



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“TRATAMIENTO A NIVEL PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ASOCIACIÓN SAN PEDRO DE CHOQUE DEL DISTRITO PUENTE PIEDRA MEDIANTE EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN BIOFILTRO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Antonio Luis Genaro Santillan Mogollon

Asesor:

Dr. Napoleón Jáuregui Nongrados

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

A mis adorados padres, quienes con su amor, apoyo y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir este anhelado sueño, gracias por inculcarme grandes valores. Los llevaré siempre en
mi mente y en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por darme la dicha de tener a una familia maravillosa, quienes siempre depositaron su confianza en mí, dándome el ejemplo de superación y humildad. A ellos y a muchas personas especiales más en mi vida que han contribuido a lograr mis metas. Los amo mucho y espero contar con su apoyo incondicional y valioso para mí siempre.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Realidad Problemática	9
1.2. Marco Teórico.....	11
1.3. Objetivos	21
1.4. Hipótesis general.....	22
1.5. Justificación	22
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	24
2.1. Tipo de Investigación.....	24
2.2. Operacionalización de variables	25
2.3. Población y muestra.....	27
2.4. Unidad de estudio.....	27
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	28
2.6. Aspectos éticos.....	38
CAPÍTULO III. RESULTADOS	39
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
ANEXOS	64
REFERENCIAS	97

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> Eficiencia de remoción de Lombrifiltros	15
<i>Tabla 2</i> Propiedades del soporte - Bagazo de caña.....	17
<i>Tabla 3</i> Composición del agua residual doméstica sin tratar	18
<i>Tabla 4</i> Variable independiente: Biofiltro	25
<i>Tabla 5</i> Variable dependiente: Tratamiento de aguas residuales domésticas.....	26
<i>Tabla 6</i> Coordenadas del punto de monitoreo.....	27
<i>Tabla 7</i> Parámetros de aguas residuales.....	31
<i>Tabla 8</i> Matriz de diseño de biofiltro.....	32
<i>Tabla 9</i> Resultados de tratamiento	33
<i>Tabla 10</i> Materiales de campo, gabinete y software	34
<i>Tabla 11</i> Equipos e instrumentos.....	35
<i>Tabla 12</i> Resultados de caracterización inicial del agua residual doméstica.....	40
<i>Tabla 13</i> Valores promedio de características de las aguas residuales y caudal para el diseño del biofiltro.....	41
<i>Tabla 14</i> Diseño del tanque de almacenamiento de agua residual	42
<i>Tabla 15</i> Diseño de tanque de biofiltración.....	43
<i>Tabla 16</i> Diseño de capas de lechos filtrantes del biofiltro.....	44
<i>Tabla 17</i> Costo de materiales	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del biofiltro.....	28
Figura 2. Check list de condiciones ambientales	30
Figura 3. Diagrama de procesos de diseño y tratamiento de aguas residuales.....	36
Figura 4. Resultados de condiciones ambientales.....	39
Figura 5. Diseño de tanque de almacenamiento agua residual	42
Figura 6. Diseño de lechos filtrantes del biofiltro.....	44
Figura 7. Estructura de soporte de tanque almacenamiento.....	45
Figura 8. Estructura y separadores de capas del biofiltro.....	46
Figura 9. Colocación de accesorios a los sistemas.....	47
Figura 10. Método volumétrico para caudal.....	47
Figura 11. Preparación del lecho de bagazo de caña.....	48
Figura 12. Divisiones con malla raschel.....	49
Figura 13. Colocación de lechos filtrantes.....	49
Figura 14. Resultados de SST registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos	51
Figura 15. Valores de pH registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos.....	52
Figura 16. Valores de temperatura registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos	53
Figura 17. Resultados de Turbidez registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos	54
Figura 18. Resultados de DBO5 registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos	55
Figura 19. Resultados de Coliformes termotolerantes registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos.....	56
Figura 20. Promedio de eficiencia de remoción de biofiltro por parámetro	57

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Caudal</i>	38
<i>Ecuación 2. Eficiencia</i>	56

RESUMEN

La laguna natural por filtración, al que la población lugareña de la Asociación San Pedro de Choque la denomina “Puquio”, a la actualidad viene siendo contaminada; como consecuencia del vertido de aguas residuales domésticas y arrojado de residuos urbanos o municipales, alterando su calidad. El presente estudio de investigación, tuvo como objetivo principal el tratamiento a nivel piloto para agua de Categoría 3 a las aguas residuales de la Asociación San Pedro de Choque del distrito Puente Piedra mediante el diseño e instalación de un biofiltro. Como muestra se extrajo 20Lt de agua residual donde se acopio en un tanque de almacenamiento compuesto por una válvula de paso y una regadera tipo lluvia seguido de un sistema de biofiltración compuesto por lechos filtrantes de lombriz de tierra, bagazo de caña, aserrín, piedra grava y piedra bola con un caudal de 0,10Lt/seg. Los resultados obtenidos fueron óptimos ya que se logró un porcentaje de remoción del 99.99% del parámetro coliformes termotolerantes, 98.04% SST, 89,91% DBO5 y 97.65% Turbiedad. Concluyendo que el biofiltro es eficiente en la remoción de contaminantes presentes en el agua residual superior al 80% cumpliendo con la normativa del ECA Categoría 3 D.S 004-2017-MINAM.

Palabras clave: Laguna natural, biofiltro, remoción, parámetros, fisicoquímicos y microbiológicos, eficiencia.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Descripción del problema

Las aguas residuales, están compuestas por materias orgánicas e inorgánicas que sin tratamiento apropiado constituyen un elevado riesgo para la salud pública y para el ambiente. La ingesta directa de agua por fuentes contaminadas o indirecta a través de alimentos de consumo crudo de tallo bajo regados por aguas residuales o de tallo alto sin tratar o insuficientemente tratadas, así como el contacto con campos regados con aguas residuales insuficientemente tratadas y sin tomar las debidas restricciones, representan un elevado riesgo de infección parasítica (giardiasis, amebiasis, ascariasis), vírica (hepatitis, diarreas por rotavirus) y bacteria (cólera, tifoideas, EDAS en general). (Méndez y Marchán, 2008)

La población de América Latina se encuentra concentrada en ciudades en más de un 80%. Sin embargo, la provisión de agua es insuficiente. Más aun, el 70% de las aguas residuales no tienen tratamiento, lo cual dificulta alcanzar el ciclo del agua, particularmente por el reúso del agua debido a su contaminación. En Perú, solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015. (Larios *et al.*, 2015)

El Perú es la mayor reserva de América Latina, y se ubica entre los 20 países con mayor disponibilidad de agua del mundo. El 65% de la población peruana que habita la costa tiene disponibilidad solo del 1,7% de agua de todo el país. Esto contrasta con la cuenca del Amazonas donde se localiza el 97,7% del agua, y que está disponible para el 30% de la población. (Gonzales *et al.*, 2014)

En el distrito de Puente Piedra, existe una pequeña laguna natural por filtración, al que la población lugareña de la Asociación San Pedro de Choque la denomina “Puquio”. Estas aguas la población la utiliza para varias actividades y en la actualidad por la carencia de agua y desagüe de esta población, las aguas residuales domésticas terminan en esta laguna de manera puntual, con un flujo pequeño; esto ha conllevado a su contaminación, tal es así, que ya no existe biodiversidad en ella. Además, se percibe fuertes olores desagradables y es una fuente potencial infeccioso dado que la población usa estas aguas para preparar sus alimentos y para el aseo personal.

Por la falta de intervención del gobierno local, regional y nacional la población de la Asociación San Pedro de Choque no cuenta con la red de agua y desagüe, lo cual les obliga utilizar un canal para eliminar sus residuos, lo que conlleva en el deterioro de la calidad de vida y a la pérdida de gozar un ambiente sano y al mismo tiempo contribuyen en la contaminación de sus recursos que les rodea. Frente a ello, urge la necesidad de tratar las aguas residuales domésticas de esta población, de lo contrario se estarán expuestos a mayores efectos dañinos a su salud porque convivirán en un medio cada vez más tóxico.

1.1.2. Formulación del Problema

Problema general

¿Es posible tratar para agua de Categoría 3 a nivel piloto las aguas residuales de la Asociación San Pedro de Choque del Distrito Puente Piedra mediante el diseño e instalación de un biofiltro?

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Antecedentes

Internacional

Las aguas residuales domésticas de la comunidad Langos La Nube de Riobamba-Ecuador, fue tratado mediante el uso de un biofiltro tohá a nivel piloto, constituido por capas de piedra bola, grava, aserrín viruta y humus con lombrices de Tierra, logrando obtener un promedio de eficiencia del 65.49 % del tratamiento y agua de Clase 3 en relación a la legislación peruana. (Coronel, 2015)

Las aguas residuales provenientes de la crianza de cerdos en la propiedad de la familia Lima en Cantón Yantzaza, Zamora Chinchipe-Ecuador, fue tratado mediante un sistema natural ecológico de biofiltración, conformado por lombrices, aserrín, viruta y piedra bola, logrando disminuir parámetros físico-químicos y biológicos por debajo de los límites máximos permisibles de esa legislación. (Lima, 2016)

Para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de un camal municipal en Puyo, Provincia de Pastaza-Ecuador, se utilizó como medio filtrante el bagazo de caña de azúcar, logrando una eficiencia del 95% en DBO5, DQO y 65% para SST. Debido a los resultados satisfactorios se determina que el bagazo de caña puede ser utilizado como pretratamiento cumpliendo con los límites máximos permisibles.(Curipallo, 2017)

Se diseño de un sistema alternativo para el tratamiento de aguas residuales urbanas por medio de la técnica de lombrifiltros utilizando la especie Eisenia foetida, cuyo objetivo fue diseñar e implementar un sistema alternativo Tohá, para ello con la utilización del lombifiltro se obtuvieron impactos positivos en la calidad del agua que se vierte a los cuerpos naturales, en conclusión el tratamiento es muy eficiente en remoción de contaminantes y microorganismos

superiores al 90%. En cuanto al PH se mantuvo entre 7 y 7,5 para la adaptación y el mejor funcionamiento de la lombriz. (Ramón *et al.*, 2015)

Para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la curtiembre los tres juanes, provincia de Tungurahua-Ecuador, se utilizó un biofiltro con bagazo de caña. Obteniendo una vez culminado el proceso de filtración a los 90 días, una eficiencia máxima de 93.90% DQO y 70.38% del DBO5 logrando disminuir los valores de contaminación respecto del agua tratada. (Ger, 2017)

Las aguas residuales provenientes del Ministerio de Agricultura, Riobamba-Ecuador, se trató mediante un prototipo biológico conformado por lombrices, aserrín y piedra, logrando la eficiencia en la disminución de Coliformes fecales 94,4% y Demanda Bioquímica de Oxígeno se ha determinado una eficiencia del 87.7%. (Caicedo, 2017)

Nacionales

Las aguas grises domésticas de un sistema de alcantarillado de una vivienda unifamiliar ubicado en la urbanización de José Carlos Mariátegui en el distrito de San Juan de Lurigancho-Lima, fueron evaluadas mediante la aplicación de un sistema de biofiltro como tratamiento secundario conformado por capas de grava mediana, grava pequeña y arena gruesa con una remoción del 96,3% SST, 87,7% turbidez, 71,75% y 69,9% DQO logrando que los resultados del tratamiento sean óptimos para la reutilización de aguas grises domésticas.(Lucas, 2017)

Se determinó la eficiencia de un biofiltro conformado por capas de arena gruesa, grava, aserrín y lombrices de tierra en el tratamiento de aguas residuales domésticas provenientes de la CITRAR-Universidad Nacional de Ingeniería con fines de riego de vegetales, logrando obtener una remoción de 89% turbiedad, 40% SST, 89,69% Aceites & grasas, 88,57 % DBO5

y 99,99% coliformes termotolerantes cumpliendo con los parámetros aceptables de agua categoría 3 de la legislación peruana. (Loro, 2018)

Las aguas residuales domésticas provenientes de la Ciudad de Bagua-Amazonas, fue tratado mediante un biofiltro conformado por estratos de bolones, grava, aserrín, tierra, compost y lombriz de tierra, logrando obtener un porcentaje promedio de remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del 73%. (Acuña y Reyes, 2017)

Se determinó la eficiencia del sistema lombrifiltro empleando a la especie Eisenia foétida en la remoción de nutrientes de las aguas residuales domésticas del afluente CITRAR FIA- Universidad Nacional de Ingeniería , logrando porcentajes de remoción de DBO5 84.25%, la remoción de la DQO fue 57.32%, y la remoción de SST totales fue 95.15%, concluyendo que el lombrifiltro puede considerarse como alternativa tecnológica para el tratamiento secundario. (Giron, 2018)

Se empleo el sistema de Lombifiltro compuesto con estratos filtrantes de aserrín, grava, humus y lombrices en la depuración de DBO5 Y DQO de las aguas residuales domésticas del Distrito de Moche-Trujillo, logrando obtener de remoción de 83.87% en DBO5 y 72.43% en DQO. (Yomira, 2017)

Se utilizó el Sistema Tohá conformado por lombrices de tierra, aserrín, antracita y piedra de río de las aguas residuales de la Universidad Cesar Vallejo, logrando ser efectivo en un 25.10% en la remoción de DBO5; 22.68% en la remoción de DQO; 44.74% en remoción de Solidos Suspendidos Totales (SST); reducción de 0.9 unidades de pH (acidez); y 4.6 unidades de grados de Temperatura por lo que, se considera un sistema ecológico para el tratamiento de aguas servidas domésticas que pueden ser reusadas en agricultura y en la industria, por sus bajos costos de implementación, operación y mantenimiento. (Paico, 2017)

1.2.2. Marco conceptual

Aspecto ambiental

Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente. Por tanto, un aspecto ambiental es aquello que una actividad, producto o servicio genera (en cuanto a emisiones, vertidos, residuos, consumos, etc) que tiene o puede tener incidencia sobre el medio ambiente, entendido este como el medio natural receptor de los aspectos ambientales, incluyendo los seres vivos.(Peña, 2007)

Mediante la herramienta denominada lista de chequeo se optimizará la identificación de aspectos relevantes en la evaluación ambiental, mejorando así el proceso de identificación y priorización de los impactos ambientales y sociales más relevantes. (Senace, 2017)

Sistema Tohá o biofiltro

La tecnología consiste en un filtro percolador compuesto por diferentes lechos filtrantes y por lombrices de la especie *Eisenia Foetida*. El agua servida es rociada por medio de un sistema de distribución sobre el filtro. Al migrar el agua a través del filtro, se va quedando retenida la materia orgánica en éste, la que posteriormente es consumida por las lombrices, quienes la convierten en humus y materia corporal de las mismas. En conjunto con las lombrices, se genera una rica flora bacteriana que también consume materia orgánica. (Manantial ambiental S.A, 2017)

Características del sistema Tohá

El funcionamiento de este sistema fue estudiado y creado por el Profesor Jorge Tohá y se basa en el metabolismo de las lombrices, las cuales son capaces de degradar la materia orgánica afluyente (aguas servidas crudas) liberando así nutrientes al medio. Además, estas mismas son las encargadas de producir un ambiente aerobio mediante los caminos o zurcos que realizan a

lo largo de los lechos y la tendencia a la colmatación es controlada por las propias lombrices que se alimentan de la zooglea. (Rodríguez, 2011)

Tabla 1

Eficiencia de remoción de Lombrifiltros

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO5	mg/L	95
Solidos Suspendidos	mg/L	95
Nitrógeno	mg/L	60
Fosforo	mg/L	70
Coliformes Fecales	om	1

Fuente: www.lombifiltro.cl

Capas del Biofiltro

El Biofiltro está compuesto de un medio filtrante y un soporte con varias capas de diferentes materiales. El medio filtrante es la capa superior compuesta de material orgánico, en este caso humus, en el cual habitan en gran cantidad lombrices rojas y microorganismos que digieren la materia orgánica retenida en esta capa, dejando al agua sin sus principales contaminantes. El soporte consta de dos capas, la primera de viruta que se encuentra a continuación de la capa de humus, y, la segunda que está formada de piedras de mediano tamaño asentadas sobre un falso fondo. Esta última capa provee soporte y aireación al sistema asegurando la permeabilidad del Biofiltro. (Carmona, 2010)

Piedra bola y grava

Son piedras extraídas del río de forma esférica a causa de la erosión del paso constante del agua. Estas piedras son usadas para la decoración y construcción de viviendas, sin embargo, también son usadas para el tratamiento de aguas como uno de los estratos filtrantes pues poseen

una superficie de contacto que genera una biopelícula en donde se acumulan microorganismos que se adhieren con mayor firmeza conforme se reproducen las bacterias. (Cevallos, 2015)

Aserrín

El aserrín es el conjunto de partículas o polvillo que se desprende de la madera cuando ésta es aserrada; también contiene minúsculas partículas de madera producidas durante el proceso y manejo de la misma, paneles contrachapados y/o aglomerados. Además del polvo, en el proceso de aserrado se genera la viruta, que es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral. (Serret *et al.*, 2016)

Materia Orgánica

Se considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como un continuo de compuestos heterogéneos con base de carbono, que están formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos en continuo estado de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente, del conjunto de microorganismos vivos y muertos y de animales pequeños que aún faltan descomponer. (Melendez y Soto, 2003)

Lombriz roja Californiana (*Eisenia Foetida*)

