



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Aplicación de vermifiltros para reducir el DQO y DBO del agua residual de un Laboratorio de Análisis Químico, 2018.

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

**AUTORA:**

Sonia Pérez Camargo

**ASESOR:**

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

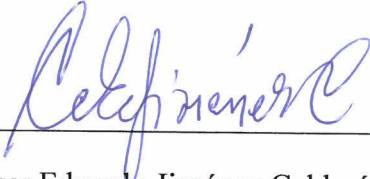
**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2018-II

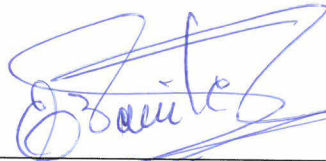
PAGINA DEL JURADO



---

Dr. Cesar Eduardo Jiménez Calderón

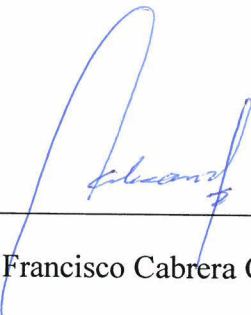
JURADO PRESIDENTE



---

Dr. Elmer Gonzales Benítez Alfaro

JURADO SECRETARIO



---

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

JURADO VOCAL

### **Dedicatoria**

Mi tesis lo dedico con mucho amor a mis padres, en especial a mi mamá Martha Camargo Vázquez, quien me enseñó a luchar y a resistir frente a las adversidades, y a no rendirme hasta cumplir mis metas.

## **Agradecimiento**

Agradecer a Dios por darme fortaleza y sabiduría,

A la Universidad César Vallejo por todas las facilidades que todo estudiante debe tener en su formación profesional.

A mis padres y familiares por todo el apoyo en su momento

Agradecer al Mg. Alexander Quintana, Dr. Julio Ordoñez, Dr. Cesar Jiménez por brindarme sus conocimientos respectivos en el desarrollo de mi tesis, en especial a mi Asesor Carlos Cabrera Carranza, por su tiempo y apoyo respectivo

A Vidal Delgado, Fanny Barreda, por su apoyo incondicional en todo.

A mis amigos que me brindaron su apoyo en diferentes oportunidades.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Sonia Pérez Camargo con DNI N° 44771898, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

**Lima, 10 de diciembre del 2018**

---

**SONIA PEREZ CAMARGO**

**DNI: 44771898**

## **PRESENTACION**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación de Vermifiltros para Reducir el DQO y DBO del Agua Residual de un Laboratorio de Análisis Químicos, 2018.”, cuyo objetivo es Determinar la eficiencia de vermifiltros para el tratamiento de aguas residuales de efluentes de un laboratorio de análisis químicos, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniera Ambiental.

---

**SONIA PÉREZ CAMARGO**

## INDICE GENERAL

PAGINA DEL JURADO .....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACION .....	vi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	13
1.3.1 Aplicación de vermifiltros.....	13
1.3.2 Componentes de vermifiltros.....	13
1.3.3. Lombrices .....	13
1.3.4 Organismos Asociados .....	14
1.3.5 Medio Filtrante .....	14
1.3.6 Filtros Biológicos.....	15
1.3.7 Vermicompostaje.....	15
1.3.8. Remoción de DQO y DBO de Aguas residuales .....	15
1.3.9. Uso del agua en el Perú.....	16
1.3.10. Características de las aguas residuales.....	17
1.3.11. Propiedades fisicoquímicas.....	17
1.3.12 Demanda biológica de oxígeno (DBO) .....	18
1.3.13 Demanda química de oxígeno (DQO) .....	19
1.3.14 PH .....	20
1.3.15 Temperatura .....	20
1.3.16 Conductividad eléctrica. ....	21
1.3.17 Turbidez.....	21
1.3.18 Sólidos suspendidos totales. ....	21
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	21
1.6 HIPÓTESIS .....	23
1.7 OBJETIVOS .....	23
II. MÉTODO .....	23
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	23
2.2 VARIABES DE OPERACIONALIZACIÓN.....	24

2.2.1 Variable Independiente .....	24
2.2.2 Variable dependiente .....	24
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	26
2.3.1 Población .....	26
2.3.2 Muestra .....	26
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD. ....	26
2.4.1. Validación.....	28
2.4.2. Confiabilidad .....	28
2.4.3. Procedimiento .....	28
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	30
2.6 .Aspectos Éticos.....	30
III. RESULTADOS .....	31
IV. DISCUSIÓN.....	42
V. CONCLUSIONES .....	44
VI. RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS .....	46
ANEXOS .....	51



## Índice de Tablas

Tabla 1: características de la especie Eisenia fétida.....	14
Tabla 2: Cantidades de muestras y reactivos para varios vasos de digestión.....	20
Tabla 3: Matriz de Operacionalización .....	25
Tabla 4: Técnica de Instrumentos de redacción de datos .....	27
Tabla 5: Resultados iniciales del 17-09-2018.....	31
Tabla 6: Fechas de análisis del agua residual en tratamiento .....	32
Tabla 7: Cantidades de los componentes del vermifiltro I.....	32
Tabla 8: Cantidades de los componentes del vermifiltro II.....	32
Tabla 9: Resultados de la primera muestra de tratamientos del 02-10-2018.....	33
Tabla 10: Resultados de la segunda muestra de tratamiento de 17-10-2018.....	34
Tabla 11: Resultados de la muestra final de tratamiento del 02-11-2018. ....	34
Tabla 12: Resultados finales de los vermifiltros. ....	35
Tabla 13: Prueba de reducción del DQO - DBO.....	36
Tabla 14: Prueba de normalidad de todos los parámetros. ....	37
Tabla 15: Prueba de homogeneidad de todos los parámetros.....	38
Tabla 16: Pruebas de Tukey para la variable dependiente de todos los parámetros. ...	39
Tabla 17: Matriz de consistencia.....	52

## Índice de Gráficos

Gráfico 1: Generación de Aguas Residuales.....	16
Gráfico 2: Extracciones de agua por sector .....	17
Gráfico 3: Análisis iniciales de parámetros fisicoquímicos. ....	31
Gráfico 4: Tendencia inicial del DQO Y DBO del 02-10-2018 del vermifiltro I-II .....	33
Gráfico 5: Tendencia del DQO y DBO del 17-10-2018 del vermifiltro I-II.....	34
Gráfico 6: Tendencia final del DQO y DBO del 02-11-2018 del vermifiltro I-II .....	35
Gráfico 7: Tendencia final del DQO y DBO del vermifiltro I-II. ....	36
Gráfico 8: Remoción obtenida de DQO y DBO del vermifiltro I-II.....	37

## Índice de Imágenes

Imagen 1: Fibra de coco en gramos.....	74
Imagen 2: Aserrin en gramos.....	74
Imagen 3: Piedra zeolita un kilo .....	74
Imagen 4: Lombrices californianas ( <i>eisenia fétida</i> ) .....	75
Imagen 5: Vermifiltro I elaborado.....	75
Imagen 6: Vermifiltro II elaborado .....	75
Imagen 7: Muestras de aguas para analizar .....	76
Imagen 8: Vermifiltro con el efluente por goteo .....	76
Imagen 9: Verificación de goteo y obstrucción de vías .....	77
Imagen 10: Medición de los parámetros c.e, turbidez, ph y temperatura .....	77
Imagen 11: Filtración de las muestras tratadas para analizar sólidos totales suspendidos.....	78
Imagen 12: Filtros de los sólidos totales suspendidos ya secados.....	78
Imagen 13: Peso de los filtros secos para determinar los sólidos suspendidos totales	79
Imagen 15: Una vez de haber pasado dos horas se realizó la lectura por método cerrado de los resultados del dco en el laboratorio de biotecnología de la ucv. ....	80
Imagen 16: Reactivos preparados que se usó para la realización de la demanda biológica de oxígeno de las muestras de agua residual tratadas por los vermifiltros .....	80
Imagen 17: Realización del procedimiento de la demanda biológica (dbo) del agua residual tratada por los vermifiltros. una vez terminado el procedimiento poner al horno por 5 días y dar lectura respectivamente.....	81

## Índice de Anexos

Anexo 1: Constancia de ejecución de proyecto de investigación .....	53
Anexo 2: Ficha de instrumento 1 .....	54
Anexo 3: ficha de instrumento 2 .....	55
Anexo 4: Ficha de instrumento 3 .....	56
Anexo 5: Ficha de instrumento 4 .....	57
Anexo 6: Ficha de instrumento 5 .....	58
Anexo 7: Validación de instrumento .....	59

Anexo 8: Validación de instrumento .....	60
Anexo 9: Validación de instrumento .....	61
Anexo 10: Validación de instrumento .....	62
Anexo 11: Validación de instrumento .....	63
Anexo 12: Validación de instrumento .....	64
Anexo 13: Validación de instrumento .....	65
Anexo 14: Validación de instrumento.....	66
Anexo 15: Validación de instrumento .....	67
Anexo 16: Validación de instrumento .....	68
Anexo 17: Validación de instrumento .....	69
Anexo 18: Validación de instrumento .....	70
Anexo 19: Validación de instrumento .....	71
Anexo 20: Validación de instrumento .....	72
Anexo 21: Validación de instrumento .....	73
Anexo 22': Validación de instrumento .....	82
Anexo 23: Validación de instrumento .....	83
Anexo 24: Validación de instrumento .....	84
Anexo 25: Validación de instrumento .....	85
Anexo 26: Validación de instrumento .....	86
Anexo 27: Validación de instrumento .....	87
Anexo 28: Validación de instrumento .....	88
Anexo 29: Validación de instrumento .....	89
Anexo 30: Validación de instrumento .....	90
Anexo 31: Validación de instrumento .....	91
Anexo 32: Validación de instrumento .....	92
Anexo 33: Validación de instrumento .....	93
Anexo 34: Validación de instrumento .....	94
Anexo 35: Validación de instrumento .....	95
Anexo 36: Validación de instrumento .....	96
Anexo 37: Validación de instrumento .....	97
Anexo 38: Validación de instrumento .....	98
Anexo 39: Validación de instrumento .....	99

## RESUMEN

El objetivo de la investigación es determinar la reducción de DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químicos mediante la aplicación de vermifiltros, al respecto la precedente tesis presenta una alternativa para reducir o mitigar este tipo de impactos, mediante la implementación de un sistema de vermifiltración, el cual aprovecha las condiciones del lugar, haciendo uso de las lombrices y otros componentes como (piedra zeolita, fibra de coco y aserrín) generando la reducción de materia orgánica.

En el primer capítulo se presenta la realidad contextual de la generación de aguas residuales combinadas con restos líquidos de insumos químicos que son vertidas directamente a la red del alcantarillado, para el cual se planteó un sistema de tratamiento pasivo asistido por lombrices californianas reductoras de materia orgánica y otros contaminantes, seguidamente se detalla la metodología que se implementó para la ejecución del sistema de tratamiento, en el tercer capítulo se presenta los resultados obtenidos en la implementación y ejecución del sistema de tratamiento, así como el análisis de los parámetros en el laboratorio.

En el capítulo cuatro se realizó la discusión entre la tesis y trabajos desarrollados anteriormente los cuales presentan características similares a la realizada, en el quinto capítulo se ostenta las conclusiones a las cuales llegó la presente tesis, finalmente en el sexto capítulo se presenta las recomendaciones a fines que futuros investigadores puedan tomarlas en consideración.

Por tanto, se usó la siguiente metodología de análisis el APHA-AWWA-WEF (2012)5210B, el APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500HB. Se usó la metodología para encontrar los resultados finales de reducción en el vermifiltro I (DQO 76.43%, DBO 60.46%, vermifiltro II (DQO 79.53%, DBO 73.61 %), y se llegó a la conclusión de que el vermifiltro II fue el que tuvo más capacidad de reducción 79.53% DQO y 73.61% DBO, ya que de esta manera se contribuyó a disminuir la contaminación directa a los cuerpos de aguas y cuidado del medio ambiente.

Palabras clave: vermifiltros, remoción, Lombrices californianas (*Eisenia fétida*)

## ABSTRACT

The objective of the research is to determine the reduction of COD and BOD of wastewater from a chemical analysis laboratory through the application of vermifilters, in this respect the previous thesis presents an alternative to remedy or mitigate this type of impacts, through the implementation of a vermifiltration system, which takes advantage of the conditions of the place, making use of earthworms and other components such as zeolite stone, coconut fiber and sawdust, generating the reduction of organic matter.

The first chapter presents the contextual reality of the generation of wastewater combined with liquid residues of chemical inputs that are discharged directly into the sewerage network, for which a passive treatment system assisted by earthworm Californian reducing organic matter was proposed and other contaminants, then the methodology that was implemented for the execution of the treatment system is detailed, in the third chapter the results obtained in the implementation and execution of the treatment system are presented, as well as the analysis of the parameters in the laboratory.

In chapter four the discussion was made between the thesis and works developed previously which present characteristics similar to the one made, in the fifth chapter shows the conclusions to which the present thesis came, finally in the sixth chapter the recommendations to purposes that future researchers can take into consideration.

Therefore, the following analysis methodology was used: APHA-AWWA-WEF (2012) 5210B, APHA-AWWA-WEF (2005) method 4500HB. The methodology was used to find the final results of reduction in vermifilter I (COD 76.43%, BOD 60.46%, vermifilter II (COD 79.53%, DBO73.61%), and it was concluded that vermifilter II was the which had more capacity to reduce 79.53% COD and 73.61% BOD, since in this way it contributed to reduce direct pollution to water bodies and care for the environment.

Key words: vermifilters, removal, Californian worms (*Eisenia fétida*).

## I. INTRODUCCIÓN

Los temas tratados en la actualidad los que más resaltan y se deben dar prioridad debido a la misma situación que se presenta según hechos o estadísticas que se tiene es el uso inadecuado del agua, por ende la escasez que se está produciendo es debido al cambio climático y a las actividades antropogénicas, ya que los océanos coadyuvan a articular los niveles del monóxido de carbono, asimismo a mantener las temperaturas globales, que a su vez trasladan nutrientes y conservan ecosistemas marinos (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2018).

Con referencia a las investigaciones o estudios para tratar las aguas residuales y obtener la recuperación de estas, siempre están orientados solo a algunos sectores, es por ello que no se toma en cuenta a quienes también requieren de apoyo como son las Industrias o laboratorios de análisis químicos, lo cual es indispensable el uso del agua para realizar los ensayos o análisis de dichos parámetros ya sean fisicoquímicos o microbiológicos, los cuales requieren tener todos los materiales o equipos completamente limpios, ya que de esta manera se obtiene los resultados de calidad sin salir alterados.

El año 2017 el Perú sufrió uno de los inesperados fenómenos climáticos, en donde hubo muchas víctimas y pérdidas debido a que no se tomaron las prevenciones necesarias para este tipo de amenazas, además quedaron afectados y sufrieron estragos las diferentes zonas del Perú, la más golpeada fue la zona norte tanto que se restringieron los servicios de agua a la capital, es ahí donde se toma conciencia cuando la producción se paraliza y el uso del agua es indispensable para seguir con dichas actividades (Diario el comercio, 2018).

Para tal efecto el presente estudio, propone utilizar los vermifiltros como componentes el aserrín, piedra zeolita, fibra de coco y lombrices a diferentes cantidades para tratar las aguas residuales de un laboratorio de análisis químico, debido a que la aplicación de vermifiltros ha sido realizada en países en desarrollo lo cual han generado buenos resultados.

Según manifiestan que los “diferentes estudios realizados o proyectados están dirigidos a alcanzar una mayor efectividad en los tratamientos de aguas residuales

efluentes, en donde no es necesario utilizar instalaciones que sean sofisticadas ya que estas cuentan con un bajo consumo de energía” (SINHA, Y SONI, 2014.P, 582).

“El vermifiltro se encuentra dentro de los lineamientos, denominada como una de las tecnologías compuesta por lombrices, microorganismos asociados a un vermicompost, por lo tanto este tratamiento tiene ciertas ventajas entre las cuales no produce lodos inestables, ocupa poco espacio y son muy económicos” (LAKSHMI Y RANJITHA, 2014.P, 582).

Como se puede inferir en el presente estudio se detalla el problema junto con los objetivos, las hipótesis y elaboración que complementó al estudio donde se realizó el experimento la cual es una alternativa eficiente para el tratamiento del agua residual que va directamente al sistema del alcantarillado, produciendo alteración en los ecosistemas acuáticos.

#### 1.1 REALIDAD PROBLEMATICA.

A nivel Mundial según la ONU, nos dice que el 80% de aguas residuales no se descontaminan antes de su vertimiento o reusó. Para reducir la contaminación de las aguas no solo debemos centrarnos en la contaminación de las fuentes, sino de cómo minimizar la eliminación de los contaminantes de los flujos en las aguas residuales, saber reutilizar las aguas tratadas y del mismo modo como rescatar los subproductos útiles. De tal manera de que estas acciones originen beneficios ambientales, sociales y económicos, ayudando al bienestar, la salud, la seguridad del agua, la alimentación y el desarrollo sostenible (ONU, 2017).

Al respecto de muchas fuentes de datos y obtener una información relacionada en el tema de aguas residuales ya que: ”son producidas por diferentes establecimientos o industrias, por ello se debe diferenciar entre el volumen total de aguas residuales producidas y el volumen real que se elimina, que debe ser una cantidad menor debido al reciclaje. Se considera que para el año 2025 las aguas residuales aumentaran en gran cantidad” (PNUMAIF, 2007).

A nivel Latinoamérica, la UNESCO señala que hay muchas iniciativas de programas mundiales para evaluar los recursos hídricos, asimismo poder enfrentar cualquier desafío que nos muestren respecto a la calidad del agua, uno de los objetivos es que las iniciativas promuevan la investigación científica, traslade todos los conocimientos y se

comience a reconocer la importancia de la recolección y tratamiento para la reutilización de las aguas residuales y que sean aplicados abarcando todo un espectro, donde se genere un intercambio de nuevas tecnologías y políticas en la cual se obtengan las capacidades de capacitar sobre todo en los riesgos agrupados a los contaminantes que se emergen en el suministro de las aguas residuales (UNESCO, 2017).

A nivel de Perú, “la problemática que abarca el tema de las aguas residuales, es que se está trabajando en coordinación con las entidades públicas involucradas para saber llegar a las industrias y a la población e impartir un adecuado uso de estas, con la finalidad de reducir la generación excesiva de las aguas residuales en el país” (OEFA, 2014).

Si bien es cierto que, “el agua dulce es imprescindible para las necesidades humanas y para todo ser vivo en la tierra, con mucha más razón debemos tener conciencia y conocimiento que el agua contaminada es peligrosa para la salud física, social y ambiental de toda la humanidad no solo en el País sino a nivel mundial” (KOFI ANNAN, 2003).

A nivel local, la problemática observada en el Laboratorio Greenlab Perú S.A.C que se encuentra ubicado en calle Santa Angélica N° 285, Urbanización Santa Luisa-San Martín de Porres - Lima, con coordenadas, Por el ESTE con 274628 y por el NORTE con 8678075, con un área de 480 m<sup>2</sup>. La problemática observada fue con respecto a sus descargas directas de agua al momento que realizan el lavado de los materiales con restos líquidos de reactivos, o los sobrantes de insumos preparados para las muestras o ensayos lo vierten en el lavadero, dichas descargas van directamente a la red del alcantarillado, ya que se ha realizado un seguimiento y se comprobó que diariamente generan 1m<sup>3</sup> de aguas con restos líquidos que se usan en los ensayos. Por otro lado se observó que se está implementando un área para análisis microbiológicos de alimentos, asimismo se hizo análisis del agua residual donde se observó que tenía alto DQO y DBO estaban por encima de los Valores Máximos Admisibles. Por esta razón que se vio la necesidad de darle un previo tratamiento a estos efluentes, con la ayuda de tecnologías que al mismo tiempo es viable y fácil de aplicarlo. Con el fin de reducir el DQO y DBO del agua residual del laboratorio mediante la aplicación de vermiculitas, contribuyendo a la minimización de contaminación directa a los ecosistemas acuáticos.



