

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**“Biofiltro de carbón vegetal para el tratamiento de aguas  
residuales de la laguna de oxidación Coishco con fines de  
reutilización para riego”**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.**

**Autor:**

AZAÑA NORIEGA, Luis Gustavo

**Asesor:**

CERNA CHAVEZ, Rigoberto

Código ORCID 0000-0003-4245-5938

**CHIMBOTE – PERU**

**2021**

## **PALABRAS CLAVE**

---

<b>Tema</b>	Tratamiento de aguas residuales
<b>Especialidad</b>	Hidráulica

---

## **KEY WORDS**

---

<b>Topic</b>	Sewage treatment
<b>Specialty</b>	Hydraulics

---

## **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

---

<b>OCDE</b>	Ingeniería, Tecnología Ingeniería Civil Ingeniería Civil
<b>Línea de Investigación</b>	Hidráulica

---

**“Biofiltro de carbón vegetal para el tratamiento de aguas  
residuales de la laguna de oxidación Coishco con fines de  
reutilización para riego”**

## **RESUMEN**

El presente proyecto se diseñó el sistema de Bifiltro para aprovechar el agua de la laguna de oxidación Coishco.

La importancia de este proyecto estuvo en la reducción de los parámetros físicos-químicos, microbiológicos y bacteriológicos a través de la implementación de un biofiltro con carbón vegetal, para así a través de sus propiedades lograr mejorar la calidad del agua y así beneficiar a la población dándole un mejor uso a estas aguas.

Se aplicó la metodología de la experimentación para poder dar solución al problema presentado en dicho lugar de estudio, como un análisis de la calidad del agua que esta presenta antes y posteriormente de ser tratada a través del Biofiltro.

Se obtuvo resultados favorables que sobrepasaron el 93.65%, y a través de esto los resultados permitan concluir que el sistema de Biofiltro Cumple con el objetivo planteado.

## **ABSTRACT**

This project designed the Bifiltro system to take advantage of the water from the Coishco oxidation lagoon.

The importance of this project was in the reduction of the physical-chemical, microbiological and bacteriological parameters through the implementation of a biofilter with charcoal, in order to improve water quality through its properties and thus benefit the population. giving a better use to these waters.

The methodology of experimentation was applied to be able to solve the problem presented in said place of study, such as an analysis of the quality of the water that it presents before and after being treated through the Biofilter.

Favorable results were obtained that exceeded 93.65%, and through this the results allow to conclude that the Biofilter system meets the objective set.

## INDICE

<b>TEMA</b>	<b>Página N°</b>
Palabras clave	i
Título de la investigación	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vi
Lista de gráficos	vi
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	25
RESULTADOS	28
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	35
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	36
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS Y APÉNDICE	42

## Índice de Tablas

<b>Tabla N° 01:</b>	Estándares de Calidad del agua para riego	14
<b>Tabla N° 02:</b>	Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	19
<b>Tabla N° 03:</b>	Determinación del caudal de entrada del biofiltro	28
<b>Tabla N° 04:</b>	Resultados del análisis de composición química del carbón vegetal por medio de fluorescencia de rayos x	29
<b>Tabla N° 05:</b>	Elementos químicos predominantes en el carbón vegetal	30
<b>Tabla N° 06:</b>	Parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico iniciales y después del tratamiento de las aguas residuales de laguna de oxidación Coishco.	31
<b>Tabla N° 07:</b>	Determinación del caudal de salida de la laguna de oxidación	45

## Índice de Figuras

Figura N°01.	Composición química del carbón vegetal por medio de fluorescencia de rayos x con respecto al sub – total de 8.619%	30
Figura N°02.	Resultados de parámetros físico-químicos antes y después del tratamiento con el biofiltro de carbón vegetal	33
Figura N°03.	Resultados Parámetros microbiológicos y parasitológico antes y después del tratamiento con el biofiltro de carbón vegetal	34
Figura N°04.	Medición de la laguna de oxidación (posa de salida).	35
Figura N°05.	Resultados de los ensayos microbiológicos antes del tratamiento	47
Figura N°06.	Resultados de los ensayos parasitológicos antes del tratamiento	48
Figura N°07.	Resultados de los ensayos físicos- químicos antes del tratamiento	49

Figura N°08.	Resultados de los ensayos microbiológicos después del tratamiento	50
Figura N°09.	Resultados de los ensayos parasitológicos después del tratamiento después del tratamiento	51
Figura N°10.	Resultados de los ensayos físicos- químicos después del tratamiento	52
Figura N°11.	Resultados de Fluorescencia de RAYOS X - HOJA - 1	54
Figura N°12.	Resultados de Fluorescencia de RAYOS X - HOJA - 2	55
Figura N°13.	Resultados de Fluorescencia de RAYOS X - HOJA - 3	56
Figura N°14.	Resultados de Fluorescencia de RAYOS X - HOJA - 4	57
Figura N°15.	Entrada a la laguna de oxidación de Coishco	59
Figura N°16.	Posa de salida donde se realizará la toma de muestras.	59
Figura N°17.	Parte central de las 2 posas de salida de la laguna de oxidación.	60
Figura N°18.	Toma de muestras de la laguna de oxidación.	60
Figura N°19.	Vaciado de la muestra al balde de plástico	61
Figura N°20.	Muestras de agua ya tomadas de la laguna de oxidación de Coishco antes de su tratamiento almacenadas en botellas plásticas de 500 ml	61
Figura N°21.	Se realizó una perforación a la pecera para poder colocar el niple para evitar las fugas	62
Figura N°22.	Se realizó la colocación del caño a través de un adaptador de PVC DE 3/4 “a 1/2 “y una unión mixta	62
Figura N°23.	Se lavó la arena previamente	63
Figura N°24.	Se lavó la grava previamente	63
Figura N°25.	Se colocó en sus capas respectivas (Arena, Grava y Carbón Vegetal)	64
Figura N°26.	Se filtró el agua en el biofiltro	64
Figura N°27.	Se tomó las muestras del agua ya filtrada	65
Figura N°28.	Imagen del biofiltro en 3D	65
Figura N°29.	Trituración del carbón vegetal	66
Figura N°30.	Tamizado del carbón Vegetal triturado por la malla #200	66
Figura N°31.	20 gr de Carbón vegetal tamizado por la malla #200	67
Figura N°32.	Universidad Mayor de San Marcos donde se realizará el ensayo de fluorescencia de rayos x	67
Figura N°33.	Dr. Jorge A Bravo Cabrejos Docente de la Universidad Mayor de San Marcos donde quién es el encargado de realizar el ensayo de fluorescencia de rayos-x	68

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación denominada: “Biofiltro de carbón vegetal para el tratamiento de aguas residuales de la laguna de oxidación Coishco con fines de reutilización para riego”; nace de la necesidad de reutilizar y tratar las aguas residuales.

En la sociedad actual, se vive una época de imperante necesidad respecto a la falta de agua lo cual se está convirtiendo en un tema que necesita una atención de forma inmediata y de mucho cuidado, es por eso que el aprovechamiento de aguas residuales se ha dado como alternativa de solución para esto.

Así mismo se aprovechará las propiedades del carbón que es la que a través de sus propiedades permite la reducción de estos agentes contaminantes presentados antes de su tratamiento.

Es así que, en nuestro medio, por ejemplo, contamos con antecedentes de los cuales se han abordado los trabajos más relevantes a esta investigación:

(Bravo, k. & Garzon, A., 2017) en su tesis titulada “Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial de coco para remoción de contaminantes en agua”. El objetivo principal es determinar la eficiencia del carbón activado, que se va a obtener de los residuos del coco en Pimpiguasi, lugar de producción, luego se aplicaron varias cantidades de carbón en filtros para obtener muestras, por último, se analizó económicamente el tratamiento con mejor eficiencia. En los resultados se demostró que el tratamiento 3 fue el más eficiente, con 75.68%, donde se utilizó 100g de carbón activado con 1l de agua sintética. Además, fue el más rentable económicamente, con un costo de producción de 23 dólares.

(Espinal, G., 2017) en su tesis titulada “Eficiencia del carbón activado a base de cascara de coco en el tratamiento de aguas residuales domesticas en el AA. HH. 10 de octubre, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima”. El objetivo principal es determinar la eficiencia del carbón activado, para ello se debe obtener una partícula de un tamaño

adecuado y una vez aplicado, obtener la mayor cantidad de aceites y grasas. El resultado demostró que el tratamiento “P” tiene una eficiencia de 85.30% y 99.96% de grasas y aceites, mientras que el tratamiento “G” sólo un 70.34% y 99.90% de grasas y aceites.

(Pinedo, A., 2018) con la tesis titulada “Influencia en el impacto ambiental con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales para uso de aguas en riego de parques y jardines en el distrito de Coishco, Santa”. El objetivo principal fue determinar el efecto ambiental después de la implementación de la trata de agua residual, para ello primero se analizará el agua residual para saber si es útil para las áreas verdes del distrito, segundo diseñar una planta de tratamiento del agua con su sistema de abastecimiento para los jardines, para luego seguir con el objetivo principal. El resultado en cuanto al impacto ambiental, en el factor físico, las áreas agua y suelo sí son positivos, mientras que el medio aire es negativo.

## **FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICA**

### **Hidráulica**

En la física hallamos la hidráulica, la cual estudia el acto de los flujos en representación de sus características singulares. es decir, investiga las cualidades mecánicas de los flujos basado en las coacciones a que pueden ser impuestas.

### **Agua**

El agua es un material fluido carente de esencia, inclinación y color, que se halla puro en la naturaleza.

Sin embargo, en vapor (estado gaseoso) o hielo (estado sólido).