La lombriz de tierra pertenece al grupo de los invertebrados anélidos, que tienen el cuerpo formado por numerosos anillos. Tiene un sistema muscular muy desarrollado, por medio del cual puede ejecutar movimientos en todos los sentidos. No posee ojos, pero sí unas células especiales distribuidas a lo largo de su cuerpo que son muy sensibles a la luz. Le perjudica tanto la falta como el exceso de humedad. La lombriz roja, cuando es adulta, mide de 5 a 6 centímetros, su diámetro oscila entre 3 y 5 milímetros, es de color rojo oscuro y pesa aproximadamente un gramo. (Fuentes Yagüe, 1987)

Bagazo de Caña de Azúcar

El bagazo es el residuo fibroso que queda de la caña después de pasar por el trapiche donde se extrae su jugo, con el cual se elabora el azúcar. La cantidad y la composición química del bagazo varía de acuerdo con diversos factores, entre ellos, el tipo de caña, el tipo de suelo y las técnicas de cosecha, al salir del proceso de molienda, el bagazo tiene aproximadamente el 30% de la masa de la caña y una humedad alrededor del 50%. (Quilligana, 2018)

El bagazo de caña es un material orgánico, poroso, que como características básicas presenta: una buena capacidad de retención de agua, un pH neutro, un bajo costo y además una capacidad de adsorción de H₂S. (Chávez *et al.*, 2004)

Tabla 2

Propiedades del soporte - Bagazo de caña

Propiedad	Bagazo
Densidad aparente	7.3
Densidad real	65.0
Porosidad	136.8
Contenido de agua	30
Materia orgánica	70
Azufre total	64.3
Fosforo soluble	-
Carbono total	30.5
Nitrógeno total	4.27
Relación C/N	7.14
Tamaño Promedio de las partículas	28.0

Fuente: Chávez *et al.*, (2011), pp.7-15

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)

Tabla 3

Composición del agua residual doméstica sin tratar

Contaminante	Unidad	Concentración		
		Baja*	Media*	Alta*
Sólidos totales (ST)	mg/L	390	720	1230
Sólidos disueltos totales (SDT)	mg/L	270	500	860
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	120	210	400
Sólidos sedimentables (SS)	mg/L	5	10	20
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	110	190	350
Carbono Orgánico Total (COT)	mg/L	80	140	260
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	250	430	800
Nitrógeno (como nitrógeno total)	mg/L	20	40	70
Orgánico	mg/L	8	15	25
Amoníaco	mg/L	12	25	45
Nitritos	mg/L	0	0	0
Nitratos	mg/L	0	0	0
Fosforo total	mg/L	4	7	12
Cloruros	mg/L	30	50	90
Sulfatos	mg/L	20	30	50
Grasas y Aceites	mg/L	50	90	100
Coliformes totales	NMP/100ml	$10^6 - 10^8$	$10^7 - 10^9$	$10^7 - 10^{10}$
Coliformes fecales	NMP/100ml	$10^3 - 10^5$	$10^4 - 10^6$	$10^5 - 10^8$

Fuente: Metcalf y Eddy (2004)

Tratamiento de las Aguas residuales

La meta del tratamiento de aguas residuales nunca ha sido producir un producto estéril, sin especies microbianas, sino reducir el nivel de microorganismos dañinos a niveles más

seguros de exposición, donde el agua es comúnmente reciclada para el riego o usos industriales.

Al escoger la tecnología apropiada de tratamiento, deben considerarse cierto número de factores, incluyendo la cantidad y composición de la corriente de residuos, los estándares del efluente, opciones indicadas de uso y desecho, opciones de pretratamiento industrial; y, factibilidad de funcionamiento (es decir, inquietudes económicas y técnicas). (Reynolds, 2002)

Clasificación de las Aguas residuales

Aguas residuales domésticas

De manera específica, las aguas residuales domésticas hacen referencia a aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.), consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares. (Díaz Cuenca *et al.*, 2012)

Aguas residuales industriales

Proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales. (García y Pérez, 2010)

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)

Parámetros Físicoquímicos en las mediciones de la calidad de agua

DBO5

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se define usualmente como la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias durante la estabilización de la materia orgánica susceptible de descomposición, en condiciones aerobias. El parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado, aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales, es la DBO a cinco días (DBO5). (Sierra, 2001)

Turbidez

Es el efecto óptico que se origina al dispersarse o interferirse el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra de agua, a causa de las partículas minerales u orgánicas que el líquido puede contener en forma de suspensión; tales como micro organismos, arcilla, precipitaciones de óxidos diversos, carbonato de calcio precipitado, compuestos de aluminio, etc. (Ávila y Silva, 2010)

Potencial de Hidrógeno (pH)

En general para la mayoría de los usuarios regulares el pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio presente en determinadas disoluciones. (Vásquez y Rojas, 2016)

Temperatura

La temperatura es una de las medidas más comunes en la vida diaria. En el contexto de calidad de agua, la temperatura puede proveer un indicio de las condiciones de vida para plantas acuáticas y animales. Las temperaturas templadas se consideran generalmente benéficas para el crecimiento de la población acuática. (Hanna instruments, 2010).

Sólidos Suspendidos Totales

Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a suministro de varias maneras.(DIGESA, 2008).

Parámetros Microbiológicos en las mediciones de la calidad de agua

Coliformes Termotolerantes

Los coliformes termotolerantes son los microorganismos coliformes capaces de fermentar la lactosa a 45 °C. Esta bacteria se encuentra en el excremento humano y de otros animales de sangre caliente entrando por el medio de desecho directo de mamíferos y aves, entre otros. También pueden originarse en aguas provenientes de efluentes industriales, materiales vegetales en descomposición y suelo. (Arce y Leiva, 2009).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Tratar a nivel piloto para agua de Categoría 3 a las aguas residuales de la Asociación San Pedro de Choque del distrito Puente Piedra mediante el diseño e instalación de un biofiltro.

1.3.2. Objetivos específicos

- Conocer las condiciones ambientales de la Asociación San Pedro de Choque del distrito Puente Piedra con respecto a sus aguas residuales domésticas.
- Determinar las características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas residuales de la Asociación San Pedro de Choque del distrito Puente Piedra.

- Diseñar un biofiltro a base de lombrices y bagazo de caña que permita obtener aguas de acuerdo a los estándares de calidad Categoría 3.
- Instalar el biofiltro diseñado para tratar a nivel piloto las aguas residuales de la Asociación San Pedro de Choque del Distrito Puente Piedra.
- Tratar las aguas residuales domésticas de la Asociación San Pedro de Choque del Distrito Puente Piedra a Categoría 3 con uso del biofiltro instalado.

1.4. Hipótesis general

El tratamiento a nivel piloto para agua de Categoría 3 de las aguas residuales domésticas de la Asociación San Pedro de Choque del Distrito Puente Piedra es posible mediante el diseño e instalación de un biofiltro.

1.5. Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica:

La relevancia social del proyecto permitió a los pobladores de la asociación de San Pedro de Choque en Puente Piedra, que muchos de ellos son agricultores y ganaderos conocer la eficiencia del biofiltro en el tratamiento sostenible de las aguas residuales domésticas, con el propósito de que estas puedan ser usadas para el sector agrícola o áreas verdes cumpliendo con los estándares nacionales de calidad.

Asimismo, teóricamente la presente investigación se desarrolla con el fin de que pueda generar información sobre el diseño, instalación y eficiencia de un tratamiento biológico como lo es un biofiltro, usando la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) y el bagazo de caña de azúcar en el tratamiento de las aguas residuales domésticas proveniente de la asociación de San Pedro de Choque ubicado en el distrito de Puente Piedra. Cabe recalcar que no hay estudios de evaluación de calidad de dichas aguas, por lo que se genera una línea base para futuras investigaciones.

Esta investigación se justifica de forma práctica, porque existe la necesidad de diseñar e instalar sistemas alternativos sostenibles e innovadores que sean eficientes y económicos como lo es un biofiltro a base de lechos filtrantes orgánicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la asociación de San Pedro de Choque, más aún si estos cuerpos de agua sirven como fuente de abastecimiento a zonas rurales alejadas.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1. Tipo de Investigación

Para el desarrollo del presente trabajo se delimitó los tipos de investigación a los que se refiere, los cuales se detallan a continuación.

a) Según el propósito

Se realizó una investigación aplicada, en sentido que se busca diseñar e instalar un biofiltro de lombriz y bagazo de caña como tratamiento a nivel piloto de aguas, a bajo costo y eficaz. La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. (Lozada, 2014)

b) Según la naturaleza de datos

Se utilizó una investigación cuantitativa, debido a que se realizó una caracterización del cuerpo hídrico antes y después de instalar el biofiltro. Donde se obtuvo datos cuantificables que se analizó y posterior a ello se empleó el análisis estadístico. Según el modelo “racionalista” o cuantitativo, la ciencia surge como una necesidad del ser humano por aprender sobre los fenómenos que ocurren a su alrededor y sus relaciones de causa y efecto, con el fin de poder interferir en ellos o utilizar este conocimiento a su favor. (Ugalde y Balbastre, 2013)

c) Según la manipulación de variables

Se realiza un estudio experimental debido a que se manipuló variables identificadas en el presente estudio, como los parámetros del agua residual doméstica, los cuales se analizarán antes y después de la implementación del biofiltro. Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control. (Hernández Sampieri *et al.*, 2014)

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 4

Variable independiente: Biofiltro

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Biofiltro	Un biofiltro es también conocido como filtro biológico, que elimina compuestos contaminantes en los efluentes, además, de ser económico y contribuye con el cuidado ambiental. (Tapia y Villavicencio, 2007)	El sistema de Biofiltro cuenta con componentes dentro del cual se pueden identificar 5 capas de lechos filtrantes como: la materia orgánica, lombriz <i>Eisenia foetida</i> , aserrín, grava, piedra bola y bagazo de caña, además de contar con un tanque de almacenamiento donde por gravedad circula el agua.	Concentraciones de estratos filtrantes del tratamiento	% Eficiencia en remoción: $\Delta C = (C_i - C_f) / C_i \times 100\%$	De Razón

Fuente: Propia

Tabla 5

Variable dependiente: Tratamiento de aguas residuales domésticas

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	
Tratamiento de aguas residuales domésticas	El tratamiento de las aguas residuales es una cuestión prioritaria a nivel mundial, ya que es importante disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente, lo que permitirá una mejora del ambiente, la salud y la calidad de vida. (Romero <i>et al.</i> , 2009)	Proceso técnico que sirve para mejorar la calidad de los cuerpos hídricos para su reaprovechamiento con otros propósitos.	Parámetros físico-químicos	pH	De intervalos	
				Cantidad de DBO5	De intervalos	—
				Turbidez	De intervalos	—
				Temperatura (°C)	De intervalos	—
				Sólidos suspendidos totales	De intervalos	—
			Parámetros biológicos	Coliformes Termotolerantes	De intervalos	—

Fuente: Propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población de la presente investigación es las aguas residuales domésticas del único canal de la asociación San Pedro de Choque de Puente Piedra.

2.3.2. Muestra

De la población antes citada, se considera 01 muestra de 20 litros de agua residuales.

2.4. Unidad de estudio

La unidad de estudio está ubicada como se describe a continuación:

País: Perú

Región: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Puente Piedra

Tabla 6

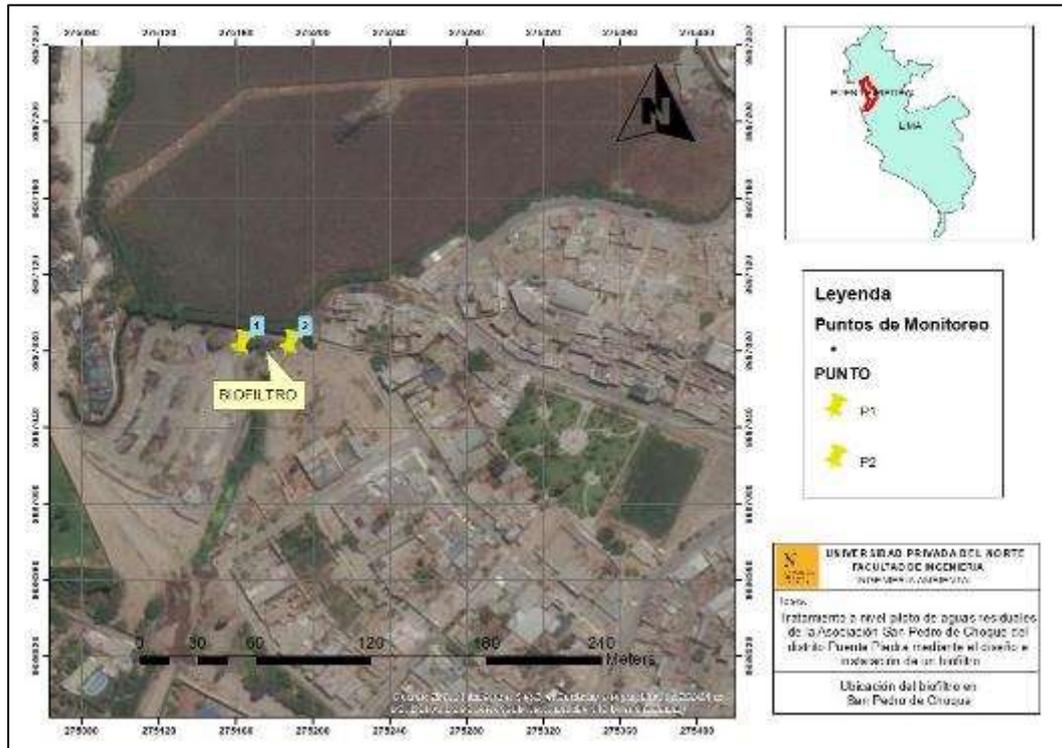
Coordenadas del punto de monitoreo

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
X	275162
Y	8687083
ZONA	18 S

Fuente: Propia

Figura 1

Mapa de ubicación del biofiltro



Fuente: Propia

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.5.1. Técnicas

Las técnicas que se aplicaron fueron:

- La observación

La observación es un procedimiento que ayuda a la recolección de datos e información y que consiste en utilizar los sentidos y la lógica para tener un análisis más detallado en cuanto a los hechos y las realidades que conforman el objeto de estudio; es decir, se refiere regularmente a las acciones cotidianas que arrojan los datos para el observador.

(Campos y Lule, 2012)

- **Ensayos de Laboratorio**

El ensayo es la determinación de una o más características de un objeto de evaluación de la conformidad, de acuerdo con un procedimiento. El término ensayo/prueba, se aplica en general a materiales, productos o procesos. (ISO/IEC 17000, 2020)

- **Revisión documental**

Las Técnicas de investigación documental se aplican a algunos tipos de documentos (generalmente a textos: libros, artículos en revistas, reportes de entrevistas, notas de clase, registros de observación directa). (Rojas, 2011)

- **Pruebas de tratamiento**

El tratamiento de las aguas residuales es una cuestión prioritaria a nivel mundial, ya que es importante disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente, lo que permitirá una mejora del ambiente, la salud y la calidad de vida. (Ramón *et al.*, 2015)

Para que el tratamiento de aguas residuales sea efectivo, se deben conocer primeramente las propiedades químicas y físicas del agua a tratar. (Lorenzo, 2006)

2.5.2. Instrumentos de recolección

El instrumento de medición es un recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente. (Hernández Sampieri *et al.*, 2014)

Check list de condiciones ambientales

Para la técnica de observación, se utilizó el instrumento check list de reconocimiento ambiental, el mismo que se presenta en la figura 2, cuya validación se adjunta el acta con las firmas de tres profesionales (Ver anexo 2). Para conocer las condiciones ambientales de la asociación San Pedro de Choque respecto de sus aguas residuales, se empleó el siguiente formato.

Figura 2

Check list de condiciones ambientales

FORMATO CHECK LIST – CONDICIONES AMBIENTALES	
Localización del lugar:	Fecha:
Inspector:	Hora:

N°	Criterios	Si	No
1	¿Se ha incrementado los malos olores en la Asociación San Pedro de Choque?		
2	¿Los malos olores están relacionados con el vertimiento de aguas residuales en el único canal que posee la Asociación San Pedro de Choque?		
3	¿Existe contaminación causada por basura de hogares o por aguas servidas alrededor de la toma de agua (presencia de letrinas, animales, viviendas, basuras domésticas, etc)?		
4	¿Existe riesgo de contaminación causada por productos químicos o residuos alrededor de la toma de agua por actividades industriales, agrícolas, artesanales, etc.?		
5	¿Las viviendas de la Asociación San Pedro de Choque cuentan con alcantarillado?		
6	¿Los pobladores ingieren aguas de fuentes dudosas?		
7	¿Los pobladores conocen que las aguas no tratadas constituyen uno de los mayores riesgos para la salud, puesto que son principal medio de difusión de muchas enfermedades infecciosas?		
8	¿Se presentan con frecuencia problemas gastrointestinales en la población?		
9	¿El vertimiento de las aguas residuales ha degradado la vegetación en la zona?		
10	¿En la zona se impulsan buenas prácticas ambientales para evitar la contaminación del agua?		
11	¿La población conoce suficientes medidas para evitar la contaminación provocada por las aguas residuales domésticas?		
12	¿Se han realizado monitoreos de la calidad de agua en esa zona?		
13	¿Los pobladores conocen la existencia de algún proyecto para el manejo o tratamiento de aguas residuales en la Asociación San Pedro de Choque?		

