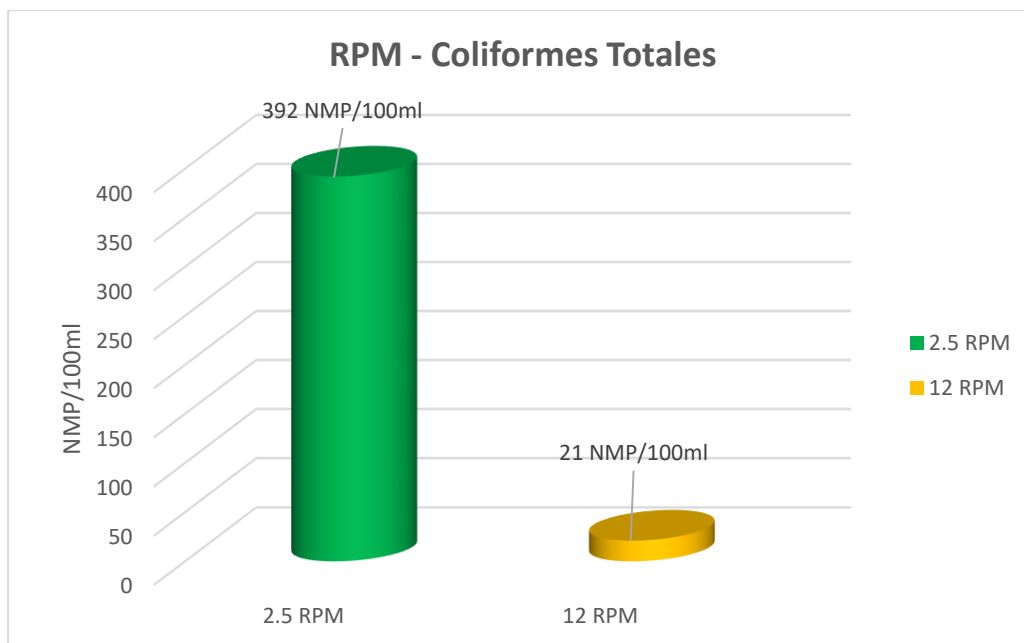


Figura 16. Concentración de Coliformes Totales posterior al tratamiento con 2.5 RPM y 12 RPM.

4.3.4. Escherichia Coli

Nos indica la tabla 14 la concentración de Escherichia Coli en aguas residuales posterior al proceso de tratamiento, de acuerdo a las revoluciones por minuto (RPM) con 2.5 RPM Escherichia Coli tuvo como resultado 96 mg/L, con 12 RPM tuvo como resultado 6 mg/L.

Tabla 14. Resultado de Escherichia coli de acuerdo a RPM.

Nº	RPM	Parámetros	Und.	C. Inicial	C. final	Porcentaje Eficiencia
01	2.5	Escherichia Coli	NMP/100 ml	208	96	53.84%
02	12	Escherichia Coli	NMP/100 ml	208	6	97.11%

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar con mejor precisión, la figura 17. nos muestra que, en 4 horas con 2.5 RPM, se ha obtenido 96 NMP/100 ml y en 8 horas con 12 RPM 6 NMP/100 ml.

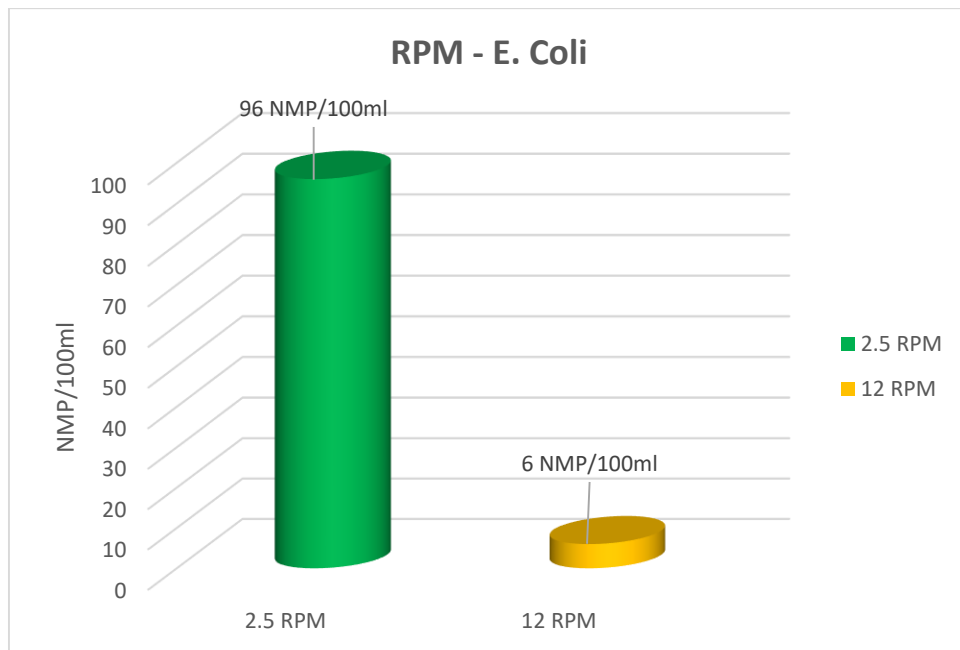


Figura 17. Concentración de Escherichia Coli posterior al tratamiento en 2.5 RPM Y 12 RPM.