### **Aguas Residuales**

Son aquellas que provienen de uso doméstico, municipal e industrial, que no está en condiciones de ser usada por su mala calidad. (OEFA, 2014)

### **Aguas residuales domésticas**

Son aquellas que provienen del uso de las actividades de los hogares. (OEFA, 2014)

### **Aguas Residuales Industriales**

Son aquellas que provienen de industrias como el rubro de la pesca, agricultura, etc. (OEFA, 2014)

### **Aguas Residuales Municipales**

Son aquellas que se mezclan con las industriales ya tratadas y la lluvia, para ser admisibles en el alcantarillado de clase combinada. (OEFA, 2014)

### **Tratamiento de aguas residuales**

(Metcalf-Eddy, 1996), nos dice que la misión de tratar las aguas residuales es cuidar la salud humana y el medio ambiente. Sin embargo, para otros especialistas, el tratamiento consiste en reemplazar esta agua por una que cumpla con los requisitos de calidad, sin dañar el ambiente y pueda ser reutilizado en diferentes actividades.

### **Tratamiento preliminar**

Se trata de excluir aquellos residuos sencillos de separar, además, se puede usar un sistema aireación.

### **Tratamiento primario**

Consiste en el proceso donde la cantidad de residuos sólidos que queda flotando pasa por un tamiz, y así disminuye el número de residuos.

### **Tratamiento secundario**

Consiste en analizar las características biológicas, físicas y químicas de los residuos para bajar la gran mayoría de DBO5 y DQO.

## **Tratamiento terciario o avanzado**

Es el último paso para disminuir DBO5, DQO, además de químicos que contaminan y la actividad de bacterias.

## **Características de aguas residuales**

### **Físicos - químicos**

#### **Aceites y grasas**

Son compuestos orgánicos que tienen origen animal y origen vegetal, un ejemplo son los hidrocarburos del petróleo. (Toapanta, M., 2009, pág. 01)

#### **Potencial de hidrógeno (Ph)**

Es una medida de alcalinidad que expresa el número de iones de hidrógeno que contiene una sustancia.

#### **Demanda bioquímica del oxígeno en reposo a 5 días (DBO5)**

Se emplea en tratamientos biológicos, donde se identifica cuánta materia orgánica degradan los parásitos. (INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, 2018, pág. 97)

#### **Demanda Química de oxígeno (DQO)**

Es la que indica cuánto oxígeno es necesario para oxidar la materia orgánica, en una muestra líquida. (INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, 2018, pág. 97)

#### **Cloruro de sodio**

Es conocido como la sal común, con la fórmula química NaCl, que la primera sílaba es el catión sódico y la segunda es el anión cloruro. (Feldman, 2005)

#### **Fenoles**

Se encuentra en las aguas domésticas e industriales, que, al desinfectar con cloro, en poca cantidad, hay olores y sabores en un grado bajo, pero si lo mezclas con más cloro, es muy tóxico. (HURMAN, 1985)

## **Fluoruros**

Son contaminantes que se encuentran mayormente en las aguas industriales, como los que producen flúor y derivados, aunque también se pueden dar por el uso de aerosoles o los volcanes. (Sociedad española de odontopediatria, 2019)

## **Detergentes**

Gracias a su característica de limpieza, con las sales de magnesio y calcio, las cuales evitan la producción de espuma. (CANIPEC, 2017)

## **Nitrato**

El nitrato en concentraciones altas es muy contaminante en el agua, por eso se debe usar en concentraciones moderadas, como 2 miligramos menos por 1 litro de nitrato. (Water, B., 2013)

## **Nitrito**

Se compone en nitrógeno y oxígeno. Además, es importantísimo en los seres humanos y se encuentra en el suelo y el agua. (Water, B., 2013)

## **Cianuro WAD**

Puede ser muy contaminante en el agua si es que hay una gran cantidad de cianuro. En algunos países está prohibido este método, pero en Perú aún no. (pH = 4 a 6) para producir cianuro libre. (Paredes, J., 2017)

## **Microbiológicos y Parasitológico**

### **Coliformes termotolerantes**

Comprende un número reducido de microorganismos, que aguantan temperaturas de 45°C y se pueden encontrar en los humanos, animales, plantas o hasta em el piso. (Munn, 2004)

### **Escherichia Coli**

Generalmente, se encuentra en los intestinos de la persona y en algunos animales que tienen sangre caliente. Se trasmite por consumir algo contaminado y genera una falla renal e incluso la muerte. (OMS)

### **Huevos de Helmintos**

Se encuentran en un ambiente común, aunque no es muy infeccioso y puede resistir la temperatura, el pH y si se desinfecta con cloro. (Bitton, 1994)

### **EL CARBÓN**

Se obtiene de la descomposición de una cosa leñosa, sin embargo, no es renovable ni regenerador.

#### **Factores de adsorción**

#### **Porosidad del adsorbente**

El carbón se conforma sistemáticamente por capas, dejando huecos que pertenecen a los poros. La estructura del carbón, se constituye por un equipo irregular de capas de carbono con vacíos ocasionados por los huecos fundados por el doblado de las capas, constituyente a la porosidad. (Castro, 2009)

Según International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), los poros son:

Microporos: no superan los 2nm de ancho

Mesoporos: Desde 2nm y 50nm

Macroporos: superan los 50nm

## **CARBÓN VEGETAL**

Es un combustible inerte que se produce por una combustión incompleta de la madera, que no ataca por microorganismos a éste. (CEUPE, 2019)

### **Adsorción**

Conocido como la abundancia o desgaste de los que conforman una interface o capa interfacial. Dentro de ello el cuerpo que se va a adsorber se conoce como adsorbido, en dicho estado se le conoce como adsorbato. En su fase sólida, es adsorbente. Y es física cuando el adsorbente y el adsorbato es de tiempo pequeño, por eso hay procesos que nos tomados en cuenta como adsorción. (Arias, J.; Paternina, E.; Barragán D., 2008)

### **Propiedades físicas y químicas**

El carbón vegetal absorbe todo líquido y vapores. Además, tiene la cualidad de captar químicos, venenos o tóxicos en su superficie.

### **Biofiltro**

Compuesto por lechos filtrantes, de dimensiones distintas. (Rodríguez, 2014)

### **Sistema de biofiltro**

#### **Biofiltro de carbón vegetal**

Los filtros granulares ayudan a retirar partículas sólidas que no han sido extraídas por acumulación.

La filtración es un proceso unitario de gran relevancia en el tratamiento de aguas residuales. Por lo general, se realiza luego de la extracción de los sólidos suspendidos durante sedimentación, no obstante, valiéndose de la naturaleza del agua, se puede entrar inmediatamente al proceso de filtración, sin ser sedimentada previamente.

#### **Instalación de materiales de filtración**

Limpieza: No se puede colocar un material en el filtro si está sucio y con otros elementos.

**Instalación:****Cuidados al instalar el material:**

En su fase inicial, la grava se colocará con cuidado para que no haya problemas al descargar agua del filtro.

**Colocación de las capas:**

Una vez que está completa con un espesor adecuada, se coloca la otra capa sin retirar la capa anterior.

**Lavado de la grava:**

Luego de colocar la grava en sus capas correspondientes y antes de verter las capas de arena, el filtro debe retro lavarse por 5 minutos.

**Lavado de la arena:**

Debe retro lavarse para eliminar todo tipo de impurezas y colocar la capa que viene.

**Capas del filtro:**

10 cm de piedras pequeñas de ½"

05 cm de arena gruesa

05 cm de arena fina

10 cm de carbón vegetal

**Materiales****Arena**

Se denomina arena a las partículas de roca disueltas. cuyo tamaño y espesor varía entre 0,063 y 2 mm. (QUIMICA.ES, s.f.)

## **Propiedades físicas**

### **Refractariedad**

Es la capacidad que tiene la arena para no fundirse a temperaturas elevadas, por eso es necesario medir su resistencia a través de ensayos. (BIRTLH, s.f.)

### **Cohesión.**

Es la cualidad por la que la arena mantiene su forma, se relaciona el líquido con la arcilla. Para realizar un ensayo, utilizaremos una probeta. (BIRTLH, s.f.)

### **Permeabilidad**

Tiene que ver con los poros de la arena, ya puede darse la fuga de gases en su molde. Para ello se hacen pruebas del volumen de aire que tiene una probeta con arena a una temperatura adecuada. (BIRTLH, s.f.)

### **Fluencia**

Es una característica que tiene la arena para transmitir presiones que existen en su superficie. Se puede probar calculando su dureza con su base inferior. (BIRTLH, s.f.)

### **Moldeabilidad**

Es la cualidad de desdoblarse y cambiar de forma hasta cierto punto. (BIRTLH, s.f.)

## **Propiedades químicas**

**Feldespato:** Ortosa, también llamada feldespato monoclinico con fórmula  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  es un mineral bastante común. (Propiedades de la Arena, s.f.)

**Mica:** Biotita, moscovita, lepidolita y flogopita. (Propiedades de la Arena, s.f.)

**Cuarzo:** Compuesto por sílice ( $\text{SiO}_2$ ) o dióxido de silicio. (Propiedades de la Arena, s.f.)

**Magnetita:** Mineral comúnmente encontrado en el hierro. Su composición es  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . (Propiedades de la Arena, s.f.)

## **Grava**

Son rocas que tienen una medida entre 2 y 64 mm de diámetro, con gran cantidad de cuarzo y cuarcita con un poco de granito, basalto y caliza. (ROCAS Y MINERALES, s.f.)