Este es un laboratorio que realiza ensayos en colorimetría y gravimetría, es por ello que en cuanto a colorimétricos está el ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, sulfuro de hidrogeno y monóxido de carbono esto es para la matriz de aire.

Por otro lado también se realiza la demanda química del oxígeno, demanda bioquímica del oxígeno, sólidos totales y sólidos suspendidos, también sólidos disueltos, aceites y grasas y material particulado.

“Dentro de los lineamientos se encuentra la aplicación de vermifiltros, un método que está asociado con la elaboración de vermicompost compuesto por lombrices, microorganismos asociados, los cuales no producen lodos inestables, son rentables y fácil de realizar el tratamiento de aguas residuales” (ROJAS Y PIERART, 2013, P, 44).

## **1.2 TRABAJOS PREVIOS**

**Furlong, Gibson, Oak, Thakar, Kodgire y Patankar (2016).Evaluación técnica y de usuario de un novedoso sistema de saneamiento in situ basado en gusanos en la India rural.** En esta investigación se evaluó como el rendimiento técnico y la aceptación del usuario de un novedoso sistema de saneamiento in situ basado en la vermifiltración se probaron durante más de 12 meses en zonas rurales de la India. Diez hogares (tamaño medio del hogar = 5,6 personas) que habían practicado previamente la defecación al aire libre probaron un inodoro de descarga vinculado a un vermifilter, conocido también como "inodoro de tigre". Los parámetros técnicos que se controlaron durante este período incluyeron: uso, temperatura, acumulación de materia fecal y vermicompost, presencia de gusanos e influencia y calidad del efluente.

Sin duda la satisfacción del usuario se evaluó en relación con una encuesta de línea de base y mediante discusiones de grupos focales. Los vermifiltros procesaron productos de desecho humanos de manera efectiva en un escenario de la vida real. Después de 12 meses hubo poca acumulación de sólidos fecales (0-10 por ciento de cobertura superficial) y la calidad del efluente fue buena un 57% en DQO, una reducción de coliformes fecales en 99%). La acumulación de vermicompost fue baja y sugirió que el vaciado solo sería necesario cada cinco años. Los niveles de satisfacción de los usuarios fueron altos, con el 100% de los encuestados muy satisfechos (60%) o satisfechos (40%) con el "inodoro Tiger". Las razones principales que se dieron fueron el uso de gusanos y la falta de olores.

**Xing, Jiang, Wang y Yang (2017).Análisis de influencia para el comportamiento de deshidratabilidad del fango en exceso en un vermifiltro de dos etapas.** En esta investigación un vermifiltro de dos etapas fue desarrollado para analizar cualitativa y cuantitativamente propiedades físico-químicas de lodos (dimensión fractal, potenciales zeta, sustancias poliméricas extracelulares, distribución de tamaño de partícula y para correlacionarlos con lodos características de deshidratación (resistencia específica a la filtración y tiempo de succión capilar. Por ello los resultados demostraron que el rendimiento de deshidratación de los lodos mejoró significativamente después del vermifiltro primario y del vermifiltro de la segunda etapa. Además, el tratamiento de vermifiltración adicional mostró efectos más altos en el rendimiento de deshidratación de lodo. El límite de partículas de los lodos después del tratamiento de vermifiltración fue más claro y más suave que el lodo, aparte del hecho de que la estructura morfológica de los lodos se volvió más densa y compacta.

Además, los cambios de las propiedades de la superficie del floculo de lodo (como el potencial zeta y el EPS) dieron como resultado partículas pequeñas que se aglomeraban en partículas más grandes y luego el aumento del diámetro de partícula. En resumen, el vermifiltro de dos etapas obtuvo un mejor rendimiento de deshidratación de lodo, y por lo tanto beneficioso para el procesamiento posterior de lodo.

**Sinha, Chandran, Soni, Patel y Ghosh(2012).Lombrices de tierra: gestores químicos de la naturaleza y agentes desintoxicantes en el medio ambiente: estudio innovador del tratamiento de aguas residuales tóxicas de industria del petróleo mediante tecnología de vermifiltración.** Para el Dr. Anatoly Igonin, científico Ruso quien dijo que las lombrices están “desinfectando, desintoxicando, neutralizando, protegiendo y produciendo” es por ello que estudios indican que algunas especies de lombrices pueden “bioacumularse, biodegradarse o biotransformar cualquier sustancia química tóxica incluidos metales pesados, plaguicidas organoclorados herbicidas y los micro contaminantes orgánicos lipofílicos como hidrocarburos aromáticos”.

Es por ello que la vermifiltración de aguas residuales usando lombrices devoradoras de desechos es una novedosa tecnología concebida recientemente con varias ventajas económicas y ambientales. El cuerpo de la lombriz y su "vermicast" funcionan como un

"biofiltro" que elimina la DBO en más del 90%, la DQO en un 60-80%, Sólidos Disueltos Totales en un 90-95% y los químicos tóxicos y patógenos del agua residual.

Este fue un trabajo pionero realizado en aguas residuales extremadamente tóxicas de la industria del petróleo. Contení una mezcla de hidrocarburos de petróleos volátiles alifáticos y aromáticos y "organoclorados" procedentes de los líquidos refrigerantes, el motor residual y el aceite para engranajes y diésel petróleo. Es así como Cerca de 1,000 lombrices (especie *Eisenia fétida*) fueron liberadas en el suelo del lecho de vermifiltración. No solo toleraron y sobrevivieron en el ambiente petrolero tóxico, sino que también bio-filtraron y remediaron las aguas residuales de color marrón oscuro con un olor picante a amarillo pálido y agua de inodoro que indica la desaparición de todos los hidrocarburos tóxicos. Los hidrocarburos se redujeron en 99.9%, por las lombrices.

**Velasco (2015). Uso de vermifiltros para el tratamiento de aguas residuales. Tesis (Ingeniería Ambiental), facultad de Ingeniería y ciencias Agropecuarias, PP, 4.** La investigación tuvo como objetivo tratar las aguas residuales domesticas de mediana y fuerte concentración atreves de la aplicación de tres vermifiltros. Dentro de los cuales se utilizó el filtro biológico que es parte del proceso de filtración convencional asociados a los métodos del vermicompost. Es por ello que un vermifiltro está compuesto de grava, arena, aserrín, suelos, fibra de coco y de las lombrices rojas californianas de especie *Eisenia fétida*.

En efecto que gracias a la incorporación al sistema, de un componente como la fibra de coco se obtuvo una buena remoción de contaminantes. En donde la concentración fuerte del agua residual obtuvo una remoción de 97.7% para turbidez, un 59.7% para conductividad eléctrica, un 81.4% en sólidos totales, un 94.5% de DBO5, un 94.1% de DQO, un 74.5% de nitrógeno total y 50.6% de fosforo total. Asimismo para el agua residual domestica de media concentración, la remoción alcanzada fue de 98.3% de turbidez, 32% de conductividad eléctrica, un 66,2% sólidos totales, 97.6% de DBO5, un 96.6% de DQO, un 74,2 de nitrógeno total y un 85,2% de fosforo total. Por lo tanto se sugiere que la fibra de coco debe ser utilizada en el sistema tradicional de vermifiltración como una variante.

Esta tesis es relevante para la presente investigación ya que mediante la aplicación de vermifiltración se logró un tratamiento eficiente de las aguas residuales, demostrando resultados positivos, lo que permite consolidar el estudio desde el punto de vista.

**Xing, Zhao, Yang, Huang y Xu(2011).Distribución y transformación de materia orgánica durante la vermiconversión en estado líquido de lodo activado mediante análisis elemental y evaluación espectroscópica.** Al respecto de una comparación de un vermifiltro (con lombrices de tierra) y un biofiltro convencional (BF, sin lombrices de tierra) se realizaron constantemente en paralelo para tratar los lodos de aguas residuales durante 200 días, por ello se hizo el análisis elemental. La espectroscopia infrarroja de transformadas de Fourier, la cromatografía de filtración en gel y la espectroscopia las cuales se utilizaron para identificar los cambios de las sustancias orgánicas.

Además sobre la base del análisis elemental, la vermifiltración desempeñó un papel crucial en la conversión de moléculas grandes, intermedias, mientras que el biofiltro no tuvo ningún efecto en la conversión de las moléculas grandes, asimismo los contornos de fluorescencia en la matriz de emisión y excitación describieron presencia de sustancias húmicas en los lodos tratados con vermifiltración, mientras que en los biofiltros no se detectaron ninguna sustancia de tipo húmico.

Es así como los resultados demostraron que después del tratamiento con Biofiltro y Vermifiltración, las relaciones Carbono, Nitrógeno Hidrogeno aumentaron en el tratamiento con vermifiltración y disminuyeron en el tratamiento con biofiltro.

En consecuencia, la vermifiltración es adaptable en el exceso de lodo activado, especialmente en las ciudades pequeñas donde los aspectos económicos y técnicos del tratamiento son preocupantes.

**Fei, Longmian, Guoxiang, Peng y Yimin(2015).Materia orgánica y distribución de nitrógeno, y grupos funcionales de filtro en la cama de embalaje de lombrices de tierra en Vermifiltración.** Este trabajo estudia las distribuciones de materia orgánica y nitrógeno a diferentes profundidades de un lecho de empaque de lombriz de tierra, y la solución in situ de distribución de Nitrógeno en suelo artificial. Los contenidos de materia orgánica, nitrato de nitrógeno (NO<sub>3</sub>-N), nitrógeno de amoníaco (NH<sub>3</sub>-N) y nitrógeno total (TN) cambiaron junto con la profundidad.

Los resultados de la solución in situ de concentración de Nitrógeno indicaron que el grosor del lecho de empaque de lombriz de 35 cm a 40 cm era óptimo para eliminar nitrógeno de amoníaco, nitrógeno y nitrógeno total, en el tratamiento de aguas

residuales sintéticas, los espectros infrarrojos transformada de Fourier mostraron que la mayoría de las variaciones de intensidad de los picos de absorción aumentaban, disminuían en detritus y cambiaban ligeramente en arena después del tratamiento con aguas residuales sintéticas. Además, ciertos atributos químicos funcionales podrían evaluar los contenidos de materia orgánica en los medios de Vermifiltración.

**Cardoso, Ramírez y Garzón (2011), Vermifiltración para Tratamientos de Aguas Residuales Industriales y Municipales, Informe final del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.** Según los autores realizaron dicho procedimiento con el objetivo de desarrollar tecnologías innovativas para el tratamiento de agua residual in situ, asimismo definir las principales variables de operación y diseño, para llevar a cabo este proyecto se instalaron dos prototipos un prototipo piloto que tenía como propósito llevar a cabo ajustes y variaciones en el proceso, ya que se instaló una columna de acrílico con el empaque de vermicompost que tenía como objetivo evaluar la remoción de contaminantes en el vermicompost y el segundo prototipo fue el vermifiltro familiar, el cual se instaló en una vivienda en la colonia de Morelos, con el propósito de una evaluación a escala real.

Dentro de este marco las características de los prototipos, mediante el estudio se realizaron tres flujos con inicio mínimo de 30, 20 y 40ml por ello se trabajó con una tasa de filtración en rangos de 0.120 a 0.240 m<sup>3</sup>, en donde se observa el comportamiento de los flujos en cada uno de los reactores, etapas del estudio y las cargas superficiales que se trabajaron de acuerdo a cada uno de los vermifiltros. En efecto que los reactores A y B trabajaron con flujo continuo, además el vermifiltro unifamiliar donde se realizó con un programa acoplado de encendido y apagado en día, hora y minutos, en lo cual recibía 20L en hora y minuto (480L/día) los resultados se observó en la remoción de materia orgánica (DQO) entre un 80-98%.

El aporte del informe plantea aplicar buenas técnicas para recuperar no solo aguas residuales industriales sino también aguas domésticas y municipales de tal manera que es muy favorable dar una reutilización de estas aguas para riego de jardines o parques.

**Wang, Nie, Luo, Yang, Zheng(2015). Estudio del rendimiento de la eliminación de nitrógeno en un biofiltro de múltiples etapas a escala piloto: impactos de las condiciones de operación y transformación de la especiación de nitrógeno.** El presente trabajo investigó la eliminación de contaminantes, transformación de nitrógeno

en aguas residuales utilizando el método de bio-vermifiltro de etapas múltiples a escala piloto. Durante un período de estudio de 48 semanas, se midió el rendimiento de eliminación de contaminantes del sistema y se estimaron los efectos de la tasa de carga hidráulica y la relación seco-húmeda. En tal sentido que la relación entre la tasa de transferencia de oxígeno y la carga de oxígeno necesaria se calculó y analizó para la optimización del sistema.

Además, se analizaron las correlaciones estadísticas para determinar los agentes cruciales que inciden en la eficiencia de transferencia de nitrógeno. Dicho método elimina los contaminantes de manera eficiente; específicamente, las eficiencias de eliminación promedio son del 94.2% para la demanda química de oxígeno (DQO), del 93.3% para  $\text{NH}_4 + \text{-N}$  y del 58.2% para el nitrógeno total. La especiación y transformación del nitrógeno se examinaron bajo una condición optimizada con un HLR de 0,36 m día<sup>-1</sup> y un D / W de 3. Los resultados de la dilución isotópica  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$  mostraron que el  $\text{NO}_3\text{-N}$  se producía principalmente en un filtro biológico y vermibio-filtro I. Por el contrario,  $\text{NO}_3 - \text{N}$  se redujo principalmente en vermibio-filtro II. En condiciones operativas estables y factores ambientales.

**Xing, Zhao, y Yang (2016). Adaptación fisiológica y propiedades metabólicas de las lombrices de tierra en la vermifiltración para la estabilización de lodos en estado líquido utilizando isótopos estables a granel y valores de isótopos estables de compuestos de ácidos grasos específicos.** La presente investigación nos dice que la presencia de lombrices en vermifiltración condujo a la estabilización significativa de los lodos al aumentar la reducción en sólidos volátiles suspendidos en un 20.9%. La proliferación de lombrices que se alimentan de los lodos se reflejó en el aumento observado de la biomasa de lombrices de tierra, lo que indica que las lombrices se adaptan bien al ambiente de vermifiltración. Se llevaron a cabo investigaciones adicionales utilizando isótopos estables a granel combinados con tecnologías de isótopos estables de compuestos de ácidos grasos para determinar la adaptación fisiológica y la propiedad metabólica de las lombrices de campo de vermifiltración.

Asimismo la lesión observada de la cutícula y la densidad de las células caliciformes demostraron que la lombriz padecía estrés ambiental. Sin embargo, las lombrices podrían ajustar sus sistemas de enzimas antioxidantes para mantener su función fisiológica normal. Los análisis del isótopo estable a granel y el isótopo estable

mostraron que el metabolismo físico de las crías de lombrices era más activo que el de las lombrices adultas, lo que sugiere que la creciente proporción de eclosiones de lombrices podría ser una forma efectiva de optimizar la estructura de la población de lombrices. El sistema de vermifiltración en consecuencia, se realizó el rendimiento de tratamiento mejorado de estabilización de lodo por vermifiltración.

**Samal, Dash y Bhunia(2017).La optimización de la profundidad del vermifiltro por el rendimiento del proceso colaboró con la evolución de las características microbianas durante el tratamiento de los lodos cloacales.** En el presente estudio se diseñaron dos vermifiltros de flujo vertical a escala de laboratorio, uno ayudado con Canna y el otro sin él, pero Eisenia fétida se insertó en ambos sistemas. La fase experimental continuó durante diez semanas con una tasa de carga hidráulica de 0,65 m<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>. Los resultados indicaron que posee la máxima capacidad de degradación orgánica y de nitrógeno durante el proceso de tratamiento y que estaba trabajando de manera constante sin signos de obstrucción, pero el vermifiltro sin macrófita se obstruyó durante las primeras semanas de su operación. Las eficiencias de eliminación de DBO fueron 80.6% y 71% para Vermifiltros, mientras que para DQO fue de 75.8% y 66.1%, respectivamente.

De este modo el análisis de la capa intermedia presentó que la materia orgánica máxima y los sólidos se eliminaron en la primera capa o zona activa del gusano. EL vermifiltro eliminó 42.6% y la concentración de NH<sub>4</sub> + -N, Sin embargo, la cantidad en el efluente aumentada gradualmente puede deberse a las acciones de los microorganismos solubilizantes de fósforo y las enzimas fosfatasa secretadas por la lombriz de tierra.

**Manyuchi, Mbohwa y Muzenda. (2017). Tratamiento biológico de aguas residuales de destilería con la aplicación de la tecnología de vermifiltración.** En este estudio, las aguas residuales de la destilería se trataron utilizando la tecnología de vermifiltración en un intento por reducir Contaminación aguas abajo por el efluente. Se usaron 10 kg de lombrices de Eisenia fétida como vermifiltración medios en 0.5 m 0.5 m x 0.3 m cama de vermifiltración durante un ciclo de 40 h. La destilería parámetros fisicoquímicos del efluente que incluyen pH, nitrógeno total, demanda biológica de oxígeno (DBO), sólidos totales disueltos, sólidos totales suspendidos, DQO se midieron cada 5 días.

Se hace necesario resaltar que el vermicompost que se produjo como resultado determinó la composición de nitrógeno, fósforo y potasio del proceso de vermifiltración. El pH del efluente de destilería cambió de ácido a neutro, mientras que se observó una disminución de 94.9% para el DBO, 91.9% para la Sólidos Disueltos Totales, 92.4% para la Sólidos Suspendedos Totales 89.4% para la DQO, luego del tratamiento con vermifiltración. El vermicompost, un subproducto del proceso de vermifiltración tenía un nitrógeno, fósforo y composición de potasio de 1.87%, 0.87% y 0.66% respectivamente.

**ACOSTA, A. (2017) Evaluación del potencial de un sistema de vermifiltración mediante el uso de lombrices de tierra (Eisenia fétida) para el tratamiento de aguas residuales a escala laboratorio. Tesis (Magister en Ingeniería). Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia.** Para realizar la presente investigación nos refiere que para el tratamiento de aguas residuales se hizo la vermifiltración, teniendo como componentes principales a las lombrices de tierra, ya que el cuerpo de las lombrices funcionan como un filtro biológico por medio de un mecanismo de la ingestión y la biodegradación de residuos orgánicos. Asimismo se realizó la investigación en donde se hizo la evaluación de un sistema de vermifiltración a escala de laboratorio con el propósito de depurar aguas residuales, de tal manera que se empleó agua residual sintética con concentraciones promedio de 1776mg DQO/l, 1027mg DBO/l y 221 mg SST/l, aplicando tres cargas hidráulicas superficiales (13, 20y 27 l/m<sup>2</sup>\*d).

Se hace necesario recalcar que los valores obtenidos de eficiencia de remoción para los siguientes parámetros de DQO, DBO Y SST, en su máxima carga aplicada son de 72%, 71% y 84% correspondientemente, de tal manera que el sistema convencional tiende a reducir su eficiencia al incrementar la carga hidráulica aplicada, mientras que el vermifiltro tiende a aumentarla con la capacidad que tienen las lombrices de adsorber los compuestos orgánicos e inorgánicos.

**Sinha, Bharambe y Chaudhari(2018)Tratamiento de aguas residuales mediante vermifiltración con lombrices: una tecnología sostenible de bajo costo sobre sistemas convencionales con potencial de descentralización.** Para llevar a cabo su investigación nos manifiestan que las lombrices tienen el poder de su cuerpo que funciona como un biofiltro, de tal manera que fue sorprende los resultados de la remoción del DBO en más de un 90%, para el DQO en un 80%, para los sólidos



disueltos totales en un 90-92% y para los sólidos totales suspendidos en un 90-95% de aguas residuales. Es por ello que tanto la ingestión como la biodegradación de residuos orgánicos, metales pesados de aguas residuales lo realicen mediante la absorción de las paredes del cuerpo de la lombriz.