Análisis Estadístico

Para determinar la eficiencia del sistema de biodiscos a condiciones controladas en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022. Se utilizó el modelo estadístico T- Student de muestras relacionadas, porque se ha tomado las muestras en 2 tiempos diferentes, antes y después del tratamiento, donde se ha obtenido un nivel de significancia de dichos resultados. A continuación, se mencionan los criterios que se consideraron.

Formulación de la hipótesis estadística

H1 = La eficiencia del sistema de biodiscos a condiciones controladas es superior a 50 % en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022.

H0 = La eficiencia del sistema de biodiscos a condiciones controladas no es superior a 50 % en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022

- Nivel de significancia = 5 % = 0,05 α
- Prueba Estadística de normalidad de datos: T- Student
- Estimador:
Si la probabilidad obtenida p-valor ≤ 0.05 , rechace H0 (se acepta H1)
Si la probabilidad obtenida p-valor > 0.05 , no rechace H0 (se acepta H0)

La tabla 15. Evidencia los datos estadísticos de muestras emparejadas, donde nos muestra la media, desviación estándar, de los valores obtenidos del sistema de biodiscos a condiciones controladas en el tratamiento de aguas residuales municipales.

Tabla 15. Estadística de muestras emparejadas.

Estadísticas de muestras emparejadas					
Parámetros		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
1	DBO5 - Antes	5,00	2	,000	,000
	DBO5 - Final	2,00	2	1,414	1,000
2	DQO - Antes	10,00	2	,000	,000
	DQO - Final	3,50	2	2,121	1,500
3	C-Totales- Antes	560,00	2	,000	,000
	C-Totales- Final	206,50	2	262,337	185,500
4	E-Coli- Antes	208,00	2	,000	,000
	E-Coli- Final	51,00	2	63,640	45,000

La tabla 16. Nos muestra que el P- valor, comparado con el valor alfa 0,05, es menor. Entonces aceptamos la hipótesis **H1**: La eficiencia del sistema de biodiscos a condiciones controladas es superior a 50 % en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022. De acuerdo a los resultados obtenidos, para DBO5; DQO; Coliformes totales y E.Coli, los valores de eficiencia son superiores a 50%.

Tabla 16. Prueba de muestras emparejadas.

Prueba de muestras emparejadas									
Parámetros		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
1	DBO5 - Antes DBO5 - Final	3,000	1,414	1,000	-9,706	15,706	3,000	1	0,0205
2	DQO - Antes DQO - Final	6,500	2,121	1,500	-12,559	25,559	4,333	1	0,0144
3	C-Totales-Antes C-Totales-Final	353,5	262,337	185,500	- 2003,501	2710,501	1,906	1	0,0308
4	E-Coli-Antes E-Coli-Final	157,0	63,640	45,000	-414,779	728,779	3,489	1	0,0178

V. DISCUSIÓN

La investigación presente tuvo como resultados de eficiencia mayores a 30% ya sea con ambos tiempos de retención hidráulica en todos los parámetros que se sometieron al tratamiento de sistema de biodiscos no posee similitud a comparación de la investigación de Delgado (2019, p.12-16) la cual posee eficiencia desde 78 % hasta 90 % con el tiempo de retención hidráulica mínimo.

La concentración de parámetros químicos y biológico presentes en las del distrito de Lampa no sobrepasaron los Estándares de Calidad Ambiental, que tuvieron una concentración de 5 mg/L para DBO5, 10 mg/L para DQO, Coliformes Totales con 560 NMP/100ml y Escherichia Coli con 208 NMP/100ml en comparación con la investigación de Hinostroza y Moscoso (2014) no son similares ya que tuvo una concentración de DBO5 = 181.3 mg/L, DQO = 261.9mg/L, sobrepasando así los parámetros.

De acuerdo al tiempo de retención, para DBO5 en un tiempo de 4 horas se ha obtenido una eficiencia de 40 % y en 8 horas 80 % DQO, en 4 horas 50 % y en 8 horas 80 %. Coliformes totales, en 4 horas 30 % y 8 horas 96.25 %. Comparado con el estudio de Céliz (2019, p.83) estos resultados son similares ya que con un tiempo de retención de 8 horas posee mas eficiencia ya que nos indican que las concentraciones de DQO y DBO5, fueron del 65,90%, del 73,01% después de 4 horas y del 80,18% después de 8 horas. Mientras que, Delgado (2019, p.12-16) en un tiempo de 4 y 5 horas. La eficiencia promedio de la remoción del DBO5 estuvo con un 90% y del 78%.