## **Propiedades químicas**

Es de variada composición. Generalmente, rica en cuarzo y cuarcita con un poco de caliza, basalto, granito y dolomita. (Coveña, Cevallos, D., & Cedeño, 2020)

## **Ensayos**

<b>ENSAYOS</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
Cloruro de Sodio*	SMEWW 23rd Edition 2017 4500-C1 B
Fenoles**	SMEWW 23rd Edition 2017 5530 B,C
D.B.O. <sub>5</sub> *	SMEWW 23rd Edition 2017 5210 B
D.Q.O.*	SMEWW 23rd Edition 2017 5220 C
pH*	SMEWW 23rd Edition 2017 4500-H+B
Fluoruros**	SMEWW 23rd Edition 2017 4500 F D
Detergentes**	SMEWW 23rd Edition 2017 5540 C
Nitratos**	SMEWW 23rd Edition 2017 4500-NO3-E
Nitritos**	SMEWW 23rd Edition 2017 4500-NO2-B
Aceites y Grasa*	SMEWW 23rd Edition 2017 5520 D
Cianuro WAD**	SMEWW 23rd Edition 2017 4500 CN-I
Coliformes Fecales*	SMEWW 23rd Edition 2017 9221-E

Escherichia coli\* SMEWW 23rd Edition 2017 9221 G-2

Huevos de Helmintos\* EPA 200.7

## **Producción y acceso**

### **Nacional**

El carbón vegetal está abarcando diversas áreas: en los alimentos, en el proceso del acero, y hasta en medicinas para combatir problemas de digestión. Es por estas oportunidades que está siendo tomado en cuenta por las industrias a nivel mundial. (Xilema, 2016)

### **REGIONAL**

La región de Ancash, tiene una gran riqueza geológica, en especial en los minerales. Por lo cual son explotados en su mayoría de provincias (Gobierno regional de Ancash, 2016)

### **LOCAL**

Al sur de esta Localidad se observó una cantera el cual tiene una producción al 70 % de piedra que fue el lugar de donde se extrae el material para viviendas construidas en Yungay (Gobierno regional de Ancash, 2016)

## **Marco legal**

### **LEY GENERAL DEL AMBIENTE (LEY N° 28611):**

#### **El Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**

Es el valor estandarizado que debe tener cualquier cuerpo en cuento a parámetros físicos, químicos y biológicos, que despeje cualquier peligro para la salud humana y el efecto ambiental. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

## **Categoría 1: Poblacional y Recreacional**

### **Subcategoría A**

#### **Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

Son aquellas aguas tratadas que abastecen para el consumo de las personas. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

#### **Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección**

Son aquellas aguas tratadas que cumplen con los requisitos de calidad y pueden abastecer para el consumo de las personas con una simple desinfección, como lo dice la norma establecida. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

#### **Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional**

Son aquellas aguas tratadas ideales para el consumo de las personas, aparte pasa por otros procesos como la floculación, decantación, filtración y desinfección, como lo dice la norma establecida. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

#### **Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado**

Son aquellas aguas tratadas ideales para el consumo de las personas, aparte pasa por otros procesos como la filtración y sus versiones (pre, micro, ultra y nano), la floculación, el carbón activado, como lo dice la norma establecida. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

### **Subcategoría B**

#### **Aguas superficiales destinadas para recreación**

Se ubican en zonas marino costera, para uso recreativo. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

## **Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino**

### **Costeras y Continentales**

## **Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

### **Subcategoría D1**

#### **Riego de vegetales**

Son las aguas tratadas que sirven para el riego de la producción vegetal, cuya dependencia de circunstancias como la clase de riego utilizado en las cosechas, el tipo de consumo y las determinadas causas a los que se someten la producción agrícola. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

#### **Agua para riego no restringido**

Estas aguas sirven para regar cosechas alimenticias crudas como: hortalizas, plantas y arbustos frutales, de complejos deportivos, jardines, parques, etc. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

#### **Agua para riego restringido**

Estas aguas sirven para regar cosechas alimenticias cocidas como: habas, trigo, avena, arroz, algodón, maíz, alfalfa y árboles frutales. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

### **Subcategoría D2**

#### **Bebida de animales**

Estas aguas sirven para bebidas del ganado vacuno, equino, porcino, ovino y caprino. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

**Tabla N° 01:** Estándares de Calidad del agua para riego

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5

<b>Fenoles</b>	mg/L	0,002	0,01
<b>Fluoruros</b>	mg/L	1	**
<b>Nitratos (NO<sub>3</sub>-N) +</b>	mg/L	100	100
<b>Nitritos (NO<sub>2</sub>-N)</b>			
<b>Nitritos (NO<sub>2</sub>-N)</b>	mg/L	10	10
<b>Oxígeno Disuelto (valor mínimo)</b>	mg/L	≥ 4	≥ 5
<b>Potencial de Hidrógeno (pH)</b>	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
<b>Sulfatos</b>	mg/L	1 000	1 000
<b>Temperatura</b>	°C	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>			
<b>Aluminio</b>	mg/L	5	5
<b>Arsénico</b>	mg/L	0,1	0,2
<b>Bario</b>	mg/L	0,7	**
<b>Berilio</b>	mg/L	0,1	0,1
<b>Boro</b>	mg/L	1	5

<b>Cadmio</b>	mg/L	0,01	0,05
<b>Cobre</b>	mg/L	0,2	0,5
<b>Cobalto</b>	mg/L	0,05	1
<b>Cromo Total</b>	mg/L	0,1	1
<b>Hierro</b>	mg/L	5	**
<b>Litio</b>	mg/L	2,5	2,5
<b>Magnesio</b>	mg/L	**	250
<b>Manganeso</b>	mg/L	0,2	0,2
<b>Mercurio</b>	mg/L	0,001	0,01
<b>Níquel</b>	mg/L	0,2	1
<b>Plomo</b>	mg/L	0,05	0,05
<b>Selenio</b>	mg/L	0,02	0,05
<b>Zinc</b>	mg/L	2	24
<b>ORGÁNICO</b>			
<u>Bifenilos Policlorados</u>			
<b>Bifenilos Policlorados (PCB)</b>	µg/L	0,04	0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>			
<b>Paratión</b>	µg/L	35	35
<u>Organoclorados</u>			

<b>Aldrín</b>	µg/L	0,004	0,7	
<b>Clordano</b>	µg/L	0,006	7	
<b>Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)</b>	µg/L	0,001	30	
<b>Dieldrín</b>	µg/L	0,5	0,5	
<b>Endosulfán</b>	µg/L	0,01	0,01	
<b>Endrin</b>	µg/L	0,004	0,2	
<b>Heptacloro y Heptacloro Epóxido</b>	µg/L	0,01	0,03	
<b>Lindano</b>	µg/L	4	4	
<u>Carbamato</u>				
<b>Aldicarb</b>	µg/L	1	11	
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<b><i>Escherichia coli</i></b>	NMP/100 ml	1 000	**	**
<b>Huevos de Helmintos</b>	Huevo/L	1	1	**

Nota: (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

#### **Categoría 4: Conservación de ambiente acuático**

Se refieren a cuerpos naturales de agua superficiales conformado por áreas naturales preservadas, donde sus caracterizaciones necesitan protegerse. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

##### **Subcategoría E1**

###### **Lagunas y lagos**

Se refiere a cuerpos de agua de ambiente léntico, que no se caracterizan por tener corriente continua, incluyendo humedales. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

##### **Subcategoría E2**

###### **Ríos**

Son cuerpos comunes de fluidos lóticos, que siempre se encuentra corriendo en una dirección. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

###### **Ríos de la costa y sierra**

Comprende la vertiente del Océano Pacífico y del Lago Titicaca y en lo alto, hasta 5000 m.s.n.m. la Cordillera de los Andes. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

###### **Marinos**

Son aguas que se expanden por todo el océano, depende del relieve o la costa, no se considera el agua potable, el subsuelo, de las minas ni las residuales tratadas. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

#### **DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM**

##### **El Límite Máximo permisible (LMP)**

Es un rango de concentración de elementos, cuyos parámetros físicos, químicos y biológicos no pueden pasar ese límite, ya que puede ocasionar daños a la salud de la

población y también al medio donde vivimos. (Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, 2010)

**Tabla N° 02:** Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS</b>
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Nota: (Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, 2010)

## **DECRETO LEY N° 17752**

### **Ley general de aguas:**

#### **De la Preservación:**

No se puede botar residuo ya sea sólido, líquido o gaseoso, contaminando el agua y la flora, daño el bienestar humano y el medio ambiente. Por eso, es importante realizar un tratamiento de purificación antes de ser descargado. (LEY GENERAL DE AGUAS, 2013)

## **LEY DE RECURSOS HÍDRICOS (LEY N° 29338):**

### **Reutilización de agua residual**

La Autoridad Nacional, en conjunto con la Autoridad Ambiental Nacional, autoriza la reutilización del agua residual tratada para bienes futuros. (Ministerio de energía y minas, 2017)

## **LEY GENERAL DEL AMBIENTE (LEY N° 28611):**

### **Capítulo III CALIDAD AMBIENTAL:**

#### **Artículo 120: De la protección de las aguas.**

120.1 El estado vela por la protección de los recursos hídricos de nuestro país, garantizado un producto de calidad.

120.2 El estado autoriza el tratamiento y reutilización de las aguas residuales, beneficiando al medio humano y ambiente, además del desarrollo de actividades. (Ministerio del Ambiente, 2013)

#### **Procedimiento de experimentación a aplicarse**

Se realizará la toma de muestras en campo, ya que se podrá determinar los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y parasitológico del agua natural, luego de esto se procederá a realizar el biofiltro de carbón vegetal, el cual se construirá colocando una capa de 10 cm de grava, luego 5 cm de arena gruesa, después 5 cm de arena fina y por último, se colocará 10 cm de carbón vegetal en su estado natural, posterior a esto se tomará

muestras del agua residual de la laguna aeróbica de Coishco una vez que ya hayan pasado por el biofiltro para ver en qué porcentaje ha disminuido sus agentes contaminantes y si estos cumplen los requisitos de calidad.

#### **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En la sociedad actual, se vive una época de imperante necesidad respecto a la falta de agua lo cual se está convirtiendo en un tema que necesita una atención de forma inmediata y de mucho cuidado, es por eso que el aprovechamiento de aguas residuales se ha dado como alternativa de solución para esto, siendo el sistema de Biofiltro de carbón vegetal y así optar por disminuir los gratos de Aceites y grasas, DBO5, DQO, pH, Cloruros, Cianuro WAD, Nitratos, Nitritos, Fluoruros, Fenoles, Detergentes, Coliformes Termotolerantes, Escherichia Coli y Huevos de Helmintos, presentadas en las aguas residuales de la laguna de oxidación de Coishco.