Las lombrices aumentan la conductividad hidráulica y la aireación natural al granular las partículas de arcilla, al mismo tiempo aumenta la superficie específica total, lo que mejora la capacidad de "adsorber" los compuestos orgánicos e inorgánicos del agua residual. La intensificación de los procesos del suelo y la aireación de las lombrices de tierra permiten que el sistema de filtración y estabilización del suelo sea efectivo y de menor tamaño.

Los sólidos suspendidos quedan atrapados en la parte superior del vermifiltro y procesados por las lombrices de tierra y alimentados a los microbios del suelo inmovilizados en el vermifiltro. Por ello también es un proceso libre de olores y el agua vermifiltrada resultante está limpia y desinfectada lo suficiente como para ser reutilizada para el riego de parques y jardines.

**Wang, Xing, Yang y Lu. (2018). Abordar el papel de las lombrices en el tratamiento de aguas residuales de tipo domesticas mediante el análisis de la modificación de la biopelícula mediante métodos químicos y espectroscópicos.** El presente estudio nos dice que el sistema ecológico Vermifiltración es un ecosistema artificial alternativo con un bajo costo en un tratamiento de aguas residuales descentralizado y la reducción excesiva de lodos. Se estudiaron las características del biofilm de un vermifiltro con lombrices de tierra, Eisenia fétida. Un biofiltro convencional (BF) sin lombrices sirvió como control. El número de poros en la biopelícula de Vermifiltro fue significativamente mayor que el de la biopelícula de vermifiltro, y el biofilm de vermifiltro (VF) mostró una mejor estructura administrativa de nivel a través del microscopio electrónico de barrido. Los biofilms de vermifiltro tenían niveles más bajos de proteína y polisacárido, pero los ácidos fosfóricos y el ácido húmico mostraron los resultados opuestos.

Además, en presencia de lombrices de tierra, las biopelículas de vermifiltro contenían una composición porcentual de carbono orgánico total más alta en contenidos de sustancias suspendidas menos volátiles. La actividad de la deshidrogenasa (DHA) y el contenido de trifosfato de adenosina (ATP) a lo largo de la vermifiltración mostraron

mejores resultados que la biofiltro convencional en un incremento de 12.84 ~ 16.46%. Los hallazgos generales indicaron que la presencia de las lombrices reduce notablemente los concursos de biofilm, pero aumenta la actividad enzimática y mejora la estructura de la comunidad de las biopelículas de un vermifiltro, lo que es beneficioso para la eliminación de aguas residuales.

### **13. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### 1.3.1 Aplicación de vermifiltros.

Según Mercy, Kadzungura y Boka(2013, PP.83), nos dice que son sistemas biológicos compuestos de diferentes concentraciones y componentes asociados al método del vermicompost, dentro de ello están las lombrices así como microorganismos asociados degradadores de materia orgánica presente en el agua residual con distintas capas de empaque que actúan como un filtro percolador, asignando valores frente a tecnologías convencionales.

Para Sinha y Surest (2014, pp.3-11), manifiestan que de las ventajas más resaltantes de los vermifiltros aplicadas en el tratamiento de aguas residuales es que no hay producción de lodos y por otro lado no producen malos olores, asimismo requiere de muy poca energía para funcionar, además de ser una operación sencilla y de bajo costo.

#### 1.3.2 Componentes de vermifiltros.

Según Anaokar (2015, PP. 45), indica que el agua en un vermifiltro que se dispersa con la ayuda de sustratos de lombrices que percola por un filtrante en donde la materia orgánica es consumida por las lombrices que son las encargadas de adsorber las impurezas orgánicas en su superficie en la filtración del agua residual efluente.

#### 1.3.3. Lombrices

Para Matthew y Nair (2010, P.128),indican que ellas son organismos degradadores y responsables en el tratamiento de aguas residuales, efectuando de esta manera como estimuladoras biológicas, impulsando el desarrollo de bacterias aerobias, donde a través de sus movimientos forman túneles que brindan una buena permeabilidad en el filtro, ya que a través de su cuerpo realiza mecanismo de ingestión, biodegradación y absorción reduciendo compuestos químicos, patógenos presentes en el agua residual.

Por otro lado SINHA, 2014.Sostiene que “las lombrices de Eisenia Fétida son las más

versátiles, debido a su crecimiento, alta eficiencia productiva, tolerancia a factores ambientales y a su fácil manejo”.

**Tabla 1:** características de la especie *Eisenia fétida*

<b>Diámetro</b>	<b>largo</b>	<b>peso</b>	<b>Capacidad reproductiva</b>	<b>Condiciones Ambientales</b>
3-5mm	4-10cm	0.6-1g	1300 lombrices al año	Temperatura: 15.7-28.2°C Humedad: 70-80% pH: 5-8.4

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según Armenta y Rey (2013, PP.82), la “especie de lombriz de tierra ingiere su alimento de acuerdo a su peso, ya que una parte del alimento consumido lo incorpora a su cama corporal, y lo demás lo convierte en humus un fertilizante orgánico, con distintos nutrientes como fosforo, potasio, nitrógeno, etc. que serán utilizados en huertos o jardines”.

“La lombriz de tierra presenta diminutas cerdas llamadas sedas, asimismo tiene un cuerpo cilíndrico ahusado y segmentado, su cabeza es reducida, no tiene párpados o pies, tampoco posee órganos visuales, en un extremo está situada su boca. Realizan respiración cutánea” (National Geographic, 2010).

#### 1.3.4 Organismos Asociados

“Las lombrices actúan como estimuladores biológicos, promueven el desarrollo de los organismos aeróbicos descomponedores que participan depurando los contaminantes, por ello existe una relación de lombrices y bacterias (pseudomonas, haerotilusnatans) que pueden vivir sinérgicamente” (Rojas y Pierart, 2013).

#### 1.3.5 Medio Filtrante

Son los agregados de distintos diámetros de arena, fibra de coco, aserrín u otro agregado que contribuyen en la filtración del agua residual, que proveen un lecho para microorganismos favoreciendo la disminución de la demanda química de oxígeno,

demanda biológica de oxígeno, sólidos disueltos y turbidez. A medida que el agua residual pasa por el medio filtrante se forma una capa de biofilm, la cual es directamente proporcional al volumen tratado, que constituye del sistema geológico y microbiológico de filtración (Manychi y kadzungura, 2013).

#### 1.3.6 Filtros Biológicos

“Los filtros biológicos son reactores utilizados en la reducción de materia orgánica disuelta por los microorganismos que se encuentran sobre la superficie, asimismo es una opción para tratar aguas residuales, son fáciles de diseñar o construir” (Galindo, Toncel y Rincón, 2016)

#### 1.3.7 Vermicompostaje.

“Consiste en un proceso de bio-oxidación y estabilización de la materia orgánica, en acción con las lombrices de tierra y microorganismo, del que se obtiene un producto final homogéneo y de granulometría fina denominado vermicompost” (Duran y Enríquez, 2010).

Para hacer el vermicompostaje, se debe elegir el lugar donde colocar el vermicompostador con las lombrices, donde de preferencia se sugiere que sea en el interior de la casa, porque si es en el exterior se tendrá que proteger del verano o heladas en invierno según corresponda el lugar o zona, y así mantener las condiciones de temperatura y humedad. También es importante tener en cuenta la accesibilidad, ya se ira poniendo restos de residuos organicos continuamente y no tener obstáculos que dificulten realizar el proceso (Manual de vermicompost, 2017).

#### 1.3.8. Remoción de DQO y DBO de Aguas residuales

Las altas concentraciones de DQO y DBO en aguas residuales pueden provocar la desoxigenación de las aguas con las que entra en contacto. Asimismo el DBO no es demasiado eficaz debido a la presencia de tóxicos u otras sustancias inhibitoras. Este proceso puede afectar el requerimiento de oxígeno de los organismos acuáticos (Jhony Mayta, 2010).

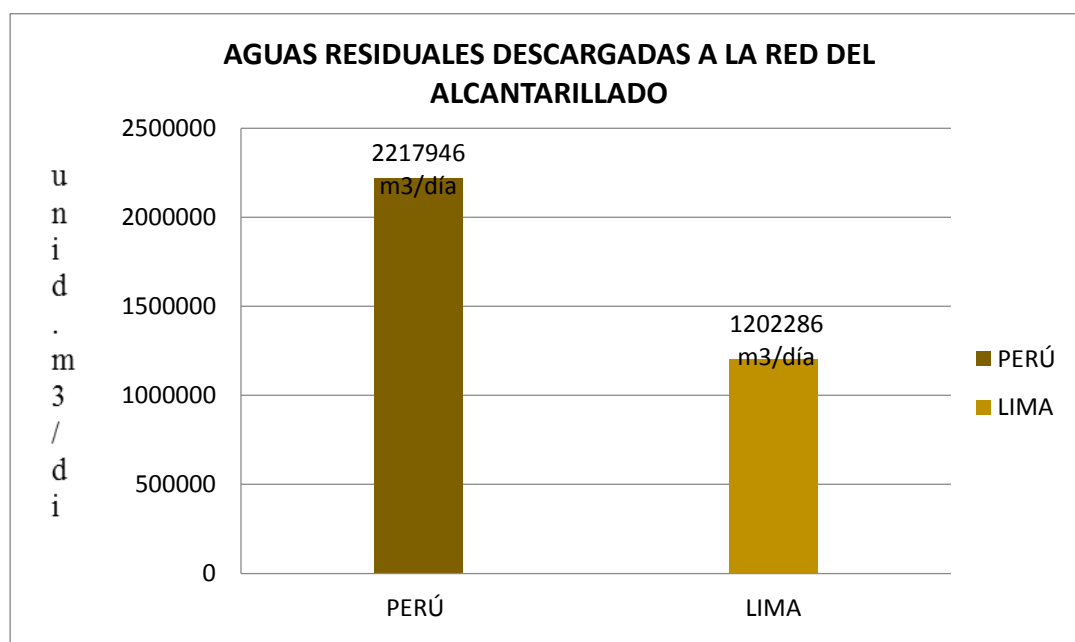
Por lo tanto se usó la siguiente fórmula para saber cual de los vermifiltros fue el más eficiente para reducir el DQO y DBO del agua residual.

$$\% \text{ Remoción} = \frac{C_i - C_f}{C_i}$$

“Se caracterizan por proceder de cualquier actividad en cuyo proceso de producción, transformación, manipulación, medio de transporte, lavado, refrigeración directa. Entre los contaminantes más importantes del agua se encuentran metales pesados y microbios patógenos, que provienen de fuentes no localizadas” (Fibras y Normas de Colombia, 2004-2018)

“Las aguas residuales son aquellas que sus características han sido alteradas por actividades antropogénicas y que por su calidad necesita un previo tratamiento antes de ser reusada o vertida a la red del alcantarillado, ya que son aguas provenientes de actividades agroindustriales, mineras, entre otras” (OEFA, 2014)

“A nivel lima aproximadamente se genera 1202286 m<sup>3</sup> por día de aguas residuales que se vierten al sistema de alcantarillado. El 20,5% de estas les dan tratamiento, es decir que cada persona genera 145 litros de aguas residuales al día” (OEFA, 2014).

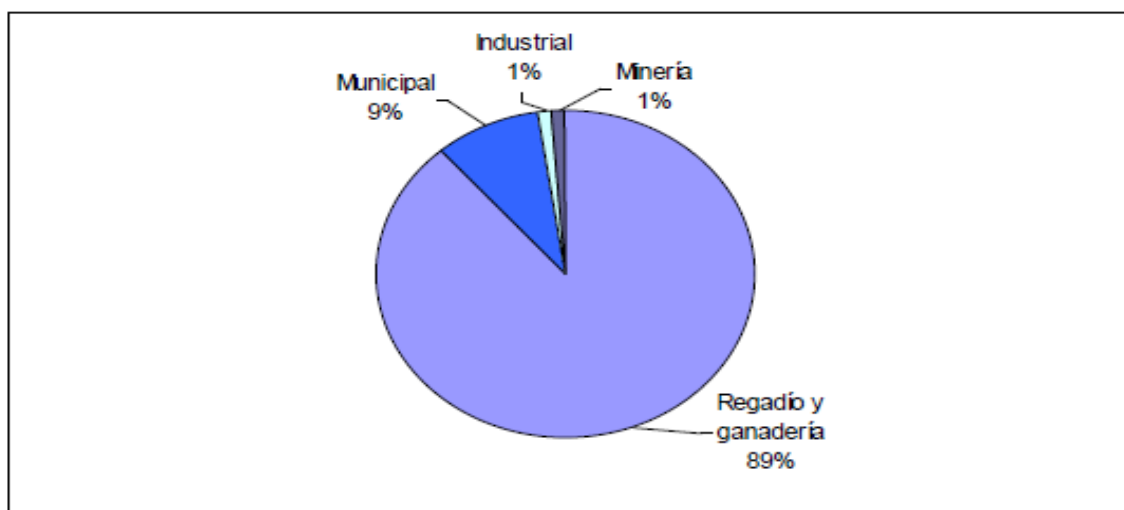


Fuente: OEFA (2014).

**Gráfico 1:** Generación de Aguas Residuales.

### 1.3.9. Uso del agua en el Perú.

“la extracción del agua total es de 13,6662km<sup>3</sup> en el año 2008, en donde el 88,7% son para uso agropecuario, el 9,2% de uso municipal, el 1,1% de uso minero. Ya que se extrae un 81,9% de la vertiente del pacífico. Un 17,3% del Atlántico y un 0,8% del Titicaca” (FAO, 2008).



Fuente: FAO (2004-2008)

**Gráfico 2:** Extracciones de agua por sector.

“Asimismo es inevitable la reutilización de agua residual en los lugares circundantes a las áreas urbanas ya que pueden ser reusadas para fines agrícolas o también para el riego de hortalizas u otros cultivos. Se dice que en Lima Metropolitana el volumen de agua residual producido y tratada fue de 86 millones de m<sup>3</sup> (INEI, 2010).

#### 1.3.10. Características de las aguas residuales.

“El recurso hídrico en general, contiene diferentes concentraciones que será dependiendo el tipo de agua que se analice, presentando diferentes características fisicoquímicas, características que se tienen en cuenta para poder tener un manejo óptimo del recurso para posteriormente poder ser tratado”(OEFA, 2014).

#### 1.3.11. Propiedades fisicoquímicas.

Por sus características físicas se pueden caracterizar y distinguir en las aguas residuales según su olor, color y temperatura en fracciones suspendidas, fracciones coloidales y fracciones solubles; para determinar la concentración de fracciones coloidales y fracciones suspendidas (OEFA, 2014).

Por sus características químicas se clasifica en dos grupos: sólidos inorgánicos, está compuesto por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc. Los sólidos orgánicos están los nitrogenados compuestos por proteínas, ureas, aminas y aminoácidos y los no nitrogenados esencialmente son celulosa, grasas y jabones (OEFA, 2014).

Las características bacteriológicas de las aguas residuales son la razón más importante para hacer el tratamiento de las mismas ya que el propósito del tratamiento de aguas residuales es la eliminación de los agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de evitar la contaminación biológica cortando el ciclo epidemiológico de transmisión (OEFA,2014).

#### 1.3.12 Demanda biológica de oxígeno (DBO)

“Proviene de organismo o de metabolismo y está compuesto por proteínas, carbohidratos y lípidos y sus productos de degradación, como aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, propios de los vegetales como pigmentos” (DIGESA, 2014.P.22).

#### REACTIVOS

Solución tampón de fosfato: Disuelva 8,5 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 21,75 g de  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 33,4 g de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , y 1,7 g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  en aproximadamente 500 ml de agua ultrapura y diluya a 1 L.

Solución de sulfato de magnesio: Disuelva 22,5 g de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  en agua ultrapura y diluya a 1L. Si se presenta alguna señal de crecimiento biológico, descarte este reactivo.

Solución de cloruro de calcio: Disuelva 27,5 g de  $\text{CaCl}_2$  en agua ultrapura y diluya a 1L.

Solución de cloruro de hierro (III): Disuelva 0,25g de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  en agua ultrapura, diluya a 1L

#### PROCEDIMIENTO

Se toma 1ml de la muestra y se coloca en una fiola de 1000 ml, luego se colocan 2 ml de cada solución, inmediatamente se afora a un litro con agua desionizada oxigenada se separa las muestras en dos frascos winkler, uno se realiza lectura con el equipo multiparametro y otra se coloca en la incubadora por 5 días a 20°C de temperatura, después se lee los resultados de manera igual a la primera toma de winkler.

Formula.

$$\frac{(\text{OD INICIAL} - \text{OD FINAL})}{\text{FACTOR DE DILUSION}}$$

### 1.3.13 Demanda química de oxígeno (DQO)

“se emplea para medir el contenido del oxígeno requerido de la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica ya sea de aguas naturales o residuales, por ello se utiliza el dicromato de potasio” (DIGESA, 2014.P.20).

#### REACTIVOS

Solución de digestión de dicromato de potasio patrón, 0,0167M: Añádanse a unos 500 ml de agua destilada 4,913 g de  $K_2Cr_2O_7$ , calidad para reactivos primaria, previamente secado a  $103^\circ C$  durante 2 horas, 167 ml de  $H_2SO_4$  concentración. Y 33,3 g de  $HgSO_4$ . Disuélvase, enfríese a temperatura ambiente y dilúyase hasta 1.000 ml.

Ftalato de hidrógeno de potasio (FHP) patrón: Tritúrese ligeramente y luego séquese el ftalato de hidrógeno de potasio ( $HOOC_6H_4COOK$ ) a peso constante a  $120^\circ C$ . Disuélvanse 425 mg en agua destilada y dilúyase hasta 1.000 ml. El FHP tiene un ROQ1 teórico de 1,176 mg  $O_2$ /mg y esta solución tiene un ROQ teórico de 500  $\mu g$   $O_2$ /ml. Es estable hasta 3 meses cuando se congela en ausencia de crecimiento biológico visible.

Reactivo ácido sulfúrico: Añádase  $Ag_2SO_4$ , de calidad para reactivos o técnica, en cristales o en polvo, a  $H_2SO_4$  conc. En la proporción de 5,5 g de  $Ag_2SO_4$ /kg de  $H_2SO_4$ . Déjese reposar de 1 a 2 días para disolver  $Ag_2SO_4$ .

#### PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES

A partir de la solución patrón de Biftalato de potasio con una DQO igual a 500  $\mu gO_2/L$ , prepare estándares de las siguientes concentraciones 50; 100; 200  $\mu gO_2/L$ .

Prepare un estándar de 50  $\mu gO_2/L$  de DQO a partir de la solución de 500  $mgO_2/L$  de DQO, tome 5 ml de ésta solución y lleve a volumen en un balón aforado clase A de 50 ml, con agua ultrapura.

Prepare un estándar de 100  $\mu gO_2/L$  de DQO a partir de la solución de 500  $mgO_2/L$  de DQO, tome 10 ml de ésta solución y lleve a volumen en un balón aforado clase A de 50 ml, con agua ultrapura.

#### PREPARACION DE MUESTRAS

Coloque la cantidad de las muestras de acuerdo al cuadro abajo mencionado para la muestras utilizamos la ampolla estándar de 10ml con los patrones de muestra y cantidad de soluciones como lo indica el cuadro.



**Tabla 2:** Cantidades de muestras y reactivos para varios vasos de digestión

CANTIDADES DE MUESTRA Y REACTIVOS PARA VARIOS VASOS DE DIGESTIÓN				
Vaso de digestión	Muestra ml	Solución de digestión ml	Reactivo Ácido Sulfúrico ml	Volumen total final ml
tubos de cultivo				
16 x100 mm	2.5	1.5	3.5	7.5
20 x 150 mm	5	3	7	15
25 x 150 mm	10	6	14	30
Ampollas estándar de 10 ml	2.5	1.5	3.5	7.5

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Colocar los tubos o las ampollas en un digestor de bloque o en un horno precalentado a 150 °C y sométase a reflujo durante 2 horas.