Observaciones

Fuente: Propia

Metodología de análisis de laboratorio

Para la técnica de ensayos de laboratorio, se trabajó con el laboratorio Environmental Testing Laboratory S.A.C, el cual utilizó los instrumentos y metodología que se detallan en la tabla 7. Se realizó los análisis físicos, químicos y biológicos del agua residual doméstica antes y después del tratamiento mediante la siguiente metodología.

Tabla 7

Parámetros de aguas residuales

PARÁMETROS	METODOLOGÍA
pH	pH Value. Electrometric Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd. Ed. 2017
Turbidez	Turbidity. Nephelometric Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd. Ed. 2017
Solidos totales suspendidos	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd. Ed. 2017
DBO5	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test SMEWW-APHA-AWWA-WEF 5210 B, 23rd. Ed. 2017
Coliformes termotolerantes	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 23rd Edition 2017

Fuente: Cotización Environmental Testing Laboratory S.A.C

Matriz de diseño de biofiltro

Para la técnica revisión documental, se utilizó el instrumento matriz de diseño de biofiltro, el mismo que se muestra en la tabla 8, cuya validación se adjunta el acta con las firmas de tres profesionales (Ver anexo 2).

Tabla 8

Matriz de diseño de biofiltro

Referencia	Medidas del biofiltro			Capas del biofiltro			
	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4
(Herrera y Rey, 2018)	22	12	0.6	Arena peña de 5cm	Capa superior: 30 cm de arena	Capa intermedia: 10 cm de grava fina ½ pulgada	Capa del fondo: 10 cm de grava gruesa ¾ pulgada
(Coronel, 2015)	1.2	2	1.5	Capa de piedra bola + piedra grava de 7.8 cm	Capa de Aserrín de 10cm	Capa de viruta de 6 cm	Capa de humus + lombriz de tierra de 2cm
(Caicedo, 2017)	1.6	0.45	0.25	Piedra de diferentes Dimensiones de 15cm	Grava de 13 cm	Agave filifera de 13cm	Eisenia foetida + aserrín de 26cm
(Loro, 2018)	1	0.50	0.50	Piedra bola+ piedra grava >20mm	Arena	Malla raschel, para evitar el paso de las lombrices a los otros estratos	Estiercol de vaca + lombriz eisenia foetida
(J. Acuña & Reyes, 2015)	0.75	0.50	0.75	Piedras bolas de 15cm	Grava de 10 cm	Aserrín 10cm	15 cm de compost + lombriz roja californiana
(Lima, 2016)	1.62	0.60	0.35	0.15 m de piedra bola	0.10m de grava ¾	0,05 m de arena fina	0.20 m de materia orgánica

Fuente: Propia

Matriz de seguimiento reporte de laboratorio

Para la técnica pruebas de tratamiento, se utilizó el instrumento matriz de seguimiento reporte de laboratorio, el mismo que se detalla en la tabla 9, cuya validación se adjunta el acta con la firma de tres profesionales (Ver anexo 2). Una vez obtenido los resultados de los análisis del laboratorio, se utilizó el siguiente formato.

Tabla 9

Resultados de tratamiento

ENSAYOS	PUNTOS DE MONITOREO	PARÁMETROS	RESULTADOS	
			AFLUENTE	EFLUENTE
E-N°1	2	DBO5		
E-N°1	2	TURBIDEZ		
E-N°1	2	COLIFORMES TERMOTOLERANTES		
E-N°1	2	SST		
E-N°1	2	TEMPERATURA		
E-N°1	2	PH		
E-N°2	2	DBO5		
E-N°2	2	TURBIDEZ		
E-N°2	2	COLIFORMES TERMOTOLERANTES		
E-N°2	2	SST		
E-N°2	2	TEMPERATURA		
E-N°2	2	PH		

Fuente: Propia

2.5.3. Análisis de datos

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2016 para la representación estadística, en este caso del resultado de los análisis de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua tratada.

2.5.4. Materiales, equipos e instrumentos

Para el presente trabajo de investigación se utilizó los siguientes materiales, equipos e instrumentos.

Tabla 10

Materiales de campo, gabinete y software

Materiales de campo		
Materiales	Cantidad	Unidad
Guantes	1	caja
Mascarilla	1	caja
Cooler	1	Unidad
Ice Pack	5	Unidad
Jabón líquido	100	ml
Botas	1	Unidad
Frascos para recolección de muestras	8	Unidad
Guardapolvo	1	Unidad
Materiales de gabinete		
Libreta de apuntes	1	Unidad
Lápiz	2	Unidad
Lapiceros	2	Unidad
Impresora	1	Unidad
Papel bond	1	paquete
Borrador	1	Unidad
Software		
Arc Gis 10.3	1	Unidad
Microsoft Visio Document.	1	Unidad
Office 2016 (Word, Excel Power Point)	1	Unidad
AutoCAD 2020	1	Unidad

Fuente: Propia

Tabla 11

Equipos e instrumentos

Instrumentos		
Instrumentos	Cantidad	Unidad
Multiparámetro Hach HQ 40d	1	Unidad
Tijera	1	Unidad
Vaso precipitado	3	ml
Agua destilada	1	ml
Equipos		
Calculadora científica	1	Unidad
Laptop Hp	1	Unidad
Cámara digital	1	Unidad

Fuente: Propia

2.5.5. Procedimiento

Para el desarrollo de las actividades se realizó los siguientes pasos establecidos.

- **Primera etapa**

Se realizó visitas al lugar de estudio, en este caso al puquio de San Pedro de Choque donde los pobladores utilizan estas aguas para sus actividades cotidianas y se aplicó un check list de condiciones ambientales, con la finalidad de conocer los aspectos ambientales y los recursos que se ven afectados producto de las malas prácticas de los pobladores y el abandono de las autoridades en dicha zona.

- **Segunda etapa**

Para la elección de las muestras, se tuvo en cuenta el único canal donde las aguas residuales terminan de manera puntual generando focos infecciosos y mal olor.

Para la toma de muestras de los parámetros Coliformes termotolerantes, DBO5, turbidez y SST se tomó en cuenta la Resolución Jefatural N° 010- 2016-ANA “Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales”, estas

muestras fueron rotuladas y llevadas al laboratorio Environmental Testing Laboratory S.A.C., el cual es un laboratorio ambiental acreditado por INACAL-DA y ante el IAS (International Accreditation Service) bajo la Norma NTP-ISO/IEC 17025. Mientras que los parámetros de campo como pH y temperatura se analizaron in situ con el multiparámetro HACH HQ 40D previamente calibrado.

Figura 3

Diagrama de procesos de diseño y tratamiento de aguas residuales



Nota. El grafico representa el diagrama de flujo del procedimiento en el sistema de biofiltración. Tomado de (Loro, 2018).

- Tercera etapa

Basado en la calidad de las aguas residuales y tomando en cuenta la literatura de diseño del biofiltro, se diseñó el mismo utilizando distintos materiales para mejores resultados, monitoreando siempre el proceso. A continuación, se detallan:

- El módulo experimental será de acrílico de 50cm x 20cm
- 10 cm de piedra bola #3 (3 cm de grosor)
- 10 cm de residuos de bagazo de caña

- 5 cm de grava #2 (1.5 cm de grosor)
 - 10 cm de aserrín + viruta de pino
 - 15 cm de Materia orgánica + Lombriz *Eisenia Foetida*
 - Malla tipo raschell
- **Cuarta etapa**

Una vez diseñado el biofiltro, se construyó el mismo con material de acrílico, en cada separación se colocó un divisor de 18.9 cm de diámetro del mismo material con agujeros de 0.5 mm para darle soporte al sistema y favorecer el proceso de aireación del sistema, de manera que por gravedad el agua residual pueda pasar por los distintos lechos y así obtener agua tratada.

- **Quinta etapa**

El biofiltro construido se instaló junto con un tanque de plástico de capacidad de 20Lt donde se almaceno el agua residual que por gravedad fluyó hacia el sistema de biofiltración. Seguido de las capas de estratos filtrantes ya mencionadas partiendo de la base por la piedra grava, seguido de la piedra bola, se continuo con los residuos de bagazo, tener en cuenta que para una mayor efectividad del bagazo de caña pasó por un proceso de lavado y secado. Una vez seco, se le fragmentó en fibras de 0.5 cm. Cabe recalcar que el bagazo de caña azúcar se consiguió de las actividades de molienda de los vendedores de jugo de caña de la Urb. Pro-Los Olivos. Por último, se colocó una capa de aserrín con viruta y en la superficie 2 kg de lombriz aclimatada, la cual se adquirió de un criadero de lombrices en el distrito de comas.

- **Sexta etapa**

Se ejecuto las pruebas de tratamiento con el biofiltro instalado hasta lograr aguas de Categoría 3. El caudal de ingreso al sistema de biofiltración fue de 0,10 Lt/seg.

Para la medición del caudal se utilizó el método volumétrico empleando la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Ecuación 1. Caudal.

2.6. Aspectos éticos

En la presente investigación se está considerando los aspectos éticos pertinentes en cuanto a la citación adecuada de fuentes, utilizando los formatos aprobados por UPN. En ese sentido, también se presentan datos fidedignos, confiables y ajustados a la investigación de campo. No se manipularán los resultados, sino se respetará los obtenidos según los hallazgos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Reconocimiento ambiental de la Asociación San Pedro de Choque del distrito Puente Piedra con respecto a sus aguas residuales domésticas.

Se evaluaron los aspectos ambientales de la asociación San Pedro de Choque respecto de sus aguas residuales domésticas, teniendo en cuenta los criterios descritos en el check list como se detalla en la Figura 4.

Figura 4

Resultados de condiciones ambientales

FORMATO CHECK LIST – CONDICIONES AMBIENTALES			
Localización del lugar: SAN PEDRO DE CHOQUE		Fecha: 01/09/2021	
Inspector: ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON		Hora: 10:00 AM	
Nº	Criterios	Si	No
1	¿Se ha incrementado los malos olores en la Asociación San Pedro de Choque?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Los malos olores están relacionados con el vertimiento de aguas residuales en el único canal que posee la Asociación San Pedro de Choque?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Existe contaminación causada por basura de hogares o por aguas servidas alrededor de la toma de agua (presencia de letrinas, animales, viviendas, basuras domésticas, etc)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Existe riesgo de contaminación causada por productos químicos o residuos alrededor de la toma de agua por actividades industriales, agrícolas, artesanales, etc.?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	¿Las viviendas de la Asociación San Pedro de Choque cuentan con alcantarillado?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	¿Los pobladores ingieren aguas de fuentes dudosas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	¿Los pobladores conocen que las aguas no tratadas constituyen uno de los mayores riesgos para la salud, puesto que son principal medio de difusión de muchas enfermedades infecciosas?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	¿Se presentan con frecuencia problemas gastrointestinales en la población?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	¿El vertimiento de las aguas residuales ha degradado la vegetación en la zona?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	¿En la zona se impulsan buenas prácticas ambientales para evitar la contaminación del agua?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	¿La población conoce suficiente medidas para evitar la contaminación provocada por las aguas residuales domésticas?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	¿Se han realizado monitoreos de la calidad de agua en esa zona?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	¿Los pobladores conocen la existencia de algún proyecto para el manejo o tratamiento de aguas residuales en la Asociación San Pedro de Choque?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Observaciones			
<p>En campo se pudo visualizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pobladores utilizan el agua para el lavado de ropa. - En la toma de muestra aguas abajo se evidenció presencia de residuos y desechos. 			

3.2. Determinación de las características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas residuales de la Asociación San Pedro de Choque del distrito Puente Piedra.

Previo al tratamiento de las aguas residuales domésticas mediante el sistema de biofiltración, se realizó la caracterización de las mismas las cuales se midieron en campo y otras se trasladaron al laboratorio Envirotest como se muestra en la Tabla N° 12.

Tabla 12

Resultados de caracterización inicial del agua residual doméstica

Resultados de línea base			
Parámetros físico químicos	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio
DBO5	3987 mg DBO/L	558 mg DBO/L	2275.5 mg DBO/L
Turbidez	83.3 NTU	19 NTU	51.15 NTU
Sólidos totales suspendidos	512 mg STS/L	304 mg STS/L	408 mg STS/L
pH	7.62	7.54	7.58
Temperatura	20.2 °C	21.7 °C	21 °C
Parámetros microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	140000	4600000	2370000
	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml

3.3. Diseño de un biofiltro a base de lombrices y bagazo de caña que permita obtener aguas de acuerdo a los estándares de calidad Categoría 3.

El diseño del biofiltro, se realizó de acuerdo a lo planificado en el capítulo del método, esto es considerando la Tabla N°12 y el caudal de 0.10 Lt/seg, el cual se calculó usando el método volumétrico.

Tabla 13

Valores promedio de características de las aguas residuales y caudal para el diseño del biofiltro

Muestra	Caudal	Parámetros físicos iniciales			Parámetros químicos iniciales		Parámetro microbiológico inicial
		Temperatura	Turbidez	SST	DBO5	pH	Coliformes Termotolerantes
20 Lt	0.10 Lt/seg	21 °C	51.15 NTU	408mg/L	2275.5mg/L	7.58	2370000NMP/100ml

Tomando en cuenta los valores promedio de características de las aguas residuales y el caudal, se diseñó el biofiltro considerando las siguientes etapas que se detallan en las Tablas N°14,15 y 16.

- **Etapas 1. Diseño de tanque de almacenamiento**

Para determinar el volumen de llenado del tanque, se tuvo en cuenta la fórmula empleada por (Coronel, 2015), cuyo cálculo se adjunta (Ver anexo 3). El tanque sirve para alimentar de agua residual al biofiltro, el cual es de material de polietileno de alta densidad y está compuesto por una tubería de pvc de ½ pulgada, un multiconector con válvula para controlar la salida del caudal de ingreso, un codo de pvc de 90° y una regadera redonda tipo lluvia todos ubicados de manera vertical. En cuanto a las dimensiones del tanque de

almacenamiento, la altura fue de 34 cm, el radio mayor de 15.2 cm y el radio menor de 12.6 cm, como se detalla en la Tabla N° 14.

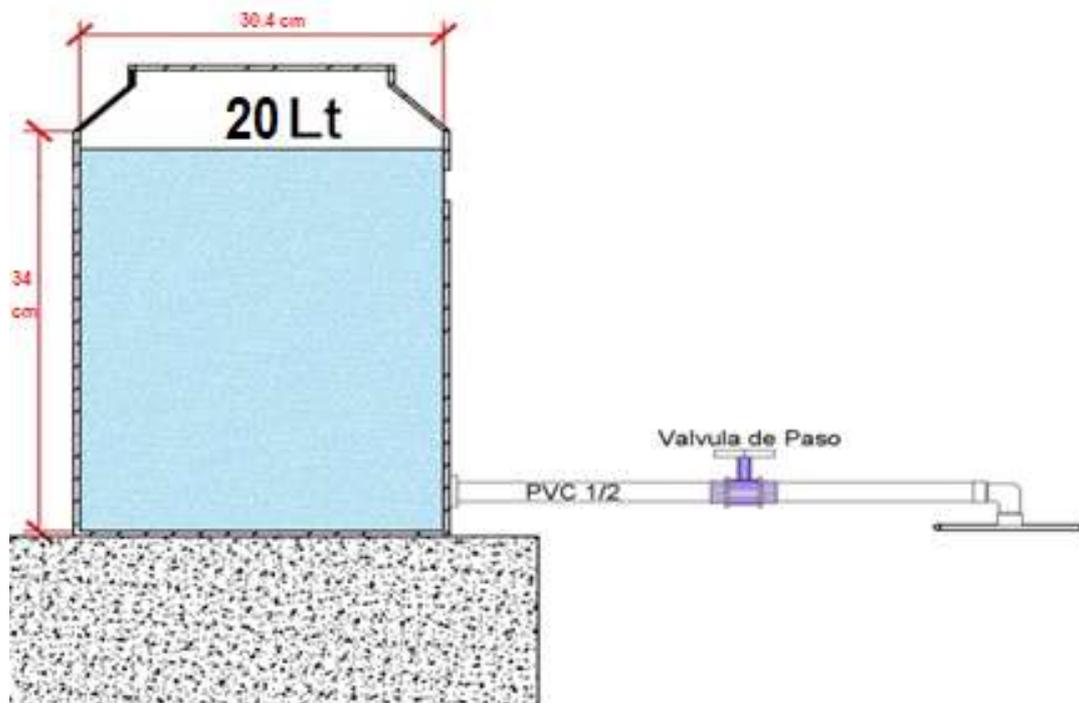
Tabla 14

Diseño del tanque de almacenamiento de agua residual

Descripción	Medidas en cm	Medidas en metros
Diámetro mayor	30.4 cm	0.304 mt
Diámetro menor	25.2 cm	0.252 mt
Altura	34 cm	0.34 mt
Radio mayor	15.2 cm	0.152 mt
Radio menor	12.6 cm	0.126 mt

Figura 5

Diseño de tanque de almacenamiento agua residual



- **Etapa 2. Diseño de sistema de biofiltración**

El sistema de filtración esta hecho de material de acrílico con un espesor de 4 mm, el cual está compuesto de 4 capas. Cada una dividida por un separador de acrílico de 18.9 cm de diámetro con perforaciones internas de 0.5 mm, esto para contribuir a la aireación del sistema. Al final del biofiltro cuenta con 2 grifos de agua de pvc por donde saldrá el agua residual tratada, cuyo cálculo se adjunta (Ver anexo 3).