Así mismo se aprovechará las propiedades del carbón que es la que a través de ellas permite la reducción de estos agentes contaminantes presentados antes de su tratamiento.

La producción de este sistema es factible debido a que los materiales que se emplean en el sistema están disponibles propiamente en la zona

El presente proyecto beneficiara a la población ya que se podrán regar las áreas verdes con las aguas procedentes de esta laguna de oxidación.

A nivel científico nos presenta una nueva forma de aprovechar las aguas residuales y optimizar los recursos limitados de agua que presenta nuestro planeta

**Problema:****Realidad Problemática**

Un recurso primordial para los seres vivos es el agua, ya que, sin esta, no habría forma de vida en la tierra (UNESCO, 2015).

En la actualidad se está dando mal uso al agua, cuando podríamos usarla de forma beneficiosa, en unos años saldremos afectados todos, debido a que el agua es indispensable ya sea para el uso industrial, domestico, y en la agricultura.

Además, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS, 2015), expresó que existe casi un 70% de aguas residuales sin un tratado previo y sólo un 30% sí lo son.

A nivel local La Laguna de Oxidación de Coishco reduce la contaminación del mar, pero se debería de implementar más que todo, para así reutilizar estas aguas con fines de riego

**Formulación del Problema**

¿En qué medida el Biofiltro Carbón Vegetal, influirá en la reducción Aceites y grasas, DBO5, DQO, pH, Cloruros, Cianuro WAD, Nitratos, Nitritos, Fluoruros, Fenoles, Detergentes, Coliformes Termotolerantes, Escherichia Coli y Huevos de Helmintos que posee dicha agua residual, procedente de La Laguna de Oxidación de Coishco?

**Conceptuación y Operacionalización de las variables****Variable Independiente:**

Carbón vegetal.

**Definición Conceptual**

El carbón vegetal, es un material combustible que tiene múltiples beneficios, como desintoxicante, ayuda en la digestión e intestinos. Se obtiene después de quemar vegetales, se clasifican por su tamaño y luego, se les pasa por un tamiz para obtener partículas más finas.

La grava usada adecuadamente permite la limpieza y ausencia de impurezas dando resultados un uso primordial dentro del Biofiltro Sus calibres son de: 3/8.

### **Definición Operacional**

El Biofiltro es lento de gravedad, eficiente en la clarificación del agua y fácil de construir.

### **Dimensiones**

1 kg de Carbón vegetal.

### **Variable Dependiente**

Niveles de reducción de parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológicos negativos de las aguas residuales.

### **Definición Conceptual:**

los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, obedece las normas del Decreto Supremo y el Anexo. Esta norma tiene el poder necesario para modificar, mantener y eliminar algunos indicadores de los ECA. (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

### **Definición Operacional**

Cantidad de agua a reutilizar. Con reducción en los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico.

Los parámetros tienen que basarse en lo establecido según el DECRETO SUPREMO – MINAM “APRUEBAN LOS ESTANDERES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA” (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

Subcategoría D1: Riego de vegetales (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017)

## **Hipótesis.**

El diseño de sistema de biofiltro utilizando 1 kg de carbón vegetal considerando su reducción significativamente de parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico, lo que implicaría mejorar la calidad del agua para uso de riego.

## **Objetivo**

### **Objetivo General**

Determinar los niveles de reducción de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico a través de un sistema de biofiltro utilizando 1 kg de carbón vegetal para el tratamiento de aguas residuales con fines de reutilización de la laguna de oxidación de Coishco.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico de las aguas residuales, de la laguna de oxidación.
- Determinar la composición química del carbón vegetal realizando el ensayo de Fluorescencia de Rayos X (FRX).
- Diseñar la estructura del Biofiltro con carbón para la remoción de las aguas residuales.
- Comparar los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico, antes y después de ser tratada por dicho Sistema de Biofiltro, con la normativa vigente.
- Determinar el porcentaje de variación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico de las aguas residuales antes y después del biofiltro.

## **Metodología**

### **Tipo y Diseño de Investigación**

#### **Metodología de la Investigación:**

El método a utilizar es la experimentación.

Ya que se busca mejorar la calidad del agua residual de la laguna de oxidación de Coishco a través de un sistema de biofiltro y así buscar reducir los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico otorgando a la población un nuevo sistema de filtración de agua para poder reutilizarla.

#### **Tipo de Investigación: Aplicada**

Se centra en resolver los problemas prácticos aplicando las teorías en un tiempo establecido, pero se destaca más por la aplicación y los resultados que se obtienen. Su objetivo es reducir los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico a través de un biofiltro de carbón vegetal

#### **Nivel de Investigación: Pre – Experimental**

Con la finalidad de comparar los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico del agua residual de la laguna de oxidación Coishco se realizará de manera de investigación un biofiltro de carbón vegetal para determinar el porcentaje de reducción de agentes contaminantes antes y después del tratamiento por eso se optó por escoger el nivel experimental.

#### **Diseño de Investigación: Experimental de nivel Pre-experimental**

Se manipulan las variables identificadas en el estudio.

Se realizará la toma de muestras en campo, para obtener los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico del agua residual de la laguna de oxidación Coishco para determinar cómo se encuentra la calidad del agua de muestra, luego de esto se procederá a realizar el biofiltro de carbón vegetal, el cual se construirá colocando una

parte de 10 cm de grava, luego 5 cm de arena gruesa, después 5 cm de arena fina y por último, se colocará 10 cm de carbón vegetal en su estado natural, posterior a esto se tomará muestras del agua residual de la laguna aeróbica de Coishco una vez que ya hayan pasado por el biofiltro para ver en qué porcentaje ha disminuido sus agentes contaminantes y si estos cumplen con los requisitos de calidad.

## **Población – Muestra**

### **Población**

Conformada por el conjunto de soluciones del agua residual obtenidos de la laguna de oxidación de Coishco de acuerdo a la reducción de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico, con los parámetros establecidos de calidad del agua para riego, agregando 1 kg de carbón vegetal en su tratamiento.

### **Muestra**

Conjunto de soluciones de agua seleccionadas del agua residual obtenidos de la laguna de oxidación de Coishco, de acuerdo a la reducción de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico en relación de su tratamiento.

Se deriva en un Muestreo No Probabilístico por Conveniencia, donde el investigador suele elegir a los individuos de su muestra solo por proximidad a este.

También debido que como investigadores se tiene un tiempo, presupuesto, y mano de obra definidos, ya que el objetivo principal es mostrar resultados que serán beneficios para la población del lugar de estudio.

Para esto se tomará una cantidad de 28 litros de agua de la laguna de oxidación Coishco, ya que son 14 ensayos los que se realizarán (Aceites y grasas, DBO5, DQO, pH, Cloruros, Cianuro WAD, Nitratos, Nitritos, Fluoruros, Fenoles, Detergentes, Coliformes Termotolerantes, Escherichia Coli y Huevos de Helmintos.) y para cada uno de estos se necesita 1 litro de agua de muestra, y a partir de esto se realizarán antes y después del tratamiento.

### **Unidad de Análisis**

Para la depuración de materia orgánica, se optará por usar 28 litros, ya que son 14 ensayos los que se realizarán (Aceites y grasas, DBO5, DQO, pH, Cloruros, Cianuro WAD, Nitratos, Nitritos, Fluoruros, Fenoles, Detergentes, Coliformes Termotolerantes, Escherichia Coli y Huevos de Helmintos.) y para cada uno de estos se necesita 1 litro de agua de muestra, y a partir de esto se realizarán antes y después del tratamiento.

### **Técnicas e Instrumentos de Investigación**

#### **Técnica:**

#### **Observación Científica se aplicó para:**

- Ser testigos de la filtración del agua residual dentro del biofiltro.
- Con el cuaderno de campo, podremos registrar su comportamiento
- Con ello vamos a poder comparar la muestra de agua antes y después de ser aplicada el Biofiltro

#### **Instrumento:**

- La Observación Científica, como parte fundamental tiene la Guía de observación ya que a través de esta se evidencia y realiza la toma de fichas técnicas para los ensayos del laboratorio.
- Dicha guía es tomada con puntualidad a los análisis de Aceites y grasas, DBO5, DQO, pH, Cloruros, Cianuro WAD, Nitratos, Nitritos, Fluoruros, Fenoles, Detergentes, Coliformes Termotolerantes, Escherichia Coli y Huevos de Helmintos del agua.

## Resultados

### Memoria de cálculo

### Parámetros del diseño

### Diseño del biofiltro

**Tabla N° 03:** Determinación del caudal de entrada del biofiltro

#### ENTRADA DEL BIOFILTRO

	Tiempo (s)	m3	Litros	l/s
T1	4.86	0.0057	5.65	1.16
T2	5.01	0.0057	5.65	1.13
T1	4.86	0.0057	5.65	1.16
			<b>PROMEDIO</b>	<b>1.2</b>

Nota. Elaboración propia (2021).