La investigación presente que se sometió a una velocidad de 2.5 RPM y 12 RPM, en la cual se tuvo más eficiencia con los parámetros analizados con la velocidad de 12 RPM dándonos en DBO5 y DQO 80 %, Coliformes totales 96.25% y Escherichia Coli 97.11 % a comparación con en el estudio de Hinostroza y Moscoso (2014, p.70-80) en el cual sus muestras fueron sometidas a una velocidad de giro de discos de 2 rpm y 4rpm, cuando el tratamiento finalizó consideraron las concentraciones de DBO, DQO, Sólidos Suspendidos Totales y Coliformes Termotolerantes en el cual indica que la velocidad de giro más eficiente fue el de 4 RPM, además de eficiencia tuvo en DBO con 85.07 %, DQO tuvo una eficiencia de 86.30 %, Coliformes con eficiencia de 99.25 %.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluye que el sistema de biodiscos a condiciones controladas en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022, es eficiente.
- Se concluye que la concentración de los parámetros químicos y biológico presentes en las aguas del Distrito de Lampa no sobrepasan los estándares de calidad ambiental D.S N° 004-2017-MINAM.
- Se concluye que el tiempo de retención óptimo de las aguas residuales en el sistema de biodiscos, es de 8 horas ya que presentó mejores resultados que con 4 horas de retención hidráulica.
- Se concluye que las revoluciones por minuto adecuado (RMP) del sistema de biodiscos, es de 12 RPM.

VII. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados, se recomienda emplear material con una superficie rugosa en ambas caras de los biodiscos para que los microorganismos se depositen en los intersticios del material para descomponer la carga contaminante, todo ello para conseguir una mayor eficacia.

Con la finalidad de que entre los intersticios del material se depositen en capas subyacentes de microorganismos que degraden materia orgánica es recomendado mayormente emplear en los discos material una superficie rugosa.

Basándose en los resultados de esta investigación, se aconseja que este tipo de terapia se realice con un TRH mayor o equivalente a 8 horas para conseguir una adecuada reducción de la carga contaminante.

Se recomienda para investigaciones posteriores trabajar con revoluciones por minutos mayores a 12rpm, además considere la posibilidad de recircular el efluente del sistema de biodiscos para inocularlo con bacterias y enzimas a fin de obtener un mejor resultado de este sistema.

REFERENCIAS

- ANA, Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales [en línea]. S.l.: s.n. 2016. 48-58 pp. Disponible en: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209> .
- BALVIN, Brayan, Propuesta del mejoramiento en la eficiencia de la PTAR Chilpina, Distrito Socabaya-Provincia Arequipa-Departamento Arequipa [en línea]. S.l.: s.n. 2020. [Consulta: 22 abril 2022]. 13-16 pp. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11454/Sbabebe.pdf?sequence=1&isAllowed=y> .
- BEHAR, Daniel, Metodología de la Investigación. S.l.: s.n., 2008. 42-50
CALLATANA, Julio, Evaluación Y Propuesta De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Del Distrito De Ajoyani – Carabaya – Puno – 2013 [en línea]. S.l.: s.n. 2014. 35 pp. Disponible en: <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/4532>.
- CÉLIZ, Eduardo, Ingeniero Ambiental [en línea]. S.l.: s.n. 2019. 83 pp. Disponible en: https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1451/CLKE_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- CURASMA, Marco y SANDOVAL, Estefani, Evaluación de la eficiencia de un Sistema Integrado de Biopelícula y fitorremediación con *Nasturtium officinale* (BERRO) para el tratamiento de agua residual municipal en Huancavelica. S.l.: s.n. 2019. 2-10 pp.
- DELGADO, Gustavo, Vista de Estudio de biodiscos como tratamiento secundario de aguas residuales domésticas | TECNIA [en línea]. S.l.: s.n. 2019. [Consulta: 22 abril 2022]. 12-16 pp. Disponible en: <http://www.revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/article/view/545/1076>.
- ESCOBAR, Luis y SARA, Joha, Correlación del comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado en el aire Carabayllo, 2020 [en línea]. S.l.: s.n., 2020. 30 ISBN 0000000344128. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar, Introducción a la metodología de

- la investigación científica [en línea]. S.l.: s.n., 2014. [Consulta: 22 abril 2022]. 45-56 ISBN 978-9942-765-44-4. Disponible en: www.repositorio.espe.edu.ec.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio, Metodología de la investigación. S.l.: s.n., 2014. 198-200 ISBN 9781456223960.
 - HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian, Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. S.l.: s.n., 2018. [Consulta: 22 abril 2022]. 387-410 ISBN 978-1-4562-6096-5. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hernández-Metodología de la investigación.pdf>.
 - HINOSTROZA, Luis y MOSCOSO, Edith, Construcción de un sistema de biodiscos para el Tratamiento de aguas residuales urbanas de los Efluentes “las Virgenes” – Huancayo a nivel de Laboratorio [en línea]. S.l.: s.n. 2014. 70-80 pp. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1011/Hinostroza Sanchez Jorge Luis %2B.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
 - 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.
 - MCVS, Protocolo de monitoreo de la calida de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. S.l.: s.n. 2013. 10-14 pp.
 - MONTEAGUDO, Marco, Análisis comparativo de los Índices de la Calidad de agua de los ríos Lampa y Cabanillas. S.l.: s.n. 2015. 1-6 pp.
 - OEFA. AGUAS. , 2014.
 - PANCHANA, Jennifer, Rediseño y construcción de un equipo piloto de biodiscos para remoción de materia orgánica de agua residual doméstica. S.l.: s.n. 2017. 6-18 pp.
 - SAVIA, Gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales. Colombia: s.n., 2002. 14-16 ISBN 9589487467.
 - VÁSQUEZ, Edgar, Efecto de la velocidad rotacional en reactor biodiscos

