

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco (cocos mucifera l.) y plátano (musa paradisiaca l.) en la depuración del río Huallaga Huánuco - 2022”

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

AUTORA: Rojas Rivera, Thalia Mercedes

ASESOR: Vásquez Baca, Yasser

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: contaminación ambiental
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnológica.

Sub área: Ingeniería Ambiental.

Disciplina: Ingeniería Ambiental y Geológica.

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76570863

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42108318

Grado/Título: Master en planificación territorial y gestión ambiental.

Código ORCID: 0000-0002- 7136-697X

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Camara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Cabrera Montalvo, Abrahams Moises	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible mención gestión ambiental.	71034553	0000-0003-2052-0081
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biólogo microbiólogo.	21257549	0000-0001-5596-0445

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 13 del mes de junio del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Presidente)
- Mg. Abrahams Moises Cabrera Montalvo (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1297-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFICIENCIA DE LOS FILTROS BIOLÓGICOS UTILIZANDO CARBÓN DE COCO (*Cocos nucifera L.*) Y PLÁTANO (*Musa paradisiaca L.*) EN LA DEPURACIÓN DEL RIO HUALLAGA HUÁNUCO 2022"**, presentado por el (la) Bach. **ROJAS RIVERA, THALIA MERCEDES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO**..... por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **1.7**..... y cualitativo de **Muy BUENO**..... (Art. 47)

Siendo las **17:00** horas del día **13**.....del mes de **JUNIO**.....del año **2023**..., los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Cámara Llanos
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente

Mg. Abrahams Moises Cabrera Montalvo
ORCID: 0000-0003-2052-0081
Secretario

Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva
ORCID: 0000-0001-5596-0445
Vocal



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **YASSER VÁSQUEZ BACA**, asesor(a) del **PA. INGENIERÍA AMBIENTAL** y designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 882-2021-D-FI-UDH del 10 de agosto de 2021**; del bachiller **THALIA MERCEDES, ROJAS RIVERA**, de la investigación titulada **“EFICIENCIA DE LOS FILTROS BIOLÓGICOS UTILIZANDO CARBÓN DE COCO (*Cocos nucifera*) Y PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) EN LA DEPURACIÓN DEL RIO HUALLAGA HUÁNUCO 2022.”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 19 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

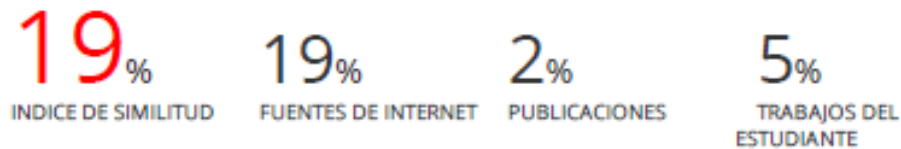
Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 14 de junio de 2023

Vásquez Baca Yasser
DNI N° 42108318
Código Orcid N° 0000-0002-7136-697X

“EFICIENCIA DE LOS FILTROS BIOLÓGICOS UTILIZANDO CARBÓN DE COCO (Cocos nucifera L.) Y PLÁTANO (Musa paradisiaca L.) EN LA DEPURACIÓN DEL RIO HUALLAGA HUÁNUCO 2022”

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	2%
4	revistas.utp.ac.pa Fuente de Internet	2%
5	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
8	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%



VÁSQUEZ BACA YASSER
DNI 42108318
Código ORCID 0000-0002-7136-697X

DEDICATORIA

A Dios, que me ilumino y guio con sabiduría para alcanzar una de mis metas.

A mis padres, por su apoyo incondicional, comprensión y amor, para hacer una gran persona el cual me siento orgullosa.

A todos aquellos que me motivaron a realizar este trabajo sin desistir, a quienes con cuyas preguntas, sugerencias, consejos y apoyo pude concluir y sentir satisfacción de cumplir uno de mis objetivos.

Thalia

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por permitirme tener una buena experiencia dentro de la universidad, gracias por permitirme convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona.

Agradecer a mi familia, por ser los principales impulsores para seguir esforzándome y a no defraudar la confianza que depositaron en mí.

Agradezco a los docentes que hicieron parte de este proceso ya que con sus enseñanzas y experiencias compartidas me permitieron aprender más en esta área que escogí y formarme un excelente profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPITULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ESPECÍFICO	16
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	18
CAPITULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL	20
2.1.2. A NIVEL NACIONAL	22
2.1.3. A NIVEL LOCAL.....	24
2.2. BASES TEÓRICAS.....	27
2.2.1. MARCO LEGAL	27
2.2.2. HISTORIA DEL FILTRO BIOLÓGICO.....	29
2.2.3. CARBÓN ACTIVADO.....	31
2.2.4. EL AGUA.....	35
2.2.5. AGUAS RESIDUALES Y SU CLASIFICACIÓN	36
2.2.6. CLASIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	37
2.2.7. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA.....	38
2.2.8. BACTERIAS	41
2.2.9. ÍNDICES BIOLÓGICOS	45
2.2.10. HIDROBIOLOGÍA	46
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	47
2.4. HIPÓTESIS.....	49
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	49
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	50
2.5. VARIABLES.....	50
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	50
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	50
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	51
CAPITULO III.....	52
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	52
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	52

3.1.1. ENFOQUE	52
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	52
3.1.3. DISEÑO	52
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	53
3.2.1. POBLACIÓN	53
3.2.2. MUESTRA.....	53
3.2.3. LOCALIZACIÓN.....	53
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS....	53
3.3.1. TÉCNICA	53
3.3.2. INSTRUMENTO.....	54
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	55
CAPITULO IV.....	57
RESULTADOS.....	57
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	57
4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPOTESIS	59
CAPITULO V.....	65
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65
5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	51
Tabla 2 Coordenadas UTM- estación de monitoreo	53
Tabla 3 Parámetros fisicoquímicos del agua del río Huallaga antes y después del proceso de filtración biológica utilizando carbón de coco y carbón de plátano	57
Tabla 4 Parámetros microbiológicos del agua del río Huallaga antes y después del proceso de filtración biológica utilizando carbón de coco y carbón de plátano	58
Tabla 5 Prueba de normalidad de los datos.....	58
Tabla 6 Prueba de hipótesis con la t de Student para muestras independientes	60
Tabla 7 Tabla interpretativa de la eficacia de los filtros biológicos en contraste con el decreto supremo 2017 MINAM Categoría 1: Poblacional y Recreacional.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de un filtro percolador	30
Figura 2 Función del carbón activado	33
Figura 3 Adsorbente, no absorbente.....	33
Figura 4 Forma física tiene un carbón activado	34
Figura 5 Conductividad y solidos totales.....	62
Figura 6 Turbiedad y potencial de hidrogeno (ph)	63
Figura 7 DBO Y DQO.....	63
Figura 8 Coliformes totales y termotolerantes.....	64

RESUMEN

El presente trabajo de investigación lleva por **título** “eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco (*Cocos nucifera L.*) y plátano (*Musa paradisiaca L.*) en la depuración del río Huallaga Huánuco 2022” que tuvo como **objetivo** Evaluar la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022. El tipo de **metodología** es de tipo cuasi-experimental con un enfoque cuantitativo, de nivel aplicativo y de diseño experimental. De los **resultados** indican que ambos tienen la misma eficiencia en la depuración del río Huallaga, en todos los indicadores (Conductividad, Sólidos Disueltos Totales, Turbiedad, pH, DBO, DQO, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes). Se **concluye** que el uso de los filtros biológicos utilizando el carbón de coco y plátano, es una alternativa de depuración del río Huallaga en Huánuco.

Palabras claves: Filtros biológicos, depuración, eficiencia, coliformes, aguas superficiales.

ABSTRACT

The present research work is entitled "efficiency of biological filters using coconut carbon (*Cocos nucifera L.*) and plantain (*Musa paradisiaca L.*) in the purification of the Huallaga Huánuco 2022 that had as objective is Evaluate the efficiency of biological filters using coconut and plantain carbon in the purification of the Huallaga, Huánuco 2022. The type of methodology is quasi-experimental with a quantitative approach, application level and experimental design. From the results indicate that both have the same efficiency in purifying the Huallaga River, in all indicators (Conductivity, Total Dissolved Solids, Turbidity, pH, BOD, COD, Total Coliforms, Thermotolerant Coliforms). It is concluded that the use of biological filters using coconut and banana carbon is an alternative to purify the Huallaga river in Huánuco.

Keywords: Biological filters, purification, efficiency, coliforms, Surface water.

INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los años se ha evidenciado un crecimiento considerable en la contaminación ambiental y uno de los principales focos contaminantes son los ríos, hecho que tiene consecuencias negativas para el ecosistema, el sistema biótico, ecológico, recurso natural y otros. Uno de los factores que ocasionan esta contaminación son los residuos sólidos que el hombre genera de igual manera las aguas residuales. Este es un hecho alarmante y debe ser preocupante para todos los que habitamos en el planeta, ya que sus consecuencias pueden ser fatales para todo ser vivo en las futuras generaciones. Así mismo la preservación del medio ambiente no es un tema que debe ignorarse ya que el ser humano es dependiente de estos recursos naturales tales como es el agua la principal fuente de vida. Por lo que se debe aportar ideas y acciones que generen cambio en este tema.

El río Huallaga es una cuenca que se desplaza por todo el departamento de Huánuco y sus colindantes el cual trae un arrastre de contaminación desde los centros poblados hasta la ciudad el cual no es un recurso aprovechable, pero esto debe cambiar por tal motivo el trabajo de investigación se planteó evaluar la eficiencia de filtros biológico en la depuración del río Huallaga para de este modo reducir el grado de contaminación de esta fuente de agua.

Así mismo, estas aguas puedan ser utilizadas para otros fines con un adecuado proceso. Cabe mencionar que en algunos lugares del Perú y el mundo ya se realizaron estudios de filtración de agua utilizando filtros biológicos, con carbón, ya sea de plátano (*Musa paradisiaca L.*) o coco (*Cocos nucifera L.*) y otras fuentes, para depuración de distintas fuentes de aguas.

Por tanto, el objetivo de interés de la investigación es determinar la eficiencia de los filtros biológicos utilizando el carbón de plátano (*Musa paradisiaca L.*) y coco (*Cocos nucifera L.*) en la depuración del río Huallaga. En la cual se determina los siguientes objetivos específicos, la determinación de parámetros físico químico y microbiológicos.

Este estudio consta de cinco capítulos, las cuales la primera parte se discute aspectos relacionados con el problema de la investigación, según la

base teórica, tercero contiene la base metodológica, cuarto indica los resultados de la investigación y finalmente conclusiones, recomendaciones referencias bibliográficas y anexos.

Con relación a las conclusiones se obtuvo buenos resultados ya que ambos filtros son eficientes estadísticamente, pero ninguno de los dos es superior al otro. Según los indicadores evaluados. Pero no son definidas y acabadas, por lo contrario, sirven como punto de partida para continuar y profundizar la investigación, que tiene como objetivo contribuir a la protección del medio ambiente.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El agua es un elemento de vital importancia para la vida del ecosistema por lo que, los recursos hídricos que alimentan la cuenca del río Huallaga deben de ser cuidados por el bien de la seguridad alimentaria de los huanuqueños tal como los señala CEPAL en relación al objetivo seis (Agua limpia y saneamiento) de la agenda 2030 de las naciones unidas señala que “la escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria, las opciones de medios de subsistencia y las oportunidades de educación para las familias pobres en todo el mundo. La sequía afecta a algunos de los países más pobres del mundo, recrudece el hambre y la desnutrición (CEPAL 2017).

El principal curso de agua italiana, es el río Po, este fluye en el norte de Italia a través de algunas de las regiones italianas más antropizadas. Estas regiones se caracterizan por áreas con alta densidad de población y actividades industriales y agrícolas intensivas, que generan una multitud de insumos químicos directos e indirectos al principal curso de agua italiano. El río Po transporta dicha carga química hacia el mar Adriático e incluye una docena de lagunas costeras, perjudicando en su calidad ambiental (Vigano et al., 2019).

Así mismo, en la laguna Marvillita en los Pantanos de Villa-Lima el frecuente crecimiento urbano en la zona de amortiguamiento, en la mayoría fábricas, camales y urbanización que circundan el área natural protegida, añadiéndole la falta de conocimiento y conciencia con respecto a la conservación del humedal conducen a la merma de las características del ecosistema, primordialmente la contaminación de agua (Huaman et al. 2020).

En el territorio peruano, la presencia de componentes como actividades productivas y densidad poblacional han provocado problemas intersectoriales e impedimento de gestión integral de las cuencas, deterioros

de las características fisicoquímicas y biológicas del recurso hídrico en las lagunas. Lo que ha conllevado actualmente a un creciente interés por saber el estado de los cuerpos acuáticos lenticos. El Perú es uno de los países que presenta graves problemas de contaminación de sus lagunas (Tapia et al. 2018).

A nivel continental la contaminación de los ríos se ha incrementado en un 50% según el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Se estima que la grave contaminación patógena cuyo aumento se debe principalmente a la expansión de sistemas de alcantarillado que descargan aguas residuales sin tratamiento a las aguas superficiales.

Hoy en día se hace de suma importancia realizar un monitoreo constante de los diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua del río Huallaga, para determinar cuál es la calidad ambiental del cuerpo de agua, y de esta manera poder plantear medidas para la conservación de los recursos de la misma. El estado peruano contribuye a la solución del problema a través de la legislación sobre agua actualmente vigente entre ellos destacan el D.S N°004-2017 MINAM los Estándares de Calidad Ambiental para Agua y el Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos de la Autoridad Nacional del Agua. En tal sentido este proyecto de investigación se relacionará con la normativa vigente con los resultados obtenidos en el río Huallaga del distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco, Huánuco.

Diversos métodos se han ido desarrollando para medir la calidad del agua de los ecosistemas, uno de ellos es el monitoreo de macroinvertebrados acuáticos en base a su presencia o abundancia, especialmente de taxones bentónicos (Giacometti & Bersosa, 2006). Así mismo en arroyos y ríos los macroinvertebrados juegan un rol importante para el mantenimiento de la integridad de las comunidades biológicas (Salvarrey et al., 2014; Terneus et al., 2012).

El Perú es uno de los países que es reconocido por la diversidad ecológica de sus climas y pisos altitudinales lo que ha permitido albergar una mayor diversidad biológica y genética complementada por la riqueza cultural.

A partir de esta diversidad, se vienen implementando mecanismos de conservación y protección de estos recursos y sus ecosistemas para su uso sostenido y la perpetuidad de las especies.

En la región de Huánuco no existe información sobre calidad del agua de los ríos. Las investigaciones en torno a solucionar problemas medioambientales de parte de las instituciones del estado aún son escasas tales como: la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), el Ministerio del Ambiente (MINAN), Gobiernos regionales (GORES), Gobiernos locales, las universidades e institutos de formación profesional.

Nuestro país en la actualidad enfrenta graves problemas disponibilidad, desperdicios y contaminación del agua. El agua fue, es y será siempre un problema para el hombre, solo que creíamos que la naturaleza será capaz de proveernos de ella, pero las acciones de los seres humanos y de las actividades productivas que estos desarrollan es lo que ha alterado el equilibrio que regía el orden de la vida (Ercilio & Rodriguez & Cabel&Ortiz & Noriega & Tejada, 2005).

Considerando la situación descrita en los párrafos precedentes, el agua es un recurso indispensable de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta, ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible.

Según AQUAE fundación señala que “desgraciadamente, agua y contaminación son dos palabras íntimamente relacionadas como consecuencia de la actividad humana. Los tipos de contaminación del agua que tienen su origen en los seres humanos son, además, muy variados (AQUAE-2021)

Torres argumenta que:

Uno de los problemas ambientales más graves y urgentes que enfrenta nuestro país es el relacionado con el deterioro de la calidad de los recursos hídricos, toda vez que un gran porcentaje de nuestros ríos superan los

Estándares de Calidad del Agua (ECA - Agua), siendo una las causas la contaminación industrial y minera, entre otros. (ECA-2017, p.118).

Las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades (patógenos), incluyendo virus, protozoos y bacterias. Los microorganismos patógenos pueden originarse en los individuos infectados o en animales domésticos, de los cuales pueden o no presentar señales de enfermedad. La diarrea y la gastroenteritis se encuentran entre las principales causas de muerte en la región Huánuco.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022?

1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ESPECÍFICO

- Cuáles son los parámetros físico químico antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de coco en los parámetros físico y químicos, en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.
- Cuáles son los parámetros físico químico antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de plátano en los parámetros físicos y químicos, en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.
- Como se Determinará los parámetros microbiológicos que intervienen en la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.
- Como se Determinará los parámetros microbiológicos que intervienen en la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de plátano en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros físicos y químicos antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de coco, en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.
- Determinar los parámetros físicos y químicos antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de plátano, en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.
- Determinar los parámetros microbiológicos antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de coco en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.
- Determinar los parámetros microbiológicos antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de plátano en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- **Justificación teórica:** Se justifica teóricamente permite enriquecer el conocimiento sobre la eficiencia de los filtros biológicos en la depuración del río Huallaga, del distrito de Amarilis, cuyos resultados obtenidos ayuda a conocer la realidad actual de la calidad física, química y ver si cumple con los Estándares de Calidad Ambiental. Y una forma de remediación de estas aguas. La información que servirá como antecedente para la realización de otras investigaciones relacionadas a la variable de estudio.
- **Justificación metodológica:** La justificación metodológica ayuda a crear nuevos instrumentos para la recolección y análisis de datos de cada variable que determine la eficiencia de los filtros biológicos en depuración del río Huallaga.
- **Justificación práctica:** Se justifica de manera practica porque existe la necesidad de conocer la situación actual relacionada a la situación

de las fuentes de aguas, para así poder preservar, conservar y recuperar áreas naturales degradadas por la actividad humana conociendo los Estándares de Calidad Ambiental de Agua (ECAs) y los Límites Máximos Permisibles (LMPs) de los índices fisicoquímicos, bacteriológicos para cada categoría de uso de aguas y la presencia de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad. Así de esta forma poder ver la eficiencia de los filtros en la depuración del río Huallaga.