Tabla 15

Diseño de tanque de biofiltración

Descripción	Medidas en cm	Medias en metros
Altura	50 cm	0.5 m
Ancho	20 cm	0.2 m
Largo	18 cm	0.18 m
Divisores de capas de acrílico	14 agujeros de 0.5 mm	

- **Etapa 3. Diseño de lechos filtrantes de biofiltro**

Para la distribución de los lechos filtrantes, se tuvo en cuenta la distribución empleada por (Caicedo, 2017) en “Diseño, Construcción y Evaluación de un prototipo biológico compuesto de *Eisenia foetida* y Agave Filifera para el tratamiento de aguas residuales”, cuyo cálculo de diseño se adjunta (Ver anexo 3), donde se dimensionan los estratos filtrantes.

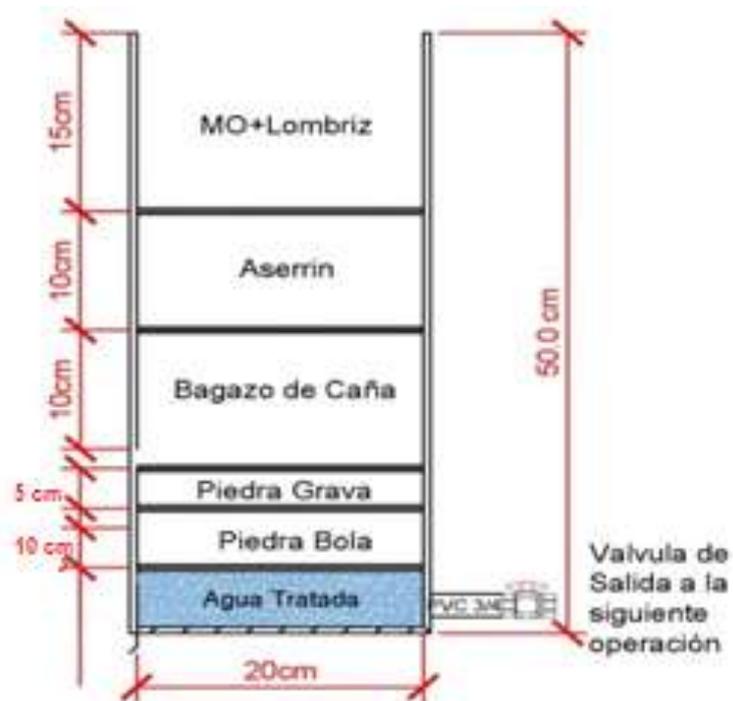
Tabla 16

Diseño de capas de lechos filtrantes del biofiltro

Descripción	Cantidad	%	Altura en cm
<i>Eisenia foetida</i>	2 kg		15 cm
Aserrín + viruta de pino	0.5 kg	50	10 cm
Bagazo de caña	1 kg	20	10 cm
Piedra grava 3/4	1 kg	10	5 cm
Piedra bola	1.5	20	10 cm

Figura 6

Diseño de lechos filtrantes del biofiltro



3.4. **Instalación del biofiltro diseñado para tratar a nivel piloto las aguas residuales de la Asociación San Pedro de Choque del Distrito Puente Piedra.**

El biofiltro se consideró en el domicilio del tesista. A falta de un ambiente apropiado, se acondicionó y limpio un espacio del domicilio que presente ventilación debido a los malos olores que emanan las aguas residuales y la presencia de insectos que atraen las lombrices y el bagazo de caña.

- **Colocación de soporte para tanque de almacenamiento**

Como se puede observar en la Figura N°7, se procedió a pintar y colocar un soporte de madera donde se ubicó el tanque de almacenamiento de agua residual doméstica, para que por gravedad pueda caer el agua al sistema regulado por la válvula de paso.

Figura 7

Estructura de soporte de tanque almacenamiento



- **Construcción de estructura de acrílico**

Teniendo en cuenta las medidas de diseño, se realizó el corte con una sierra de mesa de media plancha de acrílico y los separadores de capa, tal como se muestran en la Figura N°8.

Figura 8

Estructura y separadores de capas del biofiltro



- **Colocación de grifos, válvulas de paso y tubos de pvc**

Se procedió a instalar los grifos de agua de pvc al biofiltro, así como el tubo de pvc, la válvula de paso y la regadera que conectan al sistema del tanque de almacenamiento, todos estos materiales se colocaron con pegamento soldimix, como se muestra en la Figura N°9.

Figura 9

Colocación de accesorios a los sistemas



- **Caudal de ingreso al sistema**

Como se muestra en la Figura N°10, previo a la puesta en marcha del sistema, se empleó el método volumétrico para calcular el caudal de ingreso al sistema, esto teniendo en cuenta un volumen conocido de almacenamiento y el tiempo que tarda en llenarse.

Figura 10

Método volumétrico para caudal



- **Acondicionamiento del bagazo de caña**

Para una mayor eficiencia del bagazo de caña de azúcar, paso por un proceso de lavado y secado, posterior a ello se fragmento en fibras de 0.5 cm.

Figura 11

Preparación del lecho de bagazo de caña



- **Divisiones de estratos filtrantes**

En cada capa de lecho filtrante, se colocó junto con los separadores de acrílico una malla raschel de igual medida, esto con la finalidad de evitar que los sustratos puedan caer hacia la otra capa. Se empezó colocando en la base la capa de piedra bola, seguida de la piedra grava, el bagazo de caña, el aserrín y por último la lombriz *Eisenia foetida* más su sustrato.

Figura 12

Divisiones con malla raschel



Figura 13

Colocación de lechos filtrantes



- **Inversión**

Para la construcción e instalación del sistema de tratamiento se necesitó una inversión tal y como se detalla en la Tabla N° 17.

Tabla 17

Costo de materiales

Concepto	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
<i>Eisenia foetida</i>	2 kg	S/. 50.00	S/. 100.00
Aserrín y viruta	1 saco	S/. 5.00	S/. 5.00
Piedra grava	1 bolsa	S/. 10.00	S/. 10.00
Piedra bola	2 bolsas	S/. 10.00	S/. 20.00
Residuos de caña de azúcar	2 sacos	S/. 5.00	S/. 10.00
Media plancha de Acrílico	1 unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
Sustrato de lombriz	10 kg	S/. 5.00	S/. 50.00
Grifo pvc de agua	2 unidad	S/. 4.00	S/. 8.00
Válvula de desagüe	1unidad	S/. 5.00	S/. 5.00
Pegamento	3 unidades	S/. 2.00	S/. 6.00
Soldimix	3 unidades	S/. 1.50	S/. 4.50
Codos de PVC 2"	2 unidades	S/. 1.90	S/. 3.80
Válvulas de paso	1 unidad	S/. 8.00	S/. 8.00
Tanque de plástico	1 unidad	S/. 35.00	S/. 35.00
Malla tipo Rachel	3 metros	S/. 5.90	S/. 17.70
Tubos de ½ "	2 metros	S/. 5.00	S/. 10.00
Otros materiales			
Guantes	1 caja	S/. 10.00	S/. 10.00
Mascarilla	1 caja	S/. 10.00	S/. 2.50
Ice pack	4 unidades	S/. 5.00	S/. 20.00
Frasco para muestras	8 unidades	S/. 3.00	S/. 24.00
Jabón liquido	1 ml	S/. 2.50	S/. 2.50
Total			S/. 597.00

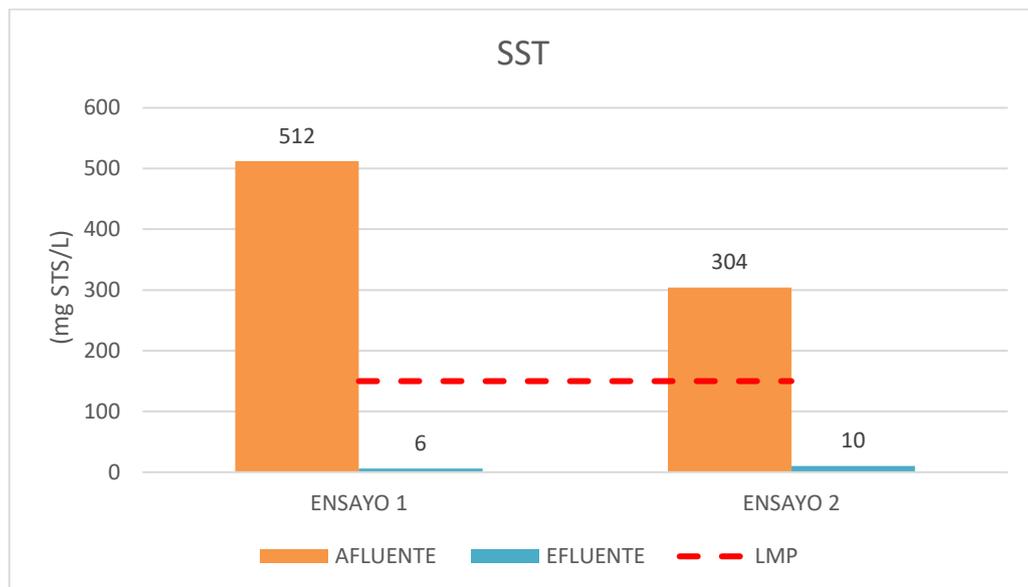
3.5. Tratamiento de las aguas residuales domésticas de la Asociación San Pedro de Choque del Distrito Puente Piedra a Categoría 3 con uso del biofiltro instalado.

De la tabla resumen (Ver anexo 4) representamos los resultados de los parámetros obtenidos antes y después de la aplicación del tratamiento.

A continuación, se representan los resultados del parámetro SST en la Figura N°14 antes y después de la aplicación del tratamiento, la misma que se muestra.

Figura 14

Resultados de SST registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos

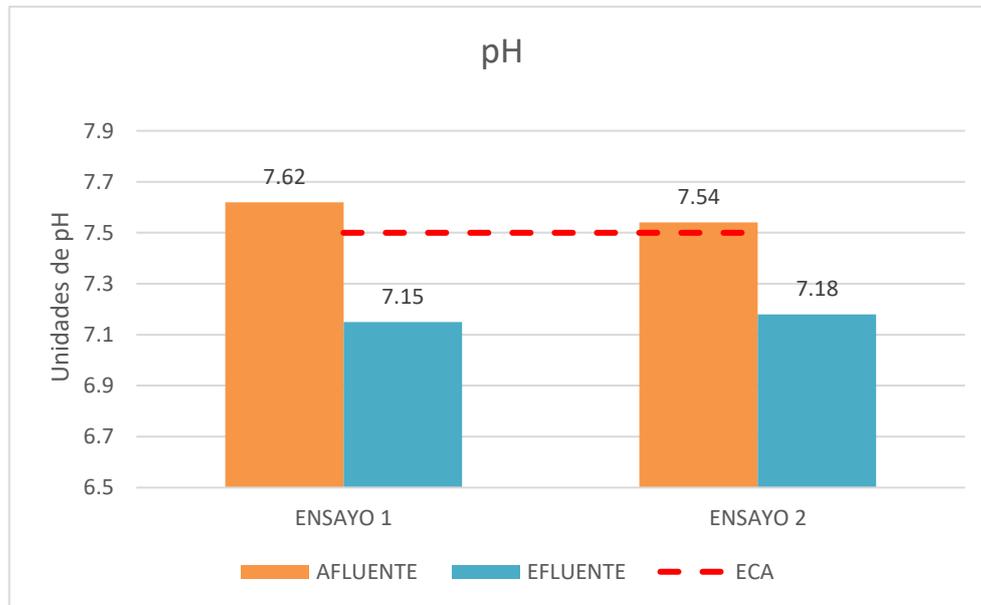


Nota: Se presentan los resultados obtenidos en los puntos de muestreo con la concentración inicial (afluente) y final (efluente) del agua residual doméstica de San Pedro de Choque. Cabe indicar que una vez aplicado el tratamiento con el sistema de biofiltración, en ambos ensayos se observa una alta disminución de la concentración del parámetro Sólidos totales suspendidos.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de pH en la Figura N°15 antes y después de la aplicación del tratamiento, la misma que se muestra.

Figura 15

Valores de pH registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos

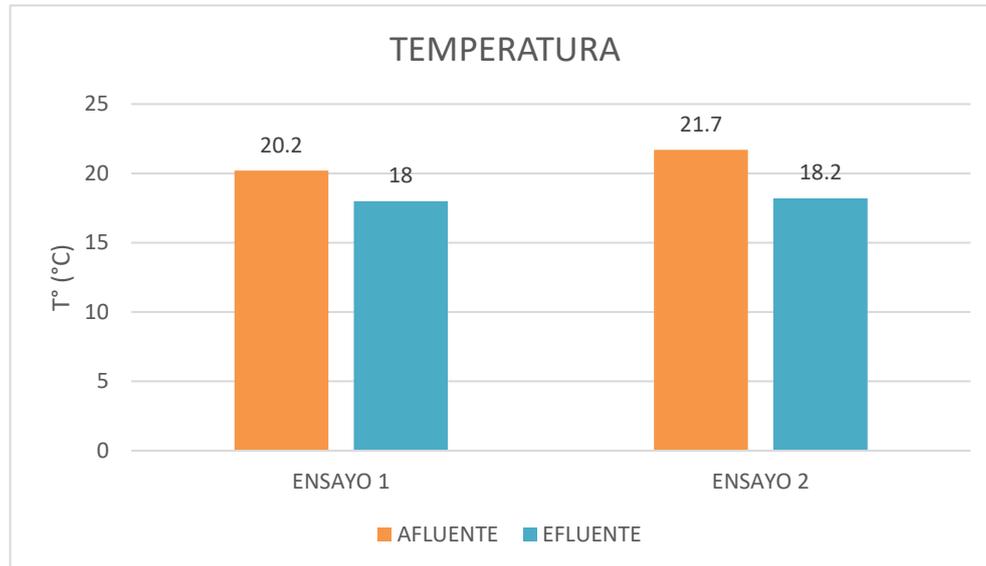


Nota: Se presentan los resultados obtenidos en los puntos de muestreo con la concentración inicial (afluente) y final (efluente) del agua residual doméstica de San Pedro de Choque. Para el tratamiento es importante mantener un pH entre 6.5-8.5, con poca luminosidad y sin exposición a rayos UV para lograr una mejor reproducción de microorganismos y que la especie *Eisenia foetida* sea favorable.

A continuación, se representan los resultados obtenidos de Temperatura en la Figura N°16 antes y después de la aplicación del tratamiento, la misma que se muestra.

Figura 16

Valores de temperatura registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos

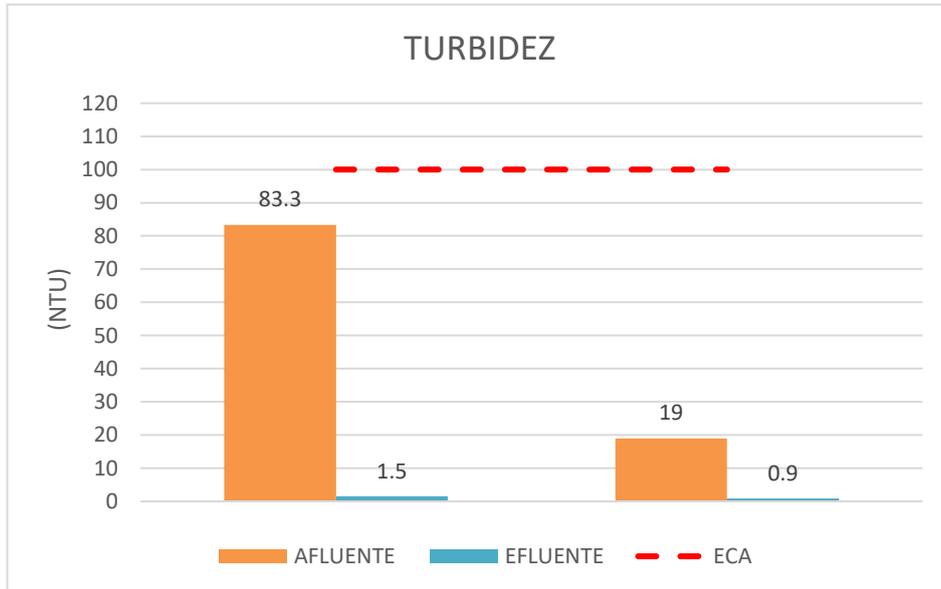


Nota: Se presentan los resultados obtenidos en los puntos de muestreo con la concentración inicial (afluente) y final (efluente) del agua residual doméstica de San Pedro de Choque. La temperatura se determinó in situ durante el proceso de desarrollo del proyecto.

A continuación, se representan los resultados obtenidos del parámetro Turbidez en la Figura N°17 antes y después de la aplicación del tratamiento, la misma que se muestra.