Luego deje enfriar a temperatura ambiente y proceda a leer los resultados de la siguiente manera

Inviertan las muestras enfriadas, el blanco y los patrones varias veces y déjese que los sólidos se depositen antes de medir la absorbancia. Quítense los sólidos que se adhieren a la pared del envase mediante golpes suaves.

Inserten el tubo o la ampolla cerrada a través de la puerta de acceso en la trayectoria de la luz del espectrofotómetro ajustado a 600 nm. Léase la absorbancia y compárese con la curva de calibración.

#### 1.3.14 PH

“El pH se mide en una escala de 0-14, es un valor que determina si la sustancia es acida cuando está por debajo de 7, y es neutro cuando indica que el número de hidrógenos y oxhidrilos son iguales, y básica cuando los valores indican que están por encima de 7” (DIGESA, 2014.P.7).

#### 1.3.15 Temperatura

“Este parámetro se considera muy esencial ya que afecta la química del agua y las funciones de los organismos acuáticos influyendo en la cantidad de oxígeno que se disuelve en el agua, asimismo la sensibilidad de los organismos a desechos tóxicos entre otros” (DIGESA, 2014.PP.9).

### 1.3.16 Conductividad eléctrica.

“Tiene una capacidad que depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición” (DIGESA, 2014.PP.18).

### 1.3.17 Turbidez.

“Se usa para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración, verificando si hay presencia de organismos que provocan enfermedades” (DIGESA, 2014, PP.19).

### 1.3.18 Sólidos suspendidos totales.

“El limo, arena y virus, son sólidos totales suspendidos y responsables de impurezas visibles, ya que estas son partículas muy pequeñas que no se pueden retirar por medio de deposición” (DIGESA, 2014.PP.24).

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

### **Problema General**

¿De qué manera la aplicación de vermifiltros reducirá el DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químico?

### **Problemas Específicos**

¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del agua residual de un laboratorio de análisis químico?

¿Cuáles son las características de los vermifiltros para reducir el DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químico?

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

### a. Justificación teórica

La presente investigación se justifica teóricamente porque aplica conocimientos basados en la aplicación de vermifiltros, debido al poco interés que se tiene por recuperar las aguas residuales una vez tratadas de forma convencional para reducir contaminantes del agua residual.

“Asimismo la investigación está encaminada a lograr una mayor eficiencia en el tratamiento de aguas residuales, empleando instalaciones no sofisticadas y con bajo consumo de energía” (Sinha, et, 2014, P.11). “Dentro de estos lineamientos se encuentra el vermifiltro, una tecnología que emplea diferentes estratos filtrantes, lombrices y otros componentes. Entre las ventajas de este tratamiento tenemos que

no produce lodos inestables, ocupa poco y los costos operacionales son muy bajos” (Lakshmi y Ranjitha, 2014. P, 582).

b. Justificación práctica

Para lograr la mejora de la calidad de las propiedades fisicoquímicas deseadas en el tratamiento de las aguas residuales se midieron los siguientes parámetros más importantes de tesis como el DQO, DBO, por otro lado también se realizó otros parámetros como Turbidez, Conductividad Eléctrica, Temperatura, STS y pH para un mejor monitoreo del sistema. Asimismo se realizó análisis de la muestra de agua, antes del tratamiento y después del tratamiento, con la finalidad de comprobar cuanto ha reducido el DQO y DBO de los efluentes, y que tan eficiente es la aplicación de vermifiltros.

c. Justificación Ambiental

La justificación de esta investigación insta a responsabilidad y compromiso ambiental que se debe aplicar en el Perú, para mitigar y reutilizar las aguas residuales tratadas según corresponda su uso. Asimismo valorar el recurso ya que se está pasando por un estrés hídrico, en el cual muchas personas de extrema pobreza en diferentes lugares del País no cuentan con un servicio ni de agua para su consumo.

Si bien es cierto en el Perú existen empresas transnacionales que cumplen con las exigencias y normas ambientales sobre las descargas residuales, también existen muchas empresas y microempresas respaldadas y no respaldadas por autoridad alguna que no cumplen con las normas, ya que no realizan un tratamiento para las descargas después de sus procesos y esto conlleva a un alto grado de contaminación de las aguas la cual afecta a la población y el medio ambiente

d. Justificación Económica

En tanto presentamos el vermifiltro como una tecnología que puede ser económicamente viable, ambientalmente sustentable y socialmente aceptada, pues no requiere mucha energía, degrada casi la totalidad de sólidos orgánicos y no produce lodos inestables.

## **1.6 HIPÓTESIS**

### **Hipótesis General**

HG: la aplicación de vermifiltros permitirá reducir el DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químico.

### **Hipótesis Específicas**

**H1:** Las propiedades fisicoquímicas del agua residual del laboratorio de análisis químico, presentan niveles altos de DQO y DBO.

**H2:** Las características de los vermifiltros para la reducción de DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químico es el más adecuado.

## **1.7 OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar la reducción de DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químico mediante la aplicación de vermifiltros.

### **Objetivos Específicos**

Evaluar las propiedades fisicoquímicas del agua residual de un laboratorio de análisis químico

Determinar las características de los vermifiltros para la reducción de DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químico.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Para Sampiere (2014), sostiene que “la investigación es de enfoque experimental, es aquella donde el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de las variables y sus efectos en sus conductas observadas”.

En la presente tesis se manipulo la variable independiente (el sistema de tratamiento con vermifiltros) se realizó de la siguiente forma primero se realizó un diagnóstico del lugar, seguido se eligió el punto adecuado para obtener la muestra, se realizó la toma inicial de aguas residuales de efluentes del laboratorio de análisis químicos (Greenlab), se prosiguió en tomar las muestras en la frecuencia adecuada, luego obtener las muestras de agua residual utilizando el método aleatorio simple, para luego realizar los análisis respectivos antes de la aplicación de vermifiltros, asimismo realizar los análisis finales para ver la eficiencia de los vermifiltros y llegar a realizar la discusión

de los resultados de los vermifiltros I y II

Al respecto fue observado y medido, asimismo, se optó por elaborar dos vermifiltros con diversas cantidades de componentes, y luego compararlos. Para cual se analizó los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales del laboratorio antes y después del tratamiento, los cuales fueron registrados en los instrumentos que fueron debidamente validados por 3 expertos de la Universidad particular Cesar Vallejo.

El alcance de la investigación es de tipo explicativo, ya que se explicarán las causas que se presentaron en cada vermifiltro del sistema de tratamiento, el por qué ocurre y en qué condiciones se manifiestan, así como lo define Sampiere, Fernández, (2014).

Según Hernández et al (2003, PP.24), infiere que el tipo es pre experimento, y el subtipo pre pos prueba, en donde su diseño se adjunta a la administración de pre pruebas a los grupos que realizan el experimento.

## **2.2 VARIABES DE OPERACIONALIZACIÓN**

### **2.2.1 Variable Independiente**

Aplicación de Vermifiltros.

Según Mercy, Kadzungura y Boka (2013, PP.83), nos indica que “el vermifiltro es un filtro biológico que combina los conocimientos del proceso de filtración convencional y las técnicas de vermis compost, contienen lombrices y microorganismos asociados que degradan la materia orgánica presente en el agua residual”.

### **2.2.2 Variable dependiente**

Reducción de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) del agua residual.

Las altas concentraciones de DQO y DBO en aguas residuales pueden provocar la desoxigenación de las aguas con las que entra en contacto. Asimismo, el DBO no es demasiado eficaz debido a la presencia de tóxicos u otras sustancias inhibidoras. Este proceso puede afectar el requerimiento de O<sub>2</sub> de los organismos acuáticos (Jhony Mayta, 2010).

Para la (OEFA, 2014), son “aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un previo tratamiento, antes de ser reusadas, o descargadas al sistema de alcantarillado. Las cuales provienen de la actividad minera, agrícola, energética y agroindustrial”

Tabla 3: Matriz de Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Aplicación de Vermifiltros	Según Mercy, Kadzungura y Boka (2013, PP.83), menciona que es un sistema biológico compuesto de diferentes concentraciones y componentes asociados al método del vermicompost, dentro de ello están las lombrices así como microorganismos asociados degradadores de materia orgánica presente en el agua residual con distintas capas de empaque que actúan como un filtro percolador, asignando valores frente a tecnologías convencionales.	La aplicación de vermifiltros se realizó con las características del sistema biológico del vermifiltro asimismo se usó el componente biológico.	Características del sistema biológico del vermifiltro	Dimensiones del vermifiltro  Piedra zeolita  Fibra de coco  Aserrín	cm  g  g  g
			Componente Biológico	lombrices	g
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Reducción de DQO y DBO del Agua Residual	Las altas concentraciones de DQO y DBO en aguas residuales pueden provocar la desoxigenación de las aguas con las que entra en contacto. Asimismo, el DBO no es demasiado eficaz debido a la presencia de tóxicos u otras sustancias inhibitoras. Este proceso puede afectar el requerimiento de O <sub>2</sub> de los organismos acuáticos (Mayta, J 2010).	Para la reducción de DQO y DBO del agua residual del laboratorio se evaluará las características fisicoquímicas del agua residual asimismo se usó la ecuación de la eficiencia de remoción.	Características fisicoquímicas del agua residual	DQO DBO Conductividad eléctrica Turbidez Sólidos totales suspendidos pH Temperatura	mg/L mg/L uS /cm NTU mg/L 0-14 °C
			Ecuación de eficiencia de remoción	$\% \text{Remoción} = \frac{C_I - C_F}{C_I}$	%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1 Población**

La población está conformada por las aguas residuales obtenidas en las muestras periódicas realizadas en el laboratorio de análisis químicos, cuenta con un área de 480 metros cuadrados. En efecto se encuentra ubicado en la calle Santa Angélica N° 285, Urbanización Santa Luisa-San Martín de Porres - Lima, con coordenadas, Por el ESTE es 274628 y por el NORTE es 8678075.

### **2.3.2 Muestra**

Las muestras que se obtuvieron fue tomada en litros del laboratorio de análisis químicos, la cantidad correspondió a 22 litros del agua residual.

Las muestras fueron tomadas puntuales, utilizando envases de 1 litro (frascos de polietileno debidamente esterilizados y etiquetados) para luego trasladarlo al laboratorio. Para el caso del registro de los parámetros In situ como la Temperatura, Conductividad eléctrica, Turbidez, y Potencial de hidrógeno (pH), fueron evaluados en el laboratorio de química de la Universidad César Vallejo

## **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.**

En la presente investigación, se empleó la técnica de observación, puesto que se tuvo que recopilar información de las diferentes etapas, para que finalmente se logre obtener las aguas residuales del laboratorio. Sampiere (2010) define un método de recolección de datos sistemático validado y confiable de comportamientos y situaciones observables.

Se aplicó esta técnica de observación ya que en la investigación se llevó un control inter diario de los parámetros como (pH, Turbidez, Conductividad Eléctrica y Temperatura) con fines de llevar un control de los vermifiltros y no alterar el proceso de tratamiento del agua residual. Asimismo, se llevó un control quincenal de los parámetros como (DQO DBO y sólidos totales suspendidos) usando la metodología de análisis: APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B.

**Tabla 4:** Técnica de Instrumentos de redacción de datos

<b>ETAPA</b>	<b>FUENTES</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Diagnóstico del lugar de estudio	Laboratorio químico Greenlab	Observación científica y Análisis	Ficha técnica de recopilación de información	Determinación de puntos de muestreo.
Análisis de aguas residuales	Laboratorio químico Greenlab	Observación Científica y Análisis	Ficha técnica de recopilación de información	Determinación de parámetros fisicoquímicos antes de la aplicación de los vermifiltros
Elaboración de los vermifiltros	Análisis de laboratorio	Observación Científica y Análisis	Ficha técnica de composición de vermifiltros	Composición de fibra de coco, aserrín y lombrices empleados en la elaboración de los tipos de vermifiltros.
			Ficha técnica de vermifiltros componentes lombrices	Volumen y calidad de las lombrices en el vermicompost a utilizar en los vermifiltros
			Ficha técnica del flujo de vermifiltros	Eficiencia de los vermifiltros para recuperar las aguas residuales
Comparación de resultados.	Análisis de laboratorio.	Observación Científica y Análisis.	Ficha técnica de comparación de resultados.	Comparación de resultados del agua residual antes y después del tratamiento.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



### **2.4.1. Validación**

En el presente trabajo de investigación se logró la validez del instrumento que se usó en las variables que se midieron para comprobar su efectividad.

Asimismo, en la validación se usó el tipo de validez por contenido, en donde están los indicadores que se condicionan a respaldar las características del estudio, y el método de validez es el de juicio de expertos, en donde fue revisado por tres expertos en conocimientos relacionados al proyecto de investigación.

### **2.4.2. Confiabilidad**

El presente proyecto de investigación para su confiabilidad, tiene como característica esencial que el método logre medir de manera estable el objeto de estudio, la confiabilidad es el grado en el que el instrumento genera resultados consistentes y coherentes (HERNANDEZ 2010).

### **2.4.3. Procedimiento**

Se elaboró dos vermifiltros se seleccionaron dos recipientes circulares transparentes teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se utilizaron los botellones comerciales de agua de consumo de 20 litros, las medidas de este recipiente son de diámetro 0,26m (área superficial  $0,053m^2$ ) y altura de 45cm. La abertura de 4.5 cm del cuello de la botella el cual permite el paso del agua y sostiene el lecho filtrante. Por ende se colocó una rejilla metálica a la cual se aplicó un anticorrosivo con el fin de evitar la oxidación, la rejilla tiene una abertura de 5mm para permitir el paso del agua, luego se colocó sobre la estructura de madera (altura 0.30cm) de esta manera se recolectó el agua filtrada por la parte inferior, en un recipiente.

#### **Vermifiltro tipo I.**

Se consideraron las dimensiones del recipiente circular seleccionado que serán 0,26m de diámetros con una altura de 0,45cm colocado la placa antioxidante en la parte interna del cuello de la botella, y se estabilizo en una estructura elaborada de madera, la cual se pintó y fijo bien para no interrumpir el proceso de tratamiento, antes de colocar las siguientes componentes como la fibra de coco y aserrín fueron enjuagados con fines de humedecerlos, luego se aplicó en la parte inferior de abajo hacia arriba una capa inferior de piedra zeolita con una cantidad de un kilogramo aproximadamente, con tamaños de partículas de 10mm y 2,75mm hasta una profundidad de 0,10m. Seguido una capa superior de 600 gramos de fibra de coco, con un volumen de 4cm. Se colocó también 600 gramos de aserrín con un

volumen de 4cm. Se garantizó que el material quedé compactado y distribuido de manera manual y finalmente 600gr de lombrices californianas (*Eisenia fétida*).

Con el fin de hacer un sistema de bajo costo, la distribución del agua se efectuó por gravedad, para lo cual se colocaron botellas de 3 litros de capacidad (botellas de gaseosa o agua) el cual se hizo un agujero en el fondo de la botella para conectar un equipo de venocllisis, en donde se garantizó que no exista fugas aplicando silicona alrededor, estos recipientes se amarraron a una altura de 1metro y 60cm. Previo a esto se armó con dos maderas verticales y una horizontal la figura de un arco, por ende se puso como base en la parte inferior de la madera una mezcla de cemento con arena para tener estabilidad. De esta manera poder fijar las botellas de 3 litros con el agua residual y pasar dosificada el agua residual por goteo, hacia el vermifiltro II, garantizando así la velocidad del flujo de aproximadamente 3.5 ml por minuto y un tiempo de retención de 14 horas. Por último, se colocó un recipiente recolector de 5 litros para el efluente tratado de cada vermifiltro.

Esta velocidad se estimó teniendo en cuenta la literatura consultada, en donde se menciona que las lombrices de tierra en un periodo entre 1hora y 5 horas realizan el proceso de filtración dependiendo de la carga hidráulica por área superficial aplicada. Una carga óptima para un sistema de tratamiento bilógico.

### **Vermifiltro tipo II.**

Se consideraron las dimensiones del recipiente circular seleccionado que serán 0,26m de diámetros con una altura de 45cm colocado la placa antioxidante en la parte interna del cuello de la botella, y se estabilizo en una estructura elaborada de madera, la cual se pintó y fijo bien para no interrumpir el proceso de tratamiento, antes de colocar las siguientes componentes como la fibra de coco y aserrín fueron enjuagados con fines de humedecerlos, luego se aplicó en la parte inferior de abajo hacia arriba una capa inferior de piedra zeolita con una cantidad de un kilogramo aproximadamente, con tamaños de partículas de 10mm y 2,75mm hasta una profundidad de 0,10m. Seguido una capa superior de 800 gramos de fibra de coco, con un volumen de 4cm. Se colocó también 800 gramos de aserrín con un volumen de 4cm. Se garantizó que el material quedé compactado y distribuido de manera manual y finalmente 800gr de lombrices californianas (*Eisenia fétida*).

Con el fin de hacer un sistema de bajo costo, la distribución del agua se efectuó por gravedad, para lo cual se colocaron botellas de 3 litros de capacidad (botellas de gaseosa o agua) el cual se hizo un agujero en el fondo de la botella para conectar un equipo de venocllisis, en donde se garantizó que no exista fugas aplicando silicona alrededor, estos

recipientes se amarraron a una altura de 1 metro y 60 cm. Previo a esto se armó con dos maderas verticales y una horizontal la figura de un arco, por ende se puso como base en la parte inferior de la madera una mezcla de cemento con arena para tener estabilidad. De esta manera poder fijar las botellas de 3 litros con el agua residual y pasar dosificada el agua residual por goteo, hacia el vermifiltro II, garantizando así la velocidad del flujo de aproximadamente 3.5 ml por minuto y un tiempo de retención de 14 horas. Por último se colocó un recipiente recolector de 5 litros para el efluente tratado de cada vermifiltro.

Esta velocidad se estimó teniendo en cuenta la literatura consultada, en donde se menciona que las lombrices de tierra en un periodo entre 1 hora y 5 horas realizan el proceso de filtración dependiendo de la carga hidráulica por área superficial aplicada. Una carga óptima para un sistema de tratamiento biológico.

## **2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.**

De acuerdo al presente estudio se empleó el programa de Word para registrar los datos y por otro lado también se empleó el programa de Excel para realizar los gráficos según los datos de los avances quincenales del tratamiento evalúa los dos vermifiltros propuestos, y si estas difieren entre sí de manera significativa a sus medidas en la recuperación de las aguas residuales del laboratorio serán evaluados finalmente en el software SPSS.