sobre la remoción de materia orgánica en un agua residual doméstica de campamento minero La Libertad - Perú [en línea]. S.l.: s.n. 2018. 95-100 pp. Disponible en:

[http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14465/Aguilar Ramos Cesar Hilton.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14465/AguilarRamosCesarHilton.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

- ZURITA, Florentina y CASTELLANOS, Osvaldo, El tratamiento de las aguas residuales municipales en las comunidades rurales de México [en línea]. S.l.: s.n. 2011. [Consulta: 22 abril 2022]. 1-5 pp. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000700011.

ANEXOS

Anexo 1. Validación de los instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:

1.2. Cargo e institución donde labora:

1.3. Especialidad o línea de investigación:

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de la condición fisicoquímica y microbiológica del agua residual.**

1.5. Autor(A) de Instrumento: Stefany Shomara Lopez Enriquez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
3. ACTUALIDAD	Existe una organización lógica.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
5. SUFICIENCIA	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85 %

Lugar y fecha:



 MIGUEL ANTONIO
 QUIROZ MANTARI
 INGENIERO SANITARIO
 Reg. CIP N° 192051

Firma del experto

CIP N°:192051

DNI:43486903

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

5.1. Apellidos y Nombres:

5.2. Cargo e institución donde labora:

5.3. Especialidad o línea de investigación:

5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de la condición fisicoquímica y microbiológica del agua por tratamiento.**

5.5. Autor(A) de Instrumento: Stefany Shomara Lopez Enriquez

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
3. ACTUALIDAD	Existe una organización lógica.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
5. SUFICIENCIA	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85 %

Lugar y fecha:



 MIGUEL ANTONIO QUIROZ MANTARI
 INGENIERO SANITARIO
 Reg. CJP N° 192051

Firma del experto
CIP:192051
DNI:43486903
Teléfono:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:

1.2. Cargo e institución donde labora:

1.3. Especialidad o línea de investigación:

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de la condición físicoquímica y microbiológica del agua residual.**

1.5. Autor(A) de Instrumento: Stefany Shomara Lopez Enriquez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
3. ACTUALIDAD	Existe una organización lógica.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
5. SUFICIENCIA	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85 %

Lugar y fecha:



 Javier Edwin Caleina Ccahuo
 ING. AMBIENTAL
 CIP. 241833

Firma del experto

CIP N°: 241833

DNI: 40646362

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

5.1. Apellidos y Nombres:

5.2. Cargo e institución donde labora:

5.3. Especialidad o línea de investigación:

5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de la condición fisicoquímica y microbiológica del agua por tratamiento.**

5.5. Autor(A) de Instrumento: Stefany Shomara Lopez Enriquez

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
3. ACTUALIDAD	Existe una organización lógica.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
5. SUFICIENCIA	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85 %

Lugar y fecha:


 Javier Edwin Calcina Cochua
 ING. AMBIENTA
 CIP. 241833

Firma del experto

CIP: 241833

DNI: 40646362

Teléfono: 951691860

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:

1.2. Cargo e institución donde labora:

1.3. Especialidad o línea de investigación:

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de la condición físicoquímica y microbiológica del agua residual.**

1.5. Autor(A) de Instrumento: Stefany Shomara Lopez Enriquez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
3. ACTUALIDAD	Existe una organización lógica.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
5. SUFICIENCIA	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85 %

Lugar y fecha:



Brandon H. Cuadros Amanqui
 INGENIERO SANITARIO Y AMB
 Reg CIP 212606

Firma del experto

CIP N°: 212 606
DNI: 7007 8032

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

5.1. Apellidos y Nombres:

5.2. Cargo e institución donde labora:

5.3. Especialidad o línea de investigación:

5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de la condición físicoquímica y microbiológica del agua por tratamiento.**

5.5. Autor(A) de Instrumento: Stefany Shomara Lopez Enriquez

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
3. ACTUALIDAD	Existe una organización lógica.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
5. SUFICIENCIA	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85 %

Lugar y fecha:


 Brindón H. Cuadros Amanqui
 INGENIERO SANITARIO Y AMB
 Reg CIP 212606

Firma del experto

CIP: 212 606

DNI: 70078032

Teléfono: 940 831450

DATOS GENERALES

TITULO	Tratamiento de aguas residuales municipales aplicando un Sistema de Biodiscos a condiciones controladas en el distrito de Lampa, 2022			
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales			
FACULTAD	INGENIERIA Y ARQUITECTURA			
REALIZADO POR	Stefany Shomara Lopez Enriquez			
ASESOR	Lozano Sulca Yini			
Muestras	DBO mg/L	DQO (mg/L)	Coliformes Totales (NMP/100ml)	Escherichia Coli (NMP/100ml)
M1	5	10	560	208


Firma del experto
 QUIROZ MANTARI
 INGENIERO SANITARIO
 DNI: 43486903
 Teléfono: 43486903


 Javier Edwin Calcina Ccahua
 ING. AMBIENTAL
 CIP. 241833

Firma del experto
 CIP: 241833
 DNI: 40646362
 Teléfono: 951691860


 Brandon H. Cuadros Amanqui
 INGENIERO SANITARIO Y AMB
 Reg CIP 212606

Firma del experto
 CIP: 212606
 DNI: 70078032
 Teléfono: 940831450


 Universidad César Vallejo	FICHA DE OBSERVACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA POR TRATAMIENTO	INSTRUMENTO N° 02
---	--	--------------------------

DATOS GENERALES

TITULO	Tratamiento de aguas residuales municipales aplicando un Sistema de Biodiscos a condiciones controladas en el distrito de Lampa, 2022				
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales				
FACULTAD	INGENIERIA Y ARQUITECTURA				
REALIZADO POR	Stefany Shomara Lopez Enriquez				
ASESOR	Lozano Sulca Yini				
T	TRH	DBO mg/L	DQO (mg/L)	Coliformes Totales (NMP/100ml)	Escherichia Coli (NMP/100ml)
T1	4 horas (2.5 rpm)	< 3	< 5	392	96
	8 horas (12 rpm)	1	2	21	6



MIGUEL ANTONIO
Firma del experto
INGENIERO SANITARIO
CIP: 12405
Reg. CIP N° 192051
DNI: 43486903
Teléfono:



Javier Edwin Calcina Ceahua
ING. AMBIENTAL
CIP. 241833

Firma del experto
CIP: 241833
DNI: 40646362
Teléfono: 951691860



Brandon H. Cuadros Amanqui
INGENIERO SANITARIO Y AMB
Reg CIP 212606

Firma del experto
CIP: 212606
DNI: 70078032
Teléfono: 940831450

Anexo 2: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	METODOLOGÍA
General	General	General	Independiente		DBO5	mg/L	Diseño: Experimental Cuantitativo Tipo de investigación: Aplicada Instrumentos: Fichas de Registro de datos
¿Cuánto es la eficiencia de un sistema de biodiscos a condiciones controladas en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022?	Determinar la eficiencia de un sistema de biodiscos a condiciones controladas en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022.	El sistema de biodiscos a condiciones controladas en el tratamiento de aguas residuales municipales en el distrito de Lampa 2022, es eficiente.	Tratamiento de aguas residuales municipales	Concentración de los parámetros químicos y biológicos	DQO	mg/L	
					Coliformes totales	NMP/100mL	
					DBO5	mg/L	
					DQO	mg/L	
					Coliformes totales	NMP/100mL	
Específico	Específico	Específico	Dependiente	Tiempo	4	Horas	
¿Cuánto es la concentración de los parámetros químicos y biológico presentes en las aguas residuales del Distrito de Lampa? ¿Cuánto es el tiempo de retención óptimo del sistema de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales? ¿Cuál será las revoluciones por minuto (RPM) adecuado del sistema de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales?	Determinar la concentración de los parámetros químicos y biológico presentes en las aguas residuales del Distrito de Lampa. Evaluar el tiempo de retención óptimo del sistema de biodiscos para el tratamiento de las aguas residuales. Determinar las revoluciones por minuto (RPM) adecuado del sistema de biodiscos para el tratamiento de las aguas residuales.	La concentración de los parámetros químicos y biológico presentes en las aguas residuales del Distrito de Lampa, sobre pasan los estándares de calidad ambiental. El tiempo de retención óptimo de las aguas residuales en el sistema de biodiscos, es de 8 horas para el tratamiento de los parámetros químicos y biológicos. Las revoluciones por minuto adecuado (RPM) del sistema de biodiscos es de 12 RPM.	Sistemas de biodiscos		8	Horas	
				N° de rotaciones	2.5	RPM	
					12	RPM	
				Eficiencia del sistema de biodiscos en la remoción de los parámetros	DBO5	%	
					DQO	%	
					Coliformes totales	%	