- **Justificación social:** La presente investigación permite conocer la eficiencia de los filtros biológicos en la depuración del río Huallaga, para sus diferentes usos de la población, con ello los principales beneficiados serán los habitantes del distrito de Amarilis.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Costos económicos para la obtención del análisis físico-químico y microbiológico del río Huallaga, dado que no se cuenta con financiamiento externo del trabajo de investigación, por ello los costos fueron asumidos por el investigador.
- la distancia de Huánuco al distrito de Amarilis, del centro poblado la Esperanza, se tuvo que desplazar constantemente desde la ciudad de Huánuco hacia el distrito de Amarilis por la carretera central un tiempo promedio de 20 minutos; para la recopilación de información, realizar trabajo de campo como: el muestreo de agua del río Huallaga, dialogar con los pobladores centro poblado la Esperanza, para solicitar autorización para la realización de la investigación.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- Disponibilidad técnica; el investigador conto con técnicas y procedimientos para la recopilación y procesamiento de la información del trabajo en campo, para la ejecución de la investigación.
- Disponibilidad de recursos financieros; el investigador asumió los costos de las diferentes actividades planificadas de la investigación que se realizó.

- Disponibilidad de información secundaria; sobre la temática de la investigación es decir se contó con suficientes fuentes de información secundaria tanto en internet, revistas, libros, artículos científicos entre otros.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Arrocha, F. (2019). Título: **Evaluación de filtros de carbón activado basado en cáscaras de frutas (piña, plátano, coco, naranja)**. En este documento se **evalúan** cuatro filtros de carbón activado hechos a partir de cáscaras de cuatro diferentes tipos de fruta con alto contenido de carbohidratos. Las frutas utilizadas fueron: naranja, piña, coco y plátano. Los filtros fueron evaluados por su capacidad de eliminar compuestos presentes en las aguas de ríos, pozos, lagos, etc. Este trabajo presenta el **método** utilizado para la producción del carbón activado y el procedimiento en la realización de las pruebas de turbiedad y alcalinidad realizadas. Los resultados obtenidos muestran la disminución de los niveles de alcalinidad y turbiedad en el agua, llegando incluso alcanzar el nivel óptimo para el consumo humano. El agua cruda de Penonomé disminuyó la alcalinidad en casi todas las muestras a excepción de la del filtro de coco. Por otro lado, el pozo de Penonomé presentó un aumento en dos de sus muestras (piña y coco) y las otras las disminuyeron cumpliendo el objetivo. De igual manera, se observa que en las muestras del agua del pozo El Caño disminuyeron en todas e incluso dos de ellas entran en el rango de lo establecido por la DGNTI y COPANIT, el cual es 120 mg/L su valor máximo permisible. Comparando los **resultados** obtenidos de las diferentes áreas se puede hacer hincapié en que los filtros se pueden utilizar, ya sea, para aumentar o disminuir la alcalinidad de las aguas dependiendo del nivel que estas tengan. Se observa que el filtro de coco aumentó la alcalinidad de las aguas poco alcalinas. Sin embargo, disminuyó la del pozo del caño que presentó un valor inicial superior a las otras. De igual forma, los otros filtros mostraron una disminución manteniéndose siempre bajo el rango del valor inicial.

Ramon. (2020) título: Evaluación de la eficiencia del carbón activado procedente del pseudotallo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) para su uso en remoción de contaminantes en agua de pozo. El objetivo de este proyecto es evaluar la efectividad del carbón activado (CA) procedente del pseudotallo del plátano (PP), variando el tamaño de las partículas, para determinar su porcentaje de remoción de contaminantes en agua del Pozo Profundo (APP) de la Isla Santa Cruz. Será una investigación descriptiva; los datos se evaluarán con el Análisis de Varianza. Se diseñarán 3 filtros con 100 g de carbón activado cada uno con tamaños de poros de 1.70, 1.18 y 0.60 mm. El CA se obtendrá por método químico, empleando ácido fosfórico al 85 % con una relación de impregnación 1:1, a 600 °C por 2 horas. La captación del APP se realizará los días lunes, miércoles y viernes a las 10h00 y 15h00 durante 7 semanas. Las variables cualitativas (olor, sabor, color del agua filtrada (AF) y no filtrada (ANF)) serán evaluadas en términos no numéricos. Comparando los resultados con la norma NTE INEN 1108, para las variables cuantitativas se estima obtener valores de pH 9.0 (CA), 7.3 (ANF); humedad 5.890 % (PP), 9.8-12.75 % (CA); ceniza 16.290 % (PP), 19.24 % (CA); dureza 89 % (CA), 154 mg/L (ANF), 30.18 – 40.24 mg/L (AF); adsorción de azul de metileno de 778 m²/g (CA), índice de yodo 740 mg/g (CA); hierro 0.7 mg/L (ANF), 0.01 mg/L (AF); plomo 0.01 mg/L (ANF), plomo 99.91 % (AF), coliformes fecales 0 UFC/100 mL (ANF), 18.67 – 110 UFC/ 100 mL (AF); turbiedad 0.36 NTU (ANF), 0.319 – 0.72 NTU (AF). El análisis de Beneficio/Costo demostrará la viabilidad del proyecto.

García (2018). Titulado: Tratamiento de agua contaminada con metales pesados utilizando como medios filtrantes biorresina intercambiadora de cationes de la cáscara y tallo de guineo y carbón activado de endocarpo de coco. En el Salvador la calidad del agua todavía es un problema socio- ambiental, y que se ve afectada principalmente por desechos domésticos, industriales, agroindustrias y agrícolas. En un afán por presentar soluciones para disminuir el impacto ambiental por la descarga de aguas residuales con presencia

de metales pesados se formuló en el 2015, la investigación: “Elaboración de una biorresina intercambiadora de cationes para eliminar metales pesados en aguas a partir de cáscara de plátano o guineo”, la cual arrojó resultados positivos, pero con potencial de ser mejorados. Es por esto, que ahora se presenta el proyecto de investigación: título: “Tratamiento de agua contaminada con metales pesados utilizando como medios filtrantes biorresina intercambiadora de cationes de la cáscara y tallo de guineo y carbón activado de endocarpo de coco”, cuyo objetivo primordial es eliminar totalmente la presencia de cromo, hierro y níquel en una muestra de agua contaminada sintética; así como eliminar las interferencias de color e instrumentales que afectaron los resultados de la investigación anterior. En ese sentido se describe como se procesaron las biomásas de estudio, las cuales consistían en cáscaras de guineo y coco y partes de la mata de guineo para obtener medios filtrantes. Dichos medios se les caracterizó con pruebas físicas: densidad y tamaño de partícula para detectar si estas propiedades tienen alguna relación con su capacidad adsorbente. De la misma forma se elaboraron filtros con estas biomásas. A la muestra de agua se le practicaron dos tipos de tratamiento: 1) pasando por los filtros arreglados en “serie” y 2) pruebas independientes con la biorresina de cáscara de guineo y el pseudo tallo, para comparar su capacidad intercambiadora de cationes. En el proceso se evaluó el efecto de la variación de las siguientes condiciones: tiempo de contacto y tipo de medio filtrante. La cuantificación de la concentración de los metales pesados de estudio en el agua filtrada se llevó a cabo por espectrofotometría de absorción atómica.

2.1.2. A NIVEL NACIONAL

Emilio (2022). El presente proyecto de investigación del título denominado efecto del carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L. variedad hartona) en la remoción de hierro total del agua del subsuelo de la Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali, Perú, el cual se realizó en las instalaciones de la

Universidad Nacional de Ucayali, en el laboratorio de Transformación Química de la Madera. Este proyecto de investigación es de tipo experimental, tuvo como objetivo determinar el efecto del carbón activado obtenido de cascara de plátano (*Musa paradisiaca* variedad hartón) para remover el hierro total de las aguas del subsuelo de la Universidad Nacional de Ucayali, se recolecto 28 litros de agua del pozo de ex coordinación académica de la UNU, donde se evaluaron las características organolépticas, fisicoquímica y microbiológica, obteniendo un análisis de agua que superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua de consumo humano y teniendo una cantidad alta de hierro de 1.1 mg/L. Se procedió a recolectar los residuos de cascara de plátano para elaborar el carbón activado y proceder a realizar los tratamientos en unidades experimentales donde fueron evaluadas en un vaso precipitado de 1000 ml con la misma cantidad de muestra de agua del pozo seleccionado, se añadió en cada vaso precipitado carbón activado de cascara de plátano con granulometrías (600, 450, 300) μm y cantidades distintas de peso carbón activado (1, 2, 3 gramos) para remover el hierro total. Resultados: Se concluyó que el carbón activado de cascara de plátano tiene el efecto de remover el hierro total, donde el tratamiento 1 con granulometría de 600 μm y 3 gramos de carbón activado de cascara de plátano reduce un 0.79 mg/L de hierro total, con porcentaje de remoción de 72 % siendo el más adecuado para la remoción de hierro total.

Gonzales (2020). El título de la investigación: Evaluación experimental e informatizada de la reducción de arsénico total en el agua potable distribuida en el distrito de Quequeña, Arequipa, utilizando sistemas de tratamiento basados en carbón activado de coronta de maíz blanco (*Zea mays* l) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*). El arsénico y sus compuestos son considerados como cancerígenos para los humanos y en ciertas regiones existe evidencia epidemiológica de alteraciones a la salud ante el consumo prolongado de aguas arsenicales. En el distrito de Quequeña, el agua potable

distribuida a la población excede la concentración máxima permisible dada por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la reducción de arsénico total en el agua potable distribuida en el distrito de Quequeña – Arequipa, utilizando sistemas de tratamiento basados en carbón activado de coronta de maíz blanco (*Zea mays* L) y cáscaras de plátano (*Musa paradisiaca*) y finalmente realizar una propuesta de diseño de la planta de tratamiento de agua potable del distrito. En los ensayos realizados se utilizó 03 precursores: cáscara de plátano, coronta de maíz y una mezcla de ambos, se realizó la variación de cantidades de cada precursor en un tratamiento de 1 litro de agua, la concentración inicial de arsénico fue de 0.014 mg/L. De los resultados obtenidos el precursor que realizó una mejor remoción de la concentración de arsénico fue el carbón activado de coronta de maíz, el cual logró reducir un 48.8% la concentración de arsénico en el agua, permitiendo que la calidad de agua potable cumpla con la normativa vigente. A partir de los resultados obtenidos y su análisis mediante regresiones lineales con valor de $R > 0.90$, se realizó un diseño de la Planta de Tratamiento de Agua potable del Distrito, incluyendo este proceso en su tratamiento y mejorando algunas etapas de la misma, con la finalidad de que cumpla con el Reglamento de Calidad de Agua Potable

2.1.3. A NIVEL LOCAL

Marcelo, (2018) Por su parte, en su trabajo titulado: “evaluación de los niveles de contaminación de aguas residuales en la quebrada funas-I, con fines de tratamiento con humedales”. Resumen: Ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, Huánuco 2018, la investigación tuvo como objetivo determinar los niveles de contaminación caracterizando los parámetros químicos físicos y microbiológicos de las aguas residuales en la “Quebrada FUNAS I “. Se utilizaron los métodos de observación, descripción y explicación; el tipo de investigación es básica. Los resultados obtenidos fueron: El aforo del afluente calculado arrojó un caudal promedio de 1,60 l/s (138,240 m³/día), lo que nos indica un

caudal pequeño comparado con los volúmenes de otras ciudades y que, por lo tanto, es manejable para fines de un tratamiento terciario, ante la necesidad de realizar una gestión integrada del recurso hídrico como establece la Ley General del Ambiente. Los parámetros químicos el mismo que presenta un valor de 29,23; que le ubica este tipo de agua en la categoría de “mala”, sobre todo influenciado por el DBO5, que presenta un ICA de 0, y que según este parámetro representaría un agua residual “muy mala” y en “pésimo” estado, dado la trasmisión eminente de enfermedades como el cólera, tifoidea, etc. Por los resultados de los parámetros químicos en épocas de estiaje y de avenidas, la relevancia al momento de decidir el tipo de tratamiento y por su mayor concentración de los contaminantes se centra la discusión en los resultados en épocas de estiaje. El DBO5 en general es inferior a la DQO, ambos parámetros van descendiendo en forma paralela, y la curva de OD nos indica que hay escasez de oxígeno por la presencia de materia orgánica; a excepción de los meses de avenidas en que hubo una autodepuración, por el aumento notable del caudal del afluente. La DBO5, se encuentra en el rango de 7 a 50 mg/l, con un promedio de 39,50 mg/l en época de estiaje y de 12,33 mg/l en época de avenidas, lo que cataloga a esta agua como contaminada al sobrepasar en el valor de DBO5 de 3 mg/l. Asimismo, se observa que a medida que aumenta el caudal va disminuyendo las concentraciones de DBO5 y DQO, por la disminución de la materia orgánica ante el incremento del volumen del caudal. La concentración de estas aguas, está por debajo de las concentraciones típicas de aguas residuales que fluctúan entre los 200 mg/l a 300 mg/l.

Orizano (2020) El título de la investigación, Tratamiento de agua del rio Huallaga por medio de filtración lenta a escala piloto, en la ciudad universitaria la esperanza de la universidad de Huánuco, 2019. El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar la eficiencia del tratamiento de agua del rio Huallaga por medio de la filtración lenta a escala piloto, en la Ciudad Universitaria de la Esperanza; debido a la necesidad de disponer de agua limpia en los

meses de escasas (Agosto a Noviembre) que presenta la Ciudad Universitaria, como ocurrió en el año 2018. Ante esta problemática se diseñó y construyó el filtro lento de arena a una escala cien veces menor a la demanda de la universidad. El filtro lento consta de; 20 cm de espacio para recepción de agua filtrada, sobre ella una capa de grava de 20cm que sirve como soporte para la capa de arena fina de 70cm. El diseño del filtro experimental lento de arena fue de un área de 278 cm²; el caudal de ingreso de agua cruda al filtro fue de 0.23 L/min y el caudal de salida de agua filtrada fue de 0.17 L/min. La eficiencia en la reducción de la concentración en los parámetros de turbidez fue del 75%, en la remoción de los sólidos suspendidos totales del 77%, el pH encontrándose dentro del rango para agua potable. Asimismo, la eficiencia en la reducción de la carga bacteriana en las bacterias coliformes totales fue de un 80%, en las bacterias de los coliformes fecales se redujo un 71% y con respecto a las bacterias heterótrofas se redujo un 46%. La filtración lenta, junto con los procesos de coagulación – floculación y proceso de desinfección podrían tratar el agua del río Huallaga en forma directa, solucionando el problema de escasas de agua en la Ciudad Universitaria.

Blas Cerda, A. R. (2018). El presente trabajo tiene como título: “Determinación y mejoramiento de la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Jivia”. Es un sistema existente de fácil de operar y de bajo costo, sin embargo, el tratamiento de Tanque Séptico y Filtro Percolador por sí solo no puede alcanzar los estándares de calidad que exige la Ley General de Ambiente para el efluente de plantas de tratamiento de aguas residuales. La presente tesis muestra sobre “Determinación y Mejoramiento de la Eficiencia del Sistema de Tanque Séptico y Filtro Biológico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de La Localidad De Jivia – Departamento de Huánuco”. La investigación surge por la necesidad de solucionar el problema de funcionamiento parcial de tanque séptico y no funcionamiento de filtro percolador, para lo que ha sido diseñado

y construido, por ello se hizo funcionar el sistema con la construcción de un tratamiento preliminar y con la mejora del filtro percolador, la limpieza y mantenimiento. Además, es importante conocer la configuración de los componentes, que tan eficiente son en la remoción de Sólidos Totales en Suspensión y Demanda Bioquímica de Oxígeno de la planta de tratamiento de agua residual de la Localidad de Jivia, para su correspondiente análisis en el laboratorio de la UNASAM, se realizó la caracterización del agua residual. Así como también de las unidades de T. Séptico y F. percolador, después de la mejora, limpieza y mantenimiento de los componentes de la planta de tratamiento, se funcionan correctamente; y para cumplir los objetivos de la investigación se determinó el análisis en el laboratorio, obteniendo los resultados favorables de la remoción de las concentraciones de la materia orgánica de 241 mg/l a 98 mg/l de DBO y 312 mg/l a 31 mg/l de SST, para el vertimiento de efluentes de las plantas de tratamiento de agua residual a cuerpos receptoras como indica según el límite máximo permisible. Se llega a concluir la configuración del sistema de tratamiento funciona correctamente y remueve los parámetros analizados, por esta razón se puede implementar este tipo de sistemas de tratamiento de AR para las zonas rurales en el Departamento de Huánuco. Para la realización de la presente investigación, se identificaron los problemas, oportunidades y objetivos que se presentan en la PTAR de la Localidad de Jivia y se determinaron los requerimientos, a través de encuestas, observación directa y revisión de documento.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. MARCO LEGAL

- Ley N° 29338, “Ley de Recursos Hídricos” del 31 de marzo de 2009, faculta a la autoridad máxima del sistema nacional de gestión de los recursos hídricos velar por la protección del agua.
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG del 24 de marzo de 2010, aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos”, a través del cual establece el artículo 126° referido al

protocolo para el monitoreo de la calidad de las aguas, que la Autoridad Nacional del Agua deberá aprobar.

- Resolución Jefatura N° 182-2011-ANA, protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial.
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 31 de julio de 2008, aprueba los estándares nacionales de calidad ambiental para agua y su modificatoria Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM de fecha 19 de diciembre de 2015.
- Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM del 19 de diciembre de 2009, aprueba disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental.
- Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM, Se basa en la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. Mide la concentración o grado de elementos, parámetros presentes en el agua.
- Resolución Jefatura N° 202-2010-ANA del 22 de marzo de 2010, aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marinos.
- Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM: Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda
- Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM: Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.
- LEY N° 30722, Ley que declara de interés nacional y necesidad pública la recuperación, conservación y protección de las aguas de la cuenca del Río Huallaga.

- LEY N°30157, DECRETO SUPREMO N° 005-2015-MINAGRI, normas de carácter general que sean de su competencia. Las juntas y comisiones de usuarios se constituyen. AGRI se dispuso la prepublicación, en el Portal Institucional del Ministerio de Agricultura y Riego, del proyecto de Reglamento de la Ley de Organizaciones de Usuarios de Agua, por un plazo de quince (15) días calendario, para conocimiento y recepción de sugerencias de parte de entidades públicas y privadas, organizaciones de la sociedad civil, así como de las personas naturales interesadas.