Figura 17

Resultados de Turbidez registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos

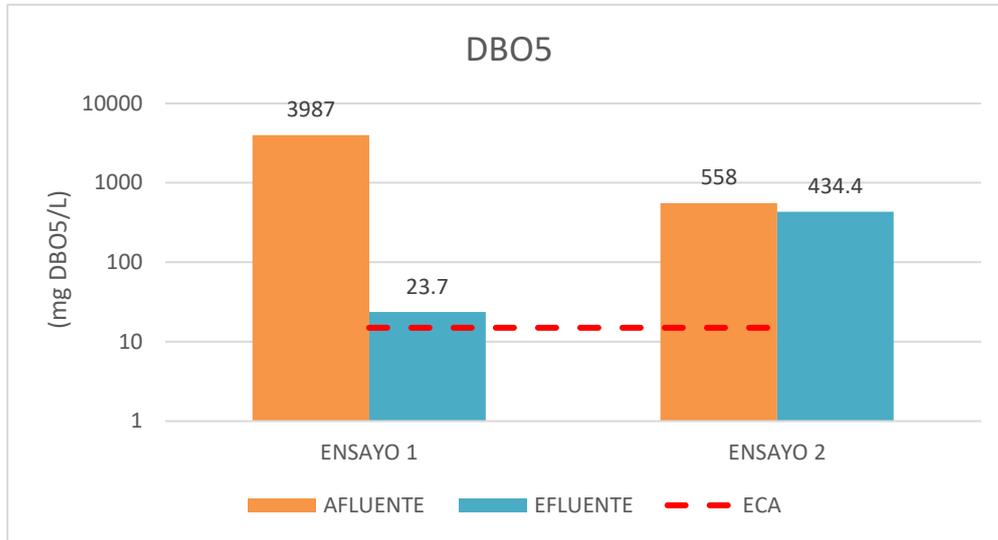


Nota: Se presentan los resultados obtenidos en los puntos de muestreo con la concentración inicial (afluente) y final (efluente) del agua residual doméstica de San Pedro de Choque. Cabe indicar que, una vez aplicado el tratamiento con el sistema de biofiltración, en ambos ensayos se observa una alta disminución de la concentración del parámetro turbidez.

A continuación, se representan los resultados obtenidos del parámetro DBO5 en la Figura N°18 antes y después de la aplicación del tratamiento, la misma que se muestra.

Figura 18

Resultados de DBO5 registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos

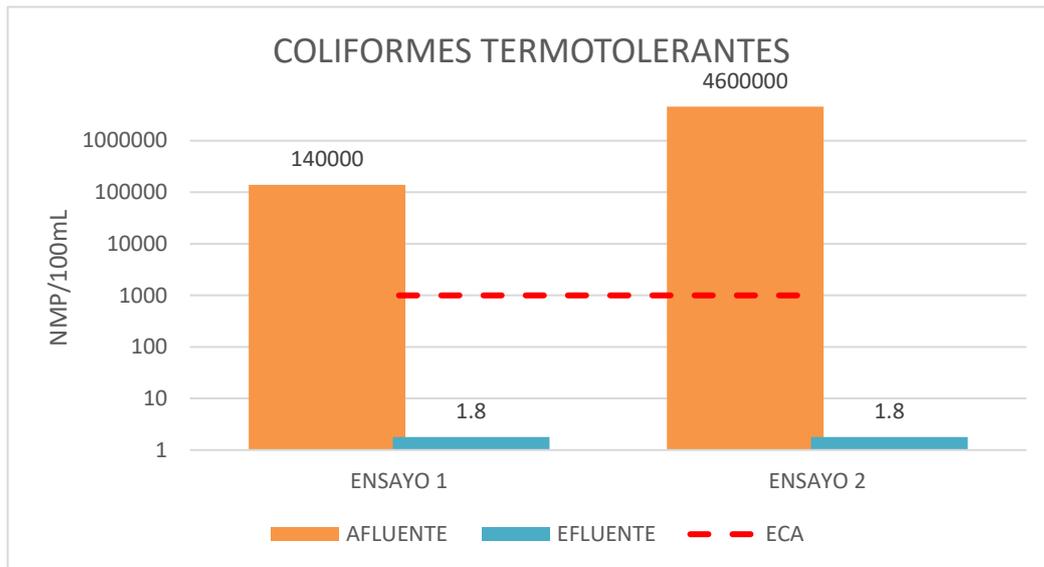


Nota: Se presentan los resultados obtenidos en los puntos de muestreo con la concentración inicial (afluente) y final (efluente) del agua residual doméstica de San Pedro de Choque. Cabe indicar que una vez aplicado el tratamiento con el sistema de biofiltración en el ensayo 2 se observa una baja disminución de la concentración del parámetro DBO5.

A continuación, se representan los resultados obtenidos del parámetro Coliformes termotolerantes en la Figura N°19 antes y después de la aplicación del tratamiento, la misma que se muestra.

Figura 19

Resultados de Coliformes termotolerantes registrados en los puntos de monitoreo durante los dos ensayos



Nota: Se presentan los resultados obtenidos en los puntos de muestreo con la concentración inicial (afluente) y final (efluente) del agua residual doméstica de San Pedro de Choque. Cabe indicar que una vez aplicado el tratamiento con el sistema de biofiltración en ambos ensayos se observa una alta disminución de la concentración del parámetro coliformes termotolerantes.

3.6. Eficiencia de remoción del biofiltro

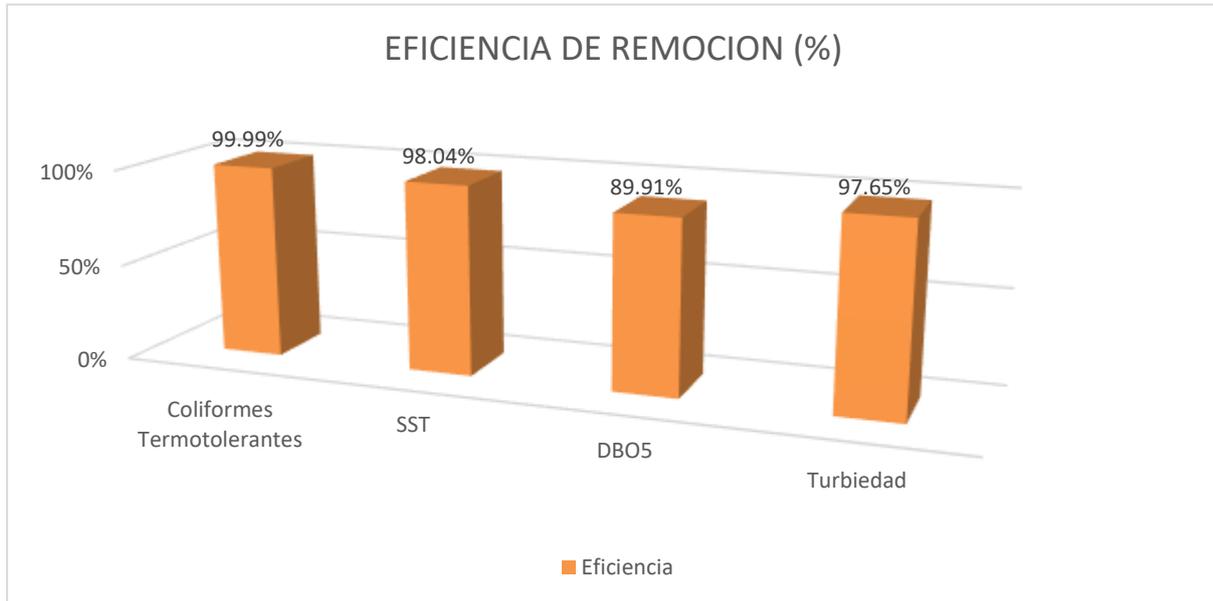
Finalmente, estos resultados de las Figuras N° 14, 17, 18 y 19, se obtienen el promedio de los ensayos en la Figura N° 20. La eficiencia se evaluó tomando la siguiente ecuación.

$$\Delta C = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100\%$$

Ecuación 2. Eficiencia.

Figura 20

Promedio de eficiencia de remoción de biofiltro por parámetro



Nota: Con los resultados obtenidos de los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos y comparados con el ECA Categoría 3, podemos decir que el parámetro coliformes termotolerantes presenta una mayor eficiencia de remoción con un 99.99%, mientras que el parámetro DBO5 presenta una la menor eficiencia de remoción del 89.91%. Por lo que la eficiencia de remoción del biofiltro supera el 80%.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN

Como se muestra en la Figura N° 4, se determinó que la población lugareña de la Asociación San Pedro de Choque está siendo afectada por aspectos ambientales (vertido de aguas residuales, residuos urbanos o municipales, olores) los cuales responden a una lista de chequeo de aspectos ambientales de (Senace, 2017) que repercuten sobre las condiciones naturales del medio ambiente generando pérdidas en la biodiversidad de la zona, contaminación de las aguas de la laguna natural “puquio”, eutrofización y riesgos en la salud humana.

En la Tabla N°12, se detalla los resultados obtenidos en la concentración inicial de las muestras tomada de las aguas residuales domésticas de los parámetros 2275.5 mg DBO/L, 408 mg STS/L, 2370000 NMP/100ml, los cuales sobrepasan la norma del Estándar de Calidad Ambiental Categoría 3 D.S 004-2017-MINAM.

En la Tabla N° 14, se detalla el diseño de dimensionamiento del tanque de almacenamiento de agua residual, el cual se determinó con uso del modelo matemático de (Coronel, 2015) teniendo en cuenta la fórmula del cono truncado donde se establecen los diámetros mayor, menor y la altura para hallar el volumen, cuyas medidas responden al requerimiento de un tanque de almacenamiento a otra escala.

En la Tabla N° 15 y16, se logra el diseño del tanque de biofiltración con porcentajes de capas de lechos filtrantes los cuales se determinó con uso del modelo matemático de (Caicedo, 2017) teniendo en cuenta que la capa biológica debe contener entre un 50-60%, por lo que la capa de *Eisenia foetida* más la materia orgánica constituyen el 50%, y las otras capas bagazo de caña 20%, piedra grava 10% y piedra bola 20% respectivamente.

En las Figuras N° 7,8,9 y 10, se muestra la instalación y operación del sistema de biofiltración cuya operatividad de infraestructura fue tomando en cuenta a (Acuña & Reyes, 2015), donde se consideró un tanque de almacenamiento de plástico de polietileno de alta densidad, tubos de pvc 1/2 y llaves con multiconector de control de ingreso y salida, además de acondicionar el sistema en un área ventilada y bajo techo.

En la Figura N° 14, se representa que los niveles de sólidos totales suspendidos obtenidos durante los 2 ensayos, para el caso del afluente se encuentra en un promedio de 408 mg SST/L, mientras que para el caso del efluente se encuentra en un rango de concentración entre 6 mg STS/L -10 mg STS/L, disminuyendo sus valores iniciales, logrando una eficiencia promedio de remoción del 98.04% y cumpliendo con la normativa D.S. N° 003-2010-MINAM-LMP. Tomando en cuenta a (Lucas, 2017) el cual diseñó un biofiltro como pre tratamiento y tratamiento secundario, los valores del afluente tomados en su estudio se encuentran por encima al presente estudio en un rango de 950-1290 mg SST/L, mientras que las muestras tratadas en un promedio de 48 mg SST/L, logrando una eficiencia de remoción del parámetro SST de 96,28%, por lo que nuestro sistema de tratamiento resultó más eficiente.

En la Figura N°15, se obtiene que el promedio del parámetro pH se mantuvo en un rango óptimo de 7.2-7.58 para el desarrollo de las lombrices tanto en el afluente como el efluente cumpliendo con el ECA Categoría 3 D.S 004-2017-MINAM. Tomando en cuenta a (Acuña & Reyes, 2015) donde diseñó un biofiltro conformado por dos estanques con capas inertes, se llega a determinar en sus muestras de aguas residuales un pH promedio de 6,8-7,5 el cual está dentro del rango las muestras tomadas y es óptimo para el funcionamiento de los lechos filtrantes del sistema y la acción degradadora de la lombriz.

En la Figura N°16, se muestra que el parámetro temperatura se mantuvo en un rango de 18-21°C tanto de las muestras tomadas antes del ingreso al sistema como las tratadas, siendo este un factor fundamental para el desarrollo de microorganismos y de la acción degradadora de la lombriz de tierra ya que el metabolismo microbiano de la lombriz se acelera con la temperatura y este influye en la eficiencia de remoción de contaminantes. Tomando en cuenta a (Yomira, 2017), donde llega a determinar en su sistema una temperatura de ambiente en rango entre 19 °C- 23°C, el cual está dentro de nuestros parámetros tomados, lo que resulta óptimo para la sobrevivencia de la lombriz en el proceso de biofiltración.

En la Figura N°17, se evidencia que los valores iniciales de turbidez se encuentran en un rango de 19 NTU-83.3 NTU, mientras que el agua tratada con el biofiltro se encuentra en un promedio de 1.2 NTU logrando una eficiencia de remoción del parámetro del 97.65 %, para ambos casos del afluente y efluente los valores registrados se encuentran dentro del ECA Categoría 3 por lo que se establece una línea base para futuras investigaciones. Tomando en cuenta a (Coronel, 2015), donde diseño un biofiltro Tohá, se llegan a determinar valores en su muestras iniciales de aguas residuales domesticas de 70.36 NTU y un promedio de salida del 15 NTU, los cuales se asemejan a los valores de nuestras muestras tomadas logrando una eficiencia de remoción del 77.69%.

De la Figura N°18, se obtuvo que la DBO5 del afluente se encuentran en un promedio de 2272.5 mg BDO/L mientras que del efluente se encuentran en un rango de 23.7-434.4 mg BDO/L logrando un porcentaje de remoción del 89.91 %. Para el caso del efluente del ensayo dos se registró una concentración de 434.4 mg BDO/L esto está relacionado a la carga orgánica presente en el lecho de lombriz con materia orgánica y compost. Por lo que podemos decir que en el primer ensayo los valores obtenidos se encuentran dentro del ECA categoría 3 D.S 004-2017-MINAM, mientras que en el segundo ensayo se

requiere una estabilización de la primera capa antes de comenzar los análisis de laboratorio. Tomando en cuenta a (Lima, 2016) en la caracterización inicial de las aguas residuales domésticas, los valores obtenidos en el presente estudio se encuentran por encima del rango que es 474 mg/L por la alta cantidad de materia orgánica, evita que los microorganismos puedan degradar la carga orgánica logrando una eficiencia de remoción del 86,71%.

En la Figura N°19, se muestra que los coliformes termotolerantes del agua residual doméstica que ingresaron al biofiltro se encontraron en un promedio de 140000-4600000 NMP/100 ml mientras que, el sistema de biofiltración redujo el parámetro a un promedio de <1,8 NMP/100ml logrando una eficiencia de remoción del 99.99%, los resultados obtenidos del tratamiento de este parámetro logran encontrarse dentro del ECA Categoría 3 D.S 004-2017-MINAM.. Tomando en cuenta a (Loro, 2018), donde se diseñó un biofiltro con lombriz y uno convencional, se obtuvieron que los valores iniciales del primer ensayo se encuentran por encima del presente estudio en un promedio de 7900000NMP/100ml de coliformes termotolerantes, llegando a obtener en el tratamiento un promedio de 1300-2300 NMP/100ml logrando una eficiencia de remoción del 99,98% lo sé que se asemeja a la eficiencia de remoción del presente estudio.

4.2. CONCLUSIONES

- Que medido de manera cualitativa las condiciones ambientales de la Asociación San Pedro de Choque, se evidencia que la población sufre la contaminación puesto que utiliza las aguas de la laguna natural por filtración denominada “Puquio”, tanto para preparar sus alimentos y lavado en general. Además, el sólo hecho de estar ubicados alrededor de dicha laguna, también son afectados por sus olores desagradables y por la

presencia de vectores, que conllevaría a esta población a terminar con alguna enfermedad grave, producto del desconocimiento y abandono de las autoridades de turno.

- Que conocido el caudal de estudio que fue 0,10 L/seg y el promedio del análisis de las muestras de aguas residuales domésticas que son 2275.5 DBO5 mg/L, 51.15 NTU, 408 SST mg/L y 2370000 NMP/100ml Coliformes termotolerantes. Se determinó las dimensiones y las proporciones de los lechos filtrantes del biofiltro que fue Lombrices de tierras más aserrín 50%, bagazo de caña 20%, piedra bola 20% y piedra grava 10%, llegando a tener una altura de 50cm, diámetro de 20 cm y largo de 18 cm, se tiene divisores de capa con agujeros de 0.5 mm para aireación.
- La instalación del sistema de tratamiento conformado por una estructura de soporte, un tanque de almacenamiento, un sistema de biofiltración, un sistema de aspersión tipo regadera, fue exitosa dado que permitió a cabalidad llegar a depurar las aguas residuales domésticas, lo que con llevo a una inversión de S/. 597 soles, el mismo que se instaló a campo abierto en el domicilio del tesista.
- Se trataron las aguas residuales domésticas mediante el sistema de biofiltración, obteniendo un porcentaje de remoción de contaminantes sobre el 80%, logrando a obtener aguas de categoría 3.