De la tabla N°03 para la entrada y salida del biofiltro experimental tienen un caudal de entrada de 1.20 L/S

**Tabla N° 04:** Resultados del análisis de composición química del carbón vegetal por medio de fluorescencia de rayos x

<b>ELEMENTO</b>	<b>CONCENTRACIÓN %MASA</b>
Al	3.637
Si	0.780
P	0.101
S	0.132
Cl	0.088
K	0.548
Ca	3.118
Ti	0.003
Mn	0.005
Fe	0.046
Ni	0.002
Cu	0.088
Zn	0.047
As	0.006
Sr	0.017
Zr	0.001
<b>Sub - total</b>	<b>8.619</b>
<b>Otros</b>	<b>91.381</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

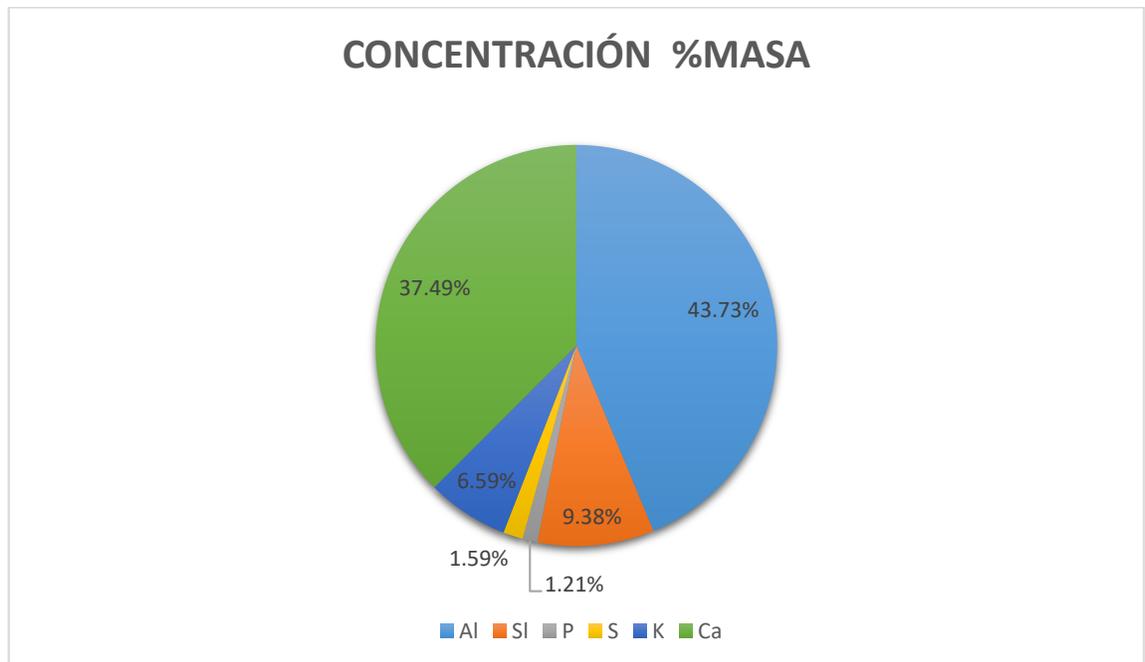
Nota. Adaptado de Laboratorio, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (2019).

**Tabla N° 05:** Elementos químicos predominantes en el carbón vegetal

ELEMENTO	CONCENTRACIÓN %MASA
Al	43.73
Si	9.38
P	1.21
S	1.59
K	6.59
Ca	37.49
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Nota. Adaptado de Laboratorio, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (2019).

**Figura N° 01:** Composición química del carbón vegetal por medio de fluorescencia de rayos x con respecto al sub – total de 8.619%



Nota. Adaptado de Laboratorio, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (2019).

Como se observa en la figura N°01 el aluminio es el elemento químico que predomina el cual se encargarán de hacer posible la mejora en la calidad del agua de la laguna de oxidación debido que estas tienen carga positiva.

**Tabla N° 06:** Parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológico iniciales y después del tratamiento de las aguas residuales de laguna de oxidación Coishco.

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Inicial (antes del tratamiento)</b>	<b>Después del tratamiento)</b>	<b>Estándares de calidad del agua Categoría 3 (D1)</b>
<b>Físicos – químicos</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	14	< 2	5
Cianuro Wad	mg/L	< 0,010	< 0,010	0,1
Cloruros	mg/L	101	26	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	313	61	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	486	102	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,171	0,180	0,2
Fenoles	mg/L	< 0,010	< 0,01	0,002
Fluoruros	mg/L	0,13	0,19	1

Nitratos (NO <sup>-</sup> -N) +	mg/L	7,843	2,495	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	0,114	0,421	10
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7,91	7,68	6,5 - 8,5

### Microbiológicos y Parasitológico

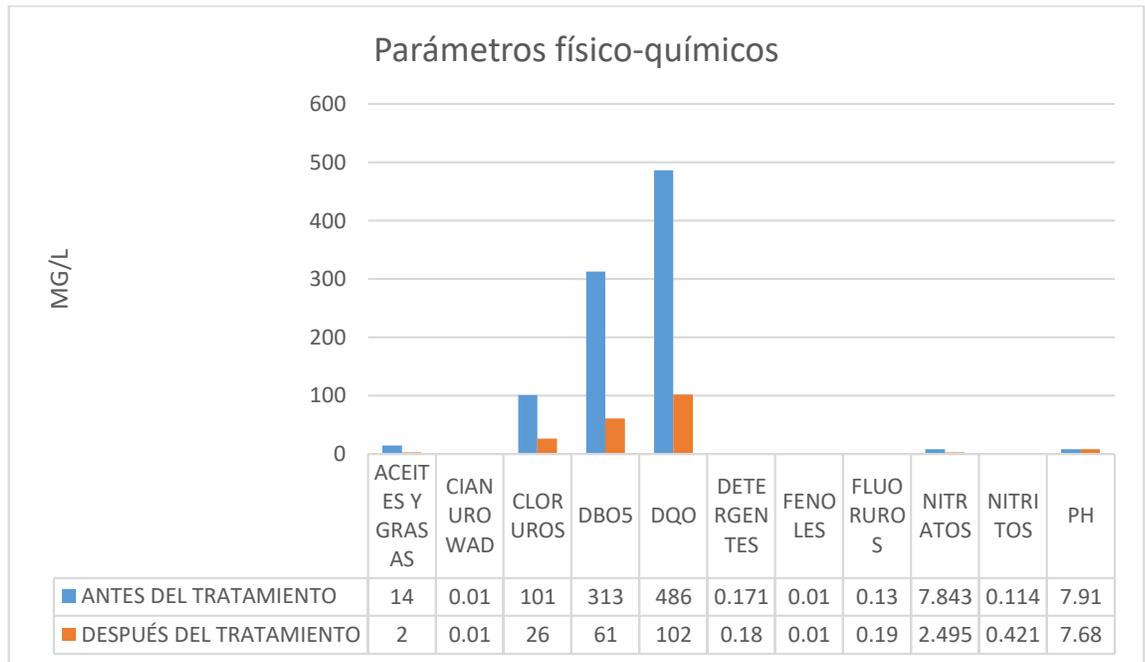
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	17000	79000	2000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	17000	79000	1000
Huevos de Helmintos	Huevo/L	< 1	< 1	1

---

Nota. Adaptado de Laboratorio COLECBI S.A.C., (2021)., ECA: Estándares Nacionales de la calidad ambiental para agua categoría III – Clase D1: Agua para riego de vegetales.

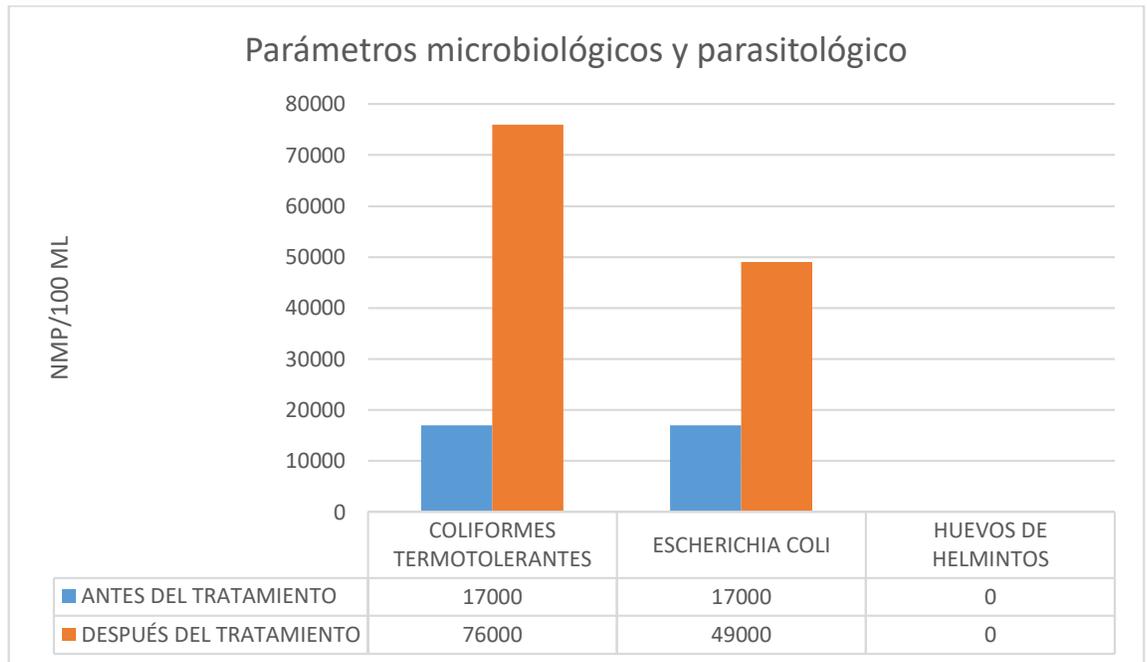
En la tabla N° 06, se muestran los resultados del antes y después del tratamiento con el biofiltro de carbón vegetal para agua de categoría 3.

**Figura N° 02:** Resultados de parámetros físico-químicos antes y después del tratamiento con el biofiltro de carbón vegetal



Como se observa en la figura N°02 de parámetros físico-químicos los resultados antes y después del tratamiento con el carbón vegetal a comparación de los resultados iniciales disminuyeron a un 93.65% tal como indica la tabla de datos.

**Figura N° 03:** Resultados Parámetros microbiológicos y parasitológico antes y después del tratamiento con el biofiltro de carbón vegetal



Como se observa en la figura N°03 de parámetros microbiológicos y parasitológico los resultados antes y después del tratamiento con el carbón vegetal a comparación de los resultados iniciales los parámetros microbiológicos aumentaron en un a un 178.43% mientras que el parámetro parasitológico no se encuentra presente en estas aguas tal como indica la tabla de datos.