Anexo 3: Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	METODOLOGÍA
Independiente Tratamiento de aguas residuales municipales	Concentración de contaminantes iniciales	DBO5	mg/L	Diseño: experimental Cuantitativo tipo de investigación: Aplicada Instrumentos: Fichas de registro Estándares de calidad ambiental
		DQO	mg/L	
		Coliformes totales	NMP/100mL	
	Concentración de contaminantes finales	DBO5	mg/L	
		DQO	mg/L	
		Coliformes totales	NMP/100mL	
Dependiente Sistema de biodiscos	Tiempo de retención de las aguas residuales en el sistema de biodiscos	Tiempo	4 Horas	
		Tiempo	8 Horas	
	Revoluciones por minuto (RPM) adecuado del sistema de biodiscos	Nº de rotaciones	2.5 RPM	
		Nº de rotaciones	12 RPM	
	Eficiencia del sistema de biodiscos	DBO5	%	
		DQO	%	
		Coliformes totales	%	

Anexo 4: Resultados de Análisis de agua residual

CERTIFICADO DE ANALISIS

INFORME N° 004-0033-2022

ASUNTO: Análisis Físicoquímico y Microbiológico de agua para consumo Humano

SOLICITADO POR: : Sr(a). Stefany López Enríquez
MOTIVO : Análisis Microbiológico de agua
PROCEDENCIA : Agua río Lampa – MUESTRA NRO 2
DIRECCIÓN: : Lampa – Lampa - Puno
FECHA Y HORA MUESTREO : 17/03/2022 a 08:30 Hrs.
FECHA DE ANÁLISIS : 17/03/2022 a 17:00 Hrs
MUESTREADO POR : Usuario

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Aspecto : ---
Olor : ---
Sabor : ---

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

	VALORES OBTENIDOS	D.S. N° 031-2010-SA. (LMP)
Potencial de hidrógeno (PH) :	7.65	6.5 – 8.5
Temperatura :	--- °C	
Conductividad Eléctrica :	--- µs/cm	1500.0 µs/cm
Dureza total como CaCO ₃ :	--- mg/l	500.0 mg/l
Calcio como Ca ⁺⁺ :	--- mg/l	-
Alcalinidad como CaCO ₃ :	--- mg/l	-
Sólidos Totales Disueltos :	--- mg/l	1000 mg/l
Salinidad PSU :	--- g/l	-
ORP :	--- mV	-
Turbiedad :	--- NTU	5.0 NTU
Cloro residual Cl ⁻ :	--- mg/l	0.5 – 5.0 mg/l
Sulfatos :	--- mg/l	250.0 mg/l
Hierro Fe :	--- mg/l	0.30 mg/l
Cloro residual Cl ⁻ :	--- mg/l	0.5 – 2.0 mg/l

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales :	560 UFC/100ml
Escherichia Coli (E. Coli) :	208 UFC/100ml

UFC/100ml: Unidades formadoras de colonia en 100 ml de muestra de agua filtrada.

Juliaca – Puno 18 de marzo del 2022

V°B°

Anexo 5: Resultados de análisis de agua tratada con 8 horas (2.5 rpm)

CERTIFICADO DE ANALISIS

INFORME N° 004-0034-2022

ASUNTO: Análisis Físicoquímico y Microbiológico de agua para consumo Humano

SOLICITADO POR: Sr(a). Stefany López Enriquez
MOTIVO: Análisis Microbiológico de agua
PROCEDENCIA: Agua tratada por sistema de biodiscos – MUESTRA NRO 3
DIRECCIÓN: Lampa – Lampa - Puno
FECHA Y HORA MUESTREO: 16/03/2022 a 23:00 Hrs.
FECHA DE ANÁLISIS: 17/03/2022 a 17:00 Hrs
MUESTREADO POR: Usuario

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Aspecto : ---
Olor : ---
Sabor : ---

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

	VALORES OBTENIDOS	D.S. N° 031-2010-SA. (LMP)
Potencial de hidrógeno (PH) :	7.71	6.5 – 8.5
Temperatura :	--- °C	
Conductividad Eléctrica :	--- µs/cm	1500.0 µs/cm
Dureza total como CaCO ₃ :	--- mg/l	500.0 mg/l
Calcio como Ca ⁺⁺ :	--- mg/l	-
Alcalinidad como CaCO ₃ :	--- mg/l	-
Sólidos Totales Disueltos :	--- mg/l	1000 mg/l
Salinidad PSU :	--- g/l	-
ORP :	--- mV	-
Turbiedad :	--- NTU	5.0 NTU
Cloro residual Cl ₂ :	--- mg/l	0.5 – 5.0 mg/l
Sulfatos :	--- mg/l	250.0 mg/l
Hierro Fe :	--- mg/l	0.30 mg/l
Cloro residual Cl ₂ :	--- mg/l	0.5 – 2.0 mg/l

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales :	21 UFC/100ml
Escherichia Coli (E. Coli) :	6 UFC/100ml

UFC/100ml: Unidades formadoras de colonia en 100 ml de muestra de agua filtrada.