2.2.2. HISTORIA DEL FILTRO BIOLÓGICO

De manera pionera, en el año de 1871, el químico londinense Wiliam Dibdin utilizó un filtro de arena para tratar las aguas residuales domésticas, ante los resultados negativos obtenidos en la reproducción del experimento por la junta de Salud de Massachusetts, Dibdin cambió la arena por piedra como medio filtrante para favorecer la oxigenación, con resultados satisfactorios que presentó en 1896. De todos modos, en Salford, ya se había instalado un filtro similar en 1893, con buenos resultados. Este proceso ha optimizado actualmente, con otros medios distintos a la piedra, principalmente plástico donde crecen adheridas las bacterias, que degradan la materia orgánica al fluir el agua residual a través del filtro mientras se mantiene una buena aireación en contra corriente. Este proceso se conoce como filtro biológico o percolador y se usa bastante hoy en día. (bioingeniería de aguas residuales pg.9 2005)

2.2.2.1. FUNCIÓN DE UN FILTRO BIOLÓGICO

La función principal de un filtro biológico es la del tratamiento de las aguas residuales domésticas (no industriales), reduciendo su impacto ambiental. La normativa que rige el funcionamiento de estos filtros es la Ley de Aguas RD 606/2003. (Todoagua.es 2022)

2.2.2.2. FILTROS BIOLÓGICOS

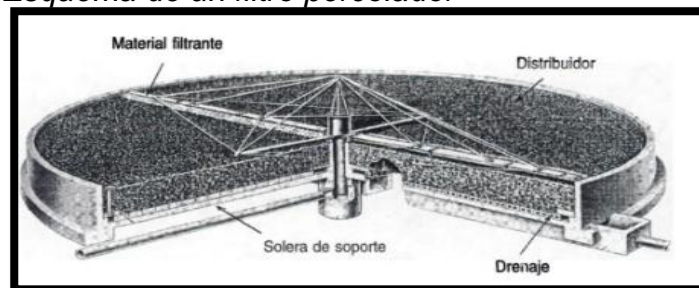
Son el sistema de tratamiento en medio fijo más comúnmente utilizado. De hecho, se comenzaron a usar antes

que los lodos activos pero los principios de funcionamiento apenas fueron verdaderamente entendidos en los años recientes. (bioingeniería de aguas residuales pg.531 2005).

En un filtro biológico se puede presentar algunos problemas de olores, sobre todo cuando el agua residual llega a condiciones sépticas, así como moscas. Esto es particularmente cierto para la variante de la baja tasa. Los filtros biológicos de baja tasa pueden alcanzar eficiencias en la eficiencia de 85% a 95% y producir un efluente nitrificado. El agua residual en los filtros de forma cilíndrica se distribuye, generalmente sobre el empaque mediante un sistema rotatorio consistente en un dispositivo de dos a más brazos con boquillas. Las cuales giran en forma horizontal. La velocidad de giro varía de acuerdo con la distribución de dos brazos además debe evitarse velocidades mayores de 1.2 m/s. (la contaminación ambiental en México pg.2789

Figura 1

Esquema de un filtro percolador



Nota: La figura muestra el esquema de un filtro percolador, donde muestra el proceso desde el ingreso del material filtrante, hasta el resultado que vendría a ser el drenaje.

2.2.2.3. TIPOS DE FILTROS BIOLÓGICOS

Podemos encontrar diferentes tipos de filtros biológicos en función de su funcionamiento.

- Filtros percoladores: Son filtros abiertos (sin presión) con un material filtrante en todas sus paredes, por lo que el agua se reparte de manera homogénea para ser oxigenada de manera continua.

- Filtros a presión: Son similares a los anteriores, pero trabajan con presión de varias atmósferas. De esta manera, solo se necesita una etapa de bombeo de oxígeno, aunque este puede llegar a ser limitante y reducir su capacidad de depuración.
- Filtros de lecho fluido: En este caso el lecho se mantiene en constante movimiento, creando una continua aireación o agitación mecánica. El filtro, al estar abierto, facilita el contacto entre el agua y el aire, mejorando su efectividad. (Todoagua.es 2022)

2.2.2.4. TIPOS DE PROCESOS DE FILTROS BIOLÓGICOS

Los filtros se clasifican según su carga. Los filtros de baja carga o lentos fueron los que primero se empezaron a usar. En ello el agua hace un solo paso a través del filtro, con una carga volumétrica en L_v , baja (0,1 a 0.4 kg DBO₅/m³.d) permitiendo además una nitrificación bastante completa. Este tipo de filtro es bastante seguro y simple de operar produciendo una composición de efluente bastante estable.

El filtro de alta carga (L_v entre 0.4 y 0.5 se introdujeron empleando la recirculación para de este modo, crear una carga hidráulica más homogénea, disminuyendo por otra parte la DBO₅ influente y aumentando el esfuerzo cortante del agua, produciendo un biofilme más delgado, y por tanto un TRC menor. (bioingeniería de aguas residuales Pg. 537).

2.2.3. CARBÓN ACTIVADO

El carbón activado tiene poros que pueden atrapar sustancias químicas. Por lo general, se toma por vía oral como tratamiento para algunos venenos ingeridos. Hay poca evidencia para otros usos. El carbón vegetal está hecho de turba, carbón, madera, cáscara de coco o petróleo. El carbón activado se fabrica calentando carbón vegetal en presencia de un gas. Este proceso hace que el carbón desarrolle muchos espacios internos o poros. Estos poros ayudan a que el carbón activado atrape los químicos. (MedlinePlus 2007)

El carbón activado o carbón activo es un elemento poroso que atrapa compuestos, en primer lugar, orgánicos, presentes en un gas o en un líquido. Lo hace con tal efectividad, que es el purificante más utilizado por el ser humano.

Por otro lado, los compuestos orgánicos se derivan del metabolismo de los seres vivos, y su estructura básica consiste en cadenas de átomos de carbono e hidrógeno. Entre ellos se encuentran todos los derivados del mundo vegetal y animal, incluyendo el petróleo y los compuestos que se obtienen de él. A la propiedad que tiene un sólido de adherir a sus paredes una molécula que fluye, se le llama “adsorción”.

Al sólido se le llama “adsorbente” y a la molécula, “adsorbato”. Después de la filtración -que tiene por objeto retener sólidos presentes en un fluido-, no existe un sólo proceso de purificación con más aplicaciones que el carbón activado.

Para que sirve el carbón activado.

- **Potabilización de agua**

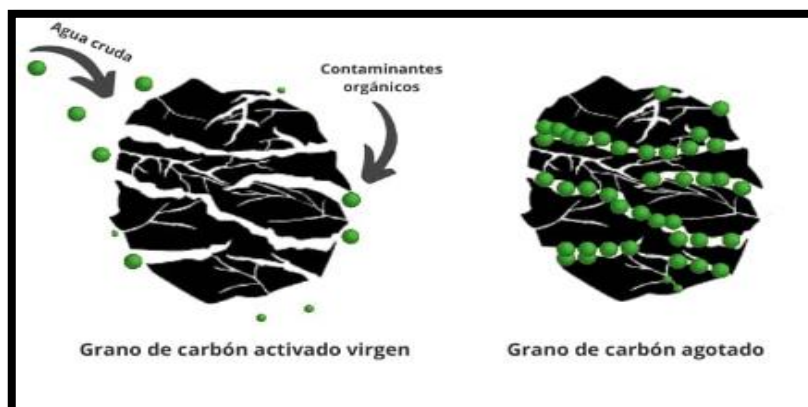
El carbón retiene plaguicidas, grasas, aceites, detergentes, subproductos de la desinfección, toxinas, compuestos que producen color, compuestos originados por la descomposición de algas y vegetales o por el metabolismo de animales.

2.2.3.1. COMO FUNCIONA EL CARBÓN ACTIVADO

El carbón activado es un medio de adsorción, su función es adsorber moléculas orgánicas en sus micro poros. Se activa mediante procesos térmicos o químicos para ampliar su capacidad de adsorción (para lograr que se formen los poros).

Figura 2

Función del carbón activado

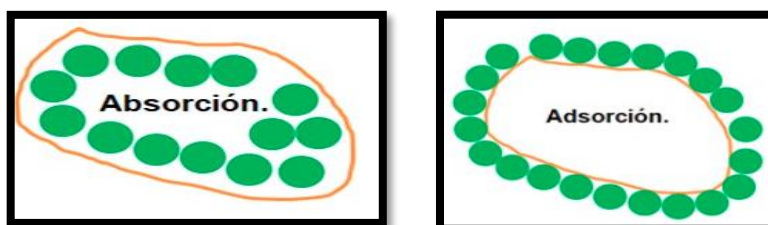


Nota: se muestra la función del carbón activado, en un carbón activado virgen y en un carbón activado agotado.

Por otro lado, el carbón activado es adsorbente no absorbente, como se muestra en la segunda imagen:

Figura 3

Adsorbente, no absorbente



Nota: En la figura se muestra la diferencia entre la absorción del carbón activado y la adsorción siendo diferentes.

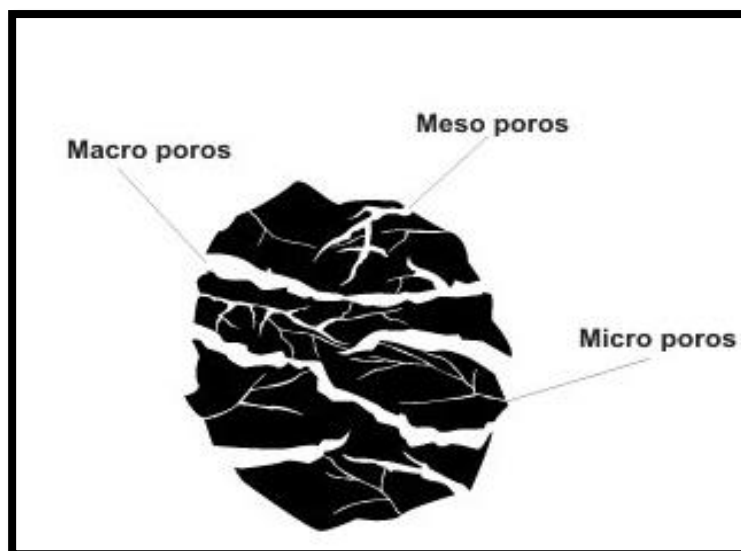
El carbón activado tiene la capacidad de adsorber. Entonces, algunas personas ponen carbón en el refrigerador para deshacerse de los malos olores. Lo mismo sucede cuando pones carbón en un balde con agua. Elimina el color, el sabor y el olor. O, en el campo, la gente quema y come tortillas para aliviar problemas digestivos (infecciones leves, indigestión, hinchazón, etc.). El carbón activado implica hacerlo poroso para aumentar su absorbencia. Un gramo de carbón vegetal tiene una superficie de unos 50 metros cuadrados. Con la activación alcanza los 600 u 800 m², es decir, aumenta de 12 a 16 veces.

2.2.3.2. FORMA FÍSICA TIENE UN CARBÓN ACTIVADO

El carbón puede producirse en forma de polvo, de gránulos o de pelets cilíndricos. El polvo sólo se aplica en la purificación de líquidos; el carbón se dosifica en un tanque con agitación y luego se separa del líquido por medio de un filtro adecuado para retener partículas pequeñas (como es el filtro prensa). En el caso del carbón granular, se produce en diferentes rangos de partícula, que se especifican con base en la granulometría o número de malla. Una malla 4, por ejemplo, es la que tiene cuatro orificios en cada pulgada lineal. Se aplican, tanto en la purificación de líquidos como de gases. Los pelets se aplican en el tratamiento de gases, ya que su forma cilíndrica produce una menor caída de presión. Para el caso de que se desea un carbón granular o pelet, si la materia prima no es suficiente dura, se puede reaglomerar con un agente ligante que le imparte dureza para evitar que se rompa al paso del fluido.

Figura 4

Forma física tiene un carbón activado



Nota: en la figura se muestra la forma física que tiene un carbón activado y nos indica los macro poros, meso poros y micro poros.

2.2.3.3. CÓMO SE ACTIVA UN CARBÓN

El carbón puede activarse mediante procesos térmicos o químicos. Los procesos térmicos para activar carbón consisten en provocar una oxidación parcial del carbón, para lograr que se formen los poros, pero evitando que se gasifique y se pierda más carbón del necesario. Esto ocurre a temperaturas que están entre los 600 y los 1100 °C, y en una atmósfera controlada (que se logra mediante la inyección de una cantidad adecuada de vapor de agua o de nitrógeno).

Los procesos químicos parten de la materia prima antes de carbonizarse. Los reactivos son agentes deshidratantes (como ácido fosfórico) que rompen las uniones que ligan entre sí a las cadenas de celulosa. Después de esta etapa, el material se carboniza a una temperatura baja (de unos 550 °C) y luego se lava para eliminar los restos de reactivo y de otros subproductos. Los hornos en los que se activa un carbón térmicamente o en los que se carboniza un carbón con tratamiento previo con un químico, pueden ser rotatorios o verticales (de etapas).

2.2.3.4. CUÁL ES LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

La capacidad de un carbón activado para retener una sustancia determinada no sólo está dada por su área superficial, sino por la proporción de poros cuyo tamaño sea el adecuado, es decir, un poco adecuado tiene un diámetro de entre una y cinco veces la molécula de que se va a adsorber. Si se cumple esta condición, la capacidad puede ser de entre el 20% y el 50% de su propio peso. (Carbotecnia 2022)

2.2.4. EL AGUA

El agua es uno de los compuestos más abundantes en la naturaleza ya que cubre aproximadamente tres cuartas partes de la superficie total de la tierra. Sin embargo, a pesar de esta aparente

abundancia, existen diferentes factores que limitan la cantidad de agua disponible para el consumo humano (Vélez-Arellano et al., 2011).

El agua, como motor de desarrollo y fuente de riqueza, ha constituido uno de los pilares fundamentales para el progreso del hombre. La ordenación y gestión de los recursos hídricos, que ha sido desde siempre un objetivo prioritario para cualquier sociedad, se ha realizado históricamente bajo directrices orientadas a satisfacer la demanda en cantidades suficientes, bajo una perspectiva de política de oferta (Bethemont, 1980).

Como se puede observar cerca del 97% del total de agua disponible se encuentra en los océanos y otros cuerpos de agua salina y no se puede utilizar para diversos propósitos. Del 3% restante, casi el 2 se encuentra distribuida en los témpanos de hielo, glaciares, en la atmósfera o mezclada con el suelo, por lo que no es accesible. De tal forma que, para el desarrollo y sostenimiento de la vida humana, con sus diversas actividades industriales y agrícolas, se dispone aproximadamente de 0.62% del agua restante, que se encuentra en lagos de agua fresca, ríos y mantos freáticos (Vélez-Arellano et al., 2011).

2.2.5. AGUAS RESIDUALES Y SU CLASIFICACIÓN

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (OEFA, 2014).

Aguas servidas, conjunto de líquidos procedentes de usos domésticos, comerciales o industriales que son conducidos a través de la red de alcantarillado que llevan, disueltas o en suspensión, sustancias orgánicas (en vías de putrefacción) e inorgánicas, algunas de ellas tóxicas. Para evitar los riesgos de contaminación y proliferación de gérmenes patógenos se someten a tratamientos de depuración que pueden ser químicos o biológicos. Se les denominan efluentes. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ambiental de los

últimos años por el impacto negativo a los ecosistemas, y en especial a la hidrosfera (Çelik et al., 2018).

2.2.5.1. AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente (OEFA, 2014).

Residuos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios, instalaciones comerciales o asentamientos humanos en general, caracterizadas por contener sustancias biodegradables, detergentes y microorganismos patógenos (OEFA, 2014).

2.2.5.2. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras (OEFA, 2014).

2.2.5.3. AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado (OEFA, 2014).

2.2.6. CLASIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Según el origen la contaminación es de dos tipos:

- **Contaminantes biogénicos:** Esta es la contaminación debida a fenómenos naturales, como la erosión y las erupciones volcánicas y está relacionada con la composición de suelos, aguas y los componentes de algunos alimentos. Esta clase de contaminación no es tan grave como la antropogénica (Vélez-Arellano et al., 2011).
- **Contaminantes antropogénicos:** Es la generada por las actividades del hombre y es más grave por la naturaleza y la

gran variedad de contaminantes generados. Dichas actividades son las industriales, mineras, agropecuarias, artesanales y domésticas (Vélez-Arellano et al., 2011).

2.2.7. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA

Según (DIGESA- GESTA 2011), los parámetros físicos a evaluar tienen las siguientes características.

2.2.7.1. TURBIDEZ

- Definición: Demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua.
- Características: La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm (nanómetros) de diámetro. La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez. La turbidez se puede medir con diversas técnicas.
- Riesgo: Elevados niveles de turbiedad pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección y estimular la proliferación de bacteria.
- En niveles altos de turbidez, el agua pierde la habilidad de apoyar la diversidad de organismos acuáticos, aumenta la temperatura al sostener partículas que absorben el calor de la luz solar y el agua caliente conserva menos oxígeno que el agua fría, así al entrar menos luz disminuye la fotosíntesis necesaria para producir oxígeno. Otro efecto asociado a turbidez es la obstrucción de las agallas de los peces, por los sólidos suspendidos, reducción del crecimiento y la resistencia

a las enfermedades, al igual que limita el desarrollo de huevos y larvas (Mitchell, Stapp, & Bixby, 1991).

2.2.7.2. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

Según (Córdova et al., 2009) tienen las siguientes características y definiciones:

- **Definición:** El término sólidos totales disueltos describe la cantidad total de sólidos disueltos en el agua. Sustancias orgánicas e inorgánicas solubles en agua. Son todos los sólidos, que están en solución ionizados. No incluyen los sólidos en suspensión, coloides ni gases disueltos.
- **Características:** Los sólidos totales disueltos y la conductividad eléctrica están estrechamente relacionados. Cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica. La mayoría de los sólidos que permanecen en el agua tras una filtración de arena, son iones disueltos. El cloruro de sodio por ejemplo se encuentra en el agua como Na^+ y Cl^- . El agua de alta pureza que en el caso ideal contiene solo H_2O sin sales o minerales tiene una conductividad eléctrica muy baja. La temperatura del agua afecta a la conductividad eléctrica de forma que su valor aumenta de un 2 a un 3 % por grado Celsius, es el contenido total de iones disueltos en el agua.
- **Riesgo:** Las altas concentraciones de sólidos disueltos son debido al arrastre de materiales provocados por el aumento del caudal de los ríos, es un índice importante en la determinación de los usos del agua.