## **2.6 .Aspectos Éticos**

El presente trabajo de investigación se realizó respetando los objetivos mencionados anteriormente y no se manipularon, por ello los datos obtenidos en el laboratorio no tiene plagio alguno. Ver anexo

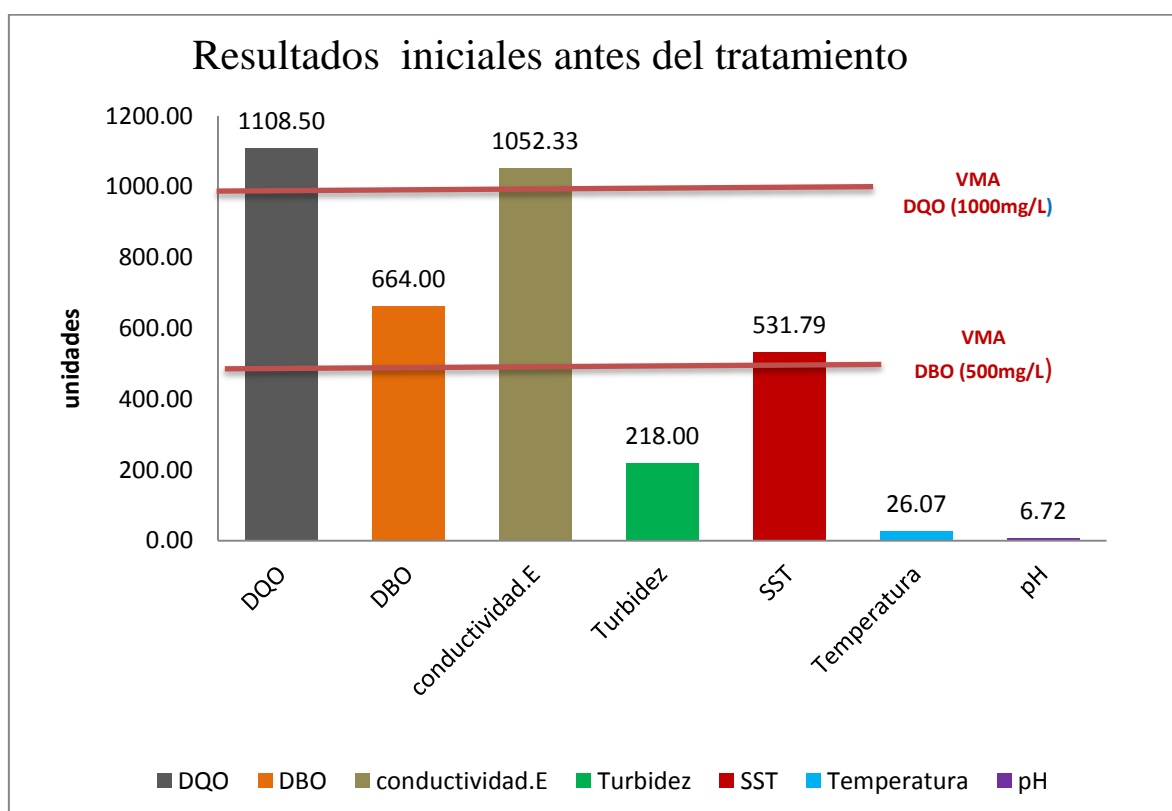
Para la Revista de Asociación Española de bioética (2016), la “ética ambiental es la reflexión racional y práctica de la relación del hombre con la naturaleza. En tanto se considera que la conservación de un ambiente sano es la prioridad a nivel internacional, nacional y local, y no es ajena al desarrollo rural” PP, 289-292.

### III. RESULTADOS

**Tabla 5:** Resultados iniciales del 17-09-2018

Muestra	DQO mg/l	DBO mg/l	Conductividad. E ms/cm	Turbidez NTU	Sólidos totales suspendidos mg/l	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno pH
Repetición 1	1102	668	1050	230	532.22	26.5	6.5
Repetición 2	1108	665	1055	215	229.15	25.9	6.8
Repetición 3	1109	659	1052	209	234	25.8	6.85
Promedio	1108.50	664.00	1052.33	218.00	231.66	26.07	6.72

Fuente: Elaboración propia; 2018.



Fuente: Elaboración propia; 2018.

**Gráfico 3:** Análisis iniciales de parámetros físico-químicos.

En el gráfico 3 se muestran los resultados iniciales del agua residual del laboratorio, las cuales fueron analizadas antes de la aplicación de vermifiltros compuestos por diversos componentes como piedra zeolita, fibra de coco, aserrín y lombrices, en donde se realizó una muestra por triplicado de cada parámetro dando como resultado un promedio de DQO 1108.50 mg/l DBO,664.00 mg/l, Conductividad,1052.33ms/cm, Turbidez 218.00 NTU, Solidos Totales Suspendidos 531.79mg/l Temperatura 26.7°C y pH 6.72 Siendo resultados confiables para la comparación de los resultados finales del tratamiento aplicando los vermifiltros.

## RESULTADOS CADA 15 DIAS APLICANDO LOS VERMIFILTROS I-II

*Tabla 6: Fechas de análisis del agua residual en tratamiento*

CUADRO DE ANALISIS REALIZADOS	
MUESTRAS	FECHAS DE ANALISIS
Muestra 1	02/10/2018
Muestra 2	17/10/2018
Muestra 3	02/11/2018

Fuente: Elaboración propia 2018.

## COMPOSICIÓN DE VERMIFILTRO I Y VERMIFILTRO II

*Tabla 7: Cantidades de los componentes del vermifiltro I*

VERMIFILTRO I			
PIEDRA ZEOLITA	FIBRA DE COCO	ASERRIN	LOMBRICES
1 Kg	600 g	600 g	600 g

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Tabla 8:** Cantidades de los componentes del vermifiltro II

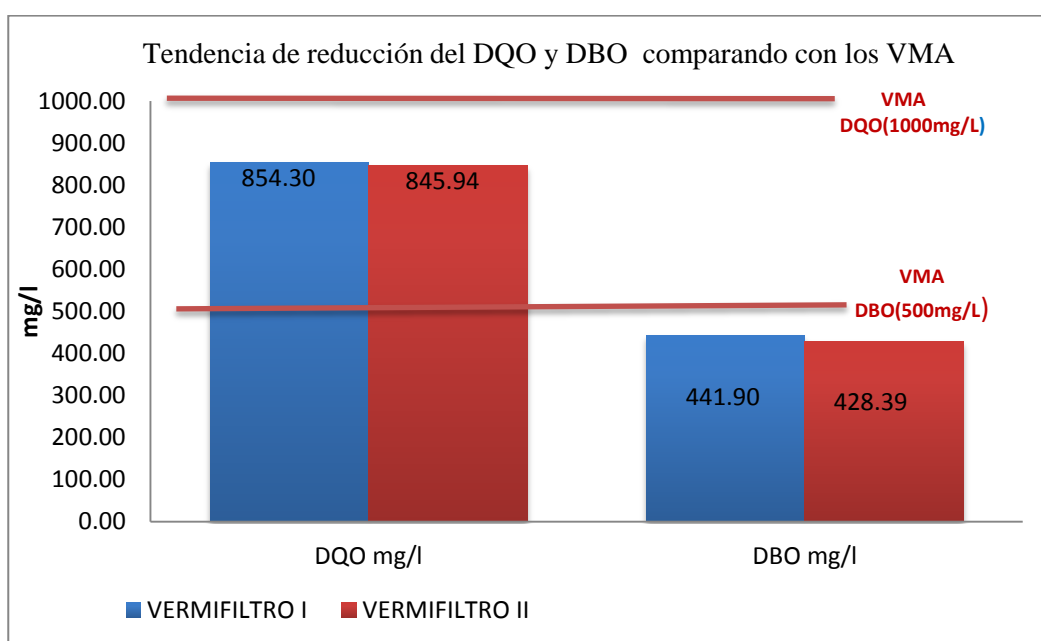
VERMIFILTRO II			
PIEDRA ZEOLITA	FIBRA DE COCO	ASERRIN	LOMBRICES
1 Kg	800 g	800 g	800 g

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Tabla 9:** Resultados de la primera muestra de tratamientos del 02-10-2018

TIPOS	DQO mg/l	DBO mg/l
VERMIFILTRO I	854.30	441.90
VERMIFILTRO II	845.94	428.39

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

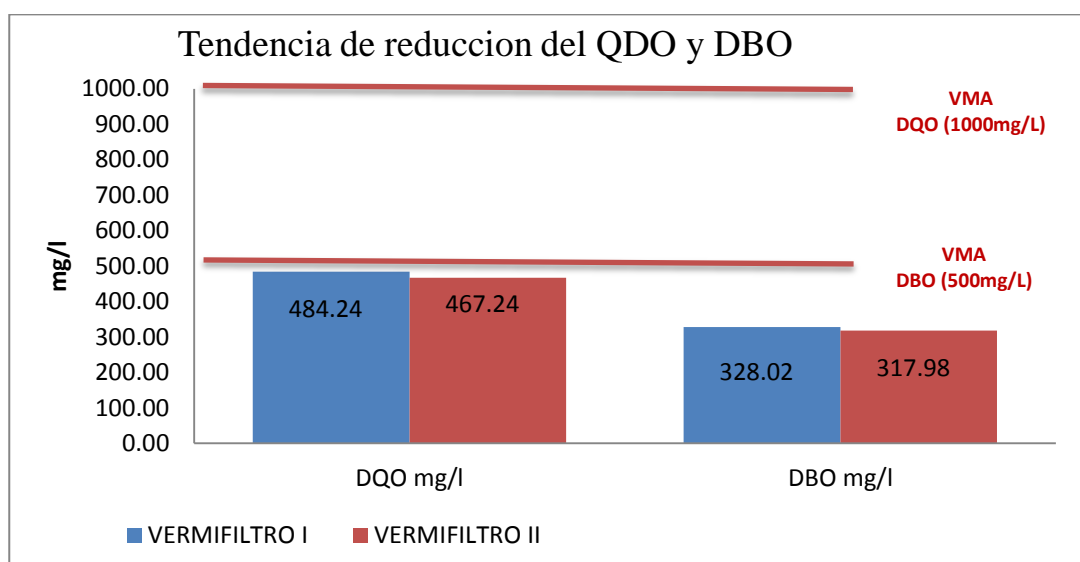
**Gráfico 4:** Tendencia inicial del DQO Y DBO del 02-10-2018 del vermifiltro I-II

En la gráfico 4, se observa la tendencia de la reducción del DQO y DBO del vermifiltro I y vermifiltro II el avance del tratamiento de los primeros quince días, con la aplicación de la técnica del vermifiltro compuesto con piedra zeolita, fibra de coco, aserrín y lombrices, teniendo como parámetros fisicoquímicos iniciales del DQO y DBO son 1108.50 mg/l y 664.00 mg/l respectivamente de cada parámetro. Reduciendo en el vermifiltro I a 854.30mg/l - 441.90mg/l y del vermifiltro II a 845.94mg/l - 428.39mg/l de ambos parámetros, en donde se observa en el vermifiltro I una diferencia de la muestra inicial al resultado obtenido en la primera muestra tratada de 254.2mg/l y 222.1 mg/l y en el vermifiltro II una diferencia de 262.56mg/l y 235.61 mg/l de dichos parámetros.

**Tabla 10:** Resultados de la segunda muestra de tratamiento de 17-10-2018

TIPOS	DQO mg/l	DBO mg/l
VERMIFILTRO I	484.24	328.02
VERMIFILTRO II	467.24	317.98

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

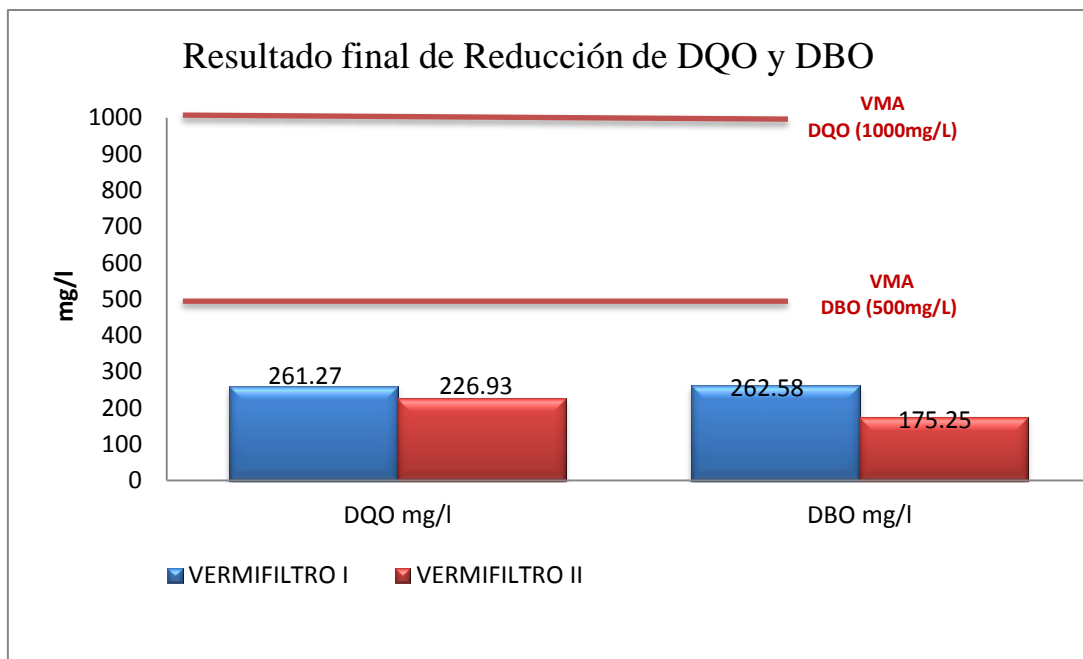
**Gráfico 5:** Tendencia del DQO y DBO del 17-10-2018 del vermicultivo I-II

En la gráfica 5, se observa la tendencia de la reducción del DQO y DBO del vermicultivo I y vermicultivo II el avance del tratamiento de los 30 días, con la aplicación de la técnica del vermicultivo compuesto con piedra zeolita, fibra de coco, aserrín y lombrices, teniendo como parámetros fisicoquímicos iniciales del DQO y DBO es 1108.50 mg/l y 664.00 mg/l respectivamente de cada parámetro. Reduciendo en el vermicultivo I a 484.24 mg/l -328.02 mg/l y del vermicultivo II a 467.24mg/l -317.98 mg/l de ambos parámetros, en donde se observa en el vermicultivo I una diferencia de la muestra inicial al resultado obtenido en la segunda muestra tratada de 624.26mg/l y 335.98 mg/l y en el vermicultivo II una diferencia de 641.26mg/l y 346.02 mg/l de dichos parámetros.

**Tabla 11:** Resultados de la muestra final de tratamiento del 02-11-2018.

TIPOS	DQO mg/l	DBO mg/l
VERMIFILTRO I	261.27	262.58
VERMIFILTRO II	226.93	175.25

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Gráfico 6:** Tendencia final del DQO y DBO del 02-11-2018 del vermifiltro I-II

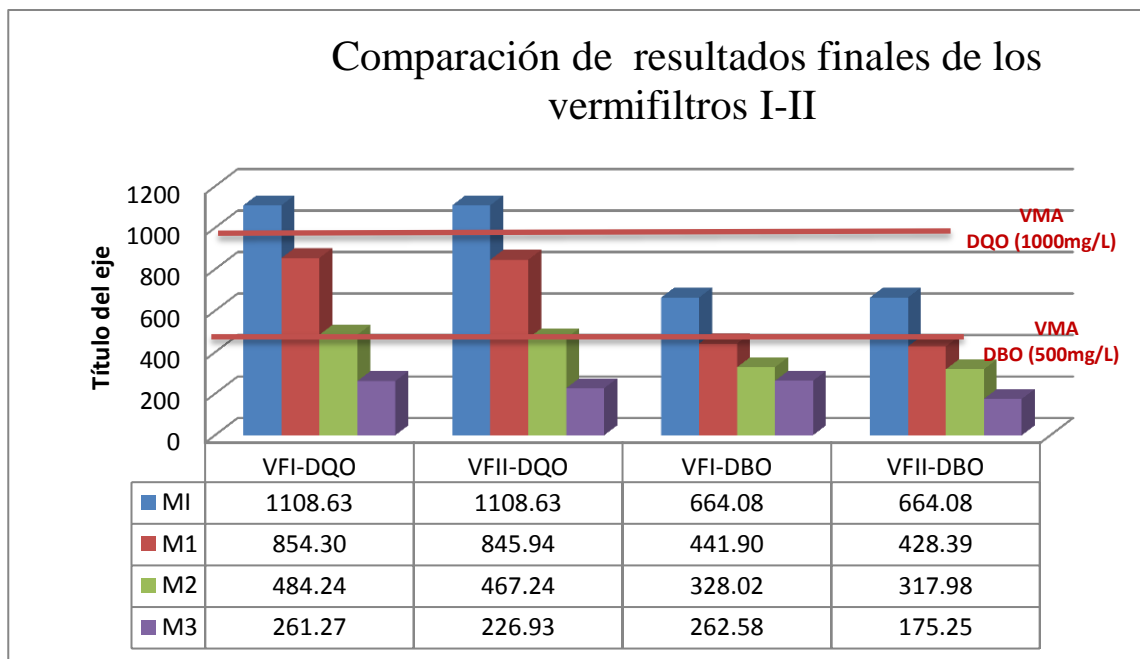
En el gráfico 6, se observa la reducción final de la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda biológica de oxígeno (DBO) del vermifiltro I y vermifiltro II dando concluido el tratamiento con la aplicación de la técnica del vermifiltro compuesto con piedra zeolita, fibra de coco, aserrín y lombrices, teniendo como parámetros fisicoquímicos iniciales del DQO y DBO es 1108.50 mg/l y 664.00 mg/l respectivamente de cada parámetro. Reduciendo en el vermifiltro I a 261.27mg/l - 262.58mg/l y del vermifiltro II a 226.93mg/l – 175.25mg/l de ambos parámetros, en donde se observa en el vermifiltro I una diferencia de la muestra inicial al resultado obtenido en la muestra final tratada de 847.23 mg/l y 488.75 mg/l y en el vermifiltro II una diferencia de 881.57mg/l y 488.75 mg/l de dichos parámetros.

**Tabla 12:** Resultados finales de los vermifiltros.

MUESTRAS	VFI-DQO	VFII-DQO	VFI-DBO	VFII-DBO
MI	1108.63	1108.63	664.08	664.08
M1	854.30	845.94	441.90	428.39
M2	484.24	467.24	328.02	317.98
M3	261.27	226.93	262.58	175.25

Fuente: Elaboración propia, 2018.





Fuente: Elaboración propia, 2018.

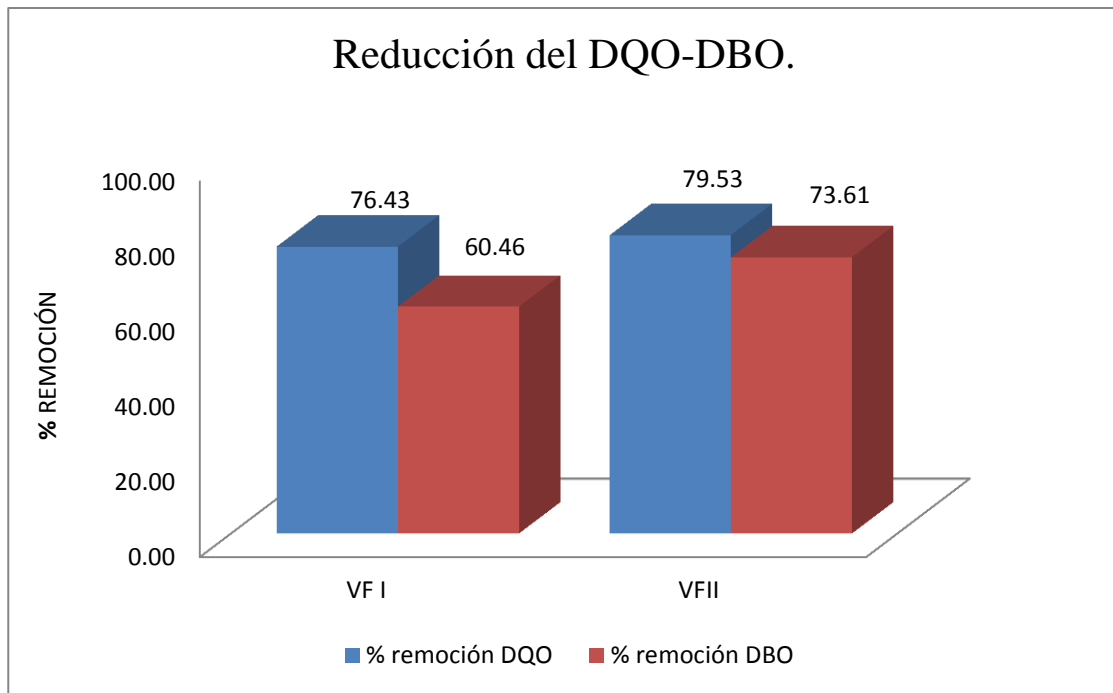
**Gráfico 7:** Tendencia final del DQO y DBO del vermifiltro I-II.