Juliaca – Puno 18 de marzo del 2022

V"B°

Anexo 6: Resultados de análisis de agua tratada con 4 horas (2.5 rpm)

CERTIFICADO DE ANALISIS

INFORME N° 004-0032-2022

ASUNTO: Análisis Físicoquímico y Microbiológico de agua para consumo Humano

SOLICITADO POR: Sr(a). Stefany López Enriquez
MOTIVO: Análisis Microbiológico de agua
PROCEDENCIA: Agua tratada por sistema de biodiscos – MUESTRA NRO 1
DIRECCIÓN: Lampa – Lampa - Puno
FECHA Y HORA MUESTREO: 16/03/2022 a 14:00 Hrs.
FECHA DE ANÁLISIS: 16/03/2022 a 20:30 Hrs
MUESTREADO POR: Usuario

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Aspecto : ---
Olor : ---
Sabor : ---

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

	VALORES OBTENIDOS	D.S. N° 031-2010-SA. (LMP)
Potencial de hidrógeno (PH) :	7.76	6.5 – 8.5
Temperatura :	--- °C	
Conductividad Eléctrica :	--- µs/cm	1500.0 µs/cm
Dureza total como CaCO ₃ :	--- mg/l	500.0 mg/l
Calcio como Ca ⁺⁺ :	--- mg/l	-
Alcalinidad como CaCO ₃ :	--- mg/l	-
Sólidos Totales Disueltos :	--- mg/l	1000 mg/l
Salinidad PSU :	--- g/l	-
ORP :	--- mV	-
Turbiedad :	--- NTU	5.0 NTU
Cloro residual Cl ⁻ :	--- mg/l	0.5 – 5.0 mg/l
Sulfatos :	--- mg/l	250.0 mg/l
Hierro Fe :	--- mg/l	0.30 mg/l
Cloro residual Cl ⁻ :	--- mg/l	0.5 – 2.0 mg/l

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales :	392 UFC/100ml
Escherichia Coli (E. Coli) :	96 UFC/100ml

UFC/100ml: Unidades formadoras de colonia en 100 ml de muestra de agua filtrada.

Juliaca – Puno 18 de marzo del 2022

V*B*

Anexo 7: Resultados de Análisis de agua residual



LABORATORIOS B&C S.A.C.

Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos

RUC: 20448241590

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DE AGUAS

INFORME DE ENSAYO N° B091-2022

I. Datos del Solicitante

Solicitante : **STEFANY S. LOPEZ ENRIQUEZ**
Dirección : *Residencial Las Américas Mz-F Lote 5*
Proyecto : —

II. Datos del muestreo

Descripción del Producto : *Agua superficial*
Punto de muestreo : *Rio Lampa*
Procedencia : *Dist. Lampa, Prov. Lampa, Dept. Puno*
Fecha y hora de muestreo : *22 - marzo - 2022 / 15:30hrs.*
Ubicación UTM : —
Presentación : *1,000 mL aproximadamente, en envase de polietileno*
Tipo de muestra : *Puntual*
Muestreado por : *El Cliente*
Fecha de recepción : *22 - marzo - 2022*

III. Resultados parámetros Fisicoquímicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACIÓN
		Rio Lampa
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10

Donde:
< Valor : Límite de Detección del Método
mg/L : Miligramos por Litro

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno: Prueba de incubación de 5 días. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales APHA. AWWA. WEF. Part. 5210 B. 21ª ed. 2005.
- Demanda Química de Oxígeno: Reflujo cerrado, Método titulométrico. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales APHA. AWW. WEF. Part-5220 C. 21ª ed. 2005.

NOTAS IMPORTANTES

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada.
- No deben inferirse a la Muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente LABORATORIOS B&C no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad.

Julica, 30 de marzo del 2022



Herbert Pari Neira
Sr. Herbert Pari Neira
JEFE DE LABORATORIO
CBP. 9887

Anexo 8: Resultados de análisis de agua tratada con 8 horas (12 rpm)



LABORATORIOS B&C S.A.C.

"Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos"

RUC: 20448241590

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DE AGUAS

INFORME DE ENSAYO N° B093-2022

I. Datos del Solicitante

Solicitante : **STEFANY S. LOPEZ ENRIQUEZ**
Dirección : *Residencial Las Américas Mz-F Lote 5*
Proyecto : --

II. Datos del muestreo

Descripción del Producto : *Agua superficial*
Punto de muestreo : *Tratamiento en el sistema de Biodiscos (8 horas - 12 rpm)*
Procedencia : *Dist. Lampa, Prov. Lampa, Dept. Puno*
Fecha y hora de muestreo : *22 - marzo - 2022 / 22:00hrs.*
Ubicación UTM : --
Presentación : *1,000 mL aproximadamente, en envase de polietileno*
Tipo de muestra : *Puntual*
Muestreado por : *El Cliente*
Fecha de recepción : *22 - marzo - 2022*

III. Resultados parámetros Fisicoquímicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACIÓN
		Tratamiento en el sistema de Biodiscos (8 horas - 12 rpm)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	1
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	2

Donde:

< Valor : Límite de Detección del Método
mg/L : Miligramos por Litro

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno: Prueba de incubación de 5 días. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales APHA, AWWA, WEF, Part. 5210 B. 21ª ed. 2005.
- Demanda Química de Oxígeno: Reflujo cerrado, Método titrométrico. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales APHA, AWW, WEF, Part. 5220 C. 21ª ed. 2005.