2.2.7.3. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Según (Beltrán-Vargas & Rangel Churio, 2012) tienen las siguientes características y definiciones:

- **Definición:** Se entiende por SST a un parámetro utilizado en la calificación de la calidad del agua y en el tratamiento de aguas residuales. Indica la cantidad de sólidos.

- Sólidos constituidos por sólidos sedimentables, sólidos en suspensión y sólidos coloidales, cuyo tamaño de partícula no pase el filtro estándar de fibra de vidrio con un diámetro de poro de 1.5 micrómetros o su equivalente.
- Características: Este indicador se refiere a la carga de sólidos suspendidos totales en cuerpos de agua y no a vertimientos, en lenguaje técnico se usa la expresión carga para señalar el volumen de sólidos suspendidos que corre o alberga un cuerpo de agua durante un periodo determinado. Las sustancias no disueltas usualmente se denominan materia suspendida o sólidos suspendidos, pocas veces se realizan pruebas de sólidos suspendidos, estos generalmente se evalúan por medición de turbiedad, Sólidos suspendidos y los sólidos suspendidos volátiles se emplean para evaluar la concentración de los residuos domésticos.
- Riesgo: Los altos niveles de sólidos suspendidos totales pueden resultar dañinos a los hábitats bénticos y causar condiciones anaerobias en el lecho de los lagos, ríos y mares, debido a la descomposición de los materiales volátiles en los sólidos. Las partículas suspendidas en las aguas ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas que contienen las aguas ocasionando de esta manera alteración de la calidad de agua destinadas a la conservación del ambiente. Las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y así reduciendo la concentración de oxígeno en el agua (el oxígeno se disuelve mejor en el agua más fría). Además, algunos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente.
- Las partículas en suspensión dispersan la luz, de esta forma decreciendo la actividad fotosintética en plantas y algas, que contribuye a bajar la concentración de oxígeno más aún. Como consecuencia de la sedimentación de las partículas en el fondo, los lagos poco profundos se colmatan más rápido, los

huevos de peces y las larvas de los insectos son cubiertas y sofocadas, las agallas se tupen o dañan.

- El plancton y los materiales suspendidos inorgánicos reducen la penetración de la luz al cuerpo de agua, reduciendo la producción primaria y como consecuencia disminuye el alimento de los peces.

2.2.8. BACTERIAS

Son microorganismos unicelulares que se reproducen por fisión binaria (división simple). Muchos tienen vida libre y presentan una amplia diversidad de tamaños, que va desde 0.5 a 2 μm y algunas pueden llegar a 10 μm (Kolmos, 1997).

Las bacterias que se encuentran con mayor frecuencia en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y de los animales y son eliminadas a través de la materia fecal. Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por consiguiente su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas (Kolmos, 1997).

Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha buscado un grupo alternativo de indicadores que sean de más rápida y fácil detección. El grupo más utilizado es el de las bacterias coniformes (Kolmos, 1997).

2.2.8.1. COLIFORMES TOTALES

Se definen como bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37 °C y producen ácido y gas (CO_2) en 24 h, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática β -galactosidasa. Entre ellas se encuentran *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella* (MINSAA., 1998)

La prueba más relevante utilizada para la identificación del grupo Coliformes es la hidrólisis de la lactosa. El rompimiento de este disacárido es catalizado por la enzima β -D-Galactosidasa.

Ambos monosacáridos son posteriormente metabolizados mediante el ciclo glicolítico y el ciclo del citrato. Los productos metabólicos de estos ciclos son ácidos y CO₂ (Nazaries et al., 2013).

2.2.8.2. HÁBITAT DE LAS BACTERIAS COLIFORMES

Las bacterias coliformes habitan el tracto intestinal de mamíferos y aves, y se caracterizan por su capacidad de fermentar lactosa a 35°C. Los géneros que componen este grupo son *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella*. Todas pueden existir como saprofitas independientemente, o como microorganismos intestinales, excepto el género *Escherichia* cuyo origen es sólo fecal. Esto ha llevado a distinguir entre coliformes totales (grupo que incluye a todos los coliformes de cualquier origen) y coliformes fecales (término que designa a los coliformes de origen exclusivamente intestinal) con capacidad de fermentar lactosa a 44,5°C.

La existencia de una contaminación microbiológica de origen fecal se restringe a la presencia de coliformes fecales, mientras que la presencia de coliformes totales que desarrollan a 35°C, sólo indica existencia de contaminación, sin asegurar su origen. Los enterococos fecales cuyo desarrollo ocurre a 35 °C se usan como indicadores complementarios de contaminación fecal (ANDRADE & ALVARO, 2019).

2.2.8.3. TAXONOMÍA

Las bacterias coliformes incluyen todos los bacilos no esporulados Gram negativos aerobios y anaerobios facultativos que fermentan lactosa con producción de gas dentro de 48 horas a 35 °C. Los organismos coliformes fecales son aquellos que fermentan la lactosa con producción de gas dentro de 24 horas a 44.5 °C (GELDREICH, 1990).

2.2.8.4. COLIFORMES FECALES

Los coliformes fecales o termotolerantes, se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la

lactosa a 44°-45°C, comprenden un grupo muy reducido como el género *Escherichia* y en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (EASTON, 1998).

Los coliformes Termotolerantes distintos de *E. coli*, pueden provenir también de aguas orgánicamente enriquecidas, por ejemplo, de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición. Como los organismos coliformes Termotolerantes se detectan con facilidad, pueden desempeñar una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales (OMS., 1995)

Las bacterias heterotróficas están presentes en todos los cuerpos de agua y constituyen un grupo de bacterias ambientales de amplia distribución, éstas son indicadoras de la eficacia de los procesos de tratamiento, principalmente de la desinfección y descontaminación.

El grupo coliformes abarca los géneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*. Cuatro de estos géneros (*Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*) se encuentran en grandes cantidades en el ambiente (fuentes de agua, vegetación y suelos) no están asociados necesariamente con la contaminación fecal y no plantean ni representan necesariamente un riesgo evidente para la salud (Allen, 2003).

2.2.8.5. MÉTODO DE NÚMERO MÁS PROBABLE (NMP) PARA EVALUACIÓN DE LA BACTERIOLOGÍA DEL AGUA

Es un procedimiento eficiente de estimación de densidades poblacionales. La técnica se basa en la determinación de presencia o ausencia en réplicas de diluciones consecutivas de atributos particulares de microorganismos presentes en muestras de agua. Por lo tanto, un requisito importante de este método es la necesidad de poder reconocer un atributo particular de la población en el medio de crecimiento a utilizarse.

El estimado de densidad poblacional se obtiene del patrón de ocurrencia de ese atributo en diluciones seriadas y el uso de una tabla probabilística.

Algunas de las ventajas del método NMP son:

- La capacidad de estimar tamaños poblacionales basados en atributos relacionados a un proceso (selectividad); por ejemplo, se puede determinar la densidad poblacional de organismos que pueden estar presentes en una muestra de agua.
- Provee una recuperación uniforme de las poblaciones microbianas.
- Determina sólo organismos vivos y activos metabólicamente.
- Suele ser más rápido e igual de confiable que los métodos tradicionales.

Este número es calculado a partir de la observación del crecimiento, tanto con la aparición de turbidez como con la formación de gas, en cultivos en caldo, inoculados con porciones de un ml. de diluciones decimales de la muestra. Las cifras que representan resultados positivos con crecimiento en tres diluciones sucesivas, suelen denominarse número significativo, por ejemplo, si tenemos dos tubos positivos en la muestra directa, uno en la dilución 10^{-1} y otro en la 10^{-2} se obtiene el número y se coteja con la tabla de número más probable con lo que resulta un número significativo que es 210.

2.2.8.6. INDICADORES BACTERIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA

La bacteria *Escherichia coli* y coliformes: son los organismos más comunes utilizados como indicadores de la contaminación fecal. Las bacterias coliformes son microorganismos de forma cilíndrica, capaces de fermentar la glucosa y la lactosa. Otros organismos utilizados como indicadores de contaminación fecal son los estreptococos fecales y los clostridios. Estos últimos son anaerobios, formadores de

esporas; estas son formas resistentes de las bacterias capaces de sobrevivir largo tiempo.

Los Coliformes totales constituyen el 10% de los microorganismos intestinales en humanos y animales, son considerados como degradadores de cuerpos de agua, estas bacterias funcionan como alerta de contaminación, sin identificar el origen, indican que hubo fallas en el tratamiento de desinfección (Robert Pullés, 2014)

El análisis del agua se realiza con el método de los tubos múltiples y se expresa en términos de el “Número más probable” (índice NMP) en 100 ml de agua. Las aguas con un NMP inferior a 1, son potables (MINAM., 2009).

Coliformes termolerantes: Las Coliformes fecales, son las que tienen significado sanitario, por lo tanto, son las más importantes, en los análisis de alimentos y agua. Se considera a la *Escherichia coli*, como la más importante dentro del grupo de Coliformes fecales, entre sus principales características tenemos (Robert Pullés, 2014).

2.2.9. ÍNDICES BIOLÓGICOS

2.2.9.1. ÍNDICES BIÓTICOS

Suelen ser específicos para un tipo de contaminación y/o región geográfica, y se basan en el concepto del organismo indicador. Permiten la valoración del estado ecológico de un ecosistema acuático afectado por un proceso de contaminación. Para ello a los grupos de organismos de una muestra se les asigna un valor numérico en función de su tolerancia a un tipo de contaminación, la suma de todos estos valores nos indica la calidad de ese ecosistema. (Aldaba Domínguez & Arluciaga Esnal, 1984)

Un índice biótico responde a la sensibilidad o tolerancia de especies individuales o grupos a la contaminación, y les asigna un valor tal que, sumando todos ellos se obtiene una categorización sobre la contaminación existente en la zona. Los

datos pueden ser cualitativos (presencia – ausencia) o cuantitativos (abundancia relativa o densidad absoluta). Estos índices se han pensado especialmente para evaluar la contaminación orgánica (Aldaba Domínguez & Arluciaga Esnal, 1984),

2.2.9.2. ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Miden la abundancia y diversidad de especies de un sitio, a mayor diversidad mayor puntuación. Reflejan alteraciones del número total de comunidades de organismos. Como ventaja de estos índices respecto a los bióticos destaca que no se requiere información sobre la tolerancia a contaminación y sirven para detectar episodios leves de contaminación (Aldaba Domínguez & Arluciaga Esnal, 1984).

2.2.10. HIDROBIOLOGÍA

El entusiasmo que esta teoría generó en el mundo biológico fue excepcional; observar la naturaleza desde el punto de vista de la evolución permitió de forma teórica (aunque existen casos de procesos evolutivos en cuestiones de días e incluso horas como es el caso de las bacterias en donde en un corto periodo pueden producirse nuevas generaciones de estos microorganismos con diferentes adaptaciones respecto a la primera generación de estos) definir la transmutación de las especies por lo que éstas se convirtieron en unidades dinámicas a lo largo del tiempo y con posibilidad al cambio respecto al estrés generado por la variación ambiental en que éstas se desarrollan. (Ballesteros, n.d.)

La Hidrobiología basa el estudio de lo biológico en relación con la teoría de la evolución, ya que el cambio de las especies acuáticas que esta ciencia estudia se debe a la influencia que el ambiente ejerce sobre estas especies: la Hidrobiología, sin la teoría de la evolución, no podría existir como ciencia, sin embargo, aun con esta teoría todavía existían interrogantes de los mecanismos de la evolución; las respuestas ya se estaban gestando en la época de Darwin, pero en un área completamente nueva: la Genética. (Ballesteros, n.d.)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Aguas residuales:** Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (OEFA, 2014).
- **Aguas residuales domesticas:** Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente (OEFA, 2014).
- **Aguas residuales industriales:** Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras (OEFA, 2014).
- **Aguas residuales municipales:** Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado (MINSA., 1998).
- **Coliformes fecales:** Los coliformes fecales o termotolerantes, se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44°-45°C, comprenden un grupo muy reducido como el género *Escherichia* y en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacteria* y *Citrobacter* (EASTON, 1998).
- **Coliformes totales:** Son las Enterobacteriácea lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos. Pertenecen a la familia Enterobacteriácea y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37°C (MINSA., 1998).

- **Coliformes:** Grupo de bacterias que comprende todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos, no esporulados que producen ácido y gas al fermentar la lactosa (MINSA., 1998).
- **Contaminación:** Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos ambientales o sobre la salud adversa. La contaminación puede ser ocasionada por la producción industrial, transporte, agricultura o escorrentía (Vélez-Arellano et al., 2011).
- **Efluente:** Material de desecho descargado al ambiente, tratado o sin tratar, que se refiere generalmente a la contaminación del agua, pero puede utilizarse para referirse a las emisiones de chimeneas u otros materiales de desechos que entran en el ambiente (Vélez-Arellano et al., 2011).
- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos (Vélez-Arellano et al., 2011).
- **Límite máximo permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua (Vélez-Arellano et al., 2011).
- **El pH:** Es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores por encima de 7 indican que es básica (Robert Pullés, 2014).
- **Temperatura:** La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida

acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. Es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico como el pH, déficit de oxígeno, conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. Y tiene las siguientes características:

- El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría.
- El aumento de las velocidades de las reacciones químicas, produce un aumento de la temperatura.
- Un cambio brusco de temperatura puede conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.
- La temperatura óptima para el desarrollo de las actividades se detiene cuando se alcanza los 50°C a temperaturas de alrededor de 10°C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad (Robert Pullés, 2014).
- **Muestreo biométrico de recursos hidrobiológicos.** Se conoce como muestreo biométrico a aquel que consiste en obtener información sobre cómo se distribuyen las tallas de las especies presentes en las capturas en todo el rango de tamaños que se encuentren. Este muestreo debe ser al azar y simple, es decir sin escoger ningún pez por más grande o chico que sea (Ballesteros, n.d.).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- **(Hi):** El uso de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano será eficiente en la depuración del río Huallaga Huánuco 2022.
- **(Ho):** El uso de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano no será eficiente en la depuración del río Huallaga Huánuco 2022.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- **(Hi1):** Los indicadores físicos químicos, determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de coco, en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.
- **(Ho1):** Los indicadores físicos químicos, no determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de coco, en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.
- **(Hi2):** Los indicadores físicos químicos, determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de plátano, en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.
- **(Ho2):** Los indicadores físicos químicos, no determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de plátano, en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.
- **(Hi3):** Los indicadores microbiológicos, determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de coco en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.
- **(Ho3):** Los indicadores microbiológicos, no determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de coco en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.
- **(Hi4):** Los indicadores microbiológicos, determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de plátano en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.
- **(Ho4):** Los indicadores microbiológicos, no determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de plátano en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Filtros biológicos

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Río Huallaga

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: “eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano en la depuración del río Huallaga Huánuco 2022”

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE	Carbón de coco		
	Carbón de plátano	kg	Numérica continua
Filtros biológicos			
	Parámetros físicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conductividad, ($\mu\text{mho/cm}$) ▪ Sólidos totales, (mg/L) 	<ul style="list-style-type: none"> $\mu\text{mho/cm}$ mg/L
VARIABLE INDEPENDIENTE	Parámetros químicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Turbiedad, (NTU) ▪ pH, (unidad de pH) 	<ul style="list-style-type: none"> NTU pH
Río Huallaga	Parámetros microbiológicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura, ($^{\circ}\text{C}$) ▪ DBO, (mg DBO/L) ▪ DQO, (mg DQO/L) ▪ Coliformes Totales, (NMP /100 mL) ▪ Coliformes Termotolerantes, (NMP /100 MI) 	<ul style="list-style-type: none"> Mg DBO/L mg DQO/L ml ml Numérica Continua

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Existen varios tipos de investigación científica dependiendo del método y de los fines que se persiguen. La investigación, de acuerdo con Sabino (2000), se define como “un esfuerzo que se emprende para resolver un problema, claro está, un problema de conocimiento” (Morales, F. 2012). El presente trabajo de investigación es de (tipo cuasi-experimental).

3.1.1. ENFOQUE

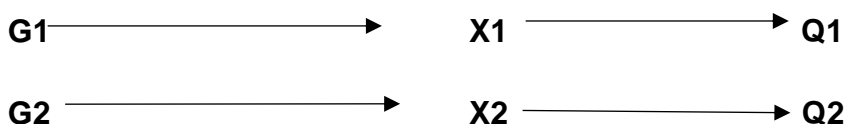
Esta investigación pertenece al enfoque cuantitativo. Se utilizó la medición exhaustiva y controlada, se recogieron y analizaron datos, propiedades y fenómenos que están sujetas a medición y comprobación, producto de la manipulación de la variable. (Hernández, 2014).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Esta investigación pertenece al nivel aplicativo, su propósito es inmediato y se relacionan con el mejoramiento de un proceso o producto. (Supo. 2014)

3.1.3. DISEÑO

El diseño fue experimental, en el estudio se manipulo intencionalmente una variable de calibración (eficiencia de los filtros biológicos) para analizar las consecuencias que tiene sobre la variable evaluativa (rio Huallaga) dentro de una situación de control para el investigador. (Hernández, 2014).



Población y muestra Donde:

G1. Filtro de coco

G2. Filtro de plátano

X. Físicos químicos y microbiológicos

Q. medición

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población comprende todo el recurso hídrico del Río Huallaga del Distrito de Amarilis de la Provincia de Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

Fue conformado por una muestra de 20 litros, en la 1 estación de muestreo, del Río Huallaga del Distrito de Amarilis de la Provincia de Huánuco. Para cada filtro biológico. Teniendo un total de 40 litros de agua para el muestreo.

3.2.3. LOCALIZACIÓN

La estación de monitoreo a considerar, se ubicó en la intersección de la universidad de Huánuco del distrito de amarilis, en el Río Huallaga del Distrito de Amarilis de la Provincia de Huánuco. Y el puente la Esperanza. Tal y como se detalla en la siguiente tabla y plano adjunto.

Tabla 2

Coordenadas UTM- estación de monitoreo

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM-WGS 84		ALTITUD
	NORTE	ESTE	
1	9075466.49	549888.11	150 m.s.n.m.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICA

Para el procesamiento de datos se utilizó la guía de observación, estadística descriptiva, tablas de frecuencias, gráficos y otros, con la finalidad de hacer un adecuado análisis e inferencia estadística. Para la recolección de datos las técnicas más usadas fueron; la observación experimental, así mismo con la preparación de los materiales (libreta de campo, etiquetado para la identificación de los frascos, plumón

indeleble, frasco de vidrio, frasco de plástico, guantes desechables, mascarilla, lentes, cooler, etc.) y equipos (GPS, cámara fotográfica, medidor multiparámetro) para el desarrollo de la investigación.