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

El carbón vegetal tiene un alto contenido de adsorción que va a beneficiar a eliminar la contaminación del agua. Comparando a el carbón de cascara de coco utilizado por (Bravo, k. & Garzon, A., 2017) ya que lograron reducir los contaminantes del agua que van en un porcentaje de 58 a 76%

Analizando el carbón vegetal triturado por el ensayo de fluorescencia de rayos x

Tuvo como resultado un alto contenido de calcio (3.118%), y de aluminio (3.637%).

El líquido hace que los hidróxidos reaccionen con el bicarbonato existente para formar carbonato y compuestos precipitados de fosfatos.

Luego de elaborado el Biofiltro se procedió a realizar la comparación de las muestras de aguas tomadas antes y después de haberla filtrado y se obtuvo una reducción de parámetros físico-químicos a comparación de los resultados iniciales disminuyeron a un 93.65%. mientras que los parámetros microbiológicos aumentaron en un a un 178.43% y que el parámetro parasitológico no está en el agua residual de la laguna de oxidación Coishco.

## **Conclusiones y recomendaciones**

### **Conclusiones**

Se estableció los parámetros de diseño hidráulico según el caudal de salida de 1.2 lt/s el cuál se utilizará para abastecer el agua tratada en el biofiltro.

La escala prototipo del biofiltro fue de 1/300, respecto al volumen utilizado de agua a tratar, y sirvió como punto de partida para el diseño del biofiltro.

La composición química del carbón vegetal, indica su potencial en aluminio, ya que contiene 3.637%, así mismo una cantidad de calcio de 3.118%, estos tienen carga positiva, por ende, puede funcionar como un adsorbente natural.

Producto de la filtración en el Biofiltro se obtuvo una reducción de parámetros físico-químicos a comparación de los resultados iniciales disminuyeron a un 93.65%. mientras que los parámetros microbiológicos aumentaron en un a un 178.43% y que el parámetro parasitológico no se encuentra presente en las aguas residuales.

### **Recomendaciones**

Probar la eficiencia del carbón vegetal utilizando una capa diferente escala, para poder tener un estudio más amplio de la eficiencia de este material considerando su proporción por cantidad de agua utilizada.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por haber llegado a una etapa importante de la carrera, dándome aliento para lograr el éxito.

A mis padres, y hermanos que desde muy pequeño me apoyaron en buenas y malas y ayudarme a ser mejor persona, por eso este esfuerzo y sacrificio es por ustedes.

A los docentes de la carrera de Ing. Civil, que mostraron su apoyo académico a lo largo de la carrera.

## Referencias bibliográficas

- Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. (2010). *EL Peruano*. Obtenido de [https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/saneamiento/DS\\_3\\_2010\\_MI\\_NAM.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/DS_3_2010_MI_NAM.pdf)
- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental. (2017). *El Peruano*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- Arias, J.; Paternina, E.; Barragán D. (2008). *Adsorción física sobre sólidos: aspectos termodinámicos*. Obtenido de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422009000500046](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000500046)
- BIRTLH*. (s.f.). Obtenido de [https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/DFM/DMMF/DMMF04/es\\_DFM\\_DMMF04\\_Contenidos/webseite\\_271\\_propiedades\\_de\\_las\\_arenas\\_de\\_moldeo.html](https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/DFM/DMMF/DMMF04/es_DFM_DMMF04_Contenidos/webseite_271_propiedades_de_las_arenas_de_moldeo.html)
- Bitton. (1994). Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/18851/Capitulo2.pdf>
- Bravo, k. & Garzon, A. (2017). *“Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial de coco (cocos nucifera) para remoción de contaminantes en agua”*. Calceta. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/606/1/TMA124.pdf>
- Camacho, P. y. (2014).
- CANIPEC. (2017). Obtenido de <http://canipec.org.mx/cuidando-tu-hogar/que-es-un-detergente-y-como-funciona/>
- Carbotencia. (2014).
- Castro, F. y. (2009). Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/4275/1/96798.pdf>
- CEUPE. (2019). *¿Qué es el carbón vegetal?* Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-carbon-vegetal.html>
- Coveña, A., Cevallos, J., D., C., & Cedeño, J. (2020). USO DE LA GRAVA Y SU INSIDENCIA EN LA INGENIERIA CIVIL. 5. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/343332627\\_USO\\_DE\\_LA\\_GRAVA\\_Y\\_SU\\_INSIDENCIA\\_EN\\_LA\\_INGENIERIA\\_CIVIL](https://www.researchgate.net/publication/343332627_USO_DE_LA_GRAVA_Y_SU_INSIDENCIA_EN_LA_INGENIERIA_CIVIL)

- Delgadillo. (2014).
- Dieti Natura*. (2016). Obtenido de <https://www.dieti-natura.es/plantas-y-activos/carbon-vegetal.html>
- Espinal, G. (2017). “*Eficiencia del carbón activado a base de cascara de coco en el tratamiento de aguas residuales domesticas en el AA. HH. 10 de octubre, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, año 2017*”. Lima. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22568/ESPINAL\\_HG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22568/ESPINAL_HG.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Feldman, S. (2005). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6500/1/AL%20525.pdf>
- Gobierno regional de Ancash. (2016). Obtenido de [https://www.regionancash.gob.pe/instrumentos\\_gestion/pdrc/Ancash\\_Plan\\_de Desarrallo\\_Regional\\_Concertado.pdf](https://www.regionancash.gob.pe/instrumentos_gestion/pdrc/Ancash_Plan_de Desarrallo_Regional_Concertado.pdf)
- Gómez, A. R. (2015).
- Hernández. (2016).
- Hidrología, I. d. (2014). Colombia. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Suspendidos+Totales+en+aguas.pdf/f02b4c7f-5b8b-4b0a-803a-1958aac1179c>
- HURMAN, E. (1985). *Organic Geochemistry of Natural Waters*. Martinus Nijhoff. Obtenido de <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Fenoles.htm>
- INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, V. X. (2018).
- Katherine Ivette Bravo Moreira, A. R. (2017). “*Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial de coco (cocos nucifera) para remoción de contaminantes en agua*”. Calceta. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/606/TMA124.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- LEY GENERAL DE AGUAS. (2013). Obtenido de [http://jornada.pucp.edu.pe/derecho-de-aguas/wp-content/uploads/sites/8/2013/07/Normas-y-estrategias-1.-dley\\_17752.pdf](http://jornada.pucp.edu.pe/derecho-de-aguas/wp-content/uploads/sites/8/2013/07/Normas-y-estrategias-1.-dley_17752.pdf)
- Marín, L. y. (2015).

- Mendez, (. (2014). Obtenido de [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5441/Tesis\\_57518.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5441/Tesis_57518.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Metcalf-Eddy. (1996). Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4516/Arocutipa\\_Lorenzo\\_Juan\\_Hipolito.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4516/Arocutipa_Lorenzo_Juan_Hipolito.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio de energía y minas. (2017). *Ley de Recursos Hídricos*. Obtenido de <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/DGGAE/ARCHIVOS/legislacion/LEGISLACION%202017/normas%20ambientales%20transversales/RECURSOS%20HIDRICOS/1.%20Ley%2029338.pdf>
- Ministero del Ambiente. (2013). Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Munn. (2004). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>
- OEFA. (2014).
- OEFA. (2014). *FISCALIZACIÓN AMBIENTAL EN AGUAS RESIDUALES*. Obtenido de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- OMS. (s.f.). Obtenido de [https://www.who.int/topics/escherichia\\_coli\\_infections/es/](https://www.who.int/topics/escherichia_coli_infections/es/)
- ONU . (2015). <https://rpp.pe/peru/actualidad/la-falta-de-agua-potable-afecta-a-8-millones-de-peruanos-noticia-998969>.
- Paredes, J. (2017). *INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL EMPRESA CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL PERÚ S.A.C | ALS LIFE SCIENCES,IMPLEMENTACIÓN DEL AUTOANALIZADOR DE FLUJO SEGMENTADO SAN++PARA EL ANÁLISIS DE CIANURO*. Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3432/IQpamaj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pinedo, A. (2018). *“Influencia en el impacto ambiental con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales para uso de aguas en riego de parques y jardines en el distrito de Coishco, provincia de Santa-2018”*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23757>

- Propiedades de la Arena.* (s.f.). Obtenido de  
[https://www.tutareaescolar.com/propiedades\\_de\\_la\\_arena.html](https://www.tutareaescolar.com/propiedades_de_la_arena.html)
- QUIMICA.ES.* (s.f.). Obtenido de <https://www.quimica.es/enciclopedia/Arena.html>
- RAMALHO. (2015).
- Remalho. (2015).
- ROCAS Y MINERALES.* (s.f.). Obtenido de  
<https://www.rocasym minerales.net/grava/#:~:text=Se%20denomina%20grava%20a%20las,ricas%20en%20cuarzo%20y%20cuarcita.>
- Rodriguez. (2014). Obtenido de  
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8906/PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf>
- Salud, C. y. (2019). Obtenido de  
<https://www.significados.com/ph/#targetText=El%20pH%20es%20una%20medida,en%20una%20soluci%C3%B3n%20o%20sustancia.>
- Sociedad española de odontopediatria. (2019). *Flúor y fluoruros. Actualizado a noviembre de 2019.*  
Obtenido de <https://www.odontologiapediatrica.com/protocolos/fluor/>
- SUNASS. (2015).
- Toapanta, M. (2009). *GRASAS Y ACEITES.* Obtenido de  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6161/8/GRASASYACEITES.pdf>
- Trapote. (2014).
- UNESCO. (2015).
- Ures, P. S. (2015).
- Ures, P., Suarez, J., Jácome, A. (2015). Obtenido de  
<https://www.wateractionplan.com/documents/177327/558161/Adsorci%C3%B3n+en+carb%C3%B3n+activo.pdf/29bfa658-fbd1-c98b-1606-8eb1252fc1b9>
- Water, B. (2013). *RECURSOS PARA AGRICULTORES.* Obtenido de  
[https://www.waterboards.ca.gov/centralcoast/water\\_issues/programs/ag\\_waivers/docs/spanish\\_forms/nitratos\\_en\\_el\\_agua.pdf](https://www.waterboards.ca.gov/centralcoast/water_issues/programs/ag_waivers/docs/spanish_forms/nitratos_en_el_agua.pdf)