NOTAS IMPORTANTES

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada.
- No deben inferirse a la Muestra otros parámetros que no están consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente LABORATORIOS B&C no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad.



Herbert Pari Neira
Bigo. Herbert Pari Neira
JEFE DE LABORATORIO
CBP. 9887

Julica, 30 de marzo del 2022

Anexo 9: Resultados de análisis de agua tratada con 4 horas (2.5 rpm)



LABORATORIOS B&C S.A.C.

"Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos"

RUC: 20448241590

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° B092-2022

I. Datos del Solicitante

Solicitante : **STEFANY S. LOPEZ ENRIQUEZ**
Dirección : *Residencial Las Américas Mz-F Lote 5*
Proyecto : ---

II. Datos del muestreo

Descripción del Producto : *Agua superficial*
Punto de muestreo : *Tratamiento en el sistema de Biodiscos (4 horas - 2.5 rpm)*
Procedencia : *Dist. Lampa, Prov. Lampa, Dept. Puno*
Fecha y hora de muestreo : *22 - marzo - 2022 / 22.00hrs.*
Ubicación UTM : ---
Presentación : *1,000 mL aproximadamente, en envase de polietileno*
Tipo de muestra : *Puntual*
Muestreado por : *El Cliente*
Fecha de recepción : *22 - marzo - 2022*

III. Resultados parámetros Físicoquímicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACIÓN
		Tratamiento en el sistema de Biodiscos (4 horas - 2.5 rpm)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	< 3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	< 5

Donde:

< Valor : Límite de Detección del Método
mg/L : Miligramos por Litro

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno: Prueba de incubación de 5 días. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales APHA. AWWA. WEF. Part. 5210 B. 21ª ed. 2005.
- Demanda Química de Oxígeno: Reflujo cerrado, Método titulométrico. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales APHA. AWW. WEF. Part. 5220 C. 21ª ed. 2005.

NOTAS IMPORTANTES

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada.
- No deben inferirse a la Muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente LABORATORIOS B&C no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad.

Juliaca, 30 de marzo del 2022



Herbert Pari Neira
Bigo, Herbert/Pari Neira
JEFE DE LABORATORIO
CBP. 9687

Anexo 10. Panel fotográfico



Figura 18. Río Lampa



Figura 19. Tratamiento de biodiscos.

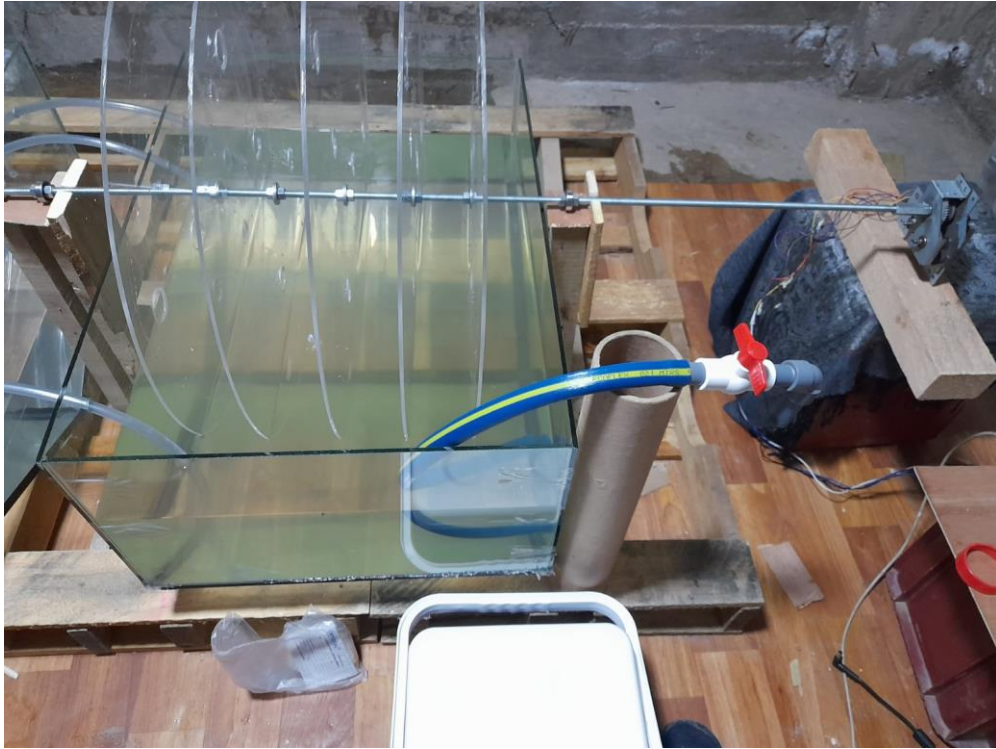


Figura 20. Sistema de biodiscos en funcionamiento.