3.3.2. INSTRUMENTO

Los instrumentos a emplear fueron:

- **Identificación de puntos de monitoreo**

El punto de monitoreo fue 1 estación en el Río Huallaga del Distrito de Amarilis de la Provincia de Huánuco.

- **Toma de muestra**

Primero, se ubicó el río Huallaga, se tomó 1 muestra de agua para el análisis físicos, químicos y microbiológicos; Se tomó como referencia el protocolo de procesamiento para la toma de muestras. Se rotularon frascos esterilizados de plástico de 1 litro para los análisis físicos y químicos y frascos de 500 ml de vidrio para el análisis microbiológico.

- **Preparación de materiales y equipos para la toma de muestras**

Materiales

- Los materiales a emplear fueron:
- Libreta de campo
- Plumón indeleble
- Frasco de vidrio (500 ml) análisis microbiológicos
- Frasco de plástico (1 litro)
- Cooler
- Gel pack de hielo

Equipos

- Cámara Fotográfica
- GPS
- Termómetro
- pH-metro

- **Rotulados:** Previa toma de muestra, se identificó los frascos, esta identificación fue clara y precisa, considerando lo siguiente: Solicitante, número de muestra, parámetro, tipo de cuerpo de agua, fecha y hora de muestreo.
- **Cadena de custodia:** En la cual se consideraron los parámetros a evaluar en cada estación de muestreo detallando fecha y hora.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El instrumento de investigación, tuvo como objetivo principal evaluar la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano en la depuración del río Huallaga, por tanto, se utilizaron instrumentos, métodos y equipos de relevancia significativa para sus respectivos datos y los análisis de las muestras de trabajo. El software estadístico SPSS 24, y el análisis se presenta en las tablas de distribución de frecuencia.

- **Tabulación:** Posterior a la aprobación del proyecto de investigación, se procedió con la ejecución del proyecto para evaluar la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano en la depuración del río Huallaga considerando los siguientes pasos:
 - Reconocimiento del lugar
 - Medición de parámetros de campo
 - Rellenado de la cadena de custodia
 - Rotulado o etiquetado
 - Toma de muestras
 - Preservación de las muestras
 - Transporte de la muestra
 - Análisis de la muestra
 - Procesamiento y revisión de los datos analizados

Se utilizó sistemáticamente datos teóricos y resultados con tablas estadísticas para un manejo adecuado para el análisis e interpretación de datos.

- **Análisis gráficos de datos**
Se utilizó para procesar y analizar datos en los gráficos el Excel.
- **Análisis descriptivo**

Se utilizó para procesar y analizar datos en los gráficos el Excel.

- **Prueba estadística**

La prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra es un procedimiento de "bondad de ajuste", que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo fue señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 3

Parámetros fisicoquímicos del agua del río Huallaga antes y después del proceso de filtración biológica utilizando carbón de coco y carbón de plátano

Indicador	Grupo	Media	Error estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Conductividad_PRE	PyC	295.0	0.0	295.0	295.0
Conductividad_POS	Plátano	976.0	216.3	45.5	1906.5
Conductividad_POS	Coco	1090.7	399.5	-628.0	2809.4
Conductividad_DIF	Plátano	681.0	216.3	-249.5	1611.5
Conductividad_DIF	Coco	795.7	399.5	-923.0	2514.4
SolTot_PRE	PyC	148.0	0.0	148.0	148.0
SolTot_POS	Plátano	472.7	123.4	-58.3	1003.6
SolTot_POS	Coco	546.7	199.2	-310.6	1403.9
SolTot_DIF	Plátano	324.7	123.4	-206.3	855.6
SolTot_DIF	Coco	398.7	199.2	-458.6	1255.9
Turbiedad_PRE	PyC	22.0	0.0	22.0	22.0
Turbiedad_POS	Plátano	27.3	27.3	-90.3	144.9
Turbiedad_POS	Coco	0.0	0.0	0.0	0.0
Turbiedad_DIF	Plátano	5	27.3	-112.3	122.9
Turbiedad_DIF	Coco	0.0	0.0	0.0	0.0
pH_PRE	PyC	7,4	0.0	7,4	7,4
pH_POS	Plátano	7.2	0.3	5.8	8.7
pH_POS	Coco	7.1	0.1	6.9	7.3
pH_DIF	Plátano	-0.2	0.3	-1.6	1.3
pH_DIF	Coco	-0.3	0.1	-0.5	-0.1
DBO_PRE	PyC	1.3	0.0	1.3	1.3
DBO_POS	Plátano	0.0	0.0	0.0	0.1
DBO_POS	Coco	0.0	0.0	0.0	0.1
DBO_DIF	Plátano	-1.3	0.0	-1.3	-1.2
DBO_DIF	Coco	-1.3	0.0	-1.3	-1.2
DQO_PRE	PyC	3,4	0.0	3,4	3,4
DQO_POS	Plátano	0.0	0.0	0.0	0.1
DQO_POS	Coco	0.1	0.0	0.0	0.1
DQO_DIF	Plátano	-3.4	0.0	-3.4	-3.3
DQO_DIF	Coco	-3.3	0.0	-3.4	-3.3

Nota. En la tabla se muestra todos los resultados de los parámetros del PRE, POS y la DIF; de cada uno también se muestra la media, el error de estándar, y el límite inferior y superior. El carbón activo con coco provocó una mayor diferencia en la conductividad, sólidos totales y pH. Por su parte, el carbón de plátano provocó mayor diferencia en la turbiedad y el DQO ambos en incremento y no en disminución.

Tabla 4

Parámetros microbiológicos del agua del río Huallaga antes y después del proceso de filtración biológica utilizando carbón de coco y carbón de plátano

Indicador	Grupo	Media	Error estándar	Límite Inferior	Límite Superior
ColiT_PRE	PyC	47.0	0.0	47.0	47.0
ColiT_POS	Plátano	1.0	0.0	1.0	1.0
ColiT_POS	Coco	1.0	0.0	1.0	1.0
ColiT_DIF	Plátano	-46.0	0.0	-46.0	-46.0
ColiT_DIF	Coco	-46.7	0.0	-46.7	-46.7
ColiTerm_PRE	PyC	39.0	0.0	39.0	39.0
ColiTerm_POS	Plátano	1.0	0.0	1.0	1.0
ColiTerm_POS	Coco	1.0	0.0	1.0	1.0
ColiTerm_DIF	Plátano	-38.0	0.0	-38.0	-38.0
ColiTerm_DIF	Coco	-38.0	0.0	-38.0	-38.0

Nota. Los resultados indican que, con el carbón activado a base de coco, se tuvo un mayor decremento de Coliformes totales, que con el carbón activado a base de plátano. Para el caso de la Coliformes Termo tolerantes, no se tuvo diferencias significativas entre el uso de uno u otro carbón activado.

Tabla 5

Prueba de normalidad de los datos

	Grupo	Shapiro-Wilk		Sig. (p-valor)
		Estadístico	Gl	
Conductividad_DIF	Plátano	,997	3	0,894
	Coco	,889	3	0,353
SolTot_DIF	Plátano	,984	3	0,757
	Coco	,892	3	0,362
Turbiedad_DIF	Plátano	,750	3	0,000
	Plátano	,750	3	0,476
pH_DIF	Coco	1,000	3	0,620
	Plátano	,750	3	0,476
DBO_DIF	Coco	,750	3	0,620
	Plátano	,750	3	0,476
DQO_DIF	Plátano	,750	3	0,476
	Coco	,750	3	0,620

Nota. La prueba de normalidad evaluada en las diferencias obtenidas en cada uno de los grupos estudiados, indica que los datos se aproximan a una distribución normal, luego de haber obtenido un p-valor mayor a 5%, por lo tanto, es pertinente el uso de una prueba estadística paramétrica para el análisis de los datos, tal como la t de Student para muestras independientes, útil para llevar a cabo la contrastación de la hipótesis planteada por el investigador.

4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPOTESIS

El estudio contempla el desarrollo de la siguiente hipótesis:

H1: El uso de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano será eficiente en la depuración del río Huallaga Huánuco 2022.

Su contraparte es la hipótesis nula:

Ho: El uso de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano no será eficiente en la depuración del río Huallaga Huánuco 2022.

El análisis de datos permitirá en primer lugar establecer si existe diferencias en los resultados entre grupos, para luego determinar la eficiencia que se tuvo debido a la participación de la variable independiente.

Nivel de significancia: 5%

Este es un valor convencional, tiene como sinónimo Nivel de tolerancia o nivel máximo de error tolerable, con el que se contrastará el p-valor del estudio. Para ser aceptada la hipótesis alterna, el p-valor debe ser inferior al nivel de significancia.

Procedimiento estadístico: t de Student para muestras independientes. Procedimiento elegido en virtud de que se tiene variables numéricas con datos que se aproximan a una distribución normal.

A continuación, se presentan los resultados de la contrastación de la hipótesis.

Tabla 6

Prueba de hipótesis con la t de Student para muestras independientes

prueba t para la igualdad de medias					
	t	Gl	Sig. (bilateral)	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior
Conductividad_DIF	-0.252	4	0.813	-	1146.50209
	-0.252	3.080	0.817	1375.83542	- 1309.99464
SolTot_DIF	-0.316	4	0.768	-724.66366	576.66366
	-0.316	3.338	0.771	-778.89808	630.89808
Turbiedad_DIF	1.000	4	0.374	-48.55617	103.22283
	1.000	2.000	0.423	-90.27251	144.93917
pH_DIF	0.394	4	0.714	-0.80593	1.07259
	0.394	2.120	0.730	-1.24613	1.51280
DBO_DIF	-1.061	4	0.349	-0.03618	0.01618
	-1.061	4.000	0.349	-0.03618	0.01618
DQO_DIF	-2.530	4	0.065	-0.05593	0.00260
	-2.530	2.439	0.105	-0.06503	0.01170

Nota. Según el p-valor calculado, los resultados indican que, en ninguno de los indicadores evaluados existe diferencia significativa, es decir el carbón activado en base de coco y de plátano, tuvieron la misma efectividad en modificar los valores de cada uno de los indicadores. De haberse concluido a favor de la hipótesis de investigación en alguno de los indicadores, sería posible un análisis más minucioso. En este punto, con ayuda de los estándares de calidad es que se podrá evaluar cada una de las hipótesis específicas.

Tabla 7

Tabla interpretativa de la eficacia de los filtros biológicos en contraste con el decreto supremo 2017 MINAM Categoría 1: Poblacional y Recreacional

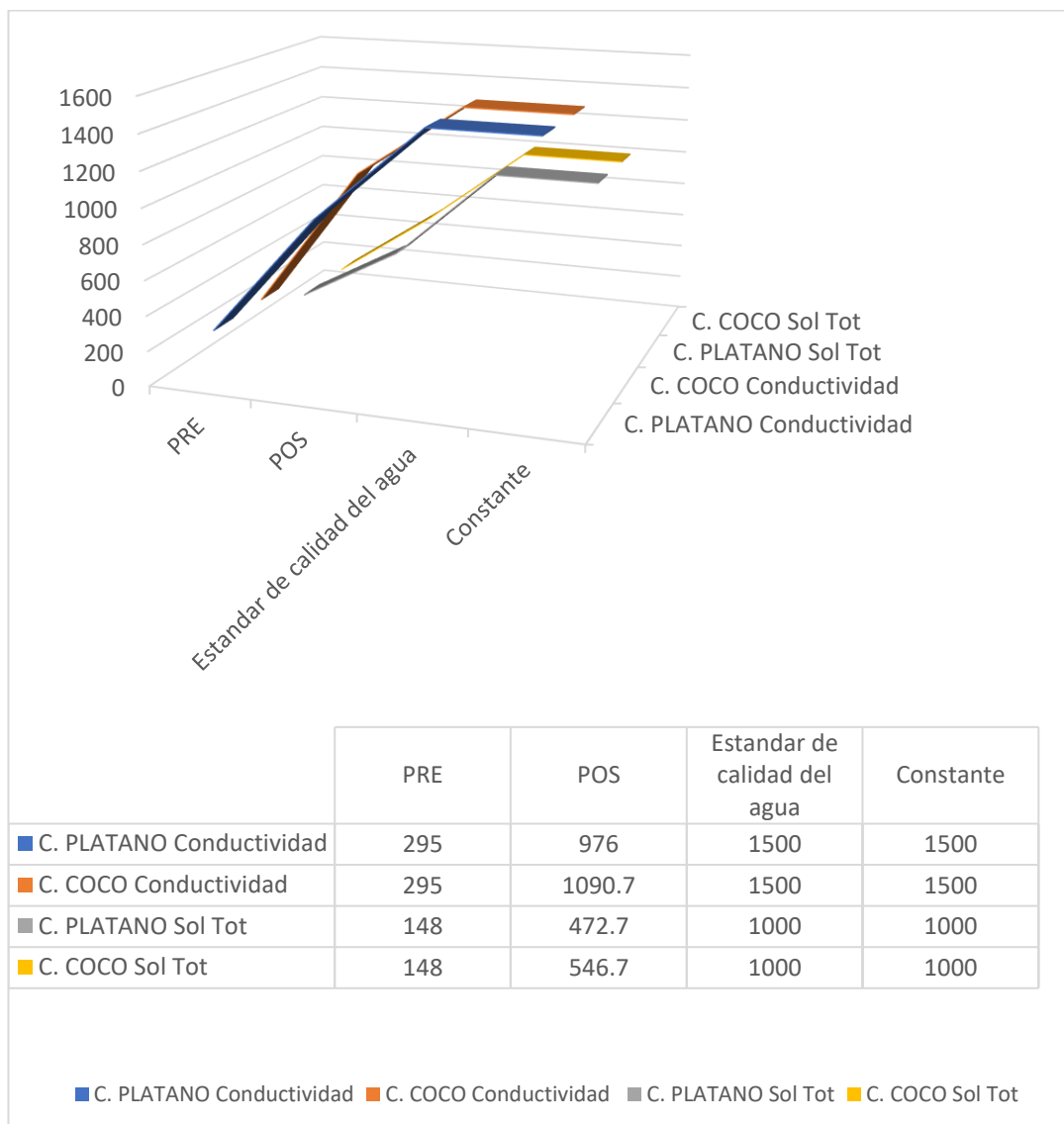
Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1)

Indicador	Estándar para el agua	Carbón a base de coco Pre	Carbón a base de coco Pos	Interpretación	Carbón a base de plátano Pre	Carbón a base de plátano Pos	Interpretación
Conductividad	1500	295.0	1090.7	Eficaz	295.0	976.0	Eficaz
SolTot	1000	148.0	546.7	Eficaz	148.0	472.7	Eficaz
Turbiedad	5	22.0	0.0	Eficaz	22.0	27.3	No Eficaz
pH	6,5 – 8,5	7,4	7.1	Eficaz	7,4	7.2	Eficaz
DBO	3	1.3	0.0	Eficaz	1.3	0.0	Eficaz
DQO	10	3,4	0.1	Eficaz	3,4	0.0	Eficaz
Coli Totales	50	47.0	1.0	Eficaz	47.0	1.0	Eficaz
Coli Termotolerantes	20	39.0	1.0	Eficaz	39.0	1.0	Eficaz

Nota. En la tabla se observa la interpretación del carbón de coco y de plátano, en el PRE y el POS de los resultados, para interpretar como eficaz o no eficaz y realizar la comparación de acuerdo al estándar para aguas superficiales.

Figura 5

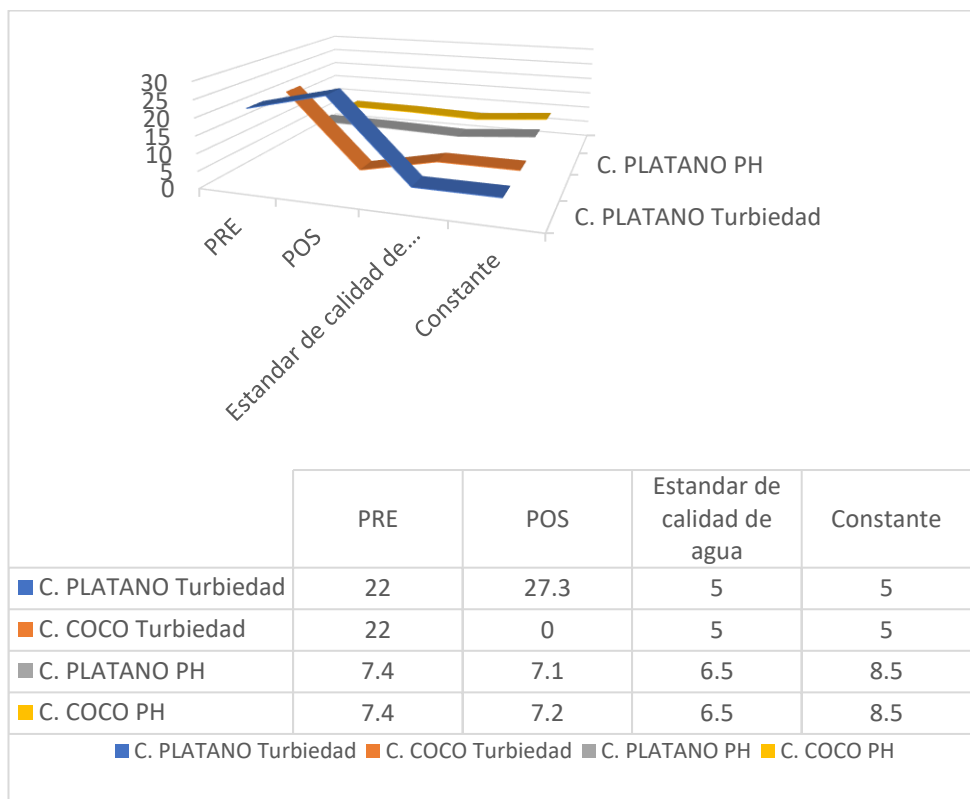
Conductividad y solidos totales



Nota. El grafico representa el inicio y el resultado del uso de los filtros comparados con los estándares de calidad del agua. El cual nos muestra que el resultado del Pos es menor al índice de estándar de calidad del agua siendo eficaz tanto en la conductividad y los sólidos totales.