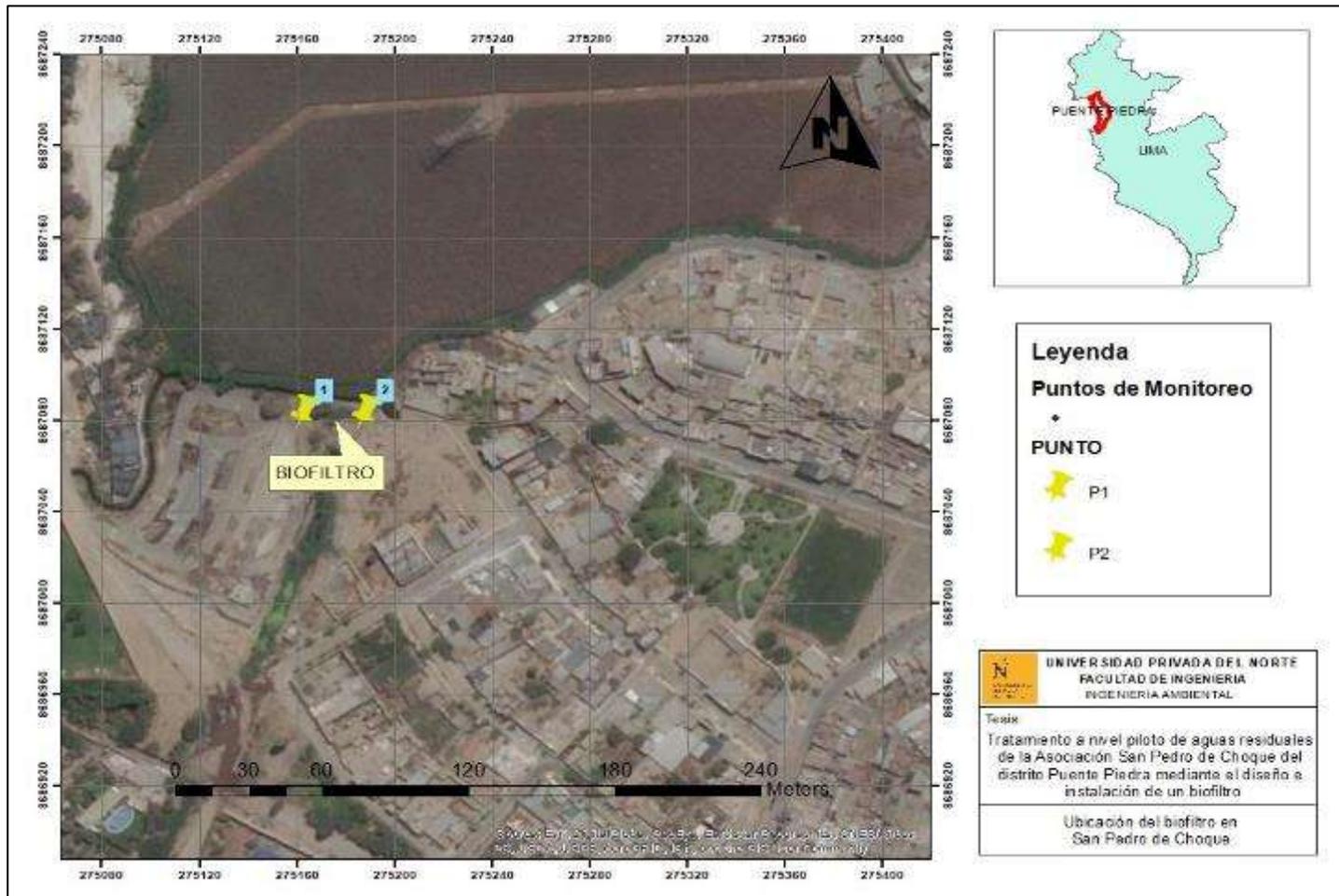
RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la lombriz de tierra se adapte previamente por mayores días con las aguas residuales para una mejor remoción de contaminantes.
- Se recomienda cubrir el biofiltro ya que se pudo evidenciar presencia de insectos y heces de roedores en la zona de estudio.

- Adaptar al diseño de biofiltración un sistema de interceptor de grasas con la finalidad de remover aceites y grasas del agua residual doméstica
- Para el lecho de aserrín, utilizar la viruta de aserrín blanco ya que otro tipo de aserrín puede cambiar el color del agua tratada.
- Utilizar otros lechos filtrantes como la cascara de coco y el carbón activado para obtener una mayor eficiencia de remoción de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

ANEXOS

ANEXO 1. Plano de ubicación de puntos de muestreo



ANEXO 2. Acta de validación de Instrumentos

ACTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Siendo las 08:00 Horas del 06 de septiembre del 2021, se realizó la reunión con modalidad virtual, para llevar a cabo la validación de instrumentos de recolección de datos correspondiente a la Tesis: **TRATAMIENTO A NIVEL PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ASOCIACIÓN SAN PEDRO DE CHOQUE DEL DISTRITO PUENTE PIEDRA MEDIANTE EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN BIOFILTRO.**, presentado por el Bach. Antonio Luis Genaro Santillan Mogollon con D.N.I. 75427780 para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental.

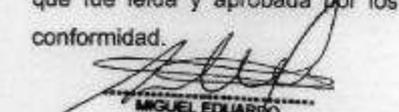
I. MIEMBROS PARTICIPES EN LA VALIDACIÓN

N°	Nombres y Apellidos	DNI	Profesión
1	MIGUEL EDUARDO HERRERA GARCIA	45441111	Jug. Ambiental
2	Diana Cristina Choque Loayza	73097667	Ing. Ambiental
3	LINDA MARITA WONG WONG	72848319	Jug. Ambiental

II. INSTRUMENTOS DE VALIDACIÓN

1. Check list de condiciones ambientales
2. Matriz de diseño de biofiltro
3. Matriz de seguimiento de reporte de laboratorio

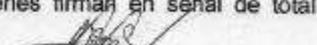
Como resultado de todos los instrumentos de recolección de datos presentados, de la intervención de los miembros, y por consenso, se levantó el acta que fue leída y aprobada por los asistentes, quienes firman en señal de total conformidad.


 MIGUEL EDUARDO
 HERRERA GARCIA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 170344
 Firma y sello

Apellidos y nombre:

Herrera Garcia Miguel Eduardo

D.N.I: 45441111


 DIANA CRISTINA
 CHOQUE LOAYZA
 INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 228321

Firma y sello

Apellidos y nombre:

Choque Loayza Diana Cristina

D.N.I: 73097667



LINDA MARITA
WONG WONG
Ingeniera en Gestión Ambiental
CIP N° 263267

Firma y sello

Apellidos y nombre:

WONG WONG LINDA MARITA

D.N.I: 72848319

ANEXO 3. Cálculos de diseño del biofiltro

- Volumen del diseño de tanque de almacenamiento



$$V = \frac{1}{3} * \pi * h (R^2 + r^2 + R * r)$$

$$V = \frac{1}{3} * \pi * 34 (15.2^2 + 12.6^2 + 15.2 * 12.6)$$

$$V = 20697.73 \text{ cm}^3 = 20.697 \text{ Lt}$$

- Calculo volumen de sistema de biofiltración

$$V_{total} = L * A * H$$

$$V_{total} = 0.18 \text{ m} * 0.2 \text{ m} * 0.5 \text{ m}$$

$$V_{total} = 0.018 \text{ m}^3$$

$$V_{total} = 18 \text{ Lt}$$

- Diseño de lechos filtrantes del biofiltro

$$\mathbf{Capa\ 1} = \frac{\% \text{ total del lecho de Eisenia foetida} + \text{aserrín} * \text{Altura de biofiltro}}{100}$$

$$Capa\ 1 = \frac{50\% * 50\ \text{cm}}{100\ \%}$$

$$Capa\ 1 = 25\ \text{cm}$$

$$\mathbf{Capa\ 2} = \frac{\% \text{ total del lecho de bagazo de caña} * \text{Altura de biofiltro}}{100}$$

$$Capa\ 2 = \frac{20\% * 50\ \text{cm}}{100\ \%}$$

$$Capa\ 2 = 10\ \text{cm}$$

$$\mathbf{Capa\ 3} = \frac{\% \text{ total del lecho de piedra bola} * \text{Altura de biofiltro}}{100}$$

$$Capa\ 3 = \frac{20\% * 50\ \text{cm}}{100\ \%}$$

$$Capa\ 3 = 10\ \text{cm}$$

$$\mathbf{Capa\ 4} = \frac{\% \text{ piedra grava} * \text{Altura de biofiltro}}{100}$$

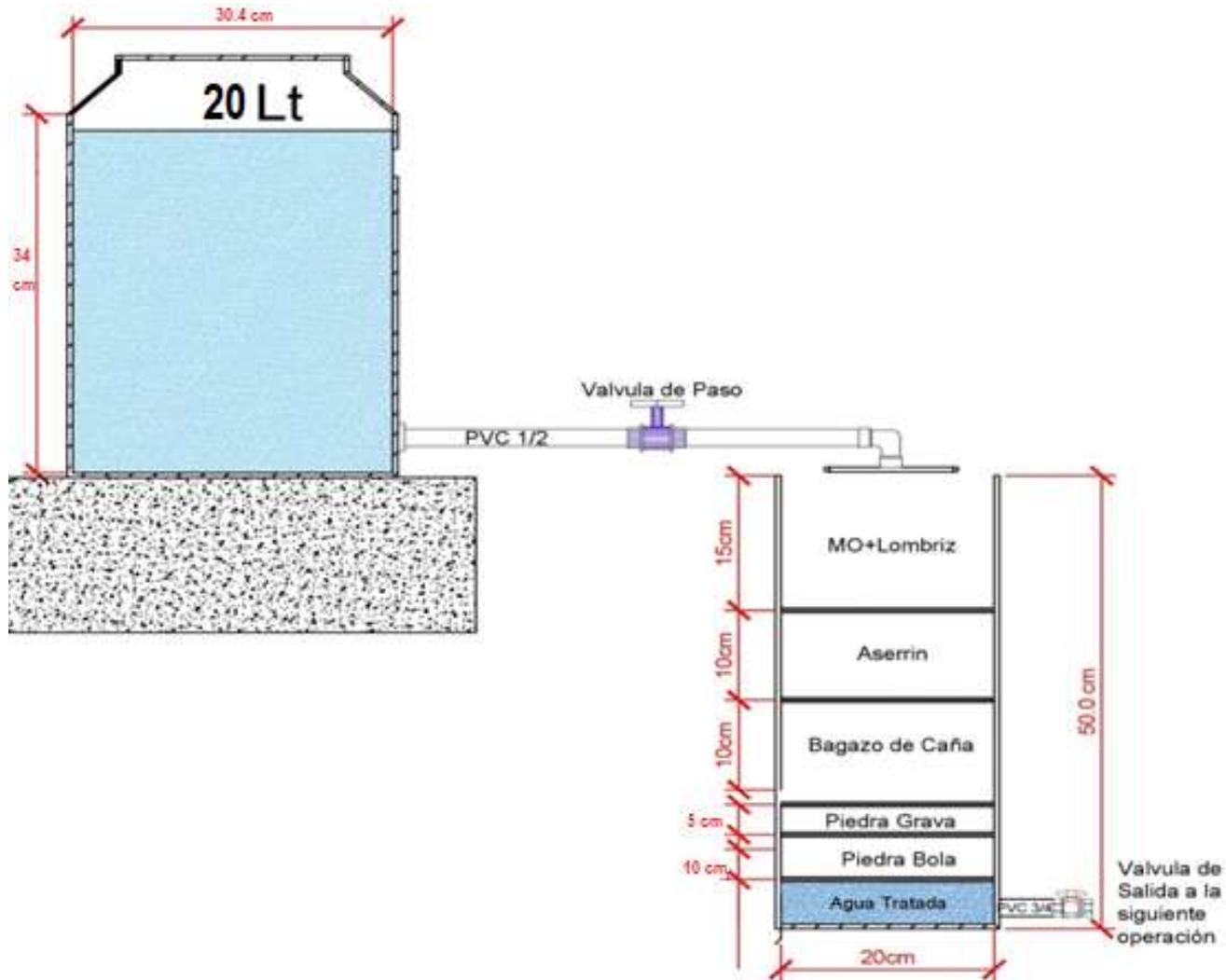
$$Capa\ 4 = \frac{10\% * 50\ \text{cm}}{100\ \%}$$

$$Capa\ 4 = 5\ \text{cm}$$

ANEXO 4. Resumen de resultados en ambos ensayos

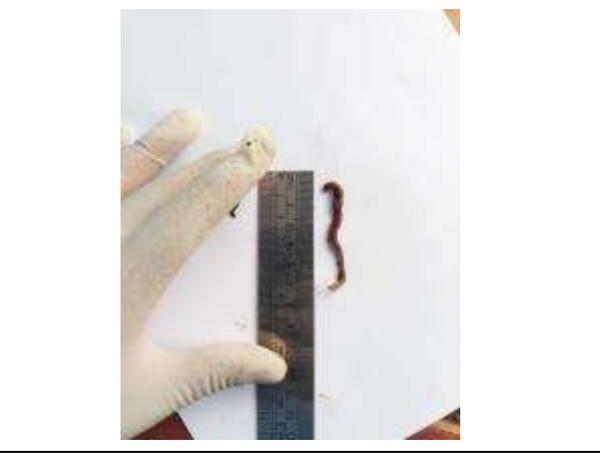
ENSAYOS	PUNTOS DE MONITOREO	PARAMETROS	RESULTADOS	
			AFLUENTE	EFLUENTE
E-N°1	2	DBO5	3987 mg/L	23.7 mg/L
E-N°1	2	TURBIDEZ	83.3 NTU	1.5 NTU
E-N°1	2	COLIFORMES	140000	1,80
		TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	NMP/100ml
E-N°1	2	SST	512 mg/L	6 mg/L
E-N°1	2	TEMPERATURA	20.2 °C	18 °C
E-N°1	2	PH	7.62	7.15
E-N°2	2	DBO5	558 mg/L	434,4 mg/L
E-N°2	2	TURBIDEZ	19 NTU	0,90 NTU
E-N°2	2	COLIFORMES	4600000	1,80
		TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	NMP/100ml
E-N°2	2	SST	304 mg/L	10 mg/L
E-N°2	2	TEMPERATURA	21.7 °C	18.2 °C
E-N°2	2	PH	7.54	7.18

ANEXO 5. Plano de sistema de biofiltración piloto



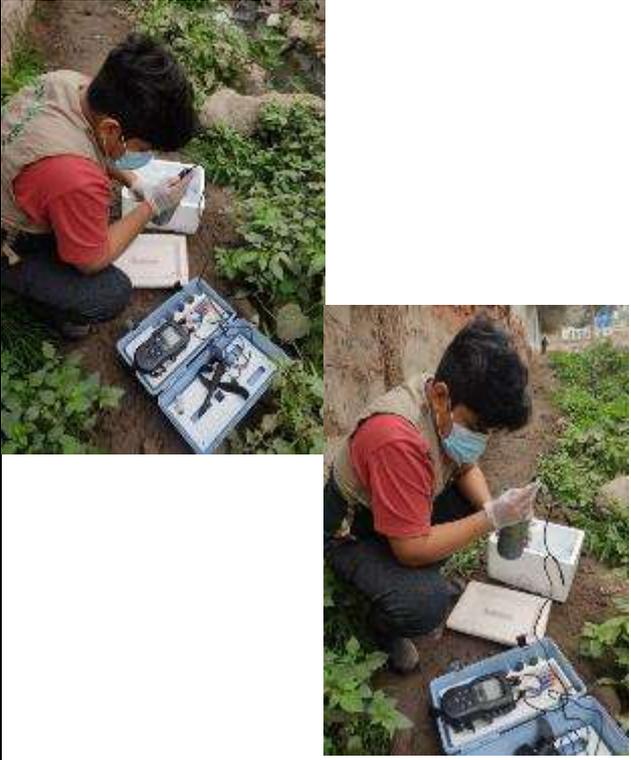
ANEXO 6. Materiales utilizados para la construcción del sistema

N°	MATERIALES	DESCRIPCIÓN
1		<p>Malla raschel la cual fue cortada en forma circular de diámetro de 18cm para la inserción al biofiltro.</p>
2		<p>Aserrín y viruta de pino la cual fue recolectada en la empresa Inversiones de Arte y Madera EIRL.</p>
3		<p>Piedra grava, la cual fue comprada en la ferretería.</p>
4		<p>Compost más materia orgánica, la cual fue recolectada del vivero municipal de San Martín de Porres.</p>

5		<p>Lombriz <i>eisenia foetida</i>, la cual fue conseguida de un criadero del distrito de Comas.</p>
6		<p>La lombriz <i>eisenia foetida</i> fue aclimatada durante 5 días con el agua residual doméstica para una mayor eficiencia, sin darle la luz solar.</p>
7		<p>Se utilizó lombrices jóvenes y adultas de aproximadamente 7 cm.</p>
8		<p>Accesorios para el tanque de almacenamiento.</p>

ANEXO 7. Toma de muestras y análisis de parámetros en campo

<p>1</p>		<p>Llenado de la cadena de custodia y ficha de registro en la zona de investigación, San Pedro de Choque – Puente Piedra.</p>
<p>2</p>		<p>Tomas de muestras de parámetros físico-químicos del agua residual domestica de la zona de estudio.</p>
<p>3</p>		<p>Tomas de muestras de parámetros microbiológicos del agua residual domestica de la zona de estudio.</p>

4		Almacenamiento de las muestras tomadas de la zona de estudio.
5		Frascos de muestras rotuladas.
6		Medición de parámetros de campo: pH y Temperatura con multiparámetro HACH-HQ 40d.

7		Resultados de pH y Temperatura del afluente y efluente.
8		Resultados de pH y Temperatura del afluente y efluente.
9		Traslado de los 20 Lt de agua para el tratamiento.