Xilema. (2016). El carbón vegetal: alternativa de energía y productos químicos. Obtenido de <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/view/813>

## **Anexos y apéndice**

### **ANEXO 01**

#### **DIMENSIONAMIENTO DEL BIOFILTRO**

## POBLACIÓN DE DISEÑO Y DEMANDA DE AGUA

### POBLACIÓN FUTURA

#### DATOS:

- Periodo de diseño (t): 20 AÑOS
- Número de habitantes (Pa): 15979
- Coeficiente de crecimiento lineal por departamento (r)

DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HAB. * r *
Tumbes	20
Piura	30
Cajamarca	25
Lambayeque	35
La Libertad	20
Ancash	10
Huanuco	25
Junin	20
Pasco	25
Lima	25
Prov. Const. Callao	20
Ica	32
Huancavelica	10
Ayacucho	10
Cuzco	15
Apurimac	15
Arequipa	15
Puno	15
Moquegua	10
Tacna	40
Loreto	10
San Martín	30
Amazonas	40
Madre de Dios	40

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{r * t}{1000} \right)$$

PF = 19135 HABITANTES

## DEMANDA DE AGUA

- Áreas verdes de Coishco = 10%
- Dotación para uso indirecto para camión cisterna o piletas públicas (NORMA OS.100 -RNE) = 30 L/HAB/DIA

Consumo promedio diario anual (Qm)

$$Q_m = \frac{P_f * \text{dotación (d)}}{86400}$$

$$Q_m = \frac{(19135 * 10\%) * 30}{86400}$$

$$Q_m = 0.66$$

Consumo máximo diario (Qm.)

$$Q_{md} = 1.3 * Q_m$$

$$Q_m = 1.3 * 0.66$$

$$Q_m = 0.86$$

Consumo máximo horario (Qm.)

$$Q_{mh} = 2.5 * Q_m$$

$$Q_m = 1.8 * 0.66$$

$$Q_m = 1.18$$

**Tabla N° 07:** Determinación del caudal de salida de la laguna de oxidación

	Tiempo (s)	m3	Litros	l/s
T1	4.86	0.0057	5.65	1.16
T2	5.01	0.0057	5.65	1.13
T1	4.86	0.0057	5.65	1.16
<b>PROMEDIO</b>				<b>1.2</b>

Al comparar el caudal de salida de la laguna de oxidación que es de 1.20 l/s con el caudal máximo diario que es de 1.18 l/s podemos observar que cumple con la cantidad de agua necesaria requerida

**“SE PROCEDIÓ A ESCALAR EL BIOFILTRO CON LA CANTIDAD DE AGUA QUE CONTENÍA CADA UNA DE LAS POZAS DE SALIDA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN “**

Para esto se procedió a elaborar un plano para determinar su volumen de agua que hay en su interior, posterior a esto se escaló en 1/300 para obtenerlo a nivel proyecto y este sea más trabajable



**Figura N°04.** Medición de la laguna de oxidación (posa de salida).

**ANEXO 02**  
**RESULTADOS ANTES Y DESPUÉS DEL TRATMIENTO**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 046



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20210218-003**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : LUIS AZAÑA NORIEGA.  
DIRECCION : Jr. Santa marina 627 Coishco.  
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.  
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL.  
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA  
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA  
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA  
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA  
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frasco de vidrio con tapa.  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021-02-18  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2021-02-18  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2021-02-22  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología.  
CÓDIGO COLECBI : **SS 210218-2**

**RESULTADOS**

**ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS**

ENSAYOS	MUESTRA
	LAGUNA DE OXIDACION COISHCO
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	17x10 <sup>3</sup>
Escherichia coli (NMP/100mL)	17x10 <sup>3</sup>

**METODOLOGIA EMPLEADA**

**Coliformes Termotolerantes:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) coliform procedure.

**Escherichia coli:** Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures. Escherichia coli Test (Indole Production).

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:  
**Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ( )**
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perechibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI ( ) NO (X )**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 24 del 2021.  
GVR/jms

LC-MP-HRIEVO  
Rev. 06  
Fecha 2019-07-01

*A. Gustavo Vargas Ramos*  
Gustavo Vargas Ramos  
BIOLOGO MICROBIOLÓGO  
LAB. 118  
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN  
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

**Figura N°05.** Resultados de los ensayos microbiológicos antes del tratamiento



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20210218-003A**

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR	LUIS AZARA MOREIRA
DIRECCIÓN	Jr. Santa María 827 Coahuco
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO	AGUA RESIDUAL
LUGAR DE MUESTREO	NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	12 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	En frasco de vidrio con tapa, frasco de plástico con tapa
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	En buen estado
FECHA DE RECEPCIÓN	2021-02-18
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	2021-02-18
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	2021-02-24
ENSAYOS REALIZADOS EN	Laboratorio de Microbiología, Fisco Coahuco
CÓDIGO COLECBI	SS 210218-2

**RESULTADOS**

**ENSAYOS PARASITOLÓGICOS**

MUESTRA	Huevos de Helminetos	
	(Especie)	(Puede/L)
LAGUNA DE OXIDACIÓN CÓDIGO	Fasciola sp.	<1
	Platynosomus sp.	<1
	Schistosoma sp.	<1
	Taenia sp.	<1
	Hymanolepis sp.	<1
	Dipryllobotrium sp.	<1
	Ascaris sp.	<1
	Ancylostoma sp. /Uncator sp.	<1
	Trichouris sp.	<1
	Capillaria sp.	<1
	Strongyloides sp.	<1
	Enterobius sp.	<1
	Monocentrorhynchus sp.	<1

<1 : en ausencia

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Niz. A - Lt. 7 | Elase - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
 Nextel: 838\*2803 - RPM # 902995 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe | medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com

**Figura N°06.** Resultados de los ensayos parasitológicos antes del tratamiento



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20219218-0036**

Pág. 2 de 2

**ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS**

ENSAYOS	BIJESTRAS
	LAGUNA DE OXIDACIÓN COBICO
Acúenos y Grasa (mg/L)	16
D.O.D. (mg/L)	313
D.O.C. (mg/L)	166
(*) pH	7.91
Cianuros (mg/L)	105
(*) Cianuro WAD (mg/L)	<0.010
(*) Nitratos (mg/L)	7.962
(*) Nitritos (mg/L)	0.116
(*) Fluoruros (mg/L)	0.53
(*) Fenoles (mg/L)	<0.01
(*) Detergentes (mg/L)	0.171

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.  
(\*\*) Fuera del alcance de la acreditación por exigencia de muestra

**MÉTODOS USADOS**

Detección, identificación y Enumeración de Huevos de Helminths en Aguas LCVAL 0218EHA/2019 Rev. 03 Método VALIDADO 2019.  
Detección, Identificación y Enumeración de Huevos de Helminths en Aguas.  
Acúenos y Grasa: SMCRW-APHA-AWWA-WEF Part 5320 D, 23rd Ed. 2017. Oil and Grease. Soxhlet Extraction Method.  
D.O.D.: SMCRW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day (BOD Test).  
D.O.C.: SMCRW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD) Closed Reflux, Titrimetric Method.  
Cianuros: SMCRW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CI B, 23rd Ed. 2017. Chloride, Argentometric Method.  
pH: SMCRW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value, Electrode Method.  
Fenoles: SMCRW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 6505 B.C.  
Detergentes: SMCRW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 5540C.  
Cianuro WAD: SMCRW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 4500 CN1.  
Nitratos: SMCRW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 4500 NO3E.  
Nitritos: SMCRW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 4500 NO2B.  
Fluoruros: SMCRW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 4500 F.D.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestra Laboratorio sobre muestras: **Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ( )**
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra(s) ensayada(s).
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Diminencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- Si informe incluye diagrama, croquis o fotografías: **SI ( ) NO (X )**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con una negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 26 del 2021.  
DVR/jea

LCSP-HRBEVO  
Rev. 08  
Fecha: 2018-07-07

A. Gustavo Herguez Bernal  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

COLECBI S.A.C. EL INFORME NO DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe | medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

Figura N°07. Resultados de los ensayos físicos- químicos antes del tratamiento



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20210301-002

Pág. 1 de 1

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR : LUIS AZARA NORIEGA.  
 DIRECCIÓN : Jr. Santa Marina 827 Coahuila.  
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.  
 PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL.  
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA.  
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA.  
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA.  
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA.  
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA.  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.  
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frasco de vidrio con tapa.  
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2021-03-01  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2021-03-01  
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2021-03-06  
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología.  
 CÓDIGO COLECO : SS 210301-0

**CONCLUSIONES**

**ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS**

ENSAYOS	MUESTRA
	LAGUNA DE COCINACIÓN COISHCO
Coliformes Termotolerantes (NMP100nL)	7x10 <sup>2</sup>
Escherichia coli (NMP100nL)	0x10 <sup>2</sup>

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

Coliformes Termotolerantes: SMDW9-APHA-AWWA-WEF Part 9221-C, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) coliform procedure.  
 Escherichia coli: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures. Escherichia coli Test (table Production).

**NOTA**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
  - Preparadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECO S.A.C. ( )
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra(s) ensayada(s).
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dimensión por su perechibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías. SI ( ) NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra roja y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Marzo 06 del 2021.  
 GVR/jpa

LCRIP-RRBYO  
 Res. 08  
 Fecha 2018-07-07

A. Gustavo Noriega Flores  
 INGENIERO EN MICROBIOLOGÍA  
 COLECO S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

**COLECO S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
 Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
 e-mail: coleco@speedy.com.pe | medioambiente\_coleco@speedy.com.pe  
 Web: www.coleco.com

Figura N°08. Resultados de los ensayos microbiológicos después del tratamiento



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20210301-0024**

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR	: LUIS AZARA NORRIGA.
DIRECCION	: Jr. Santa Marina 827 Coahuac.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA.
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA RESIDUAL.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA.
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 12 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de vidrio con tapa, frasco de plástico con tapa.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021-03-01
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2021-03-01
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2021-03-08
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.
CODIGO COLECBI	: SS 210301-0

**Prueba Fátiga**

**ENSAYOS PARASITOLÓGICOS**

MUESTRA	Huevos de Helminetos	
	(Especies)	(Huevos/L)
LAGUNA DE OXIDACIÓN COEHICO	Facilis sp.	<1
	Paragonimus sp.	<1
	Schistosoma sp.	<1
	Taenia sp.	<1
	Hymenolepis sp.	<1
	Diphyllobothrium sp.	<1
	Acanth sp.	<1
	Ancylostoma sp. /Necator sp.	<1
	Trichura sp.	<1
	Capillaria sp.	<1
	Strongyloides sp.	<1
	Enterobius sp.	<1
	Microscanthorhynchus sp.	<1

<1 : en ausencia

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Ll. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
 Nextel: 839\*2853 - RPM # 902965 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe | medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com

**Figura N°09.** Resultados de los ensayos parasitológicos después del tratamiento después del tratamiento



MEMORIE DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20218201-002

Pág. 2 de 2

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS**

ENSAYOS	MUESTRAS
	LAGUNA DE OXIDACIÓN COSMCO
Acidos y Grasa (mg/L)	<2
D.B.O <sub>5</sub> (mg/L)	81
D.Q.O. (mg/L)	100
(*) pH	7.88
Cloruros (mg/L)	26
(*) Cloruro WRD (mg/L)	<0.010
(*) Nitatos (mg/L)	2.085
(*) Nitros (mg/L)	0.021
(*) Fluoruros (mg/L)	0.19
(*) Fosfatos (mg/L)	<0.01
(*) Detergentes (mg/L)	0.180

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

(\*\*) Fuera del alcance de la acreditación por vigencia de muestra.

**REFERENCIAS**

Detección, identificación y/o enumeración de Huevos de Helicópteros en Aguas LCWA/ 02/02/HA/2019 Rev. 03 Método VALUADO: 2019.

Detección, identificación y/o enumeración de Huevos de Helicópteros en Aguas.

Acidos y Grasa: SMCWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 D, 23rd Ed. 2017. Oil and Grease. Soxhlet Extraction Method.

D.B.O<sub>5</sub>: SMCWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day/20°C Test.

D.Q.O.: SMCWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Titrimetric Method.

Cloruros: SMCWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CI B, 23rd Ed. 2017. Chloride, Argentometric Method.

pH: SMCWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value, Electrode Method.

Fosfatos: SMCWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 4500 P, C.

Detergentes: SMCWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 5540 D.

Cloruro WRD: SMCWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 4500 Cl-1.

Nitatos: SMCWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 4500 NO<sub>2</sub>-E.

Nitros: SMCWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 4500 NO<sub>3</sub>-E.

Fluoruros: SMCWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 4500 F, D.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:

Proporcionadas por el solicitante (X)

Muestreadas por COLECBI S.A.C. ( )

- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Derivación por su perechibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías:  SI ( ) NO ( X )
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con una línea y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Mayo 10 de 2021.

GVR/ps

LCSEP-HRBYO  
Rev. 06  
Fecha 2019-07-01

A. Guadalupe Pérez Romero  
Analista de Laboratorio  
COLECBI S.A.C.

COLECBI S.A.C. INFORME NO DE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: colectbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colectbi@speedy.com.pe  
Web: www.colectbi.com

Figura N°10. Resultados de los ensayos físicos- químicos después del tratamiento

**ANEXO 03**  
**RESULTADOS DE FLUORECENCIA DE RAYOS X DE CARBÓN**  
**VEGETAL**



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Archeometría

Informe N°106-LAQ/2019

Análisis de carbón vegetal por FRXDE

#### Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de carbón vegetal a pedido del Sr. **Azaña Noriega, Luis Gustavo**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Sistema de Biofiltro de Carbón Vegetal para el Tratamiento de Aguas Residuales con Fines de Reutilización en la Laguna de Oxidación - Coishco.”**

La muestra fue pasada por malla 200 y es de color negro.

#### Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.5 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 5350 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una

Figura N°11. Resultados de Fluorescencia de RAYOS X - HOJA - 1



## UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

### FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

#### Laboratorio de Arqueometría

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

#### Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de carbón vegetal. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 9 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía de los rayos-X característicos..

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los elementos detectados por esta técnica. La suma de estas concentraciones es 8.62%. Como el carbón vegetal es de origen orgánico,

**Figura N°12.** Resultados de Fluorescencia de RAYOS X - HOJA - 2



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

debe estar constituido primeramente por elementos livianos, como C y O, con número atómico menor que 13, cuyas concentraciones deben sumar 91.38%.

Tabla 1. Composición elemental de carbón vegetal en % de masa.

Elemento	Concentración % masa
Al	3.637
Si	0.780
P	0.101
S	0.132
Cl	0.088
K	0.548
Ca	3.118
Ti	0.003
Mn	0.005
Fe	0.046
Ni	0.002
Cu	0.088
Zn	0.047
As	0.006
Sr	0.017
Zr	0.001
Sub-total	8.619
Otros	91.381
Total	100.00

**Figura N°13.** Resultados de Fluorescencia de RAYOS X - HOJA - 3



**Figura N°14.** Resultados de Fluorescencia de RAYOS X - HOJA - 4

**ANEXO 04**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Figura N°15.** Entrada a la laguna de oxidación de Coishco



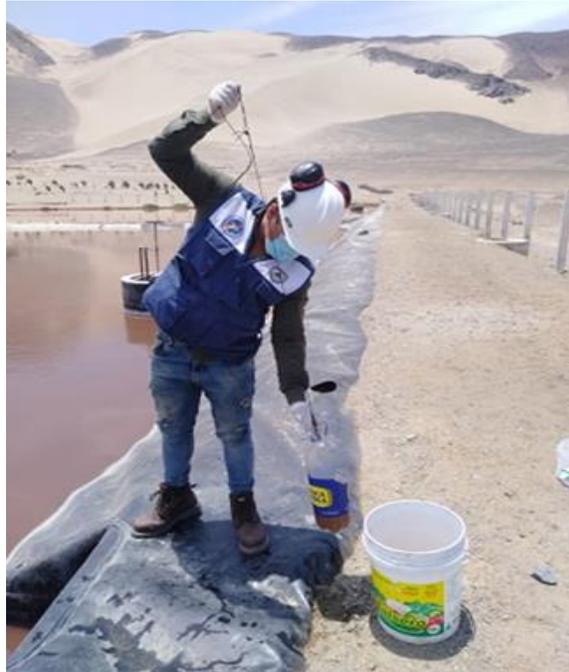
**Figura N°16.** posa de salida donde se realizará la toma de muestras.



**Figura N°17.** Parte central de las 2 posas de salida de la laguna de oxidación.



**Figura N°18.** Toma de muestras de la laguna de oxidación.



**Figura N°19.** Vaciado de la muestra al balde de plástico



**Figura N°20.** Muestras de agua ya tomadas de la laguna de oxidación de Coishco antes de su tratamiento almacenadas en botellas plásticas de 500 ml



**Figura N°21.** Se realizó una perforación a la pecera para poder colocar el niple para evitar las fugas



**Figura N°22.** Se realizó la colocación del caño a través de un adaptador de PVC DE 3/4 "a 1/2 "y una unión mixta



**Figura N°23.** Se lavó la arena previamente



**Figura N°24.** Se lavó la grava previamente



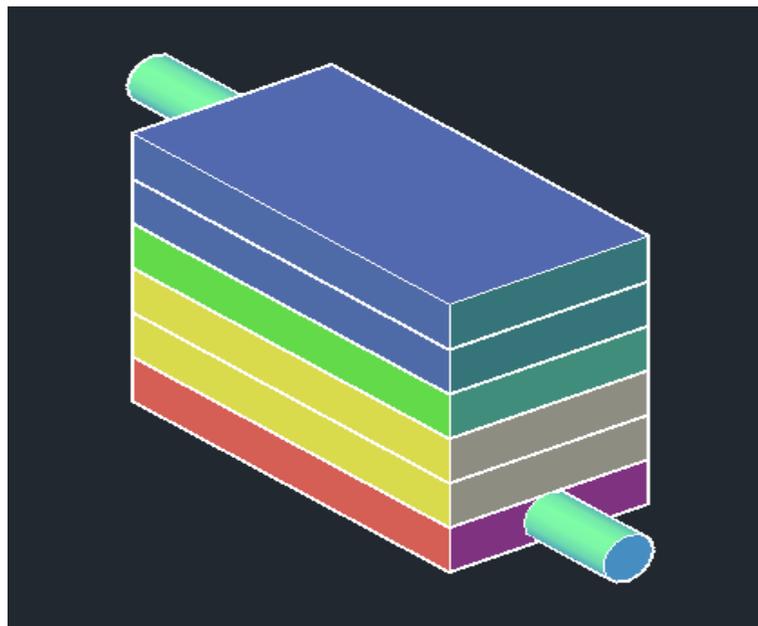
**Figura N°25.** Se colocó en sus capas respectivas (Arena, Grava y Carbón Vegetal)



**Figura N°26.** Se filtró el agua en el biofiltro



**Figura N°27.** Se tomó las muestras del agua ya filtrada



**Figura N°28.** Imagen del biofiltro en 3D



**Figura N°29.** Trituración del carbón vegetal



**Figura N°30.** Tamizado del carbón Vegetal triturado por la malla #200



**Figura N°31.** 20 gr de Carbón vegetal tamizado por la malla #200



**Figura N°32.** Universidad Mayor de San Marcos donde se realizará el ensayo de fluorescencia de rayos x



**Figura N°33. Dr. Jorge A Bravo Cabrejos Docente de la Universidad Mayor de San Marcos** donde quién es el encargado de realizar el ensayo de fluorescencia de rayos-x