Figura 6

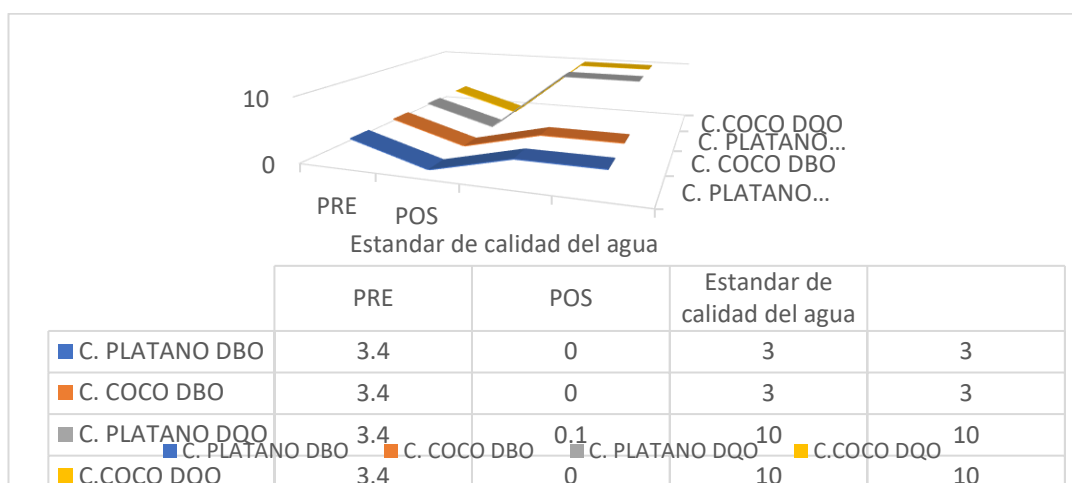
Turbiedad y potencial de hidrogeno (ph)



Nota. El grafico representa el inicio y el resultado del uso de los filtros comparados con los estándares de calidad del agua. El cual se nota la eficiencia de los filtros en el parámetro de turbiedad y Ph, se puede observar que los resultados son menores a los estándares de calidad ambiental.

Figura 7

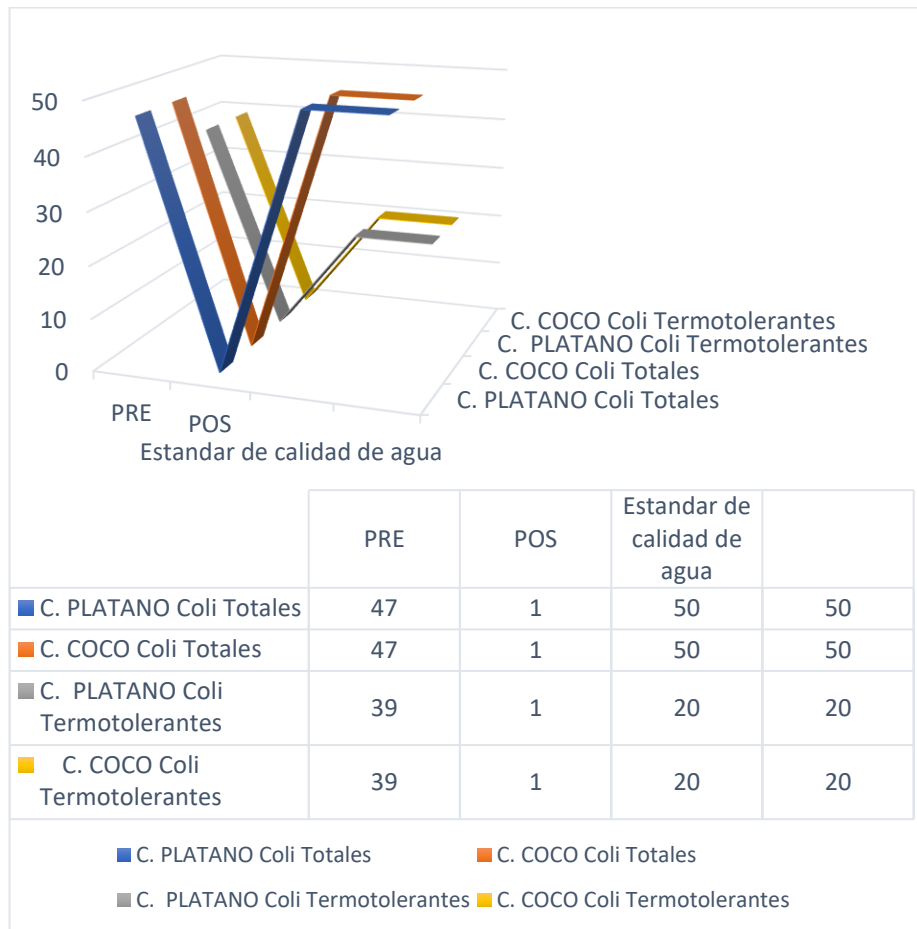
DBO Y DQO



Nota. El grafico representa el inicio y el resultado del uso de los filtros comparados con los estándares de calidad del agua. El cual se nota la eficiencia de los filtros en el parámetro de DQO y DBO estos resultados son menores al estándar de calidad del agua.

Figura 8

Coliformes totales y termotolerantes



Nota. El grafico representa el inicio y el resultado del uso de los filtros comparados con los estándares de calidad del agua. El cual se nota la eficiencia de los filtros en el parámetro de DQO y DBO estos resultados son menores al estándar de calidad del agua.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al verificar los resultados obtenidos arribados en la investigación sustentadas en las bases y en la comparación con los trabajos de destacados estudiosos se demuestra la validez de la presente investigación.

Arrocha sostiene que la evaluación de filtros de carbón activado basado en cáscaras de frutas (piña, plátano, coco, naranja) tienen la capacidad de eliminar compuestos presentes en los ríos, pozos, lagos, etc. Cuyo resultado muestran una disminución de los niveles de alcalinidad y turbiedad en el agua, llegando incluso alcanzar el nivel óptimo para el consumo humano. El agua cruda de Penonomé disminuyó la alcalinidad en casi todas las muestras a excepción de la del filtro de coco, Por otro lado, el pozo de Penonomé presentó un aumento en dos de sus muestras (piña y coco) y las otras las disminuyeron cumpliendo el objetivo. En este caso los resultados del coco coinciden ya que se eleva el nivel de la conductividad de los resultados, más en el caso del plátano no coinciden ya que se debe a la cantidad usada del carbón de plátano, pero cumple con los niveles óptimos para consumo humano.

Esta posición contribuye a nuestro planteamiento con los resultados indican que ambos filtros biológicos (en base a carbón de coco y carbón de plátano) tienen la misma eficiencia en la depuración del río Huallaga, en todos los indicadores (Conductividad, Sólidos Disueltos Totales, Turbiedad, pH, DBO, DQO, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes). Pero a la misma forma tenemos el mismo resultado en la conductividad en los resultados estadísticos reflejan en la Pre (295.0) y el Pos (1090.7) del filtro de coco que los datos aumentaron, pero siguen dentro del estándar de calidad del agua (1500 μ S/cm).

Ramón describe una importante conclusión, referente a la Evaluación de la eficiencia del carbón activado procedente del pseudotallo de plátano (*Musa paradisiaca*) para su uso en remoción de contaminantes en agua de

pozo. El objetivo de este proyecto fue evaluar la efectividad del carbón activado (CA) procedente del pseudotallo del plátano (PP), variando el tamaño de las partículas, para determinar su porcentaje de remoción de contaminantes en agua del Pozo Profundo (APP) de la Isla Santa Cruz. El cual los resultados fueron asemejados con la norma NTE INEN 1108, para las variables cuantitativas se estimó obtener valores de pH 9.0 a 7.3; coliformes fecales 0 UFC/100 mL, 18.67; turbiedad 0.36 a 0.319 – 0.72. Se puede ver la diferencia en los resultados que en la turbiedad en el caso del plátano es más eficiente.

De igual forma en los resultados obtenidos en el filtro de plátano podemos ver que la turbiedad es de (27.3 UNT) estadísticamente, el pH (7.2) y en los coliformes totales (1.0 NMP/100ML). Llegando a cumplir con el estándar de calidad de agua que se está revisando A1, solo el pH. Pero teóricamente si es eficiente ya que en las tres muestras realizadas a partir de la segundo se muestran menor porcentaje resultados.

García de igual manera se refiere en su estudio al Tratamiento de agua contaminada con metales pesados utilizando como medios filtrantes biorresina intercambiadora de cationes de la cáscara y tallo de guineo y carbón activado de endocarpo de coco. Dichos medios se les caracterizo con pruebas físicas: densidad y tamaño de partícula para detectar si estas propiedades tienen alguna relación con su capacidad adsorbente. De la misma forma se elaboraron filtros con estas biomazas. A la muestra de agua se le practicaron dos tipos de tratamiento: 1) pasando por los filtros arreglados en "serie" y 2) pruebas independientes con la biorresina de cáscara de guineo y el pseudo tallo, para comparar su capacidad intercambiadora de cationes. En el proceso se evaluó el efecto de la variación de las siguientes condiciones: tiempo de contacto y tipo de medio filtrante. No pudo comprobar la hipótesis planteada, pero si se puede ver los cambios en algunos parámetros físico químico y reducción de algunos metales pesados el pH.

Se puede ver reflejados resultados similares que se obtuvo, claramente el índice del pH podemos ver que a ambas investigaciones se incrementó, es medianamente baja en comparación de la Pre y el Pos de los filtros biológicos

del plátano y coco ya que también se hicieron en dos series separadas y se evaluó también la toma de muestra en el mismo tiempo para ambos, y el mismo ingreso de efluente o muestra cero como se denominó, sin embargo, se encuentran dentro del estándar de calidad de agua.

Emilio describe una conclusión referente al efecto del carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* variedad hartón) en la remoción de hierro total del agua del subsuelo de la Universidad Nacional de Ucayali, donde realizó la evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológica obteniendo un análisis de agua que superan los límites máximos permisibles para agua de consumo humano teniendo una calidad alta de hierro de 1.1mg/L. con el carbón activado de la cascara de plátano concluyo que reduce un 0.79 mg/L de hierro total. Con porcentaje de 72%.

Gonzales también hace referencia a la cascara de plátano o con el uso del carbón activado de éste; con la Evaluación experimental e informatizada de la reducción de arsénico total en el agua potable distribuida en el distrito de Quequeña, Arequipa. De la misma forma que Emilio. Demostrando en los resultados el precursor que realizó una mejor remoción de la concentración de arsénico fue el carbón activado de coronta de maíz, el cual logró reducir un 48.8% la concentración de arsénico en el agua. Pero para las características fisicoquímicos y microbiológico fueron igual de eficientes.

De igual forma en los resultados que se obtuvo, son similares a las de Emilio y Gonzales; en las características fisicoquímicos y microbiológico, ya que cada uno de los parámetros (conductividad, bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, potencial de hidrogeno, solidos disueltos totales, turbiedad) (coliformes totales y coliformes termotolerantes) fueron evaluados y se encuentran dentro de los estándares de calidad de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; tipo A1 cada una de estas.

Marcelo, realizó un gran aporte en la evaluación de los niveles de contaminación de aguas residuales en la quebrada funas-I, con fines de tratamiento con humedales, en la ciudad de tingo maría. Como toda investigación tuvo como objetivo determinar los niveles de contaminación

caracterizando los parámetros químicos físicos y microbiológicos de las aguas residuales; el índice los parámetros más a denotar son el DBO₅ Y DQO ya que al inicio los resultados no eran admisibles, pero gradualmente los resultados fueron favorables usando el tratamiento con humedales.

Orizano, también realizó Tratamiento de agua del río Huallaga por medio de filtración lenta a escala piloto, en la ciudad universitaria la esperanza de la universidad de Huánuco; teniendo resultados en la eficiencia en la reducción de la concentración en los parámetros de turbidez fue del 75%, en la remoción de los sólidos suspendidos totales del 77%, el pH encontrándose dentro del rango para agua potable. Asimismo, la eficiencia en la reducción de la carga bacteriana en las bacterias coliformes totales fue de un 80%, en las bacterias de los coliformes fecales se redujo un 71% y con respecto a las bacterias heterótrofas se redujo un 46%.

Blas Cerda, también realizó la determinación y mejoramiento de la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Jivia; teniendo resultados favorables de la remoción de las concentraciones de la materia orgánica de 241 mg/l a 98 mg/l de DBO y 312 mg/l a 31 mg/l.

Nosotros también sostenemos similares planteamientos a los ya mencionados con referencia a las distintas formas de recuperar el recurso hídrico con un solo tratamiento o combinando ambos, según la condición de cada ecosistema o necesidad. En la investigación se pudo observar el resultado de los filtros biológicos en los parámetros de DBO₅ Y DQO fueron de 99%, teniendo como referencia el estándar de calidad del agua que es de (3 mg/L y 10 mg/L); De la misma manera la turbidez teniendo resultados de 100% en el coco y en el plátano se puede ver estadísticamente que no cumple con los estándares de calidad de agua ; coliformes totales 99% coliforme termotolerantes 99%; solo en los sólidos totales 54.5% se tuvo un pequeño incremento siendo (546.7 y 472.7) entonces se determina que están dentro del estándar de calidad del agua; y que nuestro planteamiento tuvo una eficacia deseada y en comparación con proyectos similares se puede ver la eficiencia de esta.

CONCLUSIONES

- La eficiencia de los filtros biológicos de carbón de coco y plátano en la depuración del río Huallaga durante la investigación indican que según el p-valor calculado, los resultados muestran que, en ninguno de los indicadores evaluados existe diferencia significativa, es decir el carbón activado en base de coco y de plátano, tuvieron la misma efectividad en modificar los valores de cada uno de los indicadores, considerando un nivel de confianza del 95%.
- Se determinó los parámetros fisicoquímicos que intervinieron en la eficiencia del filtro biológico del carbón de coco, en la depuración del río Huallaga. Este provocó una mayor diferencia en la conductividad siendo un incremento de 295.0($\mu\text{S}/\text{cm}$) a 1090.7($\mu\text{S}/\text{cm}$) siendo una diferencia de 795.7 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), en los sólidos totales también hubo incremento de 148.0 mg/L a 546.7 mg/L teniendo una diferencia de 398.7 mg/L; esto se debió a los componentes del carbón activado. En el caso del pH se observó una disminución de 7.4 a 7.1 de pH con una diferencia de 0.3 pH, no es tanta la diferencia debido a la alcalinidad del carbón; pero siguen dentro del estándar de calidad para aguas superficiales categoría A1.
- Se determinó los parámetros fisicoquímicos que intervinieron en la eficiencia del filtro biológico del carbón de plátano, en la depuración del río Huallaga. Este provocó una mayor diferencia en la turbiedad siendo un incremento de 22.0UNT a 27.3UNT, teniendo una diferencia de 5.3 UNT, por lo tanto, es el único de los parámetros que no cumple con los estándares de calidad del agua, ya que para la turbiedad nos dice que debe ser menor a 5 UNT. En la demanda química de oxígeno, tuvo una mayor disminución en diferencia 3.4mg/L a -3.4mg/L siendo eficiente ya que se encuentra dentro del estándar de calidad para aguas superficiales categoría A1.
- La eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de coco en la determinación de los parámetros microbiológicos, se concluye que tuvo mayor decremento en el parámetro de coliformes totales teniendo un PRE de 47.0 NMP/100ml, y un POS de 1.0 NMP/100ml, con una

diferencia mínima al filtro biológico de carbón de plátano que fue de -46.0 NMP/100ml y -46.7 NMP/100ml; podemos ver la eficiencia en este parámetro encontrándose dentro del estándar de calidad para aguas superficiales categoría A1.

- La eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano en la determinación de los parámetros microbiológicos, se concluye que no se tuvo diferencias significativas uno del otro filtro en el parámetro coliforme termotolerante, ya que ambos tuvieron el mismo resultado que fue un PRE de 39.0 NMP/100ml y un POS de 1.0 NMP/100ml; cumpliendo con el estándar de calidad para aguas superficiales categoría A1.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios que permitan continuar con la investigación presentada, por el motivo que es de un gran impacto ambiental y favorable para la recuperación de los recursos hídricos.
- Se recomienda ampliar los periodos de control en el tiempo de toma de muestra de los filtros biológicos de carbón de coco y carbón de plátano con el fin de evaluar el tiempo de durabilidad de eficiencia de los filtros.
- Se recomienda realizar el pesaje de cada material a utilizar, para tener mejor efectividad y distribución en cada uno de los filtros biológicos.
- Se recomienda usar una concentración baja del carbón activado de coco y plátano ya que de lo contrario influirá en el índice del parámetro pH devolviéndolo alcalino a sus resultados.
- Se recomienda verificar el tiempo de actividad del carbón de plátano y coco. Para así analizar la eficiencia en el tiempo de duración.
- Se recomienda trabajar con embaces transparentes para la elaboración de los filtros, ya que así se observa mejor cada uno de los productos usados.
- Se recomienda que las muestra cero o inicial que ingresará al filtro biológico estén almacenadas en un ambiente fresco o la misma temperatura inicial de toma de muestra.
- De igual forma se recomienda reservar las muestras tomadas del filtro en contenedores tales como cooler con hielo y el transporte inmediato a las instalaciones de laboratorio para evitar variaciones en los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, H. Y. (2003). *Pharmaceutical process validation: an overview*. EE.UU.: *Journal Process Mechanical Engineering* 213. en: https://azzur.com/services/gxp-advisory-and-consulting/validation?gclid=Cj0KCQjwj7CZBhDHARIsAPPWv3dL_ZMRGuC_zBCo6U3Ys5B5mJwsZ08F2woPW3SLP5osjkbNZgupoR0aAv38EALw_wcB
- Arrocha, F., Guevara, C., Gonzalez, M., Rivas, F., & Delgado, R. (2019). *Evaluación de filtros de carbón activado basado en cáscaras de frutas (piña, plátano, coco, naranja)*. *Revista de Iniciación Científica*, 5, 79-83.
- Aquae fundación. (s/f). *Principales causas y consecuencias de la contaminación en el agua*. Consultado el 22 de mayo del 2022.en: <https://www.fundacionaquae.org/agua-y-contaminacion/>
- Barreto Caldas, E. (2020). *Vertimiento de aguas residuales y su influencia en la contaminación del Río Huallaga-Huánuco 2019*. en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6451>
- Blas Cerda, A. R. (2018). *Determinación y mejoramiento de la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Jivia–departamento de Huánuco*. en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2350>
- Bethemont, J. (1980). *Aguas Residuales y el Impacto que Causan en los Madrid*. en:<https://www.google.com/search?q=Bethemont%2C+J.+%281980%29.+Aguas+Residuales+y+el+Impacto+que+Causan+en+los.+Madrid&oq=Bethemont%2C+J.+%281980%29.+Aguas+Residuales+y+el+Impacto+que+Causan+en+los.+Madrid&aqs=chrome..69i57j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

(Carbotecnia 2023) <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/carbon-activado/que-es-carbon-activado/>

CEPAL(2017) *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe.* en: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://fechac.org.mx/app_fechac/_files/_img/_documents/012821-160142_rf-103compromisodefechaconlosodsrev1.pdf?gclid=Cj0KCQjwj7CZBhDHARIsAPPWv3fw6OlaiP8k51ukGqzcRrohPi_TTra_rsBNncZib42VtzipTP3Q7WdsaAsJrEALw_wcB

Cruz, G., Guzmán, V., Rimaycuna, J., Alfaro, R., Cruz, J., Aguirre, D., & Ubillus, E. (2016). *Tratamiento complementario de agua potable utilizando un filtro de carbón activado impregnado con quitosano producidos a partir de biomasa residual.* *Manglar*, 12(1), 65-74.