En la el gráfico 7 se observa la reducción de la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda biológica de oxígeno (DBO) aplicando los vermifltros I- II obteniendo resultados favorables de 261.27mg/L – 262.58mg/L del vermifiltro I y de 226.93mg/L- 175.25mg/L del vermifiltro II, asimismo se comparó con los Valores máximos Admisibles para el DQO 1000mg/L y DBO 500mg/L del decreto supremo N° 021-2009- vivienda y su reglamento, el cual regula las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado a fin de evitar el deterioro de las instalaciones e infraestructura

**Tabla 13:** Prueba de reducción del DQO - DBO

Porcentaje	VERMIFILTRO I	VERMIFILTRO II
% remoción DQO	76.43%	79.53%
% remoción DBO	60.46%	73.61%

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Gráfico 8:** Remoción obtenida de DQO y DBO del vermifiltro I-II.

En el gráfico 8 se observa los resultados obtenidos después de la aplicación de vermifiltros para la remoción del DQO y del DBO. Asimismo el porcentaje de remoción del vermifiltro I-II fue de 76.43% 60.46 y del vermifiltro II fue de 79.53% y 73.61% respectivamente. Concluyendo que el vermifiltro II tiene más capacidad de reducir el de DQO y DBO del agua residual de laboratorio.

### PRUEBAS ESTADÍSTICAS DEL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL

Para verificar el resultado inicial y final con relación a nuestra hipótesis, se realizó la prueba de TUKEY, ya que evaluará el tratamiento uno por uno para ver cuál de ellos es diferente. Ya que estos son modelos estadísticos verídicos.

**Tabla 14:** Prueba de normalidad de todos los parámetros.

Pruebas de normalidad							
TRATAMIENTO		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO	T1	,266	9	,066	,794	9	,057
	T2	,367	9	,001	,709	9	,062
	T3	,214	9	,200	,869	9	,071
DQO	T1	,363	9	,001	,701	9	,051
	T2	,406	9	,000	,641	9	,054

	T3	,350	9	,002	,715	9	,062
NTU	T1	,330	9	,005	,768	9	,069
	T2	,348	9	,002	,705	9	,072
	T3	,301	9	,018	,780	9	,082
CE	T1	,231	9	,181	,811	9	,077
	T2	,386	9	,000	,669	9	,051
	T3	,247	9	,120	,814	9	,069
STS	T1	,247	9	,121	,804	9	,063
	T2	,378	9	,001	,689	9	,051
	T3	,379	9	,001	,700	9	,091
PH	T1	,361	9	,001	,703	9	,092
	T2	,318	9	,009	,793	9	,087
	T3	,329	9	,006	,799	9	,070
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: De SPSS, 2018.

a) Prueba de hipótesis

H0: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

$\text{sig} > 0,05$ . Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la H0 Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 15:** Prueba de homogeneidad de todos los parámetros.

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
DBO	13,711	2	24	,000
DQO	32,566	2	24	,000
NTU	10,148	2	24	,001
CE	20,611	2	24	,000
STS	27,673	2	24	,000

PH	1,400	2	24	,266
----	-------	---	----	------

Fuente: De SPSS, 2018

a) Prueba de hipótesis

H0: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 Se asumen que las varianzas no son iguales.

### PRUEBAS POST HOC

**Tabla 16:** Pruebas de Tukey para la variable dependiente de todos los parámetros.

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) TRATAMIENT O	(J) TRATAMIENT O	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
DBO	T1	2	264,64667*	24,52215	,000	203,4078	325,8855
		3	401,11000*	24,52215	,000	339,8711	462,3489
	T2	1	-264,64667*	24,52215	,000	-325,8855	-
		3	136,46333*	24,52215	,000	75,2245	197,7022
	T3	1	-401,11000*	24,52215	,000	-462,3489	-
		2	-136,46333*	24,52215	,000	-197,7022	-75,2245
DQO	T1	2	378,29556*	58,44715	,000	232,3362	524,2549
		3	787,53778*	58,44715	,000	641,5785	933,4971
	T2	1	-378,29556*	58,44715	,000	-524,2549	-
		3	409,24222*	58,44715	,000	263,2829	555,2015

	T3	1	-787,53778*	58,44715	,000	-933,4971	- 641,5785
		2	-409,24222*	58,44715	,000	-555,2015	- 263,2829
NTU	T1	2	55,06222*	7,98816	,000	35,1135	75,0109
		3	98,17667*	7,98816	,000	78,2279	118,1254
	T2	1	-55,06222*	7,98816	,000	-75,0109	-35,1135
		3	43,11444*	7,98816	,000	23,1657	63,0632
	T3	1	-98,17667*	7,98816	,000	-118,1254	-78,2279
		2	-43,11444*	7,98816	,000	-63,0632	-23,1657
CE	T1	2	272,30889*	35,40425	,000	183,8943	360,7235
		3	524,69667*	35,40425	,000	436,2821	613,1113
	T2	1	-272,30889*	35,40425	,000	-360,7235	- 183,8943
		3	252,38778*	35,40425	,000	163,9732	340,8024
	T3	1	-524,69667*	35,40425	,000	-613,1113	- 436,2821
		2	-252,38778*	35,40425	,000	-340,8024	- 163,9732
STS	T1	2	128,13111*	20,26849	,000	77,5149	178,7474
		3	277,31111*	20,26849	,000	226,6949	327,9274
	T2	1	-128,13111*	20,26849	,000	-178,7474	-77,5149
		3	149,18000*	20,26849	,000	98,5638	199,7962
	T3	1	-277,31111*	20,26849	,000	-327,9274	- 226,6949
		2	-149,18000*	20,26849	,000	-199,7962	-98,5638
PH	1	2	-,25222	,19350	,407	-,7355	,2310
		3	-,43778	,19350	,081	-,9210	,0455
	2	1	,25222	,19350	,407	-,2310	,7355
		3	-,18556	,19350	,609	-,6688	,2977
	3	1	,43778	,19350	,081	-,0455	,9210
		2	,18556	,19350	,609	-,2977	,6688
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.							

Fuente: De SPSS, 2018

a). Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamiento de vermifiltro

H1: Existe alguna significancia entre los tratamiento vermifiltro

b) Regla de decisión

$\text{sig} < 0,05$ . Rechazamos la  $H_0$ :

c) Resultado /discusión

Aceptamos la  $H_1$ , entonces, la aplicación de vermifiltros permitirá reducir el DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químico.

## IV. DISCUSIÓN

Según los resultados finales de los vermifiltros elaborados por componentes como la piedra zeolita, el aserrín, la fibra de coco y las lombrices, se logró tener una eficiencia significativa de remoción de los parámetros fisicoquímicos de DQO y DBO en un 76.43% y 60.46 % del vermifiltro I. Asimismo en un 79.53% y 73.61% del vermifiltro II. En efecto la reducción se mostró que las lombrices cumplen un buen papel, gracias a que su cuerpo funciona como un filtro biológico por medio de un mecanismo de la ingestión y la biodegradación de materia orgánica, de tal manera que sus componentes dan una estabilidad para el tratamiento como la fibra de coco que es buen removedor de contaminantes, asimismo el aserrín disminuye la contaminación del agua residual y por último la piedra zeolita tiene la capacidad intercambiadora de los iones presentes, por ende posibilita la absorción de elementos contaminantes presentes en el agua para la aplicación de los vermifiltros. La presente investigación se asemeja con la tesis realizada de ACOSTA, A. (2017) Evaluación del potencial de un sistema de vermifiltración mediante el uso de lombrices de tierra (*Eisenia fétida*) para el tratamiento de aguas residuales a escala laboratorio. Donde los valores obtenidos de eficiencia de remoción para los siguientes parámetros de DQO, DBO en su máxima carga aplicada son de 72% y 71% correspondientemente, en lo cual estos datos pueden ser utilizados para investigaciones futuras.

Para el Dr. Anatoly Igonin, científico Ruso quien dijo que las lombrices están “desinfectando, desintoxicando, neutralizando, protegiendo y produciendo” es por ello que estudios indican que algunas especies de lombrices pueden “bioacumularse, biodegradarse o biotransformar cualquier sustancia química toxica incluidos metales pesados, plaguicidas organoclorados herbicidas y los micro contaminantes orgánicos lipofilicos como hidrocarburos aromáticos”. Según la investigación realizada de Sinha, Chandran, Soni, Patel y Ghosh (2012) determina que El cuerpo de la lombriz y su "vermicast" funcionan como un "biofiltro" que elimina el DBO en más del 90%, el DQO en un 60-80%, y los químicos tóxicos y patógenos del agua residual, en donde la presente investigación se asemeja con los valores de remoción de demanda química de oxígeno(DQO) y demanda Biológica de oxígeno(DBO) 76.43% y 60.46 % del vermifiltro I. Asimismo en un 79.53% y 73.61 % del vermifiltro II.

Según la tesis realizada de Velasco (2015). Uso de vermifiltros para el tratamiento de aguas residuales, tuvo como objetivo tratar las aguas residuales domesticas de mediana y fuerte

concentración a través de la aplicación de tres vermifiltros, En efecto que gracias a la incorporación al sistema, de un componente como la fibra de coco se obtuvo una buena remoción de contaminantes. En donde obtuvo una remoción de 94.5%-97.6% de DBO, un 94.1%, 96.6% de DQO, por lo tanto se relaciona con la presente investigación ya que utilizó los mismos componentes los cuales fueron estimados para su tesis. Por lo tanto los valores obtenidos del presente es de DQO y DBO en un 76.43% y 60.46% del vermifiltro I. y un 79.53% y 73.61 % del vermifiltro II. Por lo tanto se sugiere que la fibra de coco debe ser utilizada en el sistema tradicional de vermifiltración como una variante para tratar aguas residuales.



## V. CONCLUSIONES

La presente tesis de investigación concluye que la aplicación de vermifiltros obtuvo cambios favorables en las propiedades fisicoquímicas del agua residual de un Laboratorio de análisis químico, en efecto se demostró la reducción de la demanda química de oxígeno y la demanda biológica de oxígeno del agua residual.

En conclusión se observó que las características de los vermifiltros elaborados a base de piedra zeolita, fibra de coco, aserrín y lombrices, poseen un efecto en la reducción de la Demanda química de oxígeno y la demanda biológica de oxígeno de agua residual de laboratorios químico

En síntesis el sistema de vermifiltros elaborados demostró tener la capacidad necesaria para la reducir la demanda biológica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO) un 76.43% y 60.46% del Vermifiltro I, y un 79.53% y 73.61 % del vermifiltro II.

Los resultados evidencian que el vermifiltro II, tiene una mejor capacidad de reducción de 79.53% y 73.61 %, con respecto al vermifiltro I en reducir el DQO- DBO del agua residual, con un tiempo de 45 días de tratamiento.

Finalmente se concluye que las características de los componentes del vermifiltro, jugaron un papel muy importante para la reducción de DQO y DBO, proporcionando una mejor estabilidad, humedad y absorción junto a las lombrices ya que su cuerpo funciona como un filtro biológico por medio de un mecanismo de la ingestión y la biodegradación de residuos orgánicos, con capacidad de bioacumularse, biodegradarse o biotransformar cualquier sustancia química toxica presentes en las aguas a tratar con la ventaja de evitar los malos olores.

## VI. RECOMENDACIONES

Implementar este tipo de tecnologías ya que son viables económicamente, fácil de elaborarlos y encontrar sus componentes, asimismo al momento de hacer el sistema biológico del vermifiltro los componentes vayan por capas y de abajo hacia arriba previamente lavados y las lombrices vayan sin residuos de compost, ya que son amigables con la naturaleza y aceptadas socialmente.

Se recomienda probar la técnica del sistema biológico de vermifiltros para descubrir su capacidad de reducción con otros tipos de contaminantes de aguas residuales y dar un reusó para otros fines.

Monitorear a diario el funcionamiento por gravedad de las vías de goteo del efluente a tratar en caso se obstruyan y no pase el efluente hacia los vermifiltros, donde las lombrices y componentes son los encargados de realizar el tratamiento, y ver resultados.

Revisar a diario si las lombrices están vivas, teniendo muy en cuenta sus condiciones ambientales, sobre todo el pH ya que no son muy amigables con los ácidos, por otro lado a los componentes se administró mango o papaya licuado con la misma agua tratada, para que las lombrices se alimenten, y no alterar los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales en tratamiento.

Se recomienda realizar cambios o probar con otros componentes, buscar un método donde el tratamiento del agua residual sea más eficiente en igual tiempo y días respectivamente. Es decir que a más tiempo de proceso mayor eficiencia en reducción de DQO y DBO así como de otros contaminantes.

## REFERENCIAS

ACOSTA, A. Evaluación del potencial de un sistema de vermifiltración mediante el uso de lombrices de tierra (*Eisenia fétida*) para el tratamiento de aguas residuales a escala laboratorio. Tesis (Magister en Ingeniería). Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2017. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/62042/1/Trabajo%20Vermifiltraci%C3%B3n%20Alison%20Acosta%20-%20Correcciones%2024%2001%202018.pdf>.

ANAOKAR, Bharati. Diseño e Idoneidad del vermifiltro modular para uso doméstico tratamiento de aguas residuales, *Revista Internacional de Investigación y Tecnología Emergentes de Ingeniería*, Volumen 3, Número 4, abril de 2015, PP 44-51, ISSN 2349-4409 (Online), 2015.

ARMENTA Celso, REY, David, FELIX Alberto. Influencia de diferentes sustratos orgánicos en la lombriz roja californiana (*Eisenia fétida*), 2013.

CARDOSO.L, RAMIREZ.E, GARZÓN.M. Vermifiltración para Tratamientos de Aguas Residuales Industriales y Municipales, Informe final del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2011.

DECRETO SUPREMO- VIVIENDA Y SU REGLAMENTO 021-2009. Recuperado de <http://www3.vivienda.gob.pe/dns/preguntas-frecuentes-valores-maximos-admisibles.html>

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementaria. SINIA. [En línea] 2017.

DIGESA. Dirección General de Salud Ambiental- Minsa, 2012. Disponible en [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/gesta\\_agua.asp](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/gesta_agua.asp)

DURÁN Y ENRÍQUEZ. Efecto del Vermicompost. *Revista UCR: Universidad de Costa Rica*, 2010.

FAO. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2008. Disponible en [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/PER/indexesp.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/PER/indexesp.stm)

FEI Y., LONGMIAN W., GUOXIANG W., PENG D. y YIMIN Z. Materia orgánica y distribución de nitrógeno, y grupos funcionales de filtro en la cama de embalaje de

lombrices de tierra en Vermifiltración. PolishJournal Of EnvironmentalStudies, 24(1), 375-380, 2015.

FURLONG C, GIBSON W, OAK A, THAKAR G, KODGIRE M. Y PATANKAR R. Evaluación técnica y de usuario de un novedoso sistema de saneamiento in situ basado en gusanos en la India rural. Waterlines, 35(2), 148-162, 2016.

GALINDO, Andrés; TONCEL, Enrique; RINCÓN, Nancy. Evaluación de un filtro biológico como unidad de post-tratamiento de aguas residuales utilizando conchas marinas como material de soporte Revista ION, vol. 29, núm. 2, pp. 39-50: Universidad Industrial de Santander Bucaramanga, Colombia, 2016.

GARIBAY, G. Filtración. Procesos de Bioseparación, 2014. Disponible en: <http://es.slideshare.net/guillermogaribay1447/filtracin-37561540>

HENRIQUEZ Carlos y DURAN Lolita. Humus de lombrices (Eisenia fétida): Evaluación de residuos orgánicos: Universidad Tecnológica de Nayarit. Edición 12, Julio del 2012.

KOFI Annan. Tecnologías de la Información y Comunicación. Publicado en Junio del 2013. Disponible en <https://techincom.wordpress.com/tag/kofi-annan/>.

LAKSHMI Y RANJITHA. Tratamiento de aguas residuales mediante técnica de vermifiltración a nivel institucional. Revista: Internacional de Investigación Científica y Técnica Avanzada.581-590, 2014. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/4470/1/UDLA-EC-TIAM-2015-17.pdf>.

MANUAL DE VERMICOSPOSTAJE. Guía de prácticas como hacer vermicomposteras y humus de lombrices rojas californianas 2017. Recuperado de [/www.portalfruticola.com/noticias/2017/08/22/manual-de-vermicompostaje-como-hacer-vermicomposteras-y-humus-de-lombriz-guia-practica/](http://www.portalfruticola.com/noticias/2017/08/22/manual-de-vermicompostaje-como-hacer-vermicomposteras-y-humus-de-lombriz-guia-practica/).

MANYUCHI C. MBOHWA E. MUZENDA. Tratamiento biológico de aguas residuales de destilería mediante la aplicación de tecnología de vermifiltración. South AfricanJournal of Chemical Engineering, Volumen 25, June 2018, PP, 74-78, 2017.

MATTHEW y NAIR. Lombricultura comunitaria y economías alternativas con enfoque de género en asentamientos informales: Revista Latinoamericana de Estudios Socio ambientales N.º 17, marzo 2015, pp. 86-107.

MAYTA, Jhony. Revista Remoción de cromo y demanda química de oxígeno de aguas residuales industriales por electrocoagulación. Aprobado el 13-09-2017. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v83n3/a08v83n3.pdf>.

MERCY, KADZUNGURA Y BOKA. Estudio a escala piloto para vermifiltración 1000m<sup>3</sup>/día de aguas residuales. Revista: Asiática de Ingeniería y Tecnología, 1,81-92, 2013.

MINAM - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, 2017.

NATIONAL GEOGRAPHIC. Como afecta el cambio climático la escasez de agua en el planeta 2018. Disponible en [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/asi-afecta-el-cambio-climatico-al-agua-del-planeta\\_9947/7](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/asi-afecta-el-cambio-climatico-al-agua-del-planeta_9947/7)

ONU. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos, Aguas residuales, el recurso desaprovechado, 2017. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002476/247647s.pdf>

OEFA. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2014. Disponible en [https://www.oefa.gob.pe/wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/wpfb_dl=7827).

PNUMA IF. La iniciativa financiera del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Consultado el 13 de mayo del 2011. Disponible en [http://www.unepfi.org/fileadmin/events/2011/saopaulo/psi\\_latinamerica\\_press\\_es.pdf](http://www.unepfi.org/fileadmin/events/2011/saopaulo/psi_latinamerica_press_es.pdf).

REVISTA Española de bioética y Ética Médica [en línea] (2016) [fecha de consulta 12 de Octubre del 2018] PP.289-292. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/312516573\\_Que\\_es\\_la\\_etica\\_ambiental\\_Desde\\_sus\\_raices\\_hacia\\_el\\_futuro](https://www.researchgate.net/publication/312516573_Que_es_la_etica_ambiental_Desde_sus_raices_hacia_el_futuro)

ROJAS y PIERART. Organismos Asociados, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, 2013.

SAMAL K, DASH R. Y BHUNIA, P. La optimización de la profundidad del vermifiltro por el rendimiento del proceso colaboró con la evolución de las características microbianas durante el tratamiento de los lodos cloacales. Process Safety & Environmental Protection: Transactions of the Institution of Chemical Engineers Part B, 111363-374. doi:10.1016/j.psep.2017.07.027, 2017.

SERMANAT. Secretaria del Medio del Ambiente y Recursos Naturales, 2011. Disponible en <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-085-semarnat-2011>.

SINHA R, BHARAMBE G. Y CHAUDHARI, U. Tratamiento de aguas residuales mediante vermifiltración con tratamiento sincrónico de lodos por lombrices: una tecnología sostenible de bajo costo sobre sistemas convencionales con potencial de descentralización. *TheEnvironmentalist*, Preprints, 1-12, 2018.

SINHA. R. K. BHARAMBE, G. Y CHAUDHARI, U. Tratamiento de aguas residuales mediante vermifiltración con tratamiento síncrono de los lodos por lombrices: una tecnología sostenible de bajo costo sobre los sistemas convencionales con potencial de descentralización. *Environmentalist*, 28(4), 409-420. Doi: 10.1007/s10669-008-9162-8, 2008.