ANEXO 8. Rótulo para frascos de muestras

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL Identificación de Muestra	
Código de identificación de campo	ARE-02
Coordenadas	Este: 215162
	Norte: 8687083
	Altura:
Localidad/distrito/provincia/region	SAN PEDRO CHOQUE / Puente Piedra
Punto de muestreo	P-02
Matriz	A. R. DOMESTICA
Fecha y Hora de Muestreo	18-09-21 / 07:00 AM
Tipo de análisis requerido:	Coliformes Termotolerantes
Nombre del muestreador (Institución/Entidad)	Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
	Nombre del preservante: TIOSULFATO
ANTONIO SANTILLAN MOGOLLON	

ANEXO 9. Biofiltro construido e instalado



“Tratamiento a nivel piloto de aguas residuales de la Asociación San Pedro de Choque del distrito Puente Piedra mediante el diseño e instalación de un biofiltro”

ANEXO 10. Cadenas de Custodia

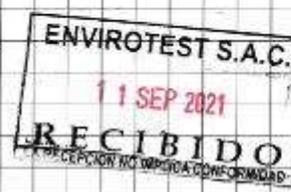


Nº 042976

IE N°: 216191 Pag. de

CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL CLIENTE				Agua	M.S.	C.A.	S.O.	Ent.	Otro	
ENVIAR INFORME DE ENVÍO A: RAZÓN SOCIAL: <u>ANTONIO SANTIILLAN Mogollon</u> DIRECCIÓN: <u>Jr. Santa Monica Mz E lote 2</u> TELÉFONO: <u>920218559</u> Email: <u>antonio1897@hotmail.com</u> CANTIDAD: _____ ORDEN DE SERVICIO / PLAN DE MUESTREO: <u>3356-21R02</u> OTRO REFERENCIAL: _____				X						
ENVIAR FACTURA A: RAZÓN SOCIAL: <u>Antonio Santillan Mogollon</u> DNI: <u>75427780</u> DIRECCIÓN: <u>Jr. Santa Monica Mz E lote 2</u> ASUNTO DEL PRODUCTO: <u>Tratamiento a nivel piloto de aguas residuales de la Asociación San Pedro de Choque del distrito Puente Piedra mediante la instalación de un biofiltro Agua Residual Domestica</u> PROCEDENCIA: _____				ANÁLISIS REQUERIDOS						
Número de frascos por tipo de muestra:				DBUS	SST	Turbidez	Coliformos Total y fecales			
Indicar con una (X) en los recuadros inferiores, los análisis requeridos por cada muestra:										
UP de referencia	Código de Servicio	Muestra		Volumen o Producción	Ubicación UTR					
	<u>ARA-01</u>	<u>11-06-21</u>	<u>11:00AM</u>	<u>D.O. Domestica</u>	<u>0.5 lts / 0.2 lts</u>		X	X	X	X



El informe de Análisis de Laboratorio Envirotest S.A.C. (RUC 2052320535) incluye los servicios de recolección, transporte, conservación, análisis y entrega de resultados. El costo de los servicios de recolección y transporte se detallan en el presupuesto. El costo de los reactivos y consumibles se detallan en el presupuesto. El costo de los servicios de recolección y transporte se detallan en el presupuesto. El costo de los reactivos y consumibles se detallan en el presupuesto.

MUESTRO REALIZADO POR	PLANIFICAMIENTO DE MUESTRO	CENSO DE EQUIPOS UTILIZADOS	OPERACIONES	SUPERVISOR REPRESENTANTE DEL CLIENTE
Nombre: <u>Antonio Santillan Mogollon</u> Firma: <u>[Firma]</u>				Nombre: _____ Cargo: _____ Firma: _____

Fecha (d-m-a): 11-09-21

Firma: [Firma]

LABORATORIO - RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Fecha (d-m-a): 11-20

Firma: [Firma]

Nombre: _____

Cargo: _____

Firma: _____

Envirotest S.A.C., RUC 2052320535, Calle B Mz C lote 40 Urb. Paraiso del Norte Lote 31-Puro, Central Telefónica (011) 522-3753 / 522-7528, RUC 959 114545, E-mail: info@envirotest.com.pe / www.envirotest.com.pe

ADQUIRENTE O USUARIO

ANEXO 11. Informes de Ensayo de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-058



Registro N° LE-058

INFORME DE ENSAYO N° 216191 CON VALOR OFICIAL

Razón Social : ANTONIO SANTILLAN MOGOLLON
Domicilio Legal : Jr. Santa Mónica Mza. E Lote. 2
Solicitado por : ANTONIO SANTILLAN MOGOLLON
Referencia : Colización N° 3056 21R02
Proyecto : TRATAMIENTO A NIVEL PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ASOCIACIÓN SAN PEDRO DE CHOQUE DEL DISTRITO PUENTE PIEDRA MEDIANTE EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN BIOFILTRO

Procedencia : Agua residual doméstica de San Pedro de Choque - Puente Piedra.
Muestreo Realizado por : EL CLIENTE
Cantidad de Muestras : 1
Producto : Agua
Fecha de Recepción : 11/09/2021
Fecha de Ensayo : 11/09/2021 al 24/09/2021
Fecha de Emisión : 24/09/2021

I. Resultados

Código de Laboratorio	216191-01			
Código del Cliente	ARA - 01			
Fecha de Muestreo	11/09/2021			
Hora de Muestreo (H)	11:00			
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:275162 N:8567063			
Tipo de Producto	Residual Doméstica			
Tipo de Ensayo	Unidad	L.O.M.	L.C.M.	Resultados
Laboratorio Físico Químico				
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg DBO5/L	0,5	2,0	3,167
Sólidos Suspendedos Totales	mg STSL	1	5	512
Turbidez	NTU	0,05	0,25	15,00

Legenda: L.O.M. = Límite de aceptación del método; L.C.M. = Límite de detección del método; (*) = Menor que el L.C.M. o L.O.M. indicado; (**) = Resultado cuantificado; (**) = Límite de Detección de Método.

(*) No analizado.

INFORME DE ENSAYO N°216191 CON VALOR OFICIAL

I. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Piloto Químico		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biological Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Sólidos Suspended Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity, Nephelometric Method

SMEWW: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater

II. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra como se recibió.

IV. Procedimiento de Muestreo

- PM-OPB-01 Requisitos generales de muestreo
- PM-OPB-04 Muestreo de Aguas



Ing. Jessica Tapia C.
Gerente de Calidad, Seguridad,
Salud y Ambiente
CIP N° 238887

Los resultados presentados constituyen una estimación de la muestra analizada, según la capacidad de nuestra metodología. Dado que el agua es un recurso limitado, se debe tener en cuenta que los resultados de los análisis de laboratorio pueden variar debido a la naturaleza de la muestra y a la naturaleza de los métodos de análisis. El tiempo de entrega de los resultados puede variar dependiendo de la complejidad de la muestra y de la disponibilidad de los recursos humanos y materiales. Para obtener más información, consulte el sitio web de Envirotest en Perú o contacte a nuestro personal de atención al cliente. Envirotest S.A.T. es una empresa de servicios de laboratorio de ensayos y análisis de aguas residuales. Para obtener más información, consulte el sitio web de Envirotest en Perú o contacte a nuestro personal de atención al cliente.

FIN DEL INFORME

INFORME DE ENSAYO N° 216191-M CON VALOR OFICIAL

Razón Social	: ANTONIO SANTILLAN MOGOLLON
Domicilio Legal	: Jr. Santa Mónica Mza. E Lote. 2
Solicitado por	: ANTONIO SANTILLAN MOGOLLON
Referencia	: Cotización N°3066-21R02
Proyecto	: TRATAMIENTO A NIVEL PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ASOCIACIÓN SAN PEDRO DE CHOQUE DEL DISTRITO PUENTE PIEDRA MEDIANTE EL DISEÑO E INSTALACION DE UN BIOFILTRO
Procedencia	: AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA DE SAN PEDRO DE CHOQUE - PUENTE PIEDRA.
Muestreo Realizado por	: EL CLIENTE
Cantidad de Muestras	: 1
Condición de Conservación	: 5,3°C
Producto	: AGUA
Fecha de Recepción	: 11/09/2021
Fecha de Ensayo	: 11/09/2021 al 24/09/2021
Fecha de Emisión	: 24/09/2021

I. Resultados

Código de Laboratorio	216191-01		
Código del Cliente	ARA - 01		
Fecha de Muestreo	11/09/2021		
Hora de Muestreo (h)	11:00		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:275162 N:8607803		
Tipo de Producto	Residual Doméstico		
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado
Laboratorio Biológico			
Focal Coliform (44-5x0.2°C)	NMP/100mL	1,8	1.40E+05

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, * = Mayor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, / = Resultado no cuantificable, % = Límite de Detección de Materiales.

* = No analizado

INFORME DE ENSAYO N°216191-M CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Biológico		
Fecal Coliform (44.56.2°C)	SMEWW 9221E/9221C 23rd Ed. 2017	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

*SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

III. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra como se recibió.

IV. Procedimiento de Muestreo

- PM-OP-01: Requisitos generales de muestreo
- PM-OP-02: Transporte, almacenamiento y mantenimiento de equipos
- PM-OP-04: Muestreo de Aguas
- PM-OP-11: Aseguramiento y Control de Calidad en el Muestreo



Biga Sisky Alvarez M.
Jefe de Laboratorio Biológico
C.B.P. N° 3928

Los resultados obtenidos corresponden sólo a la muestra enviada, según su método de cobro de laboratorio. Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas del país o no. El tiempo de entrega de la muestra es de un día calendario desde el ingreso a la muestra al laboratorio. El tiempo de entrega de los reportes de ensayo, según el tipo de ensayo, será de 1 día. El tiempo de entrega de los resultados de la muestra será de 1 día. La entrega de los resultados de la muestra se hará en los horarios establecidos en el contrato o por correo electrónico. Este procedimiento de entrega de resultados, sólo aplica a los ensayos que se realicen en el laboratorio. Para verificar la veracidad de los resultados de los ensayos, consulte al correo: info@envirotest.com.pe

FIN DEL INFORME

INFORME DE ENSAYO N° 216240 CON VALOR OFICIAL

Razón Social	: ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON
Domicilio Legal	: Jr. Santa Mónica Mza. E Lote. 2 Urb. S.M.P.
Solicitado por	: ANTONIO SANTILLAN MOGOLLON
Referencia	: Cotización N° 4109-2021
Proyecto	: TRATAMIENTO A NIVEL PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ASOCIACIÓN SAN PEDRO DE CHOQUE DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA MEDIANTE EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN BIOFILTRO
Procedencia	: Agua residual doméstica tratada con el biofiltro
Muestreo Realizado por	: ENVIROTEST S.A.C
Cantidad de Muestras	: 1
Producto	: Agua
Fecha de Recepción	: 16/09/2021
Fecha de Ensayo	: 16/09/2021 al 29/09/2021
Fecha de Emisión	: 29/09/2021

I. Resultados

Código de Laboratorio				216240-01
Código del Cliente				ARE-01
Fecha de Muestreo				16/09/2021
Hora de Muestreo (h)				08:30
Ubicación Geográfica (WGS 84)				E: 775162 N: 8697063
Tipo de Producto				Residual Doméstica
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
Laboratorio Físico Químico				
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg DBO5L	0,5	2,0	23,7
Sólidos Suspendidos Totales	mg STSL	1	6	<6
Turbidez	NTU	0,05	0,25	1,50

Legend: L.C.M. = Límite de cuantificación del método; L.D.M. = Límite de detección del método; ** = Mayor que el L.C.M. o L.D.M. indicado; *D = Resultado cuantificado; *T = Límite de Detección de Método.

** No analizado

INFORME DE ENSAYO N°216240 CON VALOR OFICIAL

I. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Físico Químico		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 D, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Sólidos Suspendedos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity, Nephelometric Method

"SMEWW": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

II. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

IV. Procedimiento de Muestreo

- PW-OPE-01 Requiere generalis de muestreo
- PW-OPE-04 Muestreo de Aguas



Ing. Felipe Campos Y.
CIP N° 126871

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la norma de métodos correspondiente. Estos resultados se obtienen con una confiabilidad no conformes con normas del POCUAL. Si existen las dudas de la validez de los resultados de un solo laboratorio envíe al Ingeniero de la muestra al Laboratorio. El error de control del sistema de ensayo, será el mayor entre un 1 año en el 4 años. El tiempo de percepción de la muestra será de 24 horas a la entrega en los métodos administrados de ensayo y/o desde la hora de recepción. Está prohibida la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización por escrito de S.A.C. Los resultados de las pruebas realizadas bajo sus normas de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicite el número de la copia original en el laboratorio.

****FIN DEL INFORME****

INFORME DE ENSAYO N° 216240-M CON VALOR OFICIAL

Razón Social : ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON
 Domicilio Legal : Jr. Santa Mónica Mza. E Lote. 2 Urb. S.M.P.
 Solicitado por : ANTONIO SANTILLAN MOGOLLON
 Referencia : Colización N° 4109-2021
 Proyecto : TRATAMIENTO A NIVEL PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ASOCIACIÓN SAN PEDRO DE CHOQUE DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA MEDIANTE EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN BIOFILTRO

Procedencia : Agua residual doméstica tratada con el biofiltro
 Muestreo Realizado por : ENVIROTEST S.A.C
 Cantidad de Muestras : 1
 Condición de Conservación : 5.2°C
 Producto : AGUA
 Fecha de Recepción : 16/09/2021
 Fecha de Ensayo : 16/09/2021 a 29/09/2021
 Fecha de Emisión : 29/09/2021

I. Resultados

Código de Laboratorio	216240-01		
Código del Cliente	ARE-01		
Fecha de Muestreo	16/09/2021		
Hora de Muestreo (h)	08:30		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E: 77°16'2 N: 86°07'05		
Tipo de Producto	Residual Doméstica		
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Laboratorio Biológico			
Fecal Coliforme (44.5±0.2°C)	NMP/100mL	1,0	<1,80E+00

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método; L.D.M. = Límite de detección del método; * = Valor que al L.C.M. o L.D.M. excede; ** = Referencia cuantificable; **/ = Límite de Detección de Método.

* = No ensayado

INFORME DE ENSAYO N°216240-M CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Biológico		
Fecal Coliform (44.5x0.2°C)	SMEWW 9221E/9221C 23rd Ed. 2017	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

SMEWW, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

III. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra como se recibió.

IV. Procedimiento de Muestreo

- PM-OPE-01 Requisitos generales de muestreo
- PM-OPE-02 Transporte, almacenamiento y mantenimiento de equipos
- PM-OPE-04 Muestreo de Aguas
- PM-OPE-11 Aseguramiento y Control de Calidad en el Muestreo



Biga Sissy Alvarez M.
Jefe de Laboratorio Biológico
C.B.P. N° 9928

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la orden de muestra correspondiente. ENCO INVIATICA no brinda un certificado de conformidad con normas del producto. El tiempo de entrega de la muestra es de un día calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de entrega del informe de ensayo, desde el día que se recibe la muestra, es de 4 días. El tiempo de acreditación de la muestra está en función a lo establecido en los métodos normalizados de ensayo y que están a la orden de nuestro área ambiental. La información detallada de precios de ensayos, tanto para el cliente de Enco Inviatca S.A.S. Los resultados se relacionan solamente con los datos de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para recibir el asesoramiento por favor ingresar al correo: ventas@envirotest.com.pe

****FIN DEL INFORME****

INFORME DE ENSAYO N° 216242 CON VALOR OFICIAL

Razón Social : ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON
 Domicilio Legal : Jr. Santa Mónica Mza. E Lote. 2 Urb. S.M.P.
 Solicitado por : ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON
 Referencia : Colización N° 4109-2021
 Proyecto : TRATAMIENTO A NIVEL PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ASOCIACIÓN SAN PEDRO DE CHOQUE DEL DISTRITO PUENTE PIEDRA MEDIANTE EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE BIOFILTRO
 Procedencia : Agua residual doméstica de San Pedro de Choque-Puente Piedra
 Muestreo Realizado por : EL CLIENTE
 Cantidad de Muestras : 1
 Producto : Agua
 Fecha de Recepción : 16/09/2021
 Fecha de Ensayo : 16/09/2021 al 29/09/2021
 Fecha de Emisión : 29/09/2021

I. Resultados

Código de Laboratorio				216242-01
Código del Cliente				ARA-02
Fecha de Muestras				16/09/2021
Hora de Muestras (h)				08:00
Ubicación Geográfica (WGS-84)				E:275162 N:9687093
Tipo de Producto				Residual Doméstico
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultado
Laboratorio Físico Químico				
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg DBO5/L	0,5	2,0	568,0
Sólidos Suspensivos Totales	mg STXL	1	6	304
Turbidez	NTU	0,05	0,25	19,00

Legend: L.D.M. = Límite de validación del método, L.C.M. = Límite de detección del método. * = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. ** = Resultado cuantificado. ***) = Límite de Detección de Método.

*) No analizado



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-056



Registro N° LE-056

INFORME DE ENSAYO N°216242 CON VALOR OFICIAL

II. Metodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Físico Químico		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
Sólidos Suspendedos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity, Nephelometric Method

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

III. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra como se recibió.

IV. Procedimiento de Muestreo

- PM-OPE-01: Requisitos generales de muestreo
- PM-OPE-04: Muestreo de Aguas



Ing. Felipe Campos Y.
CIP N° 136871

ESTE RESULTADO constituye un informe válido a las muestras recibidas, según la cadena de custodia correspondiente. Este resultado no debe ser utilizado como una notificación de conformidad con normas conexas. El tiempo en control de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso a la muestra al laboratorio. El tiempo en control del método de ensayo, SMEWW-APHA-AWWA-WEF, es de 10 días hábiles. El tiempo de disponibilidad de la muestra está en función a la recepción en los métodos correspondientes de ensayo y según lo pide el cliente. Esta conformidad se refiere a los métodos de ensayo, tanto a nivel de laboratorio como a nivel de campo, todo ello con base en las muestras, como se recibieron. Para verificar la adecuación del proceso de muestreo se recomienda al cliente, al recibir, revisar el método.

FIN DEL INFORME

INFORME DE ENSAYO N° 216242-M CON VALOR OFICIAL

Razón Social : ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON
 Domicilio Legal : Jr. Santa Mónica Mza. E Lote. 2 Urb. S.M.P.
 Solicitado por : ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON
 Referencia : Cotización N° 4106-2021
 Proyecto : TRATAMIENTO A NIVEL PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ASOCIACIÓN SAN PEDRO DE CHOQUE DEL DISTRITO PUENTE PIEDRA MEDIANTE EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE BIOFILTRO
 Procedencia : Agua residual doméstica de San Pedro de Choque-Puente Piedra
 Muestreo Realizado por : EL CLIENTE
 Cantidad de Muestras : 1
 Condición de Conservación : 5.2°C
 Producto : AGUA
 Fecha de Recepción : 18/09/2021
 Fecha de Ensayo : 18/09/2021 al 30/09/2021
 Fecha de Emisión : 30/09/2021

I. Resultados

Código de Laboratorio	216242-01
Código del Cliente	AP04-02
Fecha de Muestras	18/09/2021
Hora de Muestras (h)	09:00
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:275162 N:8687083
Tipo de Producto	Residual Doméstico

Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado
Laboratorio Biológico			
Facul Coliform (44, 5e0.2°C)	NMP/100mL	1.8	4,80E+005

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método; L.D.M. = Límite de detección del método; * = Mayor que el L.C.M. o L.D.M. Viables; ** = Resultado cuantificable; **F = Límite de Detección de Método.
 ** = No cuantificable

INFORME DE ENSAYO N°216242-M CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Biológico		
Fecal Coliform (44,560 2°C)	SMEAW 9221.6/9221C 23rd Ed. 2017	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

SMEAW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

III. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra como se recibió.

IV. Procedimiento de Muestreo

- PM-OPC-01 Requisitos generales de muestreo
- PM-OPC-02 Transporte, almacenamiento y mantenimiento de equipos
- PM-OPC-04 Muestreo de Aguas
- PM-OPC-11 Aseguramiento y Control de Calidad en el Muestreo


Bgk. Sissy Alvarez M.
Jefe de Laboratorio Biológico
C.B.P. N° 9928

Los resultados presentados constituyen sólo una opinión técnica según la norma de muestra correspondiente. Esta opinión no debe ser utilizada como evidencia de conformidad con ningún otro requisito. El tiempo de validez de un informe de ensayo, tanto en digital como en físico, es de 3 años. El tiempo de validez de la muestra es de 1 año. Cualquier otro detalle en los datos presentados en el presente informe, tales como: nombre del cliente, dirección, teléfono, correo electrónico, etc., no debe ser utilizado para fines de responsabilidad legal. Los resultados de los ensayos se entregan en formato digital y físico. Para verificar la autenticidad de los datos de los ensayos, consulte al correo: info@envirotest.com.pe

“FIN DEL INFORME”

INFORME DE ENSAYO N° 216337 CON VALOR OFICIAL

Razón Social	: ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON
Domicilio Legal	: J. Santa Mónica Mza. E Lote 2 Urb. S.M.P.
Solicitado por	: ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON
Referencia	: Cotización N° 4109-21
Proyecto	: TRATAMIENTO A NIVEL PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ASOCIACION SAN PEDRO DE CHOQUE DEL DISTRITO PUENTE PIEDRA MEDIANTE EL DISEÑO E INSTALACION DE UN BIOFILTRO
Procedencia	: Agua residual doméstica tratada con el biofiltro
Muestreo Realizado por	: EL CLIENTE
Cantidad de Muestras	: 1
Producto	: Agua
Fecha de Recepción	: 18/09/2021
Fecha de Ensayo	: 18/09/2021 al 30/09/2021
Fecha de Emisión	: 30/09/2021

I. Resultados

Código de Laboratorio				216337-01
Código del Cliente				ARE 02
Fecha de Muestreo				18/09/2021
Hora de Muestreo (H)				07:00
Ubicación Geográfica (WGS 84)				E: 775162 N: 0587053
Tipo de Producto				Residual Doméstico
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
Laboratorio Físico-Químico				
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg DBO ₅ /l	0,5	2,0	434,4
Sólidos Suspendedos Totales	mg STS/L	1	5	10
Turbidez	NTU	0,25	0,25	0,50

Legenda: L.C.M. = Límite de cualificación de método; L.D.M. = Límite de detección del método; * = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado; ** = Simulación de actividad; ** = Límite de Detención de Método

** = No analizado

INFORME DE ENSAYO N° 216337-M CON VALOR OFICIAL

Razón Social	ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON
Domicilio Legal	Jr. Santa Mónica Mza. E. Lote. 2 Urb. S.M.P.
Solicitado por	ANTONIO LUIS SANTILLAN MOGOLLON
Referencia	Cotización N° 4109-21
Proyecto	TRATAMIENTO A NIVEL PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ASOCIACIÓN SAN PEDRO DE CHOQUE DEL DISTRITO PUENTE PIEDRA MEDIANTE EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN BIOFILTRO.
Procedencia	Agua residual doméstica tratada con el biofiltro
Muestreo Realizado por	EL CLIENTE
Cantidad de Muestras	1
Condición de Conservación	5,3°C
Producto	AGUA
Fecha de Recepción	18/09/2021
Fecha de Ensayo	18/09/2021 al 30/09/2021
Fecha de Emisión	30/09/2021

I. Resultados

Código de Laboratorio	216337-01		
Código del Cliente	AIT-02		
Fecha de Muestreo	19/09/2021		
Hora de Muestreo (h)	07:00		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:275162 N:8887083		
Tipo de Producto	Residual Doméstica		
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado
Laboratorio Biológico			
Fecal Coliform (a 35±0,2°C)	NMP/100mL	1,8	<1,8DE+00

Legenda: L.C.M. = Límite de Cuantificación del Método; L.D.M. = Límite de Detección del Método; * = Menor que el L.C.M. o L.D.M. Indicado; % = Resultado en porcentaje; TyT = Límite de Detección en Método.
-/- = No analizado.

INFORME DE ENSAYO N°216337-M CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referenciada	Título
Laboratorio Biológico		
Fecal Coliform (44.560 2°C)	SMEAW 9221EM21C 23rd Ed. 2017	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

*SMEAW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

III. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra como se recibió.

IV. Procedimiento de Muestreo

- PM-OPR-01: Realizaciones generales de muestreo
- PM-OPR-02: Tránsito, almacenamiento y mantenimiento de equipos
- PM-OPR-04: Muestreo de Aguas
- PM-OPR-11: Aseguramiento y Control de Calidad en el Muestreo



Mica Sissy Alvarez M.
Jefe de Laboratorio Biológico
C.B.P. N° 9928

Los resultados presentados corresponden solo a la muestra recibida, según la metodología de trabajo referenciada. Estos resultados no cubren un análisis de cumplimiento de normas de calidad. El cliente es responsable de la muestra enviada al laboratorio. El tiempo de entrega de los resultados depende de la cantidad de muestras y de la complejidad de la muestra. En caso de haber problemas en la recepción de la muestra, el cliente debe comunicarse con el laboratorio. La información sobre el precio y condiciones de servicio se encuentra en el Anexo 5.4.2. Los resultados de laboratorio se entregan en formato físico y electrónico. Para verificar la autenticidad del presente informe no envíe solicitudes de modificación al correo: info@envirotest.com.pe

“FIN DEL INFORME”

REFERENCIAS

- Acuña, Jose, & Reyes, J. (2017). *Eficiencia de Lumbricus Terrestris Y Eisenia Foetida en el tratamiento de las aguas residuales en la ciudad de Bagua-Amazonas, 2015 (Tesis de pregrado)* [Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas].
<http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1208>
- Arce, M., & Leiva, M. (2009). *Determinacion de la calidad de agua de los rios de la ciudad de Loja y diseño de Lineas generales de accion para su recuperacion y manejo (Tesis de pregrado)* [Universidad Técnica particular de loja].
<http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/474?mode=full>
- Ávila, D., & Silva, C. (2010). *Tratamiento de lixiviados diluido con aguas residuales en una planta piloto a escala de un sistema de lodos activados con el fin de lograr un efluente optimo (Tesis de pregrado)* [Universidad Nacional de Ingeniería].
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3292>
- Caicedo, J. (2017). *Diseño, construcción y evaluación de un prototipo biológico compuesto de Eisenia Foetida y Agave Filifera, para el tratamiento de aguas residuales en la Granja del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesa, Riobamba 2015 (Tesis de pregrado)* [Escuela superior politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6321>
- Campos y Covarrubias, G., & Lule Martínez, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7, 45–60.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>
- Carmona, C. (2010). *Estudio del comportamiento de una mezcla de aserrín y grasa lactea de desecho (Tesis de pregrado)* [Universidad Austral de Chile].
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fac287e/doc/fac287e.pdf>

- Cevallos, F. (2015). *Evaluación de eficiencia de sistemas de biofiltración en aguas residuales industriales (Tesis de pregrado)* [Universidad de las Américas].
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2791342?show=full>
- Chávez, C., Mora, A., Cabra, J. A., Carmona, Y., Revah, S., & Gnecco, G. (2004). Biofiltración de Ácido Sulhídrico (H₂S), Utilizando Bagazo de Caña de Azúcar y Piedra Pómez como Material de Soporte. *Ingeniería y Competitividad*, 5, 8–9. <file:///G:/Observaciones Asesoría Tesis 2021/Semana 1/2291-Texto del artículo-4829-2-10-20170520.pdf>
- Coronel, N. (2015). *Diseño e Implementación a escala de un biofiltro Tohá en la Epoch para la depuración de aguas residuales domésticas procedentes de la comunidad Langos La Nube (Tesis de pregrado)* [Escuela superior politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/4802/1/236T0150.pdf>
- Curipallo, M. (2017). *Análisis del bagazo de caña como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del camal municipal de la ciudad del Puyo, Provincia de Pastaza (Tesis de pregrado)* [Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26849>
- Díaz Cuenca, E., Alvarado Granados, A., & Camacho Calzada, K. (2012). sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*, 14, 78–97.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40123894005>
- DIGESA. (2008). *Potocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales*. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf)
- Fuentes Yagüe, J. L. (1987). La Crianza de la lombriz roja. *Hojas Divulgadoras*, 1–2.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1987_01.pdf

García Espigares, M., & Pérez López, J. A. (2010). *Aguas residuales. composición.*

https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf

Ger, J. (2017). *Análisis del bagazo de caña como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la curtiembre los tres Juanes, provincia de Tungurahua (Tesis de pregrado)* [Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26824>

Giron, M. (2018). *Evaluación de la eficiencia del sistema lombrifiltro empleando a la especie Eisenia foétida en la remoción de nutrientes de las aguas residuales domésticas.* Universidad Nacional de Ingeniería.

Gonzales, G., Zevallos, A., Gonzales Catañeda, C., Nuñez, D., Gastañaga, C., Cabezas, C., Naeher, L., Levy, K., & Steenland, K. (2014). Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31, 547–556.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v31n3/a21v31n3.pdf>

Hanna instruments. (2010). *Guía para la medición en campo de calidad del agua.* Blog.
<https://www.hannacolombia.com/blog/post/190/guia-para-la-medicion-en-campo-calidad-del-agua>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación 6 a ed.* (McGRAW-HILL (ed.)). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Herrera, W., & Rey, A. (2018). *IMPLEMENTACIÓN DE BIOFILTRO COMO AGENTE DEPURADOR DE AGUAS RESIDUALES DEL CONJUNTO ARANJUEZ II, EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META(Tesis de pregrado)* [UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA].

https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/4174/1/2018_implementacion_biofiltro_agente.pdf

ISO/IEC 17000. (2020). Evaluación de la conformidad-Vocabulario y principios generales. *Norma Internacional*.

Larios, F., Gonzáles, C., & Morales, Y. (2015, October). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Saber y Hacer*, 09–25. <https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>

Lima, J. (2016). *Diseño, implementación y evaluación de un sistema de biofiltración con lombrices (Eisenia foetida) para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la crianza de cerdos en la propiedad de la familia Lima ubicada en el barrio playas La Florida Cantó* [Universidad Nacional de Loja]. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17588/1/Tesis_José_Lima.pdf

Lorenzo Acosta, Y. (2006). Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 40, 10–17. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120664002>

Loro, A. (2018). *Evaluación de la eficiencia del tratamiento secundario de aguas residuales domésticas utilizando un biofiltro con eisenia foetida y un biofiltro convencional (Tesis de pregrado)* [Universidad Científica del Sur]. https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/567/TL-Loro_Ocampos.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica: Revista de Divulgación Científica de La Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3, 34–39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

Lucas, J. (2017). *Tratamiento de aguas grises domesticas mediante un sistema de biofiltros en*

- la urbanización de José Carlos Mariátegui S.J.L en el año 2017 (Tesis de pregrado)* [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34807>
- Manantial ambiental S.A. (2017). *Biofiltro Dinámico Aeróbico Sistema Tohá*. <http://www.manantial.cl/detalle/productos/equipos-y-sistemas-para-tratamientos-de-aguas-residuales/sistemas-de-tratamiento-aerobicos/14/lombrifiltros>
- Melendez, G., & Soto, G. (2003). Taller de abonos organicos. *Proyecto NOS Del Catie/GTZ*, 2. <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria Taller Abonos Orgánicos.pdf>
- Méndez, J., & Marchán, J. (2008). *Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en la EPS del Perú y propuestas de solución*.
- OEFA. (2014). *La fiscalización ambiental en aguas residuales*. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827#:~:text=Fiscalización ambiental en sentido amplio,el cumplimiento de obligaciones ambientales
- Paico, D. (2017). *Sistema Tohá, para el tratamiento de aguas residuales de la Universidad Cesar Vallejo (Tesis de pregrado)* [Universidad Cesar Vallejo]. [file:///G:/TESIS 2021/ANTECEDENTES/paico_rd.pdf](file:///G:/TESIS%202021/ANTECEDENTES/paico_rd.pdf)
- Peña, A. (2007). *Aspectos ambientales. Identificación y evaluación* (AENOR). [http://www.recaiecuador.com/Descargacursogestionambiental/Aspectos ambientales.pdf](http://www.recaiecuador.com/Descargacursogestionambiental/Aspectos%20ambientales.pdf)
- Quilligana, L. (2018). *Análisis del Bagazo de Caña de Azúcar como filtro en el Tratamiento de las Aguas residuales provenientes de la Lavadora de Jeans “Lavaclassic”, ubicada en la ciudad de Pelileo, Provincia de Tungurahua (Tesis de pregrado)* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27677>
- Ramón, J., León, J., & Castillo, N. (2015). Diseño de un sistema alternativo para el tratamiento de aguas residuales urbanas por medio de la técnica de lombrifiltros utilizando la especie *Eisenia Foetida*. *Mutis*, 5, 46–54. <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/view/1018/1053>

- Reynolds, K. A. (2002). Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica. Identificación del Problema. *De La Llave*, 1–4. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2007/10/Tratamiento-aguas-residuales-Latinoamerica.pdf>
- Rodríguez, P. (2011). *Análisis de la situación de las aguas servidas en zonas rurales de la IV, VI y RM de Chile y proposición de un sistema sustentable para su tratamiento (Tesis de pregrado)* [Universidades de Chile]. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104031>
- Rojas Crotte, I. (2011). Elementos para el diseño de técnicas de investigación: Una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. *Tiempo de Educar*, 12, 277–297. <https://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf>
- Romero, M., Colín, A., Sánchez, E., & Ortiz, L. (2009). Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 25, 157–167. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000300004
- Senace. (2017). *Lista de Chequeo optimizará la identificación de aspectos relevantes en la evaluación ambiental*. <https://www.senace.gob.pe/noticias/senace-presenta-lista-chequeo-optimizar-identificacion-aspectos-relevantes-la-evaluacion-ambiental/>
- Serret, N., Giralt, G., & Quintero, M. (2016). Caracterización de aserrín de diferentes maderas. *Tecnología Química*, 36, 395–405. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000300012
- Sierra, J. (2001). Determinación experimental de la curva de la DBO5 y el valor de las constantes K y lo en una muestra de agua contaminada del rio Bogota. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 11, 3–6. <https://www.redalyc.org/pdf/911/91101114.pdf>
- Tapia, F., & Villavicencio, A. (2007). Uso de biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego. *Proyecto FONSAAG: "Evaluacion de Biofiltros Para Reducir La Contaminacion*

Difusa En Aguas de Riego de Las Regiones VI y VII, 128.

<https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4186>

Ugalde, N., & Balbastre, F. (2013). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa:

Buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Ciencias Economicas*, 31, 179–187.

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/12730/11978>

Vásquez, E., & Rojas, T. (2016). *pH: Teoría y 232 problemas* (Universida).

<http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/17pHTeoriayproblemas.pdf>

Yomira, M. (2017). *Efecto del sistema de Lombifiltro en la depuración de DBO5 Y DQO de las aguas residuales domesticas del Distrito de Moche” (Tesis de pregrado)* [Universidad

Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23238>