Emilio, C. M. L., & Teresita, F. G. M. L. (2022). *Efecto del carbón activado de cáscara de plátano (musa paradisiaca variedad hartón) en la remoción de hierro total del agua del subsuelo de la Universidad Nacional de Ucayali.* *Ucayali, Perú.*

EASTON, J. (1998). *The development of a risk assessment methodology to evaluate the adverse human health effect of pathogens found in servage contaminate waters.* EE.UU.: *Environmental health engineering program.* University of Alabama at Birmingham.

García Barrera, A. V. (2018). *Tratamiento de agua contaminada con metales pesados utilizando como medios filtrantes biorresina intercambiadora de cationes de la cáscara y tallo de guineo y carbón activado de endocarpo de coco.*

GELDREICH, E. y. (1990). *Bacterial pollution indicators in the Intestinal tract of freshwater fish.* EE.UU.: *Appl. Microbiol.* Vol 14 No. 3. 429:437. en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC546736/>

Gonzales Fuentes, C. S., & Segovia Alcázar, C. A. (2020). *Evaluación experimental e informatizada de la reducción de arsénico total en el*

agua potable distribuida en el distrito de Quequeña, Arequipa, utilizando sistemas de tratamiento basados en carbón activado de coronta de maíz blanco (*Zea mays* L) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*).

MINAM., M. d. (2009). *Decreto Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares nacionales para agua*. Lima-Perú.: Edit.MINAM.

MINSA., M. D. (1998). *Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de los alimentos y bebidas*. Lima – Perú.: MINSA. en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-disposiciones-implementacion-estandares-nacionales-calidad>

Mitchell, M., Stapp, W., & Bixby, K. (1991). *Guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo*. En *Manual de campo de Proyecto del Río* (pág. 200). New México, USA: Segunda edición. *Proyecto del Río*. en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.unj.edu.pe/images/pdf/invest/Resumen%20Ejecutivo%20de%20Proyectos%20OMIC-2016.pdf>

Morales, F. (2012). *Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa*. Recuperado el, 11, 2018. en: https://www.academia.edu/8101101/Conozca_3_tipos_de_investigacion

Ramon, (2020) *Evaluación de la eficiencia del carbón activado procedente del pseudotallo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) para su uso en remoción de contaminantes en agua de pozo*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15510>

OMS., O. M. (1995). *Guías para la calidad del agua potable*. . Ginebra-Francia: Edit-OMS.en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Oliveira, D. C. D. S., Azevedo, P. G. F. D., & Cavalcanti, L. A. P. (2021). *Processos biológicos para o tratamento de efluentes: uma revisão integrativa*. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 8(18), 397-415. en: https://scholar.google.es/scholar?q=filtros+biol%C3%B3gicos&hl=es&as_sdt=0,5&as_ylo=2018&as_rr=1

Orizano Ponce, A. P. (2020). *TRATAMIENTO DE AGUA DEL RIO HUALLAGA POR MEDIO DE FILTRACION LENTA A ESCALA PILOTO, EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA DE LA UNIVERSIDAD DE HUANUCO*, 2019.

Hernandez, R. *Metodologia de la investigacion*. Santa Fe: 2014 libro en linea en: <chromeextension://efaidnbmninnibpcapjpcgclclefindmkaj/https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Torres, R. (2017). *A propósito del principio de gradualidad. análisis del proceso de adecuación de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua (eca - agua) en la actividad de la gran y mediana minería en curso, desde el año 2008 al 2016* en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9874>

Todoagua (2022) <https://www.todoagua.es/que-es-filtro-biologico-como-funciona/>

Vélez-Arellano, N., Mendoza-Santana, L. E., Ortíz-Ordóñez, E., & Guzmán del Proó, S. A. (2011). *Ciclo gonádico de Tegula aureotincta (Mollusca: Gastropoda) en Bahía Asunción, Baja California Sur, México*. *Hidrobiológica*, 21(2), 178-184.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Rojas Rivera, T. (2023). *Eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco (Cocos Mucifera l.) y plátano (Musa Paradisiaca l.) en la depuración del rio Huallaga Huánuco 2022* [tesis de Pregrado, Universidad De Huánuco]. repositorio institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "EFICIENCIA DE LOS FILTROS BIOLÓGICOS UTILIZANDO CARBÓN DE COCO Y PLÁTANO EN LA DEPURACIÓN DEL RIO HUALLAGA HUÁNUCO 2022"

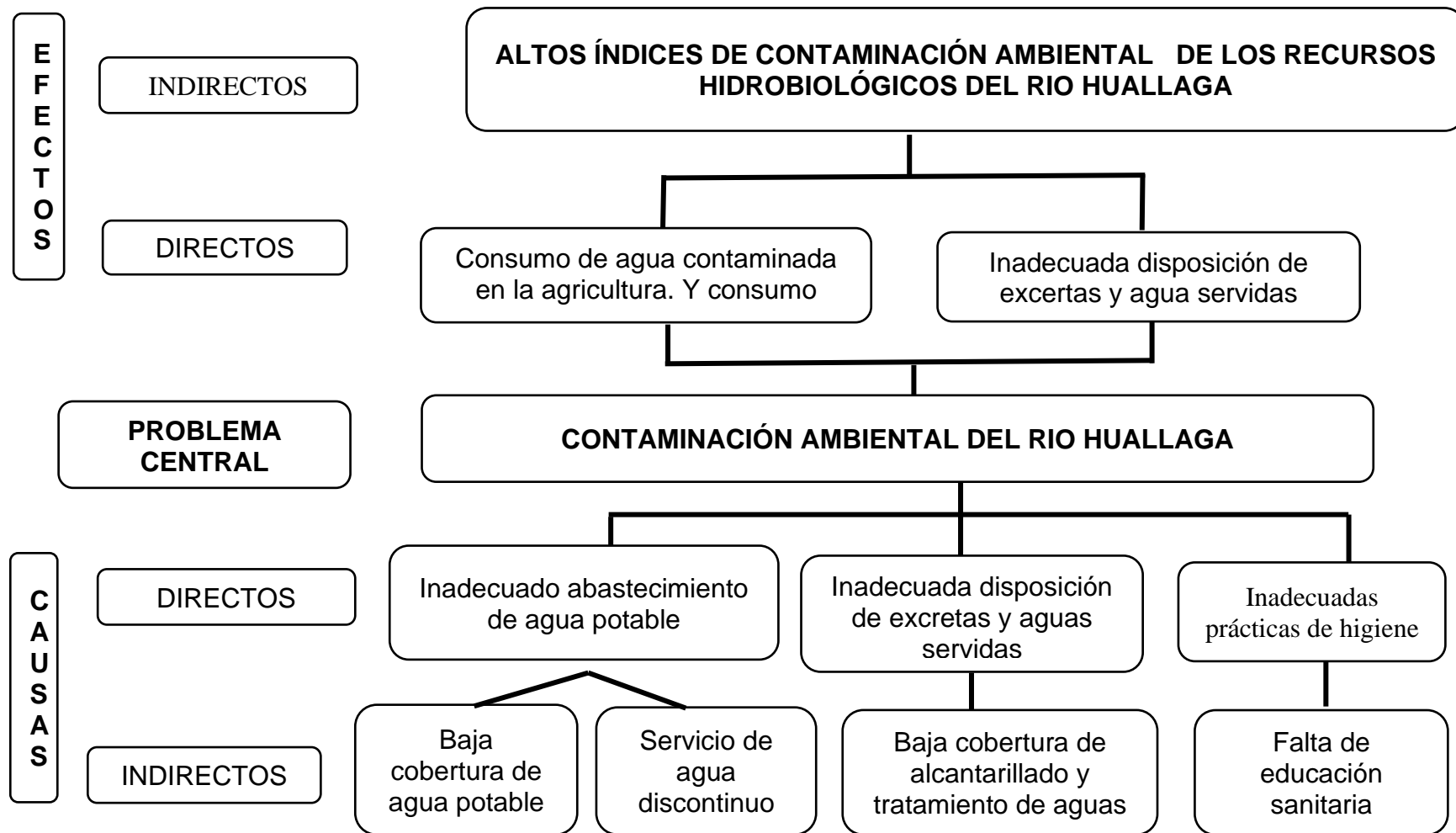
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA / POBLACION
<p>GENERAL ¿Cuál es la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022?</p> <p>ESPECIFICOS: • Cuáles son los parámetros físico químico antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de coco en los parámetros físico y químicos, en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022. • Cuáles son los parámetros físico químico antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de plátano en los parámetros físicos y</p>	<p>GENERAL Evaluar la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.</p> <p>ESPECIFICO S • Determinar los parámetros físicos y químicos antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de coco, en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.</p>	<p>GENERAL (Ha): mediante el uso de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano será eficiente en la depuración del río Huallaga Huánuco 2022. (Ho): mediante el uso de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano no será eficiente en la depuración del río Huallaga Huánuco 2022.</p> <p>ESPECIFICAS • (Hi1): Los indicadores físicos químicos, determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de coco, en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022. • (Ho1): Los indicadores físicos químicos, no determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de coco, en la depuración de las aguas</p>	<p>INTERES Filtros biológicos</p> <p>CARACTERIZACION Parámetros físicos-químicos y microbiológico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carbón de coco. ▪ Carbón de plátano ▪ Microbiológicos ▪ Parámetros físicos ▪ Parámetros 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kilogramos. ▪ Conductividad, ($\mu\text{mho/cm}$) ▪ Sólidos totales, (mg/L) ▪ Turbiedad, (NTU) ▪ pH, (unidad de pH) ▪ Temperatura, ($^{\circ}\text{C}$) ▪ DBO, (mg DBO/L) ▪ DQO, (mg DQO/L) 	<p>TIPO DE INVESTIGACION Descriptivo</p> <p>ENFOQUE Mixto</p> <p>ALCANCE O NIVEL Descriptivo</p> <p>DISEÑO Experimental</p> <p>POBLACIÓN: comprende todo el recurso hídrico del Río Huallaga del Distrito de Amarilis de la Provincia de Huánuco.</p> <p>MUESTRA: Estará conformado por</p>

<p>químicos, en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.</p> <p>• Como se Determinará los parámetros microbiológicos que intervienen en la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.</p> <p>• Como se Determinará los parámetros microbiológicos que intervienen en la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de plátano en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.</p>	<p>• Determinar los parámetros físicos y químicos antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de plátano, en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.</p> <p>• Determinar los parámetros microbiológicos antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de coco en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.</p>	<p>del río Huallaga, Huánuco 2022.</p> <p>• (Hi2): Los indicadores físicos químicos, determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de plátano, en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.</p> <p>• (Ho2): Los indicadores físicos químicos, no determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de plátano, en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.</p> <p>• (Hi3): Los indicadores microbiológicos, determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de coco en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.</p> <p>• (Ho3): Los indicadores microbiológicos, no determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de coco en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.</p>	<p>▪ tros químico s ▪ Paráme tromicr obiológico. co.</p>	<p>▪ Coliformes Totales, (NMP /100 mL) ▪ Coliformes Termotolerantes, (NMP /100 mL)</p>	<p>20 litros de muestras, en la 1 estación de muestra, del Río Huallaga del Distrito de Amarilis de la Provincia de Huánuco.</p>
--	--	--	--	--	--

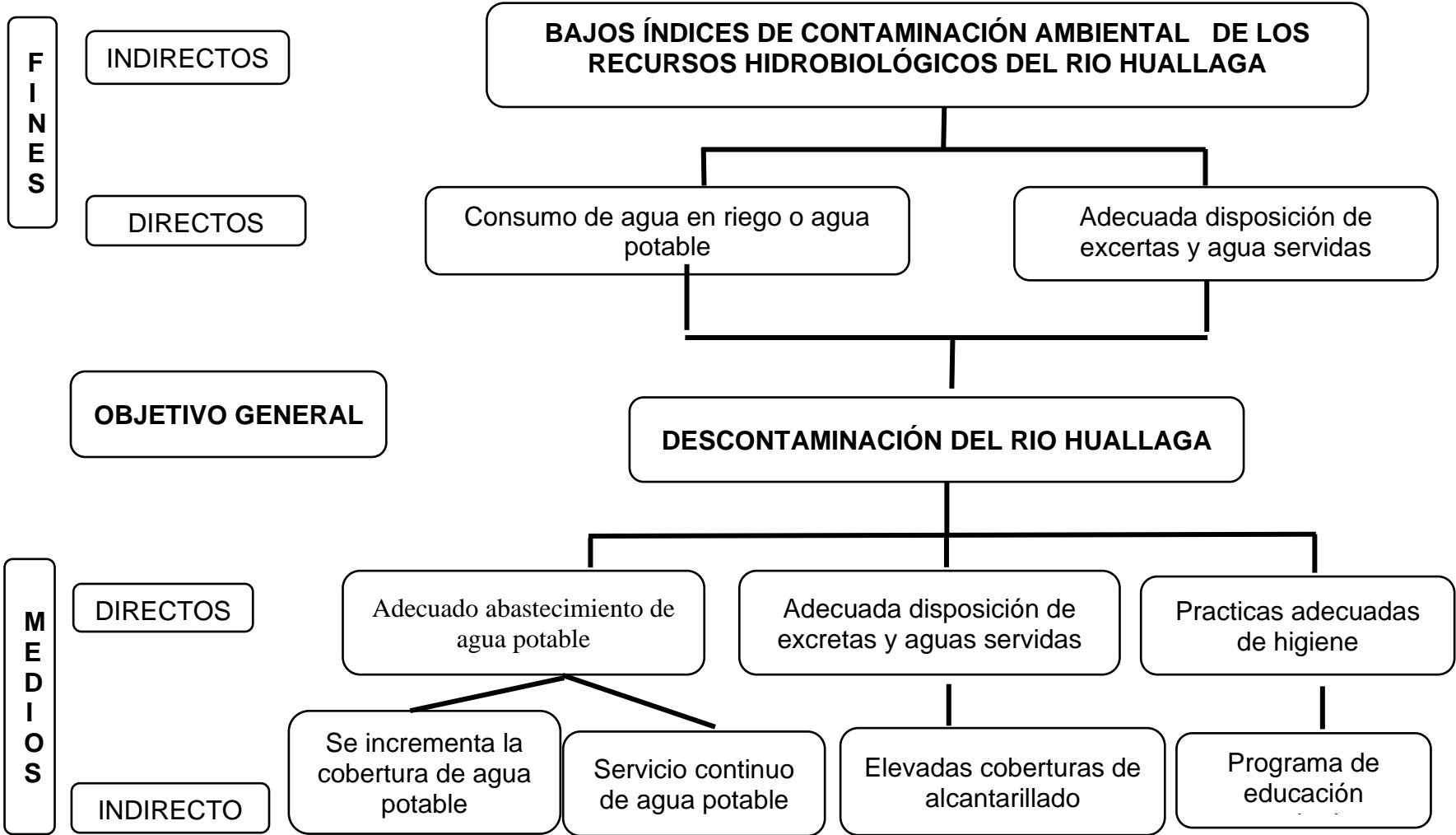
- Determinar los parámetros microbiológicos antes y después de la intervención con el filtro biológico utilizando carbón de plátano en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022.

- (Hi4): Los indicadores microbiológicos, determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de plátano en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.
- (Ho4): Los indicadores microbiológicos, no determinan la eficiencia del filtro biológico utilizando carbón de plátano en la depuración de las aguas del río Huallaga, Huánuco 2022.