SINHA R., CHANDRAN V., SONI B., PATEL U. Y GHOSH A. Lombrices de tierra: gestores químicos de la naturaleza y agentes desintoxicantes en el medio ambiente: un estudio innovador sobre el tratamiento de aguas residuales tóxicas de la industria del petróleo mediante tecnología de vermifiltración. *TheEnvironmentalist*, 32(4), 445-452, 2012.

SINHIA, PATEL, SONI. Lombrices para un manejo seguro y útil de los desechos sólidos y la remediación de los residuos salinos del suelo contaminado y la restauración de la fertilidad del suelo, la promoción de la agricultura orgánica y la mitigación de las advertencias globales: una revisión del ambiente y el manejo de los desechos.1,11-25. 2014.

SINHA Y SURESH. Diseño e Idoneidad del vermifiltro modular para uso doméstico tratamiento de aguas residuales, *Revista Internacional de Investigación y Tecnología Emergentes de Ingeniería*, Volumen 3, Número 4, abril de 2015, PP 44-51 ISSN 2349-4395. PP, 44-51, ISSN 2349-4409 (Online), 2014.

SINIA. Sistema Nacional de Información Ambiental. Decreto Supremo N° 004-2017-

UNESCO. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos ,2017. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002476/247647s.pdf>

VELASCO.V. Vermifiltros para el tratamiento de aguas residuales. Tesis (ingeniera ambiental), Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, PP.4, 2015.

XING M., ZHAO L., YANG J., HUANG Z., and XU Z. Distribution and transformation of organic matter during the vermiconversion in liquid state of activated sludge by elemental analysis and spectroscopic evaluation. *Environmental Engineering Science*, 28 (9), 619-626, 2011.

WANG D, NIE E, LUO X, YANG X, et. Study of nitrogen removal performance in a multi-stage biofilter at pilot scale: impacts of operating conditions and transformation of nitrogen speciation. *Environmental Earth Sciences*, 74 (5), 3815-3824, 2015.

WANG Y, XING M, YANG J. and LU B. Address the role of earthworms in the treatment of domestic wastewater by analyzing the modification of the biofilm by chemical and spectroscopic methods. *Environmental Science And Pollution Research*, Preprints, 1-10, 2018.

XING M, JIANG J, WANG, YANG, J. Influence analysis for dehydrability behavior of excess mud in a two stage vermifilter. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101 (4), 1643-1652. doi: 10.1007 / s00253-016-7920, 2017.

XING M., ZHAO C., YANG J., LI X. and LV B. Physiological adaptation and metabolic properties of earthworms in vermifiltration for the stabilization of sludge in liquid state using stable isotopes in bulk and stable isotope values of specific fatty acid compounds. *Ecological Engineering*, 911-6, 2016.

## **ANEXOS**



Tabla 17: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Problema general</b> De qué manera la aplicación de vermifiltros reducirá el DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químicos?	<b>Objetivo General:</b> Determinar la reducción de DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químicos mediante la aplicación de vermifiltros	<b>Hipótesis General:</b> La aplicación de vermifiltros permitirá reducir el DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químico.	Aplicación de Vermifiltros	Según Mercy, Kadzungura y Boka (2013, PP.83), menciona que es un sistema biológico compuesto de diferentes concentraciones y componentes asociados al método del vermicompost, dentro de ello están las lombrices así como microorganismos asociados degradadores de materia orgánica presente en el agua residual.	Características del sistema biológico de vermifiltros	Dimensiones del vermifiltro  Piedra zeolita  Fibra de coco  Aserrín	cm  g  g  g
					Componente Biológico	Lombrices	g
<b>Problemas específicos</b> ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del agua residual de un laboratorio de análisis químicos?  ¿Cuáles son las características de los vermifiltros para reducir el DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químicos?	<b>Objetivos Específicos:</b> -Evaluar las propiedades fisicoquímicas del agua residual de un laboratorio de análisis químicos. -Determinar las características de los vermifiltros para la reducción de DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químicos	<b>Hipótesis específicas:</b> -Las propiedades fisicoquímicas del agua residual del laboratorio de análisis químico. -presentan niveles altos de DQO y DBO. Las características de los vermifiltros para la reducción de DQO y DBO del agua residual de un laboratorio de análisis químicos es el más adecuado.	Reducción de DQO y DBO del agua residual	Las altas concentraciones de DQO y DBO en aguas residuales pueden provocar la desoxigenación de las aguas con las que entra en contacto. Asimismo el DBO no es demasiado eficaz debido a la presencia de tóxicos u otras sustancias inhibitoras. Este proceso puede afectar el requerimiento de O <sub>2</sub> de los organismos acuáticos (Mayta, J. 2014).	Características fisicoquímicas del agua residual	DQO(mg/l)  DBO(mg/l)  Conductividad eléctrica(us/cm)  Turbidez (NTU)  Sólidos Totales Suspendidos  pH  Temperatura	mg/L  mg/L  uS/cm  NTU  mg/L  0-14  0-14
					Ecuación de remoción	$\%Remoción = \frac{C_i - C_f}{C_i}$	%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

GREENLAB PERÚ SAC  
Calle Santa Angélica N° 285, Urb. Santa Luisa  
San Martín de Porres – Lima  
Central: (511) 492-9497  
[www.greenlabperu.com](http://www.greenlabperu.com)

Green Lab  
Perú...

## CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE TESIS

El que Suscribe, Gerente General. RONALD RAMIREZ M. Otorga la presente constancia de ejecución del proyecto de investigación en las Instalaciones del Laboratorio GREENLAB PERÚ S.A.C. a la tesista:

Sonia Pérez Camargo, pregrado en Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Cesar Vallejo Lima, identificada con DNI n° 44771898.

Quien realiza la ejecución de su proyecto de investigación tendientes a la obtención del título profesional, bajo la supervisión del jefe responsable del laboratorio químico ambiental, durante el tiempo requerido del proyecto.

Quien realiza su proyecto de investigación a completa satisfacción y muestra en todo momento eficiencia, puntualidad, responsabilidad y buena formación académica.

Se otorga la presente constancia para fines que el interesado considere conveniente.

Lima, 21 de Junio del 2018.



Gerente General. RONALD RAMIREZ M

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

Anexo 1: FICHA TÉCNICA CADENA DE CUSTODIA PARA MUESTREO DEL AGUA RESIDUAL (INSITU)

Proyecto: ..... Fecha: ..... Hora: ..... Clima: .....

Nombre del muestreador: ..... Lugar: .....

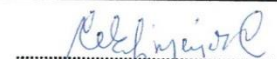
Fuente: Elaboración propia, 2018


NÚMERO DE MUESTRAS	FECHA Y HORA DE EXTRACCIÓN Del MUESTREO	Medio			Parámetros							COORDENADAS UTM		OBSERVACIONES	
		Agua	Suelo	Aire	Fisicoquímicos							Este	Norte		
					pH unidad	Demanda Química de oxígeno - mg/l	Demanda Biológica de oxígeno - mg/l	Temperatura °C	Turbidez NTU	Conductividad	uS/cm				Sólidos Suspendidos Totales mg/l
1															
2															

Lima, ..... de ..... Del 2018

Firma del responsable

 CIR: 46542  
 DR. CARLOS CABRERO

  
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderín  
 Firma del responsable

  
 LUCYER R. NARANJO  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES  
 FÍSICO QUÍMICAS  
 R. 3, C. P. N. 162004  
 Firma del responsable

ANEXO 2: FICHA TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

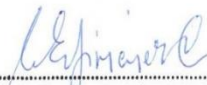

DATOS GENERALES	
Nombre del lugar de estudio	Encargado del área:
Ubicación:	RUC:
Razón social:	Teléfono:
Actividad principal:	Responsable :

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO		
Nombre del punto de muestreo:		
Coordenadas: (UTM, WGS84)	X	Y
Técnica de muestreo:		

DATOS DE LA MUESTRA	
Código	
Fecha:	
Hora:	
Tipo:	
Lugar:	

Fuente: Elaboración propia 2018

  
 Firma del responsable  
 CIP: 46572  
 Dr. Carlos Calderón C.

  
  
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
 CIP: 42355  
 Firma del responsable


  
  
 Luis Alberto Jiménez  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 RUC: U.P. N° 285204  
 Firma del responsable

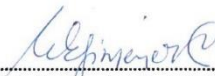



ANEXO 3. FICHA DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS COMPONENTES DE LOS VERMIFILTROS I y II

CONCENTRACIONES DE COMPONENTES DE VERMIFILTROS		
COMPONENTES DE VERMIFILTROS	COMPOSICION 1	COMPOSICION 2
FIBRA DE COCO		
ASERRIN		
PIEDRA ZEOLITA		
LOMBRICES		
AGUA RESIDUAL		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

  
Firma del responsable  
Cip: 46672  
Dr. CARLOS CABRERA C.

  
  
Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
CIP. 42355  
Firma del responsable

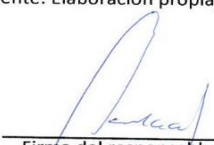
  
LUCERO ANTONIO  
CASTRO TELMA  
INGENIERO AMBIENTAL  
CIP. N° 1842  
Firma del responsable

Anexo 4: Ficha de instrumento 3

ANEXO 4.FICHA DE ANALISIS DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS EN LOS VERMIFILTROS I Y II (FASE INICIAL Y FINAL)

N°	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	Vermifiltro		Vermifiltro		OBSERVACIONES
			Tipo 1		Tipo 2		
			F.I	F.F	F.I	F.F	
1	Temperatura	°C					
2	Conductividad	uS/cm					
3	Turbidez	NTU					
4	pH	Unidad					
5	Sólidos suspendidos totales	mg/l					
6	DQO	mg/l					
7	DBO	mg/l					
8	Tiempo	Minutos					

Fuente: Elaboración propia, 2018.

  
 Firma del responsable  
 CIP: 46372  
 Dr. Carlos Guerrero C

  
 Firma del responsable  
 Dr. Cesar Eduardo Jimenez Calderon

  
 Firma del responsable  
 LUCERO ESPINOZA  
 CATEDRATICA  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 N.º 278 192594

Anexo 5: Ficha de instrumento 4

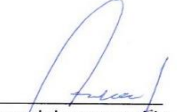


ANEXO 5. COMPARACIÓN DE REDUCCION DEL DQO Y DBO DEL AGUA RESIDUAL APLICANDO VERMIFILTROS

Realizado por: .....

N°	PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA INICIAL	Promedio de resultados	
				VF T1	VF TP2
1	Temperatura	°C			
2	Conductividad Eléctrica	uS/cm			
3	Turbidez	NTU			
4	Ph	unidad			
5	DBO	mg/l			
6	DQO	mg/l			
7	Solidos Suspendidos Totales	mg/l			

Fuente: Elaboración propia.

  
 Firma del responsable.  
 CIP: 46572  
 Dr. Carlos Chacabaca

  
  
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
 CIP. 42355  
 Firma del responsable

  
  
 Gustavo Tejada  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 R. J. CIP. 46572  
 Firma del responsable

Anexo 6: Ficha de instrumento 5

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: JIMENEZ CALDERON CÉSAR EDUARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA TÉCNICA CADENA DE CUSTODIA PARA MUESTREO DEL AGUA RESIDUAL  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sonia Pérez Comargo

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

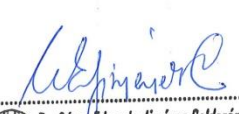

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

✓

95 %

  

**Dr. César Eduardo Jiménez Calderón**  
CIP. 42355

 Lima, 07 - 12 del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. .... Telf.: .....



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sonia Pérez Camargo

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %



*César Jiménez*  
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
 CIP. 42355

Lima, 07-12 del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS COMPONENTES DE LOS VERMICIFEROS IYII
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sonia Pérez Camargo

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

✓

95 %



*Dr. César Eduardo Jiménez Calderón*  
CIP. 42355

Lima, 07 - 12 del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf.:.....

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN LOS VERAPUTROS IGTI (FASE INICIAL Y FINAL)  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sonia Pérez Samargo

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %



*Dr. César Eduardo Jiménez Calderón*  
CIP. 42355

Lima, 07-12 del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE COMPARACIÓN DE REDUCCIÓN DEL DBO Y BBO DEL AGUA RESIDUAL APLICANDO VERMIFILTROS.  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sonia Pérez Comargo

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

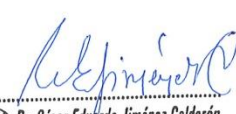

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

✓

95 %

  
  
**Dr. César Eduardo Jiménez Calderón**  
CIP. 42355

Lima, 07 - 12 del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... CASTRO TENA LUCERO KATHERINE .....
- 1.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente .....
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... FICHA TÉCNICA ORGANA DE CUSTODIA PARA MUESTREO DEL AGUA RESIDUAL (TRUSITO) .....
- 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Sonia Perez CARRERO .....

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

95 %
------

 Lima, 07 de 12 del 2018

  
 LUCERO KATHERINE  
 CASTRO TENA  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
R. C. N.º 102894

DNI No..... Telf:.....

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: CASTRO TENA LUCERO FATHERINE  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DASDOTE  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA TECNICA De Recuperación De Información  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sonia Pérez Cárdena

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 07 de 02 del 2018

  
 LUCERO KATHERINE  
 CASTRO TENA  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 E. 102401838

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

DNI No..... Telf:.....

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:..... CASTRO TENA LUCERO KATHERINE  
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... FIGMA TECNICA DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS COMPONENTES DE LOS VERMIFILTROS I y II  
 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Sonia PERAZ CAMARGO

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima,..... 07 de Julio del 2018

  
 LUCERO KATHERINE  
 CASTRO TENA  
 INGENIERA AMBIENTAL

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... CASTRO TENA LUERO KATHERINE  
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... FICHA DE ANALISIS DE PARAMETROS FISICO QUIMICOS EN LOS VERIFICADORES I y II GASO INCHIC Y FICAL  
 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Senia Peiza Camargo

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

95 %
------

 Lima, 07 de 12 del 2018

  
 LUCERO KATHERINE  
 CASTRO TENA  
 INGENIERA AMBIENTAL  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

DNI No..... Telf.:.....



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: CASTRO TENA LUCERO KATHERINE
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE CALIFICACIÓN DE REDUCCIÓN DEL DBO y DBO DE UNA RESIDUAL APLICANDO VERMIFILTROS
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sonia Pérez Cerna

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

95 %
------

 Lima, 07 de 12 del 2018

  
 LUCERO KATHERINE  
 CASTRO TENA  
 PROFESOR(A) ASISTENTE  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

DNI No..... Telf:.....

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... CABRERA CARRANZA CARLOS  
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... FICHA TÉCNICA CADENA DE CUSTODIA PARA MUESTREO DEL AGUA RESIDUAL.  
 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Senia Pérez Camargo

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %
------

 Lima,..... 05-12 del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... CABRERA CARRANZA CARLOS.....  
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente.....  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... FICHA TÉCNICA DE RECUPERACIÓN DE INFORMACIÓN.....  
 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Sanja Pérez Comargo.....

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

88 %

Lima,..... 05 - 12 del 2018

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: CABRERA CARRANZA CARLOS
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de las Características de los Componentes de los Vehículos I-II
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sonia Pérez Comeige

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %
------

 Lima, 05-12 del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... CABRERA CARDANZA CARLOS .....
- 1.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente .....
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... FICHA TÉCNICA DE ANÁLISIS DE PRÁCTICAS FÍSICO-QUÍMICAS EN LOS VARIACIONES I-II (fase inicial y final) .....
- 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Dennis Pérez Camargo .....

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima,..... 05-12 ..... del 2018

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... CABRERA CARRANZA CARLOS.....  
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente.....  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... FICHA DE COMPARACIÓN DE REPRODUCCIÓN DEL DRO y BBO del Agua Residual Aplicando Vectores,.....  
 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Sonia Pérez Camargo.....

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si /

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima,..... 05-12 del 2018

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 1742784 Telf.:..... 945509119

COMPONENTES PARA LA ELABORACIÓN DE LOS VERMFILTROS Y  
PROCEDIMIENTOS DE LOS PARAMETROS REALIZADOS.



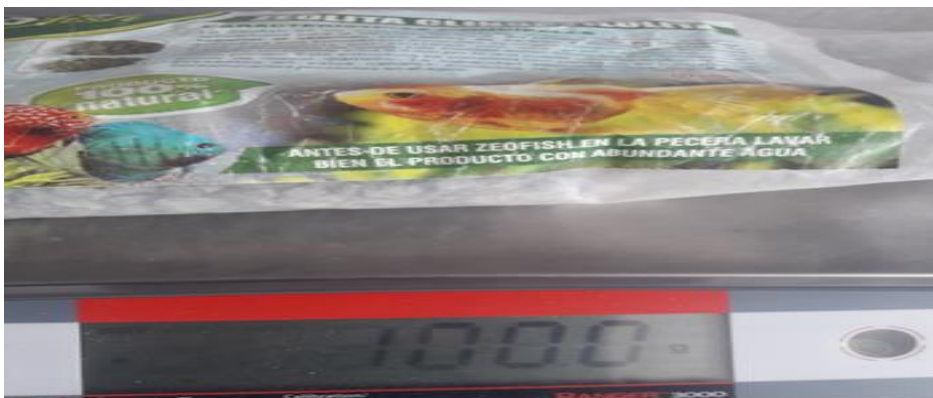
Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 1: FIBRA DE COCO EN GRAMOS



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 2: ASERRIN EN GRAMOS



Fuente: Imagen propia, 2018.

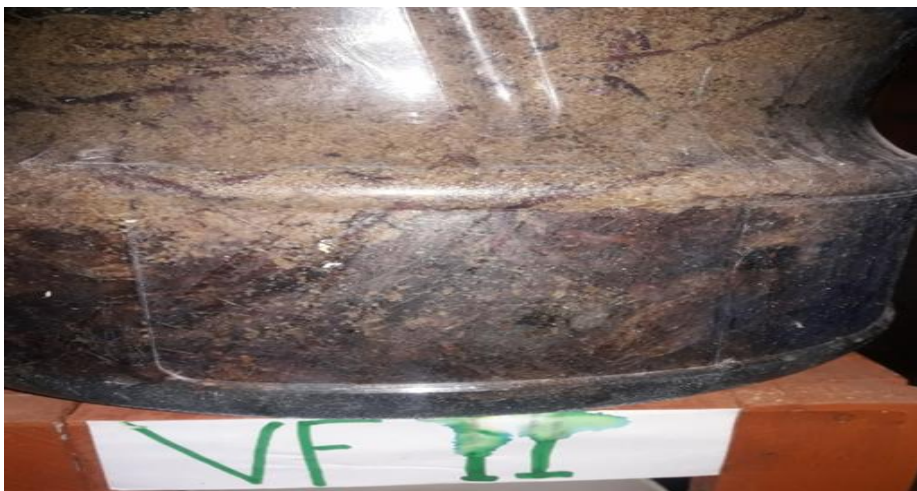
Imagen 3: PIEDRA ZEOLITA UN KILO



Fuente: Imagen propia, 2018.  
Imagen 4: LOMBRICES CALIFORNIANAS (*Eisenia fétida*)



Fuente: Imagen propia, 2018.  
Imagen 5: VERMIFILTRO I ELABORADO



Fuente: Imagen propia, 2018.  
Imagen 6: VERMIFILTRO II ELABORADO





Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 7: MUESTRAS DE AGUAS PARA ANALIZAR



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 8: VERMIFILTRO CON EL EFLUENTE POR GOTEO



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 9: VERIFICACIÓN DE GOTEO Y OBSTRUCCION DE VIAS



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 10: MEDICIÓN DE LOS PARAMETROS C.E, TURBIDEZ, pH y TEMPERATURA



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 11: FILTRACIÓN DE LAS MUESTRAS TRATADAS PARA ANALIZAR SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 12: FILTROS DE LOS SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS YA SECADOS



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 13: PESO DE LOS FILTROS SECOS PARA DETERMINAR LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 14: REALIZACIÓN D EL PROCEDIMIENTO DE LAS MUESTRAS DE AGUAS TRATADAS POR VERMIFILTROS PARA DETERMINAR EL DQO



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 13: UNA VEZ DE HABER PASADO DOS HORAS SE REALIZÓ LA LECTURA POR METODO CERRADO DE LOS RESULTADOS DEL DQO EN EL LABORATORIOS DE BIOTECNOLIGIA DE LA UCV.