ANEXO 2. ÁRBOL DE CAUSA-EFECTOS



NEXO 3. ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 4. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO (muestra cero)


PERÚ Ministerio de Salud

 Dirección Regional de Salud Huanuco

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS REG. 095 - 2022 (MAA-LRRSP-HCO)

NOMBRE DEL PROYECTO: EFICIENCIA DE LOS FILTROS BIOLÓGICOS UTILIZANDO CARBÓN DE COCO (*Cocos nucifera* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* L.) EN LA DEPURACIÓN DEL RÍO HUALLAGA HUANUCO 2022
DISTRITO: AMARILIS
PROVINCIA: HUANUCO
DEPARTAMENTO: HUANUCO
SOLICITANTE: THALIA MERCEDES ROJAS RIVERA

FECHA DE MUESTREO: 10-10-22 HORA: 10:16 a.m. **FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 10-10-22 HORA: 03:40 pm **MUESTRA TOMADA:** INTERESADO
MUESTRA PRESERVADA SI (X) NO ()

RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	LOCALIDADES	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	N° DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS							ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS			
					Cond. (grm/lcm)	Sol. T. (mg/l)	Turb. (UNT)	T. (°C)	Ph	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Col. T. (NMP/100ml)	Col. Total (NMP/100ml)	Fecol. (P/B)	Bact. Total (UFC/ml)
	C.F. LA ESPERANZA	CULPA	SUPERFICIAL	1	295	148	22	25	7.4	1.3	1.8	47	25	-	250
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (L.M.P.) N° 004-2017-MINAM					200			30	5.5-9			100			1000

MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Total	Método Estándarizado de Filtro de Membrana APHA AWW WEP. Part. 9222 D. 21 febrero 2005
Coliforme Fecal	Método Estándarizado de Filtro de Membrana APHA AWW WEP. Part. 9222 D. 21 febrero 2005
Escherichia coli bacterias	Método de Filtro de Membrana ISO 9008-1:2014 y la ISO 11733:2014
Heterotóficas	Método de placa Ruda. APHA AWWA WEP. Part. 5215 D. 27 de Julio 2005

Huanuco, 17 de octubre de 2022

 Thalia Mercedes Rojas Rivera
 Responsable de Laboratorio de Aguas y Saneamiento

DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL S.U.C. 2014607 001
 Jr. Dámaso Beráun 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO (MUESTRA DE LAS AGUAS CON EL FILTRO DE CARBON DE COCO)


PERÚ Ministerio de Salud

Acta del Funcionamiento de la Subcomisión Regional

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS REG-087-2022-LMAA-LRRSP-HCD

NOMBRE DEL PROYECTO: "EFICIENCIA DE LOS FILTROS BIOLÓGICOS UTILIZANDO CARBÓN DE COCO (*Cocos nucifera* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* L.) EN LA DEPURACIÓN DEL RÍO HUALLAGA HUANUCO 2022"
DISTRITO: AMARILIS
PROVINCIA: HUANUCO
DEPARTAMENTO: HUANUCO
SOLICITANTE: THALIA MERCEDES ROJAS RIVERA

FECHA DE MUESTREO: 11-10-22 HORA: 12:02 a.m. **FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 11-10-22 HORA: 03:40 pm. **MUESTRA TOMADA:** INTERESADO
MUESTRA PRESERVADA SI (X) NO ()

RESULTADOS

MICRORED Y ESTABLECIMIENTOS	LOCALIDADES	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	N° DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS						ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS				
					Cond. (arbolson)	Sól. T. mg/l	Turb. UNT	T° °C	pH	DBO mg/l	DQO mg/l	Col. T. NMP/100ml	Col. Term. NMP/100ml	E. coli PA	Sól. Retenid. UFC/ml
C.P. LA ESPERANZA Filtro biológico de coco	LA ESPERANZA	EN 12 horas	SUPERFICIAL	2	1676	938	0	22	7.0	0.05	0.08	<1	<1	-	-
C.P. LA ESPERANZA Filtro biológico de coco	LA ESPERANZA	EN 24 horas	SUPERFICIAL	4	825	413	0	22	7.2	0.03	0.05	<1	<1	-	-
C.P. LA ESPERANZA Filtro biológico de coco	LA ESPERANZA	EN 48 horas	SUPERFICIAL	8	571	288	0	22	7.7	0.03	0.05	<1	<1	-	-
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES C.O.D.E. N° 89-2017-MINAM					25.0	-	-	18.0	6.5-8.5	-	-	1000	1000	-	1000




MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Total	Método Estándarizado de Filtro de Membrana APHA, AWWA, WEF, Part. 9220 D, 11th. edición 2005
Coliforme Fecal	Método Estándarizado de Filtro de Membrana APHA, AWWA, WEF, Part. 9222 D, 11th. edición 2005
Escherichia coli	Método de Filtro de Membrana ISO 9208-1:2014 y la ISO 11133:2014
Bacterias heterótrofas	Método de placa fluida. APHA AWWA WEF, Part 9215 B, 21th Ed. 2005


Thalia Mercedes Rojas Rivera
 Responsable de Microbiología de Aguas y Saneamiento
 Huancayo, 11 de octubre de 2022

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C. 20146045881
 Jr. Damaso Berastain N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

RESULTADOS DE DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO (MUESTRA DE LAS AGUAS CON EL FILTRO DE CARBON DE PLÁTANO)


PERÚ Ministerio de Salud
 


"Año del Fortalecimiento de la Subregión Nacional"

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS REG-099 - 2013-LMAA-LR-SP-HCD

NOMBRE DEL PROYECTO: "EFICIENCIA DE LOS FILTROS BIOLÓGICOS UTILIZANDO CARBÓN DE COCO (Cocos nucifera L.) y plantas (Musa paradisiaca L.) EN LA DEPURACIÓN DEL RÍO HUALLAGA HUANUCO 2022"
DISTRITO: AMARILIS
PROVINCIA: HUANUCO
DEPARTAMENTO: HUANUCO
SOLICITANTE: THALIA MERCEDES ROJAS RIVERA

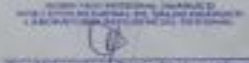
FECHA DE MUESTREO: 11-10-22 **HORA:** 12:02 a.m. **FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 11-10-22 **HORA:** 03:40 p.m. **MUESTRA TOMADA:** INTERESADO
MUESTRA PRESERVADA: SI (X) NO ()

RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	LOCALIDADES	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	N.º DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS						ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS			
					Cond. (µmhos/cm)	Sol. T. (mg/l)	Turb. (UNT)	Tº (°C)	pH	DBO (mg/l)	D. O. (mg/l)	Col. T. (NMP/100ml)	Col. Term. (NMP/100ml)	E. coli (FA)
C.P. LA ESPERANZA Filtro biológico de plátano	LA ESPERANZA EN 12 horas	SUPERFICIAL	5	1000	204	82	22	6.0	0.04	0.36	<1	<1	-	-
C.P. LA ESPERANZA Filtro biológico de plátano	LA ESPERANZA EN 24 horas	SUPERFICIAL	5	1338	669	0	27	6.9	0.02	0.04	<1	<1	-	-
C.P. LA ESPERANZA Filtro biológico de plátano	LA ESPERANZA EN 48 horas	SUPERFICIAL	7	150	245	0	23	7.5	0.02	0.04	<1	<1	-	-
LIBRETES MÁXIMOS PERMISIBLES ECA D.S. Nº 044-2017-MINAM				250			100	6.5-8.5				1000		10000

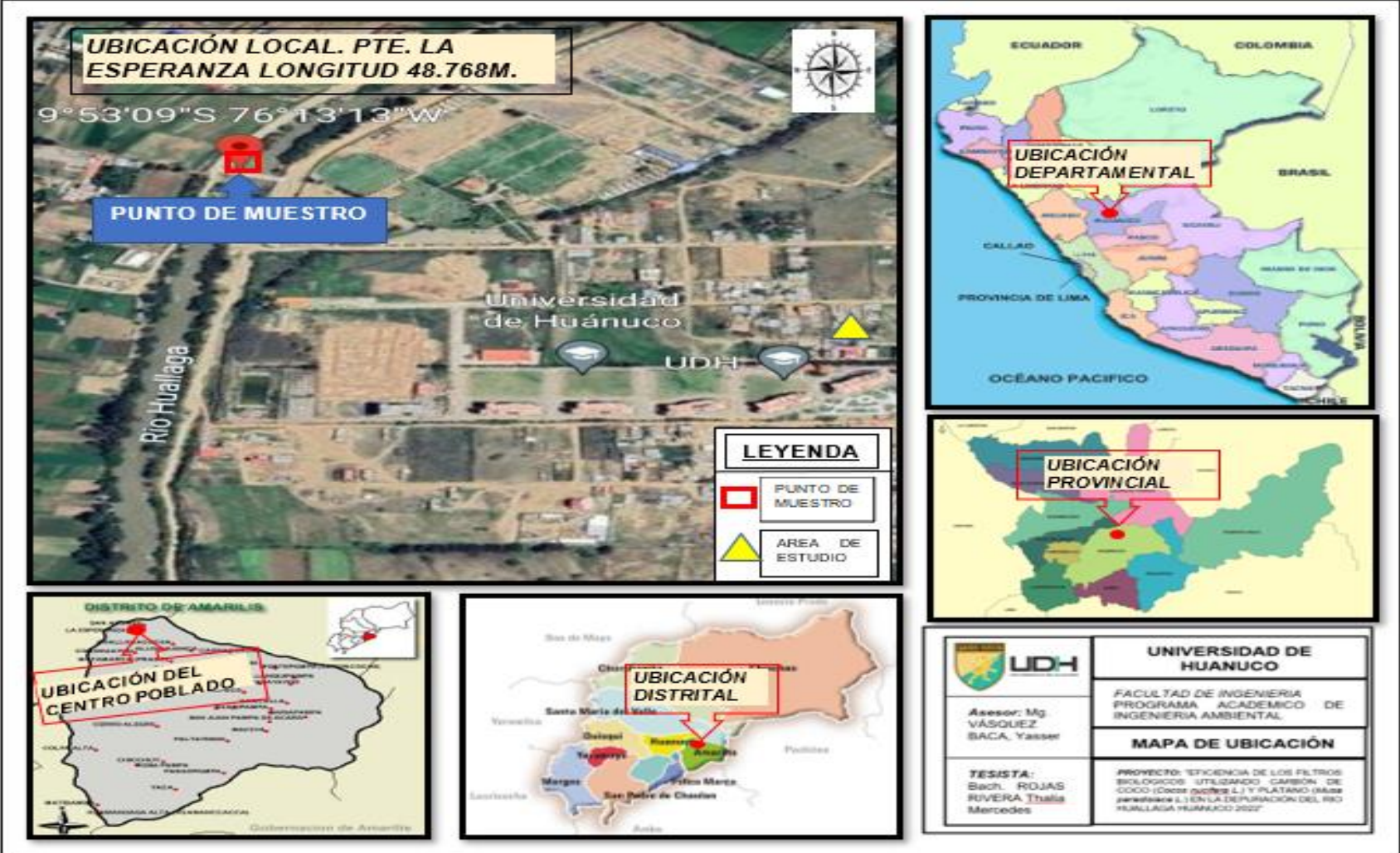
MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS

Microorganismo	Método de Ensayo
Contorno Total	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWWA, WEF, Part. 8222 D, 21th ed 2005
Contorno Fecal	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWWA, WEF, Part. 8222 D, 21th ed 2005
Escherichia coli	Método de Filtro de Membrana ISO 2508-1:2016 y la ISO 11133:2014
Bacterias	Método de placa tuada, APHA, AWWA, WEF, Part 8218 B, 21th Ed. 2005
Heterotrofos	

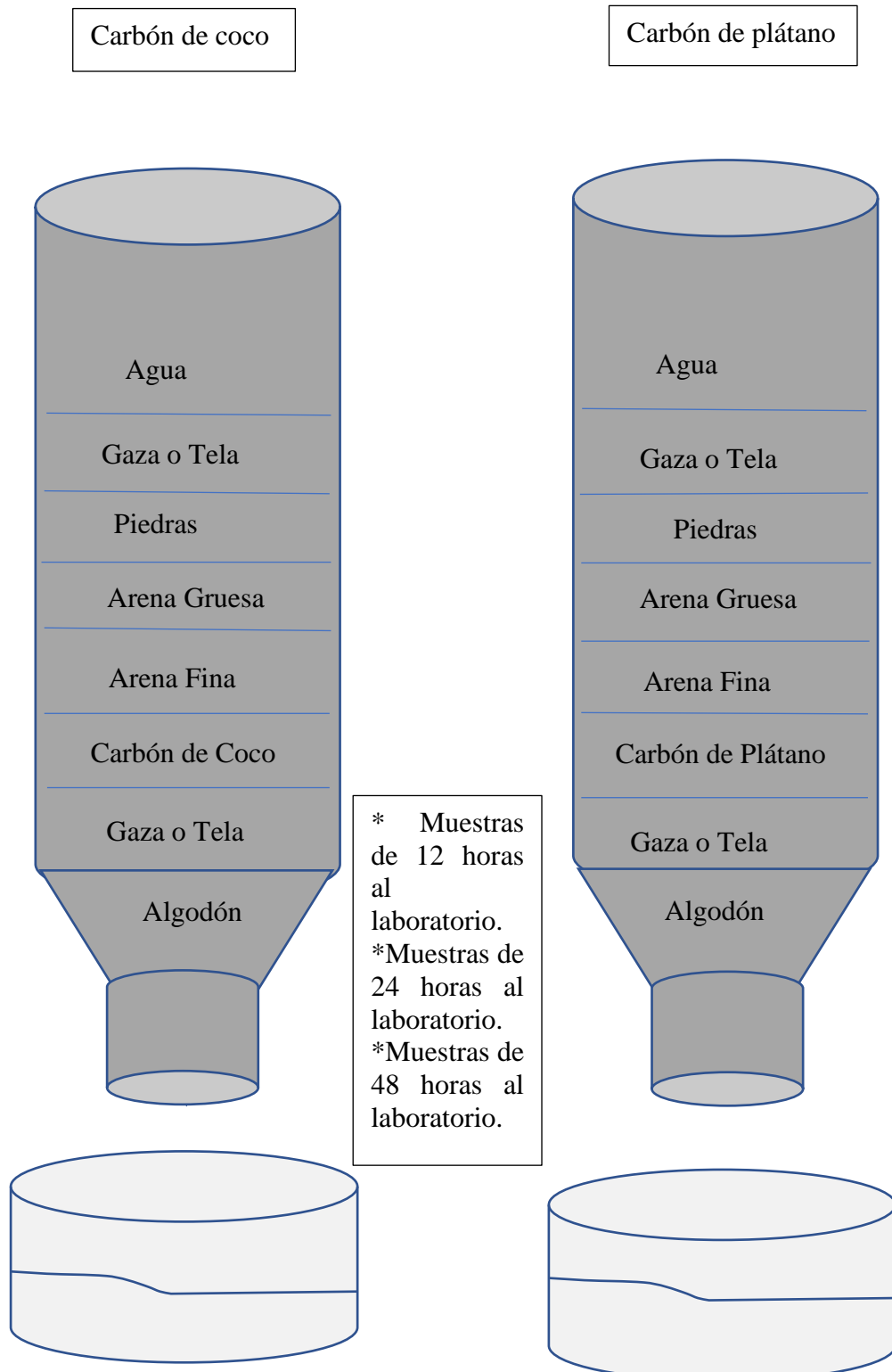

Thalía Mercedes Rojas Rivera
 2307-2022
 Anal. Res. de Microbiología de Aguas y Reservas
 2022-10-11, 11 de octubre de 2022

DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL P.U.C.: 20146045801
 Jr. Dámaso Berón Nº 1017 (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

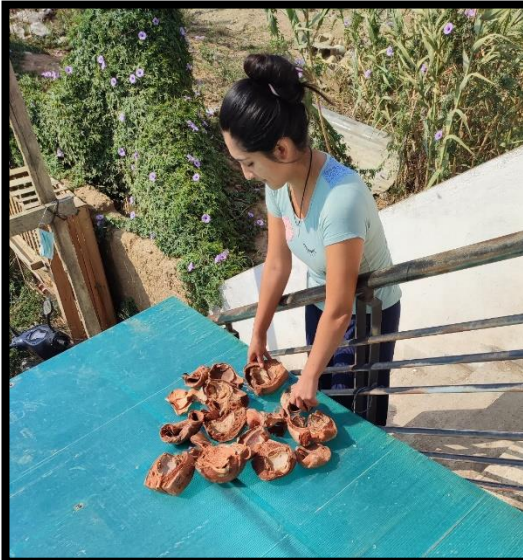
ANEXO 5. MAPA DE UBICACIÓN



ANEXO 6. DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LOS FILTROS BIOLÓGICOS.



Anexo 7. FOTOGRAFÍAS DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO



Se Recolecto un saco de cascara de coco. Se procede a limpiar el residuo de la fruta y cortar en trozos la cascara, y el secado al sol por una semana.



Se Recolecto un saco de cascara de plátano. Se procede a limpiar el residuo de la fruta, y el secado al sol por una semana.



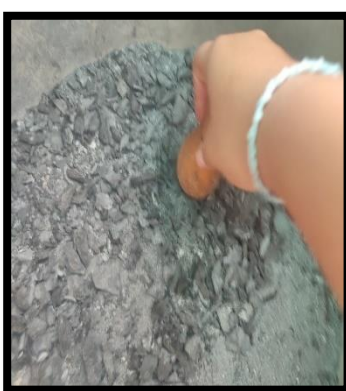
Se observa el proceso de elaboración del carbón de coco. Iniciando con altas temperaturas para el quemado de la cascara de coco, hasta que este calcinado o en consistencia de un carbón normal. Recoger en un embace metálico para dejar enfriar. Previamente desinfectado.



Se observa el proceso de elaboración del carbón del plátano. Iniciando con altas temperaturas para el quemado de la cascara de plátano, hasta que este calcinado o en consistencia de un carbón normal. Recoger en un embace metálico para dejar enfriar. Previamente desinfectado.



Continuamos con el proceso de elaboración del carbón de coco, con una previa desinfección de todos los instrumentos a utilizar, una vez esperado que se enfríe el carbón, procedemos a moler con ayuda de un mortero, y a cernirlo. Para que así quede el carbón de coco en una consistencia de polvo y sea manejable.



Continuamos con el proceso de elaboración del carbón de plátano, con una previa desinfección de todos los instrumentos a utilizar, una vez esperado que se enfríe el carbón, procedemos a moler con ayuda de un mortero, y a cernirlo. Para que así quede el carbón de plátano en una consistencia de polvo y sea manejable.



Materiales para la elaboración de los filtros, tubos de 4 pulgadas de 60 cm de largo, codos adaptadores, unión, llaves, pegamento.



Se procede a pegar todas las partes de los filtros.





Para iniciar con el monitoreo, primero se identifica en la ubicación y el punto de muestreo.



Procedemos con la toma de muestra. Enjuagar el embace con el agua del río, sumergir a contra corriente en una profundidad adecuada, y cerrar el embace sobre el agua.



Se recogió de la muestra de 20 litros para cada filtro.



Se procede a la rotulación de la muestra 01 y se obtiene los datos para rellenar la cadena de custodia.



Se relleno la cadena de custodia.



Iniciamos a armar los filtros biológicos de coco y plátano.



Iniciamos colocando el algodón en la base, el papel filtro después de cada material, pesamos el carbón de coco de plátano.



Pesamos todos los materiales para agregar al filtro en las mismas cantidades.



Cuando los filtros ya están armados, agregamos la muestra uno del rio Huallaga. Para comenzar con la filtración.



Podemos observar que la filtración de ambos filtros, actúan de diferente forma, pero al iniciar ambos filtros destilan el agua de color oscuro por el carbón que ambos contienen.



Podemos observar que la filtración de ambos filtros, actúan de diferente forma, pero al iniciar ambos filtros destilan el agua de color oscuro por el carbón que ambos contienen.



Podemos observar por el carbón que ambos contienen.



Podemos observar que la filtración de ambos filtros, actúan de diferente forma, pero al iniciar ambos filtros destilan el agua de color oscuro por el carbón que ambos contienen.



Podemos observar que la filtración de ambos filtros, actúan de diferente forma, pero al iniciar ambos filtros destilan el agua de color oscuro por el carbón que ambos contienen.