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 14: REACTIVOS PREPARADOS QUE SE USÓ PARA LA REALIZAR LA DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DE LAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL TRATADAS POR LOS VERMIFILTROS



Fuente: Imagen propia, 2018.

Imagen 15: REALIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA DEMANDA BIOLÓGICA (DBO) DEL AGUA RESIDUAL TRATADA POR LOS VERMIFILTROS. UNA VEZ TERMINADO EL PROCEDIMIENTO PONER AL HORNO POR 5 DÍAS Y DAR LECTURA RESPECTIVAMENTE.

Ensayo N° 001-SPC-2018

LABORATORIO DE QUIMICA - UCV

INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

Calle Santa Angelica N°285 Urbanizacion Santa Luisa

SMP

Direccion:

Tipo de ensayo:

Matriz:

Descripcion de la muestra:

Muestra tomado por:

Fecha de ingreso de la muestra:

lugar donde se realizo el ensayo:

Análisis Físicoquímicos - Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)

Agua Residual

Agua Residual del laboratorio GreenLab Perú sac

Perez Camargo Sonia

15/09/2018

Laboratorio de Quimica - UCV.

Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
		Norte	Este			
M-1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	668
		Este	8678075	.....		
M-2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	665
		Este	8678075	.....		
M-3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	659
		Este	8678075	.....		

Metodologia de Análisis:

Equipo utilizado:

Codigo Interno:

APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B

Multiparámetro Hanna Edge

6053633



Hitler Román Pérez  
TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
AMBIENTAL



Quím. Alexander Quintana Paetan  
JEFE DE PRACTICAS

Sigfredo A. Quintana Paetan  
QUÍMICO  
CQP 596  
Perez Camargo Sonia

**Ensayo N° 002-SPC-2018**  
**LABORATORIO DE QUIMICA - UCV**  
**INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA**

**Dirección:** Calle Santa Angelica N°285 Urbanización Santa Luisa  
SMP  
**Tipo de ensayo:** Análisis Físicoquímicos - Demanda Química de Oxígeno(mg/l)  
**Matriz:** Agua Residual  
**Descripción de la muestra:** Agua Residual del laboratorio GreenLab Perú sac  
**Muestra tomada por:** Perez Camargo Sonia  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 15/09/2018  
**Lugar donde se realizó el ensayo:** Laboratorio de Química - UCV.

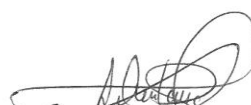
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	1102
		Este	8678075	.....		
M-2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	1108
		Este	8678075	.....		
M-3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	1109
		Este	8678075	.....		

**Metodología de Análisis:** APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B  
**Equipo utilizado:** Multiparámetro Hanna Edge  
**Código Interno:** 6053633



Hitler Román Pérez  
 TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
 AMBIENTAL

Ensayo N° 002 - SPC - 2018



Quím. Alexander Quintana Paetan  
 JEFE DE PRACTICAS

Sigfredo A. Quintana Paetan  
 QUIMICO  
 COP 596  
 Perez Camargo Sonia



**Ensayo N° 003-SPC-2018**  
**LABORATORIO DE QUIMICA - UCV**  
**INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA**

**Direccion:** Calle Santa Angelica N°285 Urbanizacion Santa Luisa  
SMP  
**Tipo de ensayo:** Análisis Físicoquímicos - Ph  
**Matriz:** Agua Residual  
**Descripcion de la muestra:** Agua Residual del laboratorio GreenLab Perú sac  
**Muestra tomado por:** Perez Camargo Sonia  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 15/09/2018  
**lugar donde se realizo el ensayo:** Laboratorio de Quimica - UCV.

Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	6.5
		Este	8678075	.....		
M-2	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	6.8
		Este	8678075	.....		
M-3	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	6.85
		Este	8678075	.....		

**Metodologia de Análisis:** APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B  
**Equipo utilizado:** Multiparámetro Hanna Edge  
**Código Interno:** 6053633



Hitler Román Pérez  
TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
AMBIENTAL

Ensayo N° 002 - SPC - 2018



Quim. Alexander Quintana Paetan  
JEFE DE PRACTICAS

Sigfredo A. Quintana Paetan  
QUIMICO  
COP. 596  
Perez Camargo Sonia

**Ensayo N° 004-SPC-2018**  
 LABORATORIO DE QUIMICA - UCV  
 INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

**Direccion:** Calle Santa Angelica N°285 Urbanizacion Santa Luisa  
 SMP  
**Tipo de ensayo:** Análisis Físicoquímicos - Conductividad Eléctrica (ms/cm )  
**Matriz:** Agua Residual  
**Descripcion de la muestra:** Agua Residual del laboratorio GreenLab Perú sac  
**Muestra tomado por:** Perez Camargo Sonia  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 15/09/2018  
**lugar donde se realizo el ensayo:** Laboratorio de Quimica - UCV.

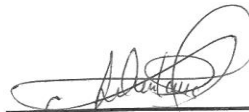
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de medida	Resultados	
M-1	Muestra	Norte	274628	.....	ms/cm	1050
		Este	8678075	.....		
M-2	Muestra	Norte	274628	.....	ms/cm	1055
		Este	8678075	.....		
M-3	Muestra	Norte	274628	.....	ms/cm	1052
		Este	8678075	.....		

**Metodologia de Análisis:** APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B  
**Equipo utilizado:** Multiparámetro Hanna Edge  
**Codigo Interno:** 6053633



Hitler Román Pérez  
 TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
 AMBIENTAL

Ensayo N° 002 - SPC - 2018



Quim. Alexander Quintana Paetan  
 JEFE DE PRACTICAS

Sigfredo A. Quintana Paetan  
 QUIMICO  
 COP 596  
 Perez Camargo Sonia

**Ensayo N° 005-SPC-2018**  
**LABORATORIO DE QUIMICA - UCV**  
**INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA**  
 Calle Santa Angelica N°285 Urbanizacion Santa Luisa  
 SMP

**Direccion:** Calle Santa Angelica N°285 Urbanizacion Santa Luisa  
 SMP  
**Tipo de ensayo:** Análisis Físicoquímicos - Turbides ( NTU )  
**Matriz:** Agua Residual  
**Descripcion de la muestra:** Agua Residualdel laboratorio Greer Lab  
**Muestra tomado por:** Perez Camargo Sonia  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 15/09/2018  
**lugar donde se realizo el ensayo:** Laboratorio de Quimica - UCV.

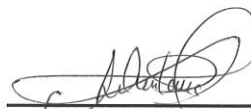
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	230
		Este	8678075	.....		
M-2	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	215
		Este	8678075	.....		
M-3	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	209
		Este	8678075	.....		

**Metodologia de Análisis:** APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B  
**Equipo utilizado:** Multiparámetro Hanna Edge  
**Codigo Interno:** 6053633



Hitler Román Pérez  
 TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
 AMBIENTAL

Ensayo N° 002 - SPC - 2018



Quim. Alexander Quintana Paetan  
 JEFE DE PRACTICAS

Sigfredo A. Quintana Paetan  
 QUIMICO  
 COP 596  
 Perez Camargo Sonia

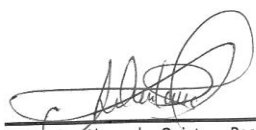
**Ensayo N° 006-SPC-2018**  
**LABORATORIO DE QUIMICA - UCV**  
**INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA**

**Direccion:** Calle Santa Angelica N°285 Urbanizacion Santa Luisa  
 SMP  
**Tipo de ensayo:** Análisis Físicoquímicos - Solidos Suspendidos Totales (mg/l)  
**Matriz:** Agua Residual  
**Descripcion de la muestra:** Agua Residual del laboratorio Greer Lab  
**Muestra tomado por:** Perez Camargo Sonia  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 15/09/2018  
**lugar donde se realizo el ensayo:** Laboratorio de Quimica - UCV.

Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	532.22
		Este	8678075	.....		
M-2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	229.15
		Este	8678075	.....		
M-3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	234
		Este	8678075	.....		

**Metodologia de Análisis:** APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B  
**Equipo utilizado:** Multiparámetro Hanna Edge  
**Codigo Interno:** 6053633

  
 \_\_\_\_\_  
 Hitler Román Pérez  
 TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
 AMBIENTAL

  
 \_\_\_\_\_  
 Quim. Alexander Quintana Paetan  
 JEFE DE PRACTICAS  
 Sigfredo A. Quintana Paetan  
 QUIMICO  
 CQP. 596  
 Perez Camargo Sonia

Ensayo N° 002 - SPC - 2018

Ensayo N° 008-SPC-2018						
LABORATORIO DE QUIMICA - UCV						
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA						
<b>Direccion:</b>	Calle Santa Angelica N°285 Urbanizacion Santa Luisa SMP					
<b>Tipo de ensayo:</b>	Análisis Fisicoquímicos					
<b>Matriz:</b>	Agua Residual					
<b>Descripcion de la muestra:</b>	Vermifiltro I					
<b>Muestra tomado por:</b>	Perez Camargo Sonia					
<b>Fecha de ingreso de la muestra:</b>	02/10/2018					
<b>lugar donde se realizo el ensayo:</b>	Laboratorio de Quimica - UCV.					
Demanda Bioquimica de Oxígeno (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	444.22
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	441.25
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	440.21
		Este	8678075	.....		
Demanda Química de Oxígeno (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	850.32
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	855.3
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	857.29
		Este	8678075	.....		
Ph						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	7
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	7.4
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	6.9
		Este	8678075	.....		

Anexo 28: Validación de instrumento

Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s}/\text{cm}$	848.22
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s}/\text{cm}$	852.25
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s}/\text{cm}$	854
		Este	8678075	.....		
Turbidez (NTU)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	198.2
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	198.4
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	198.5
		Este	8678075	.....		
Solidos Totales Suspendidos (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	440.22
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	442.24
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	443.12
		Este	8678075	.....		

Anexo 29: Validación de instrumento

Metodología de Análisis: APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B  
APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.  
Stándard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.  
SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
CANCELA A LA NMX-AA-012-1980  
SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids.Total Suspended  
Solids Dried at 103-105°C.

Equipo Utilizado: Multiparametro Hanna edge  
Código interno: 6053633  
Espectrofotómetro UV  
6007328  
Equipo de filtración con bomba de vacío  
653626  
turbidímetro  
6007322

  
\_\_\_\_\_  
Hitler Román Pérez  
TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
AMBIENTAL

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Quintana  
JEFE DE PRACTICAS  
**Sigfredo A. Quintana Pootán**  
QUIMICO  
CQP 596

Ensayo N° 007-SPC-2018						
LABORATORIO DE QUIMICA - UCV						
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA						
<b>Dirección:</b>		Calle Santa Angelica N°285 Urbanizacion Santa Luisa SMP				
<b>Tipo de ensayo:</b>		Análisis Físicoquímicos				
<b>Matriz:</b>		Agua Residual				
<b>Descripción de la muestra:</b>		Vermifiltro I				
<b>Muestra tomado por:</b>		Perez Camargo Sonia				
<b>Fecha de ingreso de la muestra:</b>		02/10/2018				
<b>Lugar donde se realizó el ensayo:</b>		Laboratorio de Química - UCV.				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	428.25
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	429.12
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	427.8
		Este	8678075	.....		
Demanda Química de Oxígeno (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	845.42
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	845.39
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	847
		Este	8678075	.....		
Ph						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	7
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	6.9
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	7.4
		Este	8678075	.....		

Anexo 31: Validación de instrumento



Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{s/cm}$ )						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s/cm}$	837.04
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s/cm}$	842.09
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s/cm}$	838.06
		Este	8678075	.....		
Turbidez (NTU)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	150.2
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	148.4
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	151.8
		Este	8678075	.....		
Solidos Totales Suspendedos (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	433.32
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	432.28
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	435.17
		Este	8678075	.....		

Anexo 32: Validación de instrumento

Metodología de Análisis:                    APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B  
  APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.  
  Standard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.  
  SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
  CANCELA A LA NMX-AA-012-1980  
  SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)  
  APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
  APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
  SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended  
  Solids Dried at 103-105°C.

Equipo Utilizado:                                Multiparametro Hanna edge  
Código interno:                                 6053633  
  Espectrofotómetro UV  
  6007328  
  Equipo de filtración con bomba de vacío  
  653626  
  turbidímetro  
  6007322

  
\_\_\_\_\_  
Hitler Román Pérez  
TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
AMBIENTAL

Ensayo N° 009 - SPC - 2018

Página 3 de 3

  
\_\_\_\_\_  
Quím. Alexander Quintana Paetan  
JEFE DE PRACTICAS  
Sofredo A. Quintana Paetan  
QUIMICO  
CQP 596

Perez Camargo Sonia

<b>Ensayo N° 009-SPC-2018</b>					
LABORATORIO DE QUIMICA - UCV					
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA					
<b>Direccion:</b>	Calle Santa Angelica N°285 Urbanizacion Santa Luisa SMP				
<b>Tipo de ensayo:</b>	Análisis Físicoquímicos				
<b>Matriz:</b>	Agua Residual				
<b>Descripcion de la muestra:</b>	Vermifiltro I				
<b>Muestra tomado por:</b>	Perez Camargo Sonia				
<b>Fecha de ingreso de la muestra:</b>	17/10/2018				
<b>lugar donde se realizo el ensayo:</b>	Laboratorio de Quimica - UCV.				

<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)</b>					
---	--	--	--	--	--

Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
		Norte	Este			
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628 .....	.....	mg/l	329.33
		Este	8678075 .....			
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628 .....	.....	mg/l	325.35
		Este	8678075 .....			
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628 .....	.....	mg/l	329.37
		Este	8678075 .....			

<b>Demanda Química de Oxígeno (mg/l)</b>					
--	--	--	--	--	--

Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
		Norte	Este			
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628 .....	.....	mg/l	480.21
		Este	8678075 .....			
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628 .....	.....	mg/l	482.25
		Este	8678075 .....			
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628 .....	.....	mg/l	490.27
		Este	8678075 .....			

<b>Ph</b>					
-----------	--	--	--	--	--


Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
		Norte	Este			
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628 .....	.....	Ph	7
		Este	8678075 .....			
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628 .....	.....	Ph	6.8
		Este	8678075 .....			
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628 .....	.....	Ph	7.4
		Este	8678075 .....			

Anexo 34: Validación de instrumento

Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{s/cm}$ )						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s/cm}$	648.28
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s/cm}$	649.3
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s/cm}$	652.26
		Este	8678075	.....		
Turbidez (NTU)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	150.20
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	156.40
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	156.50
		Este	8678075	.....		
Solidos Totales Suspendidos (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro I- R1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	334.22
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	332.24
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro I- R3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	340.12
		Este	8678075	.....		

Metodología de Análisis:      APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B  
  APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.  
  Stándard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.  
  SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
  CANCELA A LA NMX-AA-012-1980  
  SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)  
  APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
  APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
  SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids.Total Suspended  
  Solids Dried at 103-105°C.

Equipo Utilizado:                      Multiparametro Hanna edge  
Código interno:                        6053633  
  Espectrofotómetro UV  
  6007328  
  Equipo de filtración con bomba de vacío  
  653626  
  turbidímetro  
  6007322

  
\_\_\_\_\_  
Hitler Román Pérez  
TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
AMBIENTAL

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Quintana  
JEFE DE PRÁCTICAS  
Sigfredo A. Quintana Pochini  
QUÍMICO  
CQP 596


EnsayoN° 012-SPC-2018						
LABORATORIO DE QUIMICA - UCV						
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA						
<b>Direccion:</b>						Calle Santa Angelica N°285 Urbanizacion Santa Luisa SMP
<b>Tipo de ensayo:</b>						Análisis Físicoquímicos
<b>Matriz:</b>						Agua Residual
<b>Descripcion de la muestra:</b>						Vermifiltro II
<b>Muestra tomado por:</b>						Perez Camargo Sonia
<b>Fecha de ingreso de la muestra:</b>						02/11/2018
<b>lugar donde se realizo el ensayo:</b>						Laboratorio de Quimica - UCV.
Demanda Bioquimica de Oxigeno (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	178.23
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	175.25
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	172.27
		Este	8678075	.....		
Demanda Química de Oxigeno (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	225.08
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	228.43
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	227.28
		Este	8678075	.....		
Ph						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	7.5
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	7.8
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	Ph	8
		Este	8678075	.....		

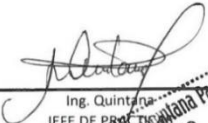
Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s}/\text{cm}$	545.25
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s}/\text{cm}$	547.42
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	$\mu\text{s}/\text{cm}$	549.45
		Este	8678075	.....		
Turbidez (NTU)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	112.2
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	115.4
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	NTU	117.4
		Este	8678075	.....		
Solidos Totales Suspensos (mg/l)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de medida	Resultados
Vermifiltro II- R1	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	214.16
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R2	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	210,12
		Este	8678075	.....		
Vermifiltro II- R3	Muestra	Norte	274628	.....	mg/l	2218
		Este	8678075	.....		

Anexo 38: Validación de instrumento

Metodología de Análisis: APHA-AWWA-WEF (2012)5210 B  
APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.  
Stándard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.  
SMEWW-APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
CANCELA A LA NMX-AA-012-1980  
SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids.Total Suspended  
Solids Dried at 103-105°C.

Equipo Utilizado: Multiparametro Hanna edge  
Código interno: 6053633  
Espectrofotómetro UV  
6007328  
Equipo de filtración con bomba de vacío  
653626  
turbidímetro  
6007322

  
\_\_\_\_\_  
Hitler Román Pérez  
TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
AMBIENTAL

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Quintana  
JEFE DE PRÁCTICAS  
Sigfredo H. Quintana Prodan  
QUÍMICO  
CQP 598



 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 10-12-2018 Página : 1 de 2
--	--	---

Yo, Carlos Cabrera Carranza, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

**“Aplicación de Vermifiltros para reducir el DQO y DBO del Agua Residual de un Laboratorio de Análisis Químicos, 2018”** del estudiante **Pérez Camargo, Sonia**, constató que la investigación tiene un índice de similitud de 16 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 10 de diciembre de 2018




.....  
 Dr. Carlos Cabrera Carranza

DNI: 17402784

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE          TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 10-12-2018
		Página : 2 de 2

**PANTALLAZO DE CONFIABILIDAD DEL TURNITIN**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERIA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Aplicación de Vermifiltros para Reducir el DQO y DBO del Agua Residual de un Laboratorio de Análisis Químicos, 2018.


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


**AUTOR:**  
Sonia Pérez Canargo


Match Overview

16%

3	repositorio.ucv.edu.pe	1%
4	bdigital.unal.edu.co	1%
5	Submitted to UNIV DE...	1%
6	intipact.dinamipue.co	1%
7	ca.upm.es	1%
8	docslide.us	1%
9	www.fibrasyormasde	1%







Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 7

Yo, Sonia Pérez Camargo ..... identificado con DNI N° 44771898  
Egresado(a) de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL. De la  
Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y  
comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"Aplicación de Vermiculitos para reducir el DQO y DBO del agua  
residual en un laboratorio de análisis químicos, 2018  
.....  
.....";

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>),  
según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de  
Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

FIRMA

DNI: 44771898.....

FECHA: Los Olivos ..... 20 ..... de Diciembre ..... del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Sania Pérez Caramba

INFORME TITULADO:

Aplicación De Vermifitras PARA Reducir el DBO<sub>5</sub> Y DBO

Del Agua Residual En un Laboratorio de Análisis Químicos, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 10-12-2018

NOTA O MENCIÓN: 16



[Firma]  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN