



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Mejora de la calidad del efluente del lavado vehicular mediante la aplicación del carbón activado de *coffea arabica*, Tarapoto 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Altamirano Silva, Jorge Adolfo (ORCID: 0000-0002-4748-9101)

Garcia Arellano, Joseph (ORCID: 0000-0001-6254-129X)

**ASESOR:**

Mg. Condori Moreno Delbert Eleasil (ORCID: 0000-0001-5318-6433)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**TARAPOTO – PERÚ  
2020**

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios, quien nos mostró el camino de bien para seguir firmes, llenándonos de bendiciones y prosperidad, para salir adelante a cumplir nuestras metas y proyectos trasados.

A nuestros padres, quienes nos brindan su apoyo incondicional y confianza, de este modo llenándonos de mucha fortaleza y esfuerzo para poder culminar con éxito nuestro proyecto de investigación.

## **Agradecimiento**

Expresamos nuestra gratitud a nuestro asesor, quien nos brindó su apoyo, tiempo y dedicación, para desarrollar de manera exitosa nuestro proyecto de investigación; de igual modo a los docentes que fueron parte de nuestra formación académica, quienes nos ilustraron con sus experiencias y conocimientos generados en su vida profesional.

Con aprecio y afecto agradecer a nuestros familiares y amigos, mediante la motivación y apoyo que nos brindaron, ya que fueron partícipes para el desarrollo de este proyecto para la obtención de nuestro título académico.

## INDICE

<b>Índice de tablas .....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2 Variables y operacionalización.....	13
3.3 Población, muestra, muestreo .....	15
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	16
3.5 Procedimientos .....	18
3.6 Métodos de análisis de datos.....	28
3.7 Aspectos éticos.....	28
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Operacionalización de la variable .....	<b>14</b>
<b>Tabla 2.</b>	Distribución toma de muestra.....	<b>16</b>
<b>Tabla 3.</b>	Panel de expertos .....	<b>18</b>
<b>Tabla 4.</b>	Combinación experimental .....	<b>25</b>
<b>Tabla 5.</b>	Características Fisicoquímicas del efluente no domestico de lavado vehicular, Tarapoto- 2020.....	<b>30</b>
<b>Tabla 6.</b>	Prueba de Tukey – Parámetro DBO.....	<b>31</b>
<b>Tabla 7.</b>	Prueba de Tukey – Parámetro DQO.....	<b>32</b>
<b>Tabla 8.</b>	Prueba de Tukey – Parámetro SST.....	<b>33</b>
<b>Tabla 9.</b>	Prueba de Tukey – Parámetro AyG.....	<b>34</b>
<b>Tabla 10.</b>	<i>Eficiencia de los tratamientos utilizados</i> .....	<b>35</b>
<b>Tabla 11.</b>	Prueba de efectos inter – sujetos .....	<b>36</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b>	Ubicación del establecimiento Car Wash.....	<b>19</b>
<b>Figura 2.</b>	Ubicación para la toma de muestra en el establecimiento Car wash.....	<b>20</b>
<b>Figura 3.</b>	Presecado de la materia prima.....	<b>21</b>
<b>Figura 4.</b>	Impregnación de la materia prima.....	<b>22</b>
<b>Figura 5.</b>	Carbonización de la materia prima.....	<b>23</b>
<b>Figura 6.</b>	Lavado del carbón activado de pulpa de <i>coffea arabica</i> .....	<b>24</b>
<b>Figura 7.</b>	Esquema de la prueba de jarras.....	<b>27</b>
<b>Figura 8.</b>	Valores iniciales de los parámetros fisicoquímicos del efluente de lavado vehicular .....	<b>30</b>
<b>Figura 9.</b>	Dosis optima y velocidad de mezcla rápida para la mejora de DBO en efluentes no domésticos de lavado vehicular.....	<b>31</b>
<b>Figura 10.</b>	Dosis optima y velocidad de mezcla rápida para la mejora de DQO en efluentes no domésticos de lavado vehicular.....	<b>32</b>
<b>Figura 11.</b>	Dosis optima y velocidad de mezcla rápida para la mejora de SST en efluentes no domésticos de lavado vehicular.....	<b>33</b>
<b>Figura 12.</b>	Dosis optima y velocidad de mezcla rápida para la mejora de AyG en efluentes no domésticos de lavado vehicular.....	<b>34</b>
<b>Figura 13.</b>	Eficiencias de los tratamientos utilizados.....	<b>35</b>

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito mejorar la calidad del efluente del lavado vehicular mediante la aplicación del carbón activado de *coffea arabica*, Tarapoto 2020. Es de tipo aplicada, con un diseño cuasi experimental. La población estuvo conformada por los efluentes no domésticos un lavadero Car Wash del distrito de Tarapoto y la muestra fue de 56 litros de efluentes. Las técnicas utilizadas en la presente investigación fueron la observación y análisis de documentos. Los resultados obtenidos en la investigación permiten determinar que el tratamiento número 4 que estuvo conformado por 6 gramos de carbón activado + 300 RPM de velocidad mezcla rápida son la dosis y velocidad de mezcla más óptimas, presentando una eficiencia para la mejora de DBO de 96.12% y DQO de 83.79% mientras que remueve los SST en un 93.09% y AyG en un 95.30%. Se logra concluir que de acuerdo a la prueba de la interacción de los factores dosis\*velocidad de mezcla rápida, se obtiene valores por debajo de 0,05, por lo que existe efecto significativo, afirmando que el uso de carbón activado de *coffea arabica* mejora la calidad fisicoquímica del efluente lavado vehicular, de tal forma aceptamos la hipótesis nula.

**Palabras Clave:** Carbón activado, efluente no doméstico, dosis, velocidad de mezcla rápida, parámetros fisicoquímicos

## ABSTRACT

The purpose of this research was to improve the quality of the vehicle wash effluent through the application of activated carbon from *coffea arabica*, Tarapoto 2020. It is an applied type, with a quasi-experimental design. The population consisted of non-domestic effluents from the Tarapoto district and the sample was 56 liters of effluents. The techniques used in the present investigation were the observation and analysis of documents. The results obtained in the present investigation allow determining that treatment number 4, which consisted of 6 grams of activated carbon + 300 RPM of fast mixing speed, is the most optimal dose and mixing speed, presenting an efficiency for DBO improvement of 96.12 % and DQO of 83.79% while it removes SST in 93.09% and AyG in 95.30%. It is possible to conclude that according to the test of the interaction of the factors dose \* rapid mixing speed, values below 0.05 are obtained, which allows to conclude that there is a significant effect, which is why it is stated that the use of Activated carbon from *coffea arabica* improves the physicochemical quality of the vehicle wash effluent, so we accept the null hypothesis.

**Keywords:** Activated carbon, non-domestic effluent, dose, fast mixing speed, physicochemical parameters



## I. INTRODUCCIÓN

El aumento de los vertidos de aguas residuales sin tratamiento correcto propicia a que calidad de aguas superficiales y subterráneas se reduzcan. Por esa razón la contaminación del agua, perjudica dificultosamente su existencia, por lo cual es requisito manejarla correctamente con el objetivo de mitigar las secuelas de la creciente escasez y calidad del recurso.

En países desarrollados se trata el 70% de aguas residuales que originan, por su parte en países con rentas medio-altas solo el 38%, las naciones con rentas entre medio-bajas el 28% y los territorios con una economía pobre alrededor del 8% de aguas residuales industriales o municipales reciben tratamiento. El empleo del recurso hídrico es importante para que la economía crezca, donde destacan la industria alimentaria, la minería, industria textil, la industria del papel y las manufactureras, donde se evidencia la actividad del lavado vehicular (Organización de las Naciones Unidas, 2017, p.2).

Año tras año se observa el aumento de establecimientos dedicados al lavado de vehículos motorizados, como parte de las actividades económicas del hombre; estas se diferencian por las diversas tecnologías que se utilizan en la prestación de servicio, aproximadamente se utiliza entre 50 a 378 litros de agua por operación. Diversas investigaciones realizadas detallan el alto potencial que muestran las aguas residuales procedentes del lavado vehicular, presentando gran cantidad de tensoactivos, surfactantes, metales pesados, grasas, aceite, suspendidos totales, estos ocasionan presencia de una alta concentración de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), (Goncalvez, Tavarez y Antuanez, 2011, p.186).

Así mismo, Fall y otros (2007, p.175) hace mención que los efluentes de lavado vehicular, presentan gran cantidad de carga contaminante teniendo un promedio de 4500 mg/L de DQO, 3500 mg/L de sólidos y 1100 mg/L de aceites y grasas. También manifiesta que las trampas de aceites y grasas que presentan dichos establecimientos son capaces de reducir las cargas contaminantes, sin embargo, es insuficiente para que dicho efluente sea vertido directamente a la red de saneamiento o poder reutilizar.

En el Perú durante el año 2019 se ha vendido un total de 168 647 vehículos, existiendo un incremento de 1.7 % en relación al año 2018 (Asociación Automotriz del Perú, 2019, p.2.), Lo que ha ocasionado el aumento de establecimientos de lavado automotriz, los cuales hacen un uso inadecuado del agua y generando aguas residuales. Los efluentes no domésticos que no son tratados de forma correcta causan que la red de saneamiento colapse, y luego el deterioro de las mismas. Por su parte el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2015, p.4), manifiesta que la insuficiente cobertura del servicio de saneamiento en nuestro país es el principal inconveniente en el manejo de los efluentes. Esto se evidencia que al conocer que de las 50 entidades prestadoras de servicio existentes en el país logran cubrir el 69,6% del total de los habitantes presentes.

A nivel de San Martín, Hidalgo (2018, p.37) afirma, que las empresas de lavado vehicular de Moyobamba no respetan los valores de concentración que establece el D.S. 001-2015-VIVIENDA; ya que estos efluentes generados en dicha actividad son expulsados al drenaje público sin ser tratadas, además se utiliza grandes cantidades del recurso hídrico. Por tales razones esta actividad se convierte en inadecuada para la conservación del ambiente.

Por otra parte, el incremento del parque automotor del distrito de Tarapoto, ha generado la apertura de nuevos establecimientos de lavado vehicular, que se ubican en diversos puntos del distrito. Al incrementarse este servicio se genera mayores volúmenes de aguas residuales, que sin previo tratamiento son vertidas al alcantarillado. La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA) San Martín, es una entidad que debe supervisar el cumplimiento de esta normativa en nuestra provincia, sin embargo, dicha institución no realiza el monitoreo correspondiente a estos negocios para prevenir o mitigar este problema. Al poseer conocimiento con respecto a esta actividad, es de gran preocupación optar medidas para disminuir y eliminar los niveles de DBO, aceites y grasas, suspendidos totales (SST) DQO, que presentan estos efluentes, con el propósito de contribuir a la preservación del ambiente.

Por lo tanto, se vuelve necesaria una búsqueda de nuevas alternativas para el mejoramiento de la calidad de estas aguas, mediante la aplicación del carbón

activado, que es un adsorbente el cual se obtiene a partir de materiales carbonosos, estos presentan una alta superficie interna porosa, dichas características permiten atrapar una gran diversidad de moléculas. Conociendo las ventajas que presenta el carbón activado se propone la siguiente incógnita: ¿En qué medida la aplicación del carbón activado de pulpa de **coffea arabica**, permite la mejora de la calidad del efluente del lavado vehicular, Tarapoto 2020?

La presente investigación se realiza para dar un valor agregado a los residuos que genera la actividad del cultivo de café, en dicha actividad mediante un proceso mecánico se separa la cáscara de la pepa interior; las cáscaras obtenidas no tienen casi ninguna aplicación y por eso las arrojan, a los ríos, arroyos, a tierras no cultivadas o las queman convirtiéndose en un problema ambiental. Ante lo mencionado el presente proyecto es una propuesta para la utilización de pulpa de **coffea arabica** para preparar carbón activado, de tal forma estas características fisicoquímicas de las aguas a tratar por la actividad del lavado vehicular en el distrito de Tarapoto mejoren, y así realizar un aporte a la conservación del ambiente, y al cumplimiento de la normativa existente en nuestro país.

El presente proyecto tiene como hipótesis nula que la aplicación del carbón activado de pulpa de **coffea arabica**, no mejora la calidad del efluente del lavado vehicular, Tarapoto 2020; mientras que la hipótesis alterna es la aplicación del carbón activado de pulpa de **coffea arabica**, mejora la calidad del efluente del lavado vehicular, Tarapoto 2020.

El objetivo general de la investigación es mejorar la calidad del efluente del lavado vehicular mediante la aplicación del carbón activado de **coffea arabica**, Tarapoto 2020, Así mismo; presenta como objetivos específicos: Analizar la calidad del efluente del lavado vehicular con un inicio y final de la aplicación del carbón activado de pulpa de **coffea arabica**, según los VMA; Determinar la concentración óptima de carbón activado de pulpa de **coffea arabica** y velocidad de mezcla rápida para mejorar la calidad de efluentes del lavado vehicular, Tarapoto 2020. Por último, es determinar la eficiencia del carbón activado de pulpa de **coffea arabica**, en la mejora de las características fisicoquímicas del efluente del lavado vehicular, Tarapoto, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes a nivel internacional es importante mencionar a Chaves (2017) en su investigación titulada: “*Eficiencia de remoción de materia orgánica mediante Carbón Activado de tusa de maíz del agua residual de la industria lechera*”, la cual tuvo como objetivo de lograr y comparar la eficiencia del carbón de tusa de maíz para poder remover materia orgánica en los vertimientos de la manufactura láctea. Fue de tipo aplicado experimental, en la cual utilizó el método de jarras para estudiar el comportamiento de remoción. Entre los resultados más sobresalientes de dosis óptima para que el tratamiento efectivo fue de 20 g/L de carbón con un tiempo de contacto de 2 horas. Por su parte pudo corroborar que la eficacia en la remoción de DQO del carbón de tusa de maíz fue de 67% mientras que del DBO de 61%. Logrando concluir que el carbón de tusa de maíz presenta grandes ventajas para ser utilizado en los efluentes de la industria lechera, esto se logra evidenciar por la reducción del DBO y DQO.

Por otra parte, Kemp, Seung y Wang (2020) en su investigación desarrollaron un carbón activado de residuos de café, donde tuvieron como objetivo determinar eficiencia para el almacenamiento de metano. Fue un estudio de tipo aplicado experimental. La muestra estuvo compuesta por un Carbón Activado de 900 °C de superficie de  $1040.3 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$  y un volumen de microporos de  $0.574 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ . Dentro los resultados más sobresalientes se tienen que el material exhibe una impresionante capacidad de almacenamiento de hidrógeno de 1.75% en peso también a 77 K 100 kPa. Se logra concluir que el uso de materiales de desecho para formar carbones activados es un método prometedor para almacenar gases antropogénicos de procesos industriales, así como para sistemas de almacenamiento a bordo de automóviles.

Asimismo, Barón (2014), en su investigación utilizaron el carbón activado de pulpa de café como potencial adsorbente de contaminantes orgánicos en soluciones acuosas; el objetivo fue remover contaminantes orgánicos presentes en estas. Además, las pruebas de adsorción en una solución acuosa con tres contaminantes orgánicos conocidos: tinte orgánico MB, DR colorante orgánico y fenol. Las pruebas de adsorción (tres replicaciones) se llevaron a cabo en un

sistema por lotes con soluciones de 25, 50, 100, 250, 500 y 1,000 mg L<sup>1</sup> de contaminantes orgánicos. Obtuvieron como resultado que el carbón activado tienen una gran cantidad de mesoporos y grupos de superficie de oxígeno, la cual se puede obtener por un método muy simple y con una baja proporción de agente activador y se concluyó que el carbón activado a partir de un desecho presenta buenas características: alto contenido microporoso y mesoporoso con capacidad de adsorción para moléculas grandes y polares.

Por su parte, Grisales y Rojas (2016) en su proyecto desarrollaron la preparación de carbón activado mediante la pulpa de café, para remover colorantes encontrados en el efluente de la industria, con la finalidad de obtener carbón de pulpa de café a través del uso de ácido fosfórico y evaluar su capacidad de depuración. Donde se Recogieron un total de 12 kilogramos de pulpa de café y fue almacenada para su posterior uso. Como producto de la investigación obtuvieron la remoción de colorante de un 93.55% y 81.6%, puesto que las pruebas realizadas permiten determinar la eficacia de carbón con una activación de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> al 0.4%. Donde concluyeron que la pulpa de café permite la obtención de diversos productos, destacando el carbón activado con ácido fosfórico, el cual es útil para las industrias por lo que tiene un pequeño costo.

En el ámbito nacional, Rivera (2017) hizo uso de la moringa con carbón activado para mejorar las propiedades de efluentes del lavado de vehículos, con el propósito de remover los compuestos nocivos presentes en ellas, con un coagulante a base de moringa y carbón activado. Donde empleó como instrumentos a los análisis de laboratorio y cadena de custodia. El estudio le permitió obtener resultados sobresalientes determinando que la aplicación de moringa y carbón activado tienen una eficiencia del 98% para remover DBO, 96% para DQO, y un 99% de AyG. Logrando concluir que el uso de coagulantes naturales y carbón activado son una buena opción para tratar efluentes.

La investigación de Morales (2018) utilizó desechos de la producción de café y cacao para la fabricación de un filtro que reduzca el plomo de la quebrada Chirinos, en San Ignacio, el cual tuvo como objetivo conocer si el filtro elaborado es eficiente para reducir el Pb. Los instrumentos empleados fueron la ficha de

registro de observación y los análisis de resultados. Como resultados sobresalientes se tiene que se ha reducido el plomo presente en el agua en un 98.53%, con una dosis de 10 gramos de cáscara de café y 20 gramos de cáscara de cacao, siendo la dosis óptima. Por lo que consiguió un total de 0.0018 mg/L encontrándose dentro del ECA del agua en la categoría 1 y 4. De este modo concluyó que la cascarilla de cacao y café empleado como filtro es eficiente en la remoción de plomo y amigable con el ambiente.

Así mismo, Segura (2017) en su proyecto de influencia del carbón activado obtenido de huarango (*acacia macracantha*) para remover el hipoclorito de sodio que presenta el agua potable, en la provincia de Celendín, con el propósito de evaluar la remoción de cloro libre. Utilizó como instrumentos equipos de laboratorio para medir la concentración inicial de cloro en el agua potable. Los resultados fueron que el carbón activado de huarango presenta un rendimiento del 33.8%, lo que indica que esta planta es adecuada en la fabricación de carbón activado. Encontrando una remoción de un total del 100% del cloro en un tiempo de 45 minutos, sin embargo, el 80% del cloro se remueve en 5 minutos. Por último, concluyó que el carbón activado de huarango es eficaz para la remover cloro presente en el agua potabilizada.

A nivel regional la investigación de Azabache (2017) donde evalúa el efecto del carbón activado a base de pulpa de café, para absorber minerales del acuífero del distrito de Yantaló, donde la finalidad del trabajo fue conocer el impacto del carbón activado en la adsorción de minerales. Se adquirió resultados sobresalientes que la dosis óptima para remover hierro y manganeso es de 2 gramos de carbón activado en 80 ml de agua, con una velocidad de 200 rpm y un tiempo de 180 segundos. Llegando a concluir que el carbón activado de pulpa de café para remover minerales pesados es eficiente y apropiado para utilizar.

Por último, Ruiz y Orbegoso (2018) en su investigación estimaron la eficacia del carbón activado de endocarpio de coco y semilla de aguaje, para la eliminación de la  $DBO_5$  de los efluentes domésticos del distrito de Habana, con el objetivo de aprovechamiento de ambos residuos para su activación y ser usados en el tratamiento de efluentes domésticos. Donde tuvieron resultados de la eficiencia de ambos carbonos con un 100% para  $DBO_5$  inicial de 130 mg/L.

Por lo que concluyeron que las condiciones de operación del carbón de coco son a 600°C, mientras que de pepa de aguaje es de 500°C, logrando observar que al aplicarse ambos carbones el DBO se encuentra dentro de los LMP de aguas residuales.

Como fundamento teórico de esta investigación es importante mencionar que **las aguas residuales** utilizadas de manera antrópica son un peligro, y deben ser descartadas, ya que estas contienen muchas sustancias y microorganismo, (Dhote, Ingole y Chavhan, 2012, p. 12). Así mismo, OEFA (2015, p.2) define que son aguas que presentan una característica modificada por la manipulación humana en diferentes actividades, que por la falta de su calidad es necesaria su tratamiento para su posterior uso y vertimiento a un cuerpo receptor natural o sistemático.

Las aguas residuales se clasifican en: **industriales** son las que se generan por un proceso de producción, donde se incluyen diferentes actividades, destacando el sector minero, agrícola, energético y agroindustrial. Las aguas **domésticas** provienen de las actividades que se generan en las viviendas y las **municipales**, que son aguas procedentes de los domicilios que por medio de su transporte puede mezclarse con las aguas procedentes del sistema de tubería o con las de tipo industrial con tratamiento, para luego ser puestas al sistema de alcantarillado (OEFA, 2015, p.3)

Así mismo, López y otros (2015, p.37.) manifiestan que las concentraciones que presentan las aguas residuales forman una combinación de carga contaminante y la cantidad de agua que se utiliza en la mezcla, adicionalmente la mayoría de compuestos presentes en las aguas residuales contribuyen a la toxicidad de las mismas. Por otra parte, Hager (2011, p.289) menciona que la estructura del agua residual está en funcionalidad de su uso y de la unión de estos constituyentes, por lo que esta depende del estado económico y social del hombre.

Las aguas que se generan en la actividad del lavado de vehículos se denominan **aguas no domésticas**, ya que son las descargas de líquidos generados por cualquier actividad de demanda económica comercial o industrial,

que se diferencia del origen doméstico, los cuales son procedentes de la elaboración de productos alimenticios, en su uso cotidiano y de desechos de características físicas (Ministerio de Vivienda de construcción y Saneamiento 2015, p.2). Estas son reguladas por el D.S 010-2019 donde indica que tienen como indicadores a los valores máximos admisible que se define como “los valores donde se encuentran las concentraciones de sustancias, elementos y/o parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, SST y AyG) que caracteriza o distingue un efluente de origen no doméstico que posteriormente será vertido al drenaje público, teniendo la posibilidad de ocasionar efectos negativos para el tratamiento del efluente por los elevados valores que presenta” (Vivienda 2019, p.19).

Es importante mencionar que dentro de los parámetros fisicoquímicos se encuentra la **Demanda Biológica de Oxígeno** que hace referencia al porcentaje de oxígeno ( $O_2$ ) que son necesarios para que las bacterias se puedan estabilizar dentro de la materia orgánica por medio de las condiciones de tiempo y temperatura específicamente” (Vivienda, 2015, p.2). Este parámetro es un indicador para conocer el porcentaje de sustancia orgánica presente en el recurso hídrico, estableciéndose la cantidad de  $O_2$  que se requieren las bacterias para que puedan degradar los compuestos orgánicos (Fitch y Odeh, 2015, p.141). También se encuentra la **Demanda Química de Oxígeno**, hace referencia a la presencia de  $O_2$  que requiere para lograr la oxidación de la materia orgánica (MO) presentes en las aguas residuales, el cual se usa compuestos inorgánicos como permanganato ( $KMnO_4$ ) (Vivienda, 2015, p.2). Asimismo, Srinivasan (2008, p.10) La DQO puede definirse como la cantidad de oxígeno (disuelto) necesaria para oxidar y estabilizar (contenido orgánico e inorgánico) la solución de muestra. Se utiliza para medir el contenido de orgánicos oxidables

Respecto a los **sólidos suspendidos**, son de procedencia orgánica, ya que está presente en las aguas residuales con diferentes características y materiales, como son los desechos de los humanos, desperdicios de los alimentos, y entre otras de origen biológico, formando una parte de una masa en suspensión dentro del  $H_2O$  (Guyer, 2018, p.3). Por su parte los **aceites y grasas**



hacen referencian al estado de forma física en el que se encuentra el lípido, son sustancias que no son del todo solubles, cuando tienen contacto con el recurso hídrico originando un estrato superficial flotante como una nata con espumas; donde las aguas residuales de estos lípidos son de gran consideración, ya que estos hacen que se dificulten el tratamiento, tanto físico como químico (López y Martín, 2015, p.51).

Por otro lado, en relación a la variable **carbón activado** se define es un sólido inerte compuesto en su mayoría por átomos de carbono, procesados para tener una estructura porosa y una gran superficie interna. Estas características únicas confieren propiedades de adsorción que hacen que el carbón activado se use en una variedad de aplicaciones de paso de líquidos y gases. Este material carbonoso no peligroso se puede producir a escala comercial a partir de varias materias primas que contienen carbono, como carbón, lignito, madera, etc. (INTRACTEC, 2019, p.11). La estructura cristalina y propiedades del carbón activado es reticular al de grafito, tiene una alta porosidad y se extiende por toda su área superficial de 500 a 1,500 m<sup>2</sup>/g de carbón y el tipo de insumo para su activación dependerá del área de superficie del carbón (Ramírez, 2009, p.3).

De tal forma, la **composición química del carbón activado** es casi puro, así como el negro humo, diamante y el grafito, etc. La composición elemental de un carbón activado típico es 88% C, 0,5% H, 0,5% N, 1% S y 6 a 7% O, y el resto representa los constituyentes de cenizas inorgánicas. Los carbones activados en general tienen una superficie interna fuertemente desarrollada y generalmente se caracterizan por una estructura porosa poli dispersa que consiste en poros de diferentes tamaños y formas. El carbón activado tiene una **estructura física** despolimerizada donde los poros presentes en el carbón activado permiten determinar la existencia de 3 tipos: Los macroporos, presentan un tamaño menor a 25 nanómetros (nm), los mesoporos tienen un tamaño mayor a 25 nm y los microporos son mayores a 1 nm. Dentro de las cualidades físicas y químicas que resaltan del carbón activado, son los sólidos a una temperatura de 20 °C, estas presentan un color de negro inodoro, no presentan olor, son insolubles y tienen una densidad aparente de 150 y 440 kg/m<sup>3</sup>. (Bansal y Goyal ,2005, p.3).

Por lo que, Lazo (2015, p.41) clasifica los **tipos de carbón activado**, entre ellos el **pulverizado**, que comúnmente son utilizados en procesos discontinuos, y tienen ventaja de uso en distintas dosificaciones, ya que tienen sus macroporos predominantes distribuidas en su estructura porosa. **El carbón en polvo** que posee las características de sedimentación y humectabilidad, que purifica al iniciar la combinación con el líquido a ser tratado gracias al tamaño de sus partículas. Mientras que el de tipo **granulado** previene daños de la manipulación y están procesadas de una materia prima rígida, tiene una buena capacidad de adsorción en las aplicaciones destinadas ya que su superficie es elevada. También sirven en las columnas de lechos fijos o móviles, por la purificación de los fluidos.

Según (Lazo, 2015, p.29) afirman que hay dos **procesos de elaboración de carbón activado**, mediante compuestos orgánicos que son elaborados en hornos que tienen la capacidad de la eliminación de H y O<sub>2</sub> para transformar a una estructura carbonosa con poros, y llevar a cabo la ausencia de oxígeno en una temperatura menor a 700°C de la calcinación, insumo y volatilización.

Por su parte, Peralta, Sun y Bendezú (2008, p.221), explica que hay diferentes activadores químicos, tales como ácido orto fosfórico, dicloruro de zinc, etc., en la cual realizan una fase de activación química en una atmósfera inerte, con temperaturas entre 400 y 700°C y son usados para reducir la creación de materiales ligeros y oscuros con la finalidad de elevar una producción de rendimiento en carbono, según el uso de los activadores químicos el carbón puede tener poca o alta cantidad y masa de poros.

El carbón activado presenta **usos fundamentales**, como su aplicación en la recuperación de oro, donde absorbe los minerales disueltos en cianuro de sodio. También en los sitios de tratamiento de aguas y donde se aplican solventes que están en áreas transitadas que requieren mecanismos para recircular el aire, y esto es considerado un antídoto universal para la purificación del aire. También se aplican en la potabilización de agua para desinfectar las toxinas compuestas que producen color, en la cual retienen los plaguicidas, grasas y aceites, (Marsh y Rodríguez, 2006, p.9).

La principal fuente para la **adsorción** del carbón se da por su propia materia, la cual se realiza por su misma activación; resaltan dos características importantes en donde se encuentran la capacidad de remover sustancias y su baja selectividad, esto se da por su superficie interna que presenta, siendo factores determinantes la porosidad y su distribución, de tal forma los microporos favorecen en este proceso mediante la capacidad de retención de sustancias, mientras que los macroporos y mesoporos incorporan una conservación técnica de moléculas de mayor tamaño, en este caso como los coloides o colorantes (Carriazo, Saavedra y Molina, 2010, p.225). “Existen dos tipos de **fenómenos de adsorción**: **Fisorción** es una de las más frecuentes, en este fenómeno los intercambios de electrones entre el adsorbente y el adsorbato es nulo, ocasionando que todo el proceso pueda ser variable mientras que la **Quimisorción** es un fenómeno inalterable puesto que se genera modificaciones en la composición del adsorbente y adsorbato (Elías, 2012, p.312).

Según Solis y Morales, (2012, p.43) el carbón activado ejerce la acción de adsorbente puesto a la existencia de un desequilibrio existente en la superficie de las placas graníticas. Este fenómeno ocasiona la atracción entre moléculas que generan la condensación del adsorbato presente en la solución. Por lo tanto, este absorberá átomos con mayor fuerza siempre y cuando existan dos placas graníticas que se encuentren cercanas entre sí para poder atraerlas. Los átomos que presentan mayor peso molecular retendrán con mayor fuerza, siempre y cuando el tamaño le permite entrar entre las dos placas graníticas, esto ocasiona que pueda actuar como adsorbente al presenta un desequilibrio de energías en la superficie. Por su parte, Peralta, Sun y Bendezú (2008, p.232), manifiestan que el carbón activado absorbe cualquier tipo de moléculas orgánicas. Sin embargo, no absorbe todas las moléculas inorgánicas; es importante mencionar que las partículas orgánicas que presentan átomos de yodo, bromo o cloro presentan una mejor adsorción. Todo esto permite llegar a concluir que, si la superficie específica es mayor, el carbón activado presentará mejor eficiencia de adsorción, puesto que se tendrá mayores espacios donde el adsorbato pueda entrar.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

Aplicada, la cual se orienta a encontrar la solución de problemas prácticos, siendo el aporte teórico de manera secundaria (Walsh y Wiggins, 2003, p.15.). La presente investigación es del tipo aplicada, puesto que pretende generar resultados a un problema existente por medio de la manipulación de las variables de estudio con el propósito de determinar el grado de relevancia y significancia de lo ejecutado, en tal sentido contribuyendo a la parte aplicativa del trabajo dentro de los diferentes escenarios de la problemática que se presenta.

##### Diseño de investigación

Presenta como diseño de cuasi experimental, se caracteriza por tener dos grupos, uno recibe el tratamiento mientras que otro no, con la finalidad de poder precisar si no existe semejanzas significativas luego de haber aplicado el tratamiento (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.142).

**El diseño es el siguiente:**

<b>G.E:</b>	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
<b>G.C:</b>	O <sub>3</sub>	—	O <sub>4</sub>

**Donde:**

**G.E:** Grupo experimental

**G.C:** Grupo control

**X:** utilización del carbón activado de pulpa de ***Coffea arabica***

**O<sub>1</sub>:** Medición antes de la aplicación del carbón activado de pulpa de ***coffea arabica***.

**O<sub>2</sub>:** Medición después de la aplicación del carbón activado de pulpa de ***coffea arabica***.

**O<sub>3</sub>:** Medición antes de la aplicación del carbón activado de pulpa de ***coffea arabica***

**O<sub>4</sub>:** Medición después sin la aplicación del carbón activado de pulpa de *coffea arabica*

### **3.2 Variables y operacionalización**

#### **Variables**

- **Independiente**

Carbón activado de pulpa de *Coffea arabica* (café)

- **Dependiente**

Calidad de efluente del lavado vehicular

#### **Operacionalización de las variables**

Visualizar en la **Tabla N° 1**

**Tabla 1.**

Matriz de operacionalización de las variables

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Escala de medición</b>	
<b>Carbón activado de pulpa de Coffea arabica (café)</b>	Es un tipo de carbón que posee alta porosidad superficial, esto ocasiona la capacidad de adsorción de diversos compuestos (Menéndez, Gullón, 2006, p.1)	Las condiciones de experimentación serán medidas por medio de las condiciones de velocidad rápida y lenta de la prueba de jarras, las dosis estarán compuestas de acuerdo a la cantidad del carbón activado y se hará uso de una balanza analítica. Para la determinación de la eficiencia del carbón se utilizará la siguiente fórmula: $E = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$	Condiciones de experimentación	Mezcla de agitación rápida	250 rpm	Razón	
					300 rpm		
				Mezcla de agitación lenta	60 rpm	Razón	
				Dosis de carbón activado	2 gr.	Razón	
				6 gr.			
			Eficiencia	Porcentaje de remoción de características fisicoquímicas iniciales	%	Intervalo	
<b>Calidad de efluente del lavado vehicular</b>	La calidad del agua se centra en los niveles de concentraciones de compuestos orgánicos e inorgánicos que presenta el agua (Vera, 2008, p.48)	Se analizará las características fisicoquímicas de los efluentes del lavado vehicular antes y después de su aplicación del carbón activado, se hará uso de las metodologías internacionales establecida por APH, AWWA, WEF como DBO Part 5210 B, 23rd Ed, DQO 5220 D, 23rd Ed, AyG 5520 B, 23rd Ed y SST 2540 D, 23rd Ed.	Parámetros químicos	DBO	mg/L	Intervalo	
					DQO	mg/L	Intervalo
					Aceites y grasas	mg/L	Intervalo
				Parámetros físicos	Sólidos suspendidos totales	mg/L	Intervalo

### **3.3 Población, muestra, muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Según Schumacker y Tomek (2013, p.42) indican que la población es un conjunto bien definido de individuos, eventos u objetos. Para la investigación, la población estuvo representada por aproximadamente 700 litros de efluentes generados al día, por un lavadero vehicular de la ciudad de Tarapoto, 2020.

#### **- Criterios de inclusión**

El muestreo que se realizó fue por la accesibilidad, además que el establecimiento de lavado vehicular se encuentre en una zona urbana, tenga licencia de funcionamiento, que presente gran afluencia, y que sus aguas residuales se conduzcan a una red de drenaje público.

#### **- Criterios de exclusión**

Establecimientos que no sean accesibles, que no se encuentren en el casco urbano, establecimientos sin licencia de funcionamiento y con poca afluencia.

#### **Muestra**

Según Palella y Martins (2008, p.93) manifiestan que la muestra representa parte de una población, estas deben tener caracteres similares a la de la población. La muestra fue de 56 litros de agua residual de lavado vehicular. En análisis iniciales se utilizó 4 litros y los 52 litros restantes para la experimentación mediante la prueba de jarras con sus respectivas repeticiones.

#### **Muestreo**

Cuesta (2009, p.95) indica que en el muestreo no probabilístico la muestra se selecciona teniendo en cuenta la accesibilidad o por criterio del investigador. Para la presente investigación se aplicó dicho muestreo de tipo conveniencia y se realizará de tipo puntual. Por lo tanto, se tomó la muestra del agua residual antes de llegar al drenaje público (caja de registro) dicha actividad se realizará el día que presenta más afluencia la empresa es decir sábado, y se tuvo en cuenta el protocolo establecido en la Resolución

Ministerial N.º 273-2013-VIVIENDA; el cual establece el protocolo para el muestreo de efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales.

## **Tabla 2.**

Distribución de toma de muestras

<b>Horario</b>	<b>Cantidad</b>
10:00 horas	8 litros
11:00 horas	8 litros
12:00 horas	8 litros
14:00 horas	8 litros
15:00 horas	8 litros
16:00 horas	8 litros
17:00 horas	8 litros

Se observa en la tabla 2 el horario que se realizará el muestro de toma de efluentes, todas las muestras obtenidas se homogenizaran.

## **Unidad de análisis**

Calidad de los efluentes del lavado vehicular.

### **3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

La investigación tendrá estas técnicas:

- **Análisis de documentos:** Según (Arias, 2012, p.67) “es una técnica de investigación que trata de ser sistemática, objetiva y cuantitativa en el estudio del contenido”. Ante lo expuesto, la presente investigación tuvo a la técnica mencionada dado puesto que se interpretará los resultados brindados por el laboratorio, donde se realizarán los análisis fisicoquímicos iniciales y finales de la aplicación del carbón activado de pulpa de café de las aguas residuales del lavado vehicular.
- **Observación:** a través de esta técnica se logra el sustento de todos los temas puesto que se logra establecer la relación entre el sujeto-objeto-sujeto que la iniciación de toda la comprensión de la realidad (Bunge, 2007,



p. 108), se utilizó esta técnica porque para recolectar los datos es importante conocer el lugar de estudio de las aguas no domésticas de lavado vehicular, es decir la empresa Car wash.

### **Instrumentos**

Arias (2012, p.68) manifiesta que los instrumentos son canales que se utilizan para recoger información y almacenarla.

Para la investigación se tuvo como instrumentos los siguiente:

- **Ficha de campo**, permitió el registro de hecho básicamente de la experiencia de la toma de muestra in situ.
- **Cadena de custodia**, instrumento que fue proporcionado por el laboratorio INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C, que permitió el procedimiento controlado del agua, adicionalmente el presente instrumento permite mantener una muestra bajo control durante todo su ciclo de vida completo, en otras palabras, desde el momento de la toma de muestra hasta su desecho.
- **Ficha de resultados**, permitió encontrar los valores que presenta el agua no doméstica del lavado vehicular al inicio y final de la aplicación del carbón activado de pulpa, asegurando así la transferencia de los resultados brindados por el laboratorio.
- **Ficha de registro**, permitió la sistematización de la información, y así el desarrollo de matrices para establecer los resultados del laboratorio.

### **Validez del instrumento**

Los instrumentos tales como ficha de campo para la toma de muestra y ficha de registro de análisis de documento, fueron sometido mediante juicio de expertos objetivos de la investigación.

### **Tabla 3.**

Panel de expertos

<b>Experto</b>	<b>Opinión</b>
Dr. Anddy Lozano Chung	Aplicable
Msc. Karla Luz Mendoza López	Aplicable
Ing. Sara Isabel Ríos Córdova	Aplicable

Fuente: Elaboración propia, 2020.

### **Confiabilidad**

La confiabilidad en la presente investigación se centra en los resultados brindados por el laboratorio ITS del Perú, además del certificado de calibración de los equipos utilizados, esto permitirá garantizar que los resultados obtenidos en la presente investigación son fiables.

## **3.5 Procedimientos**

### **Etapa 1: Inicio de gabinete**

Se recopiló información de diversas fuentes bibliográficas (libros, revistas, artículos científicos, tesis, etc.). Luego de la recopilación de información se procedió a la sistematización, para esto se tuvo en cuenta las investigaciones similares, los métodos y los procedimientos que se requieren para desarrollar la investigación.

También se adquirió equipos de protección personal (trajes para agua, mascarillas, guantes) y demás materiales (frascos de plásticos con rosca, GPS, plumón indeleble, Cooler, hoja de campo, etc.).

Se ubicó la zona y punto de muestreo mediante el uso GPS y plataformas informáticas (Google Earth V 7.3.3.7721 y ArcGIS 10.5).

Se realizó una cotización del presupuesto para la evaluación de muestras al laboratorio acreditado.

## Etapa 2: De campo

### Pre monitoreo

Se realizó la planificación del monitoreo, se seleccionó el tipo de muestra y se localizó el lugar de monitoreo.

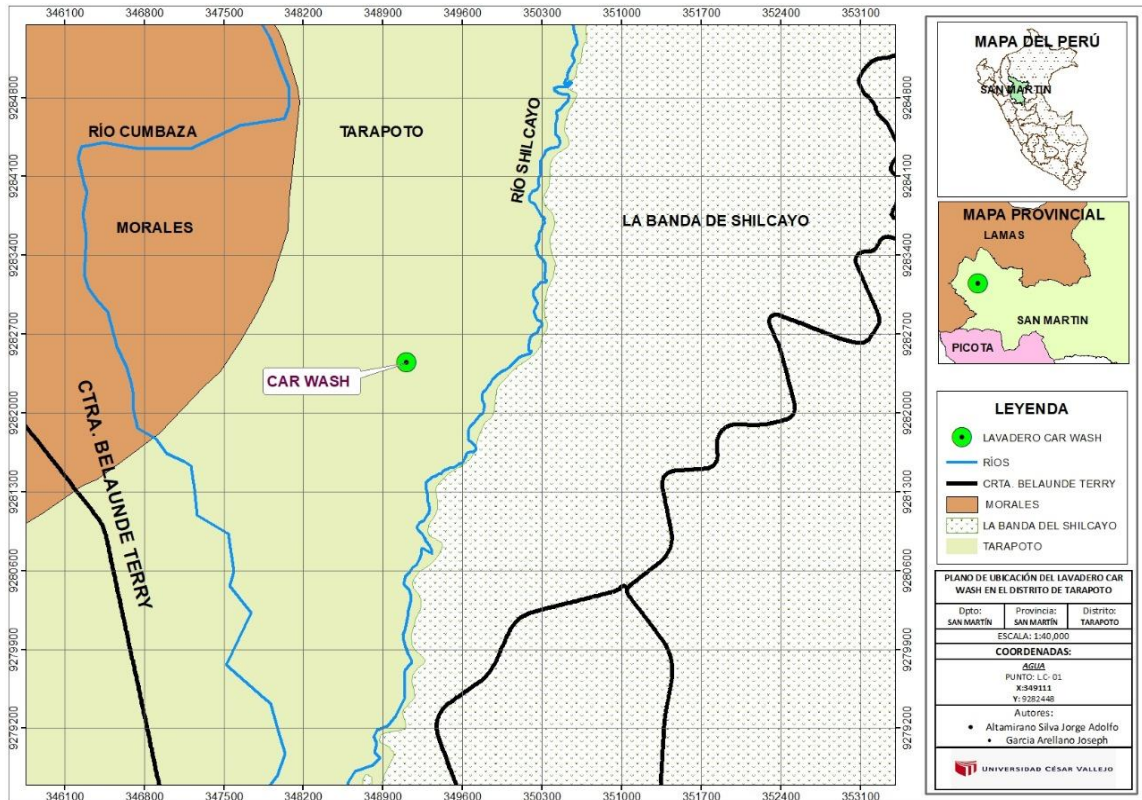


Figura 1. Ubicación del establecimiento Car Wash

Fuente: Elaboración propia

### Monitoreo

Se realizó el reconocimiento del lugar donde se realizó el muestreo. Se procedió a identificar el lugar de muestreo (caja de registro del establecimiento) con el propósito de obtener una ubicación exacta, y registrar el punto de muestreo mediante el uso del GPS, se registró las coordenadas UTM mediante el uso del sistema geográfico en estándar WGS84.

## Muestreo

Se realizó según el protocolo para la toma de muestras de efluentes de aguas residuales que se establece en la RM N° 273–2013–Ministerio de Vivienda.

Se procedió a la recolección de muestra del efluente de la caja de registro del establecimiento. Para lo cual se recolectó un total de 48 litros para realizar el tratamiento, luego se procederá al etiquetado y rotulado de la muestra. Así mismo, se recolectó 4 muestras de un litro para los análisis iniciales de laboratorio, estas muestras se mantendrán refrigerados a una temperatura de 4 a 8 °C, y luego serán transportados y procesados en Laboratorio.

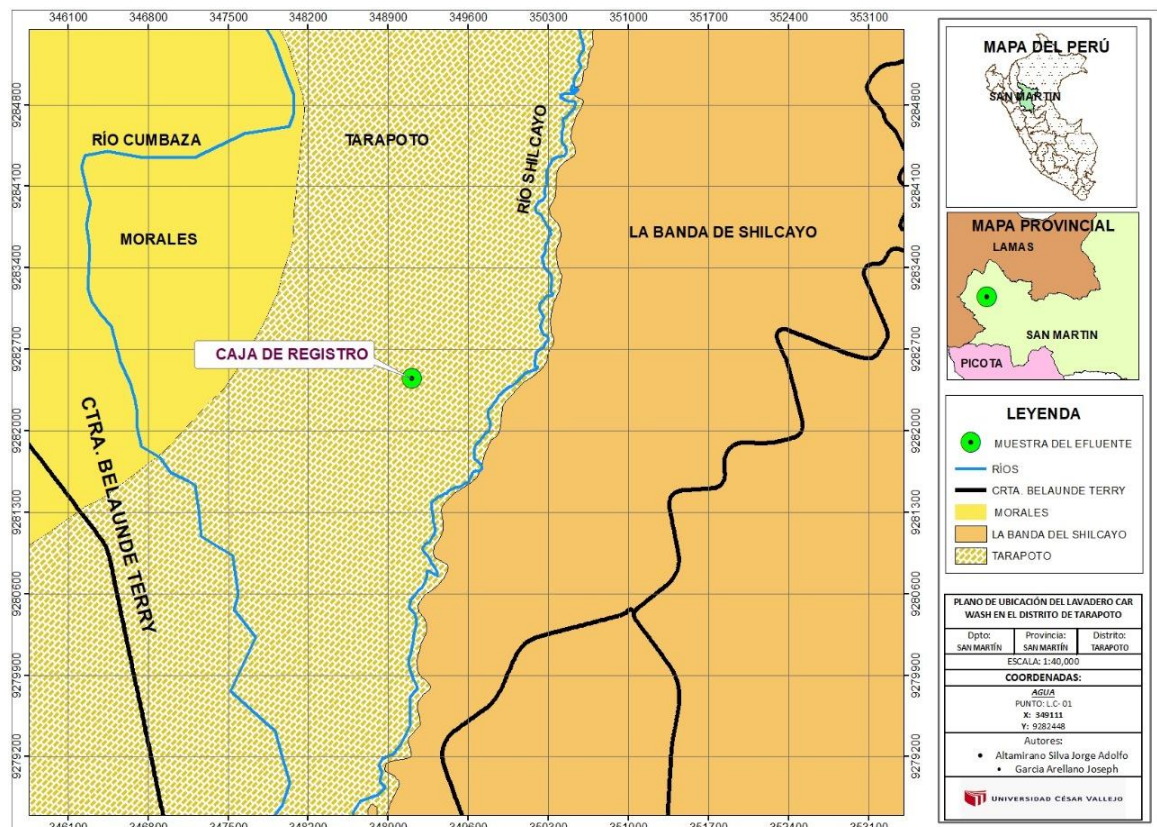


Figura 2. Ubicación para la toma de muestra en el establecimiento Car Wash

Fuente: Elaboración propia

## Caracterización inicial

Para la caracterización inicial testigo, se recolectó 4 muestras de un litro para los análisis iniciales de laboratorio, estas muestras se mantuvieron refrigerados a una temperatura de 4 a 8 °C, y luego serán transportados y

procesados en Laboratorio. Se realizó los análisis de los siguientes parámetros mediante las siguientes metodologías internacionales establecidas:

**a. Demanda bioquímica de oxígeno**

Se utilizó la metodología la norma de referencia SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed, para la cual la medición de la demanda bioquímica de oxígeno requiere realizar dos mediciones. En uno se mide inmediatamente el oxígeno disuelto (inicial), y el segundo se incubaba en el laboratorio durante 5 días y luego se analiza la cantidad de oxígeno disuelto restante, todo este procedimiento se realiza con la ayuda de un espectrofotómetro (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007, p.12).

**b. Demanda química de oxígeno**

Se aplicó la metodología de la norma referenciada en SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. En este Las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables presentes en la muestra, se oxidan mediante refluo cerrado en solución fuertemente ácida ( $H_2SO_4$ ) con un exceso de dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) en presencia de sulfato de plata ( $Ag_2SO_4$ ) que actúa como agente catalizador, y de sulfato mercurico ( $HgSO_4$ ) adicionado para eliminar la interferencia de los cloruros. Después de la digestión, el  $K_2Cr_2O_7$  remanente se titula con sulfato ferroso amoniacal para determinar la cantidad de  $K_2Cr_2O_7$  consumido. La materia orgánica se calcula en términos de oxígeno equivalente (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007, p.13).

**c. Sólidos suspendidos totales**

Se tuvo como referencia la norma SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. Es un método gravimétrico que se basa en la retención de las partículas sólidas en un filtro de fibra de vidrio a través del cual se hace pasar una muestra homogénea; el residuo que queda retenido se seca a  $103-105^{\circ}C$ . El incremento en el peso del filtro representa la cantidad de sólidos suspendidos totales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007, p.14).

#### **d. Aceites y grasas**

Se tuvo en cuenta la norma de referencia SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed En este método la grasa y el aceite son extraídos del agua por intimo contacto con el solvente (n-hexano) y su determinación se realiza gravimétricamente mediante recuperación del solvente en un equipo de destilación (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007, p.15).

Nota. Los valores iniciales obtenidos se procedieron a sistematizar en la ficha de registro de observación, los cuales puedan favorecer en el proceso de determinación en la etapa final de gabinete.

#### **- Determinación de los parámetros fisicoquímicos**

Se tuvo consideración el envío de muestras tomadas al inicio y final de la aplicación del carbón activado de pulpa de café al laboratorio INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C, para los análisis fisicoquímicos (DBO, DQO, SST y AyG) de las aguas no domésticas del lavado vehicular

### **Etapa 3. Ejecución del tratamiento**

#### **- Producción de carbón activado de pulpa de café**

- Se realizó el presecado de la materia prima, durante un periodo de 14 días a la intemperie. Luego se procedió al secado total de la materia prima mediante el uso de la mufla durante 24 horas con una temperatura de 350 °C con el propósito de eliminar el contenido total de humedad.



*Figura 3. Presecado de la materia prima*

- Para el proceso de impregnación se utilizó la solución de ácido fosfórico al 85%, para este proceso se empleó 850 ml del mismo y 150 ml de agua destilada para obtener dicha concentración. El cual se realizó en una olla barro con una capacidad de, donde en primer lugar se colocó la cascarilla de café y luego se adicionó la solución teniendo una relación de masa de 1:1, es decir, por cada gramo de cascarilla de café se adicionó un mililitro de la solución empleada con el propósito de tener un mejor rendimiento en el carbón activado. Cabe mencionar que se realiza esta relación de masa ya que si se usa concentraciones superiores puede llevar a que el ácido fosfórico no sea eficiente. La solución de ácido fosfórico y cascarilla de café se mezclaron de manera uniforme hasta lograr la humidificación completa. Finalmente, se cubrió el recipiente con ayuda de un film de polietileno durante 24 horas.



*Figura 4. Impregnación de la materia prima*

- Luego de realizar la impregnación, se llevó las muestras a un horno industrial con el propósito de realizar la carbonización. Este proceso se llevó a cabo mediante temperaturas que oscilaban hasta los 400 °C, con una tasa de calentamiento de 10°C/min, por lo que se mantuvo la temperatura durante un periodo de 2 horas. Luego de terminar el tiempo de calentamiento se procedió a enfriar el horno y posteriormente se retiró el carbón y se esperó que logre enfriarse.



*Figura 5. Carbonización de la materia prima*



- Finalmente se procedió al lavado del carbón obtenido mediante el uso de agua destilada con el fin de eliminar los residuos de ácido fosfórico presentes en el carbón y posteriormente al secado de esta a una temperatura ambiente.



*Figura 6: Triturado y lavado del carbón activado*

#### **Etapa 4. Fase de laboratorio**

##### **- Desarrollo de ensayos**

Para el desarrollo de ensayos se tuvo en cuenta la siguiente tabla de experimentación:

***Tabla 4.***

*Tabla de combinación experimental*

Tratamiento	Combinación	Número de repeticiones	Parámetro a evaluar
1	1LTDA +D <sup>(1)</sup> +VMR <sup>(1)</sup>	3	DBO
2	1LTDA +D <sup>(1)</sup> +VMR <sup>(2)</sup>	3	DBO
3	1LTDA +D <sup>(2)</sup> +VMR <sup>(1)</sup>	3	DBO
4	1LTDA +D <sup>(2)</sup> +VMR <sup>(2)</sup>	3	DBO
1	1LTDA +D <sup>(1)</sup> +VMR <sup>(1)</sup>	3	DQO
2	1LTDA +D <sup>(1)</sup> +VMR <sup>(2)</sup>	3	DQO
3	1LTDA +D <sup>(2)</sup> +VMR <sup>(1)</sup>	3	DQO
4	1LTDA +D <sup>(2)</sup> +VMR <sup>(2)</sup>	3	DQO

1	1LTDA +D <sup>(1)</sup> +VMR <sup>(1)</sup>	3	SST
2	1LTDA +D <sup>(1)</sup> +VMR <sup>(2)</sup>	3	SST
3	1LTDA +D <sup>(2)</sup> +VMR <sup>(1)</sup>	3	SST
4	1LTDA +D <sup>(2)</sup> +VMR <sup>(2)</sup>	3	SST
1	1LTDA +D <sup>(1)</sup> +VMR <sup>(1)</sup>	3	AyG
2	1LTDA +D <sup>(1)</sup> +VMR <sup>(2)</sup>	3	AyG
3	1LTDA +D <sup>(2)</sup> +VMR <sup>(1)</sup>	3	AyG
4	1LTDA +D <sup>(2)</sup> +VMR <sup>(2)</sup>	3	AyG

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

1LTDA            1 litro de agua

D                 Cantidad de carbón

VMR             Velocidad de mezcla rápida

La tabla n.º 4 se evidencia las diversas combinaciones que se han utilizado con el propósito de poder determinar la velocidad de mezcla rápida y cantidad de carbón con características más sobresalientes para el tratamiento de aguas residuales de lavado vehicular, se observa un total de 16 ensayos que se deberán realizar y estos tendrán tres repeticiones con el propósito de poder determinar el margen de error y la confiabilidad del experimento, adicionalmente los parámetros a evaluar son DBO, DQO, SST y AyG.

Por otro lado, para el desarrollo de los ensayos se utilizó los 48 litros de aguas residuales no domésticas, para esto se aplicó la prueba de jarras, se tuvo dos dosis de 2 y 6 gramos de carbón activado de pulpa de café, además se utilizó dos velocidades de mezcla rápida siendo 250 y 300 rpm esto permitió determinar si la velocidad de agitación influye en mejorar la calidad fisicoquímica de las aguas residuales no domésticas de lavado vehicular, cada dosis y velocidad empleada tuvo 3 repeticiones. El tiempo de realización de la mezcla rápida fue de 60 segundos a las velocidades ya mencionadas, mientras que la velocidad lenta a 60 rpm durante 20 minutos.



*Figura 7. Esquema de las condiciones de experimentación*

De tal forma se utilizó análisis estadísticos como (Microsoft Excel) y el SSPS Versión 24) y posteriormente se empleó la fórmula de la eficiencia, que para eso se tuvo en cuenta la concentración inicial del parámetro a evaluar - la concentración final entre la concentración inicial por 100 para y así determinar la concentración optima:

$$E = \frac{(ci - cf)}{ci} \times 100$$

### **Etapas 5: Análisis para laboratorio**

Las 48 muestras que fueron sometidas al proceso de fueron enviadas en el laboratorio INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C, y se utilizó la misma metodología mencionada en el proceso de caracterización inicial. Asimismo, se siguió con rigurosidad el almacenamiento y transporte de la muestra.

### **Etapas 6: Gabinete final**

Se interpretó los resultados alcanzados anteriormente y posteriormente a la aplicación del carbón de pulpa de café, se hará uso de la aplicación

SPSS estudio y R10 Studio para el procesamiento de datos, también se centró en la elaboración final del informe del proyecto de investigación.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Los datos que se registraron en el instrumento de la investigación se ordenó de manera sistemática con el fin de ser analizadas en programas estadísticos tales como (Microsoft Excel) y el SSPS Versión 24.

#### **Análisis descriptivo**

El análisis descriptivo del presente trabajo se centró en la comparación de los resultados de acuerdo a los valores máximos admisibles establecidos en el D.S. N°010-2019- VIVIENDA. Luego se tabuló, clasificó y elaboró gráficos con los datos obtenidos.

#### **Análisis inferencial**

Se utilizó la prueba de Tukey con el propósito de poder determinar la dosis y velocidad de mezcla rápida con características más sobresalientes, además para poder crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores en estudio mientras se controla el margen de error.

#### **Prueba de hipótesis**

Se aplicó el análisis de varianza (MANNOVA) con el propósito de determinar si existen diferencia significativa entre los tratamientos utilizados. Mediante este método se logró la aceptación o rechazo de la hipótesis planteada

### **3.7 Aspectos éticos**

Se tuvo en consideración la guía de elaboración de proyecto de tesis de la universidad César Vallejo, así mismo se respetó los derechos de autor en las citas mencionadas. En el estudio se consideró la confidencialidad del lugar de la toma de muestra de los efluentes en su cabalidad; para la recolección de la muestra se respetará el protocolo establecido en la RM N.º 273–2013–Ministerio de Vivienda, por lo que no existió una alteración ni manipulación de los resultados y solo fueron utilizados para fines académicos, desde este modo garantizando la veracidad del trabajo. Por

otro lado, cada uno de los procedimientos que se utilizaron en la presente investigación están ligados dentro de la ética del respeto y valoración del ambiente. Así mismo, se solicitó autorización al propietario de la empresa Car Wash para tener la autorización para la realización del muestreo de los efluentes que genera su establecimiento.

Finalmente, para la confiabilidad del proyecto de investigación por parte de los autores se aprobó la evaluación de Conducta Responsable en Investigación brindado por CONCYTEC, el cual permitió seguir los lineamientos establecidos, de tal forma concluyendo satisfactoriamente la evaluación.

## IV. RESULTADOS

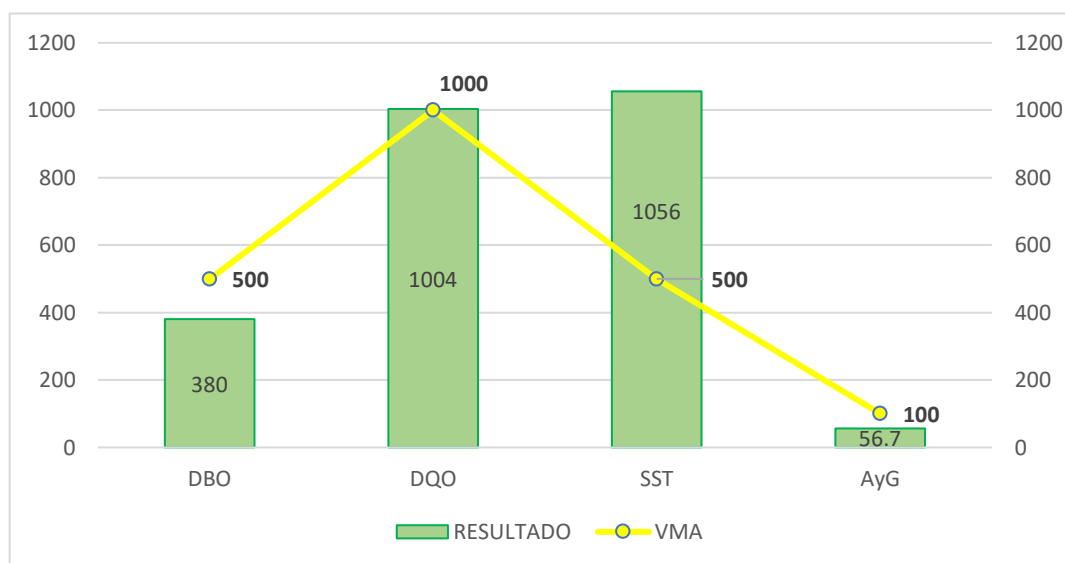
### 4.1 Caracterización del efluente no doméstico de lavado Vehicular

**Tabla 5.**

*Características Físicoquímicas del efluente no domestico de lavado vehicular, Tarapoto- 2020*

Parámetro	Unidad de medida	VMA	Resultado
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/L	500	380
Demanda química de oxígeno	mg/L	1000	1004
Solidos suspendidos total	mg/L	500	1056
Aceites y grasas	mg/L	100	56.7

Fuente. Datos proporcionados por el laboratorio INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.



**Figura 8.** *Valores iniciales de los parámetros físicoquímicos del efluente de lavado vehicular*

Fuente. Datos proporcionados por el laboratorio INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

#### **Interpretación:**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la caracterización inicial de los efluentes no domésticos de lavado vehicular del Distrito Tarapoto, se observa que el parámetro de solidos suspendidos totales y demanda química de oxígeno sobrepasan los VMA establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA, así mismo los otros parámetros evaluados presenta valores altos.

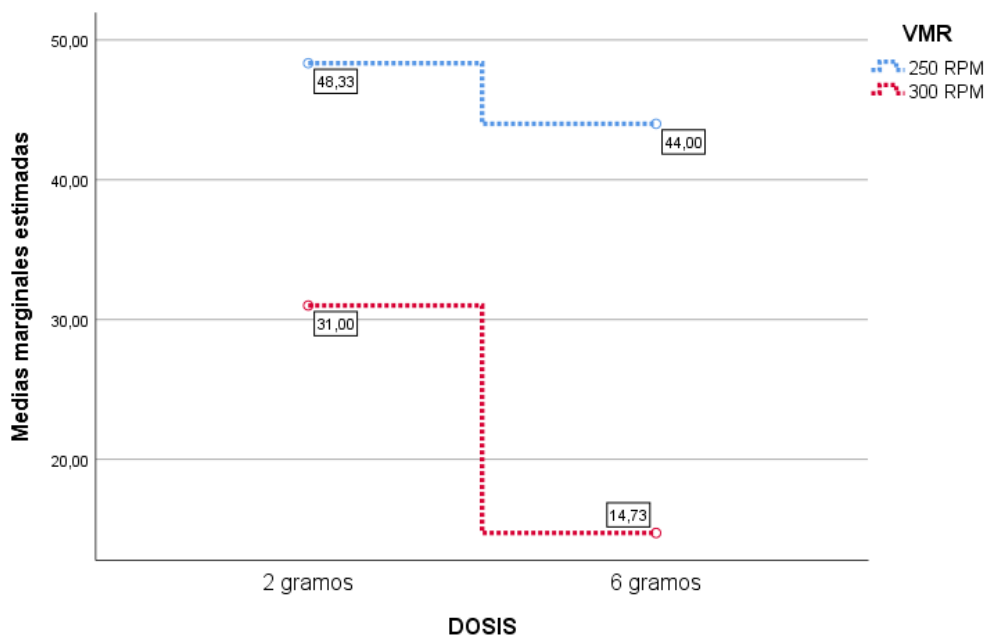
#### 4.2 Determinación de la concentración óptima de carbón activado de pulpa de *coffea arabica* y velocidad de mezcla rápida para mejorar la calidad de efluentes del lavado vehicular, Tarapoto 2020

**Tabla 6.**

Prueba de Tukey – Parámetro DBO

Dosis*Velocidad de mezcla rápida		N	Media	Agrupación
2 gramos	250 RPM	3	48.3333	A
6 gramos	250 RPM	3	44.0000	A
2 gramos	300 RPM	3	31.0000	B
6 gramos	300 RPM	3	14.7333	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



**Figura 9.** Dosis óptima y velocidad de mezcla rápida para la mejora de DBO en efluentes no domésticos de lavado vehicular

Fuente. Datos extraídos del programa SPSS Versión 25.

#### Interpretación:

Se evidencia en la figura 10 que, de los cuatro tratamientos utilizados, todos muestran una mejora en la calidad del DBO del efluente no doméstico de lavado vehicular, sin embargo, el tratamiento conformado por 6 gramos de carbón activado de *coffea arabica* y 300 RPM son más óptimos para la remoción del DBO, adicionalmente se evidencia que los tratamientos 1 y 2 presentan una media similar mientras que los tratamientos 3 y 4 son diferentes.

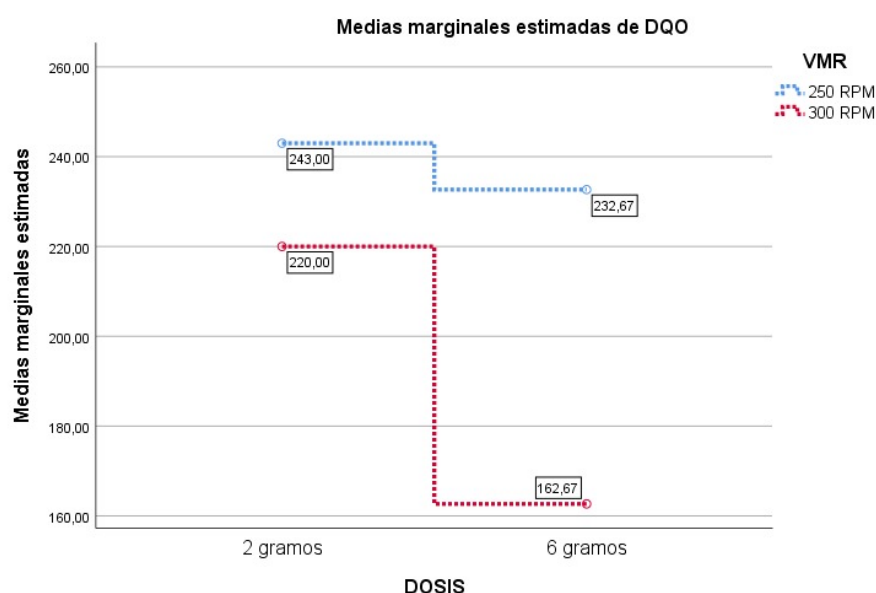
**Tabla 7.**

Prueba de Tukey – Parámetro DQO

Dosis*Velocidad de mezcla		N	Media	Agrupación
rápida				
2 gramos	250 RPM	3	243.000	A
6 gramos	250 RPM	3	232.667	A
2 gramos	300 RPM	3	220.000	A
6 gramos	300 RPM	3	162.667	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente. Datos extraídos del programa MINITAB 2019



**Figura 10.** Dosis óptima y velocidad de mezcla rápida para la mejora de la DQO en efluentes no domésticos de lavado vehicular

Fuente. Datos extraídos del programa SPSS Versión 25.

### Interpretación:

Se evidencia en la figura 11 que, de los cuatro tratamientos utilizados, todos muestran una mejora en la calidad del DQO del efluente no doméstico de lavado vehicular. Sin embargo, el tratamiento conformado por 6 gramos de carbón y 250 RPM muestra una mejor eficiencia, de acuerdo a la prueba Tukey se muestra que los tratamientos 1, 2 y 3 presentan una media significativamente igual frente al tratamiento 4.



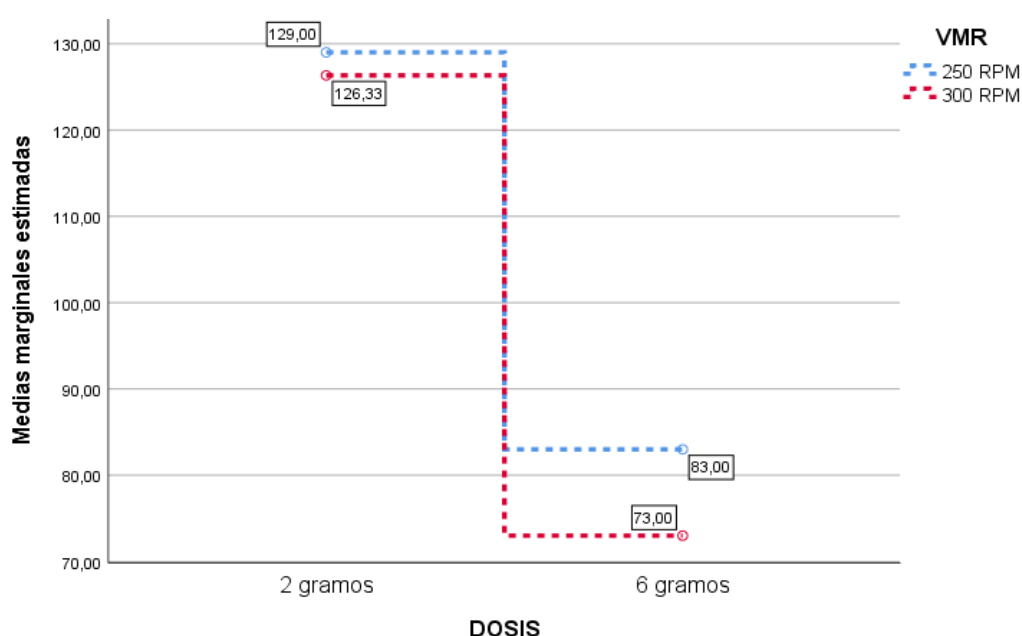
**Tabla 8.**

Prueba de Tukey – Parámetro SST

Dosis*Velocidad de mezcla		N	Media	Agrupación
rápida				
2 gramos	250 RPM	3	129.000	A
2 gramos	300 RPM	3	126.333	A
6 gramos	250 RPM	3	83.000	B
6 gramos	300 RPM	3	73.000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente. Datos extraídos del programa MINITAB 2019



**Figura 11.** Dosis óptima y velocidad de mezcla rápida para la remoción de SST en efluentes no domésticos de lavado vehicular

Fuente. Datos extraídos del programa SPSS Versión 25.

### Interpretación:

Se evidencia en la figura 13 que los cuatro tratamientos utilizados muestran una remoción considerable de sólidos suspendidos totales encontrándose por debajo de lo establecido en el DS 010-2019, sin embargo, el tratamiento número 4 muestra características sobresalientes frente a los demás tratamientos.

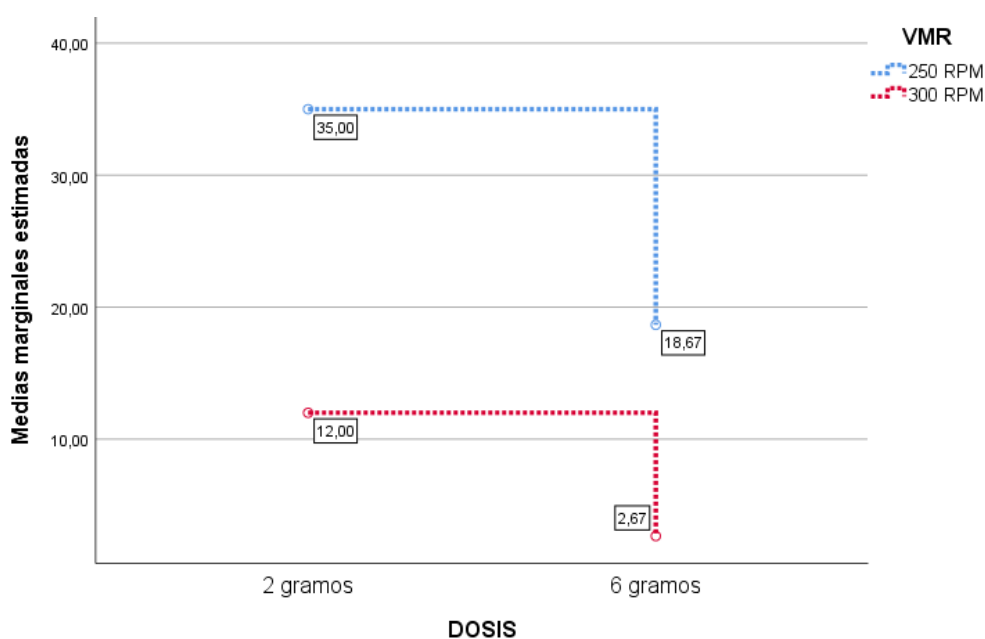
**Tabla 9.**

Prueba de Tukey – Parámetro AyG

Dosis*Velocidad de mezcla		N	Media	Agrupación
rápida				
2 gramos	250 RPM	3	35.0000	A
2 gramos	300 RPM	3	18.6667	B
6 gramos	250 RPM	3	12.0000	C
6 gramos	300 RPM	3	2.6667	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente. Datos extraídos del programa MINITAB 2019



**Figura 12.** Dosis óptima y velocidad de mezcla rápida para la remoción de AyG en efluentes no domésticos de lavado vehicular

Fuente. Datos extraídos del programa SPSS Versión 25.

### Interpretación:

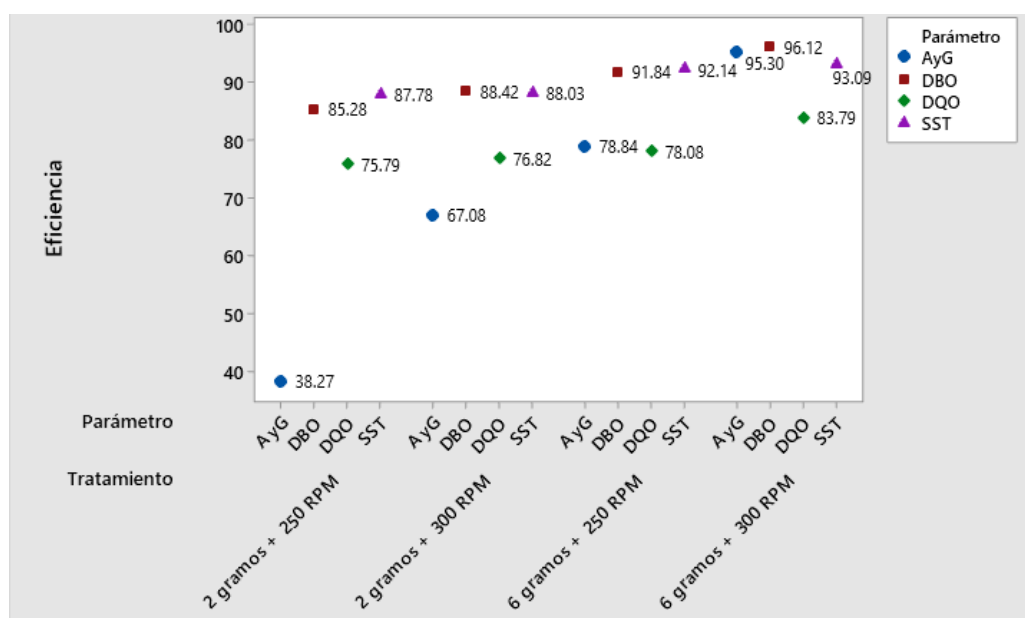
La figura 14 demuestra una remoción de aceites y grasas en los cuatro tratamientos utilizados, adicionalmente la prueba de Tukey evidencia que los 4 tratamientos son diferentes entre sí, siendo el tratamiento conformado por 6 gramos de carbón y una velocidad de mezcla rápida de 300 RPM que presenta resultados más sobresalientes.

### 4.3 Determinación de la eficiencia del carbón activado de *coffea arabica* en la mejora la calidad de efluentes del lavado vehicular, Tarapoto 2020

**Tabla 10.**  
*Eficiencia de los tratamientos utilizados*

Dosis*Velocidad de mezcla rápida	Parámetro	Eficiencia
2 gramos + 250 RPM	DBO	85.28%
	DQO	75.79%
	SST	87.78%
	AyG	38.27%
2 gramos + 300 RPM	DBO	88.42%
	DQO	76.82%
	SST	88.03%
	AyG	67.08%
6 gramos + 250 RPM	DBO	91.84%
	DQO	78.08%
	SST	92.14%
	AyG	78.84%
6 gramos + 300 RPM	DBO	96.12%
	DQO	83.79%
	SST	93.09%
	AyG	95.30%

Fuente. Datos extraídos del programa Microsoft Excel 2019.



**Figura 13.** *Eficiencias de los tratamientos utilizados*

Fuente. Datos extraídos del programa Minitab 2019.

#### Interpretación:

En relación a la figura 15, se evidencia que el tratamiento número 4 conformado por 6 gramos de carbón activado + 300 RPM de velocidad mezcla rápida presentando una eficiencia para la mejora de DBO Y DQO de 96.12% y 83.79% respectivamente, mientras que remueve los sólidos suspendidos en un 93.09% y aceites y grasas en un 95.30%.

#### 4.4 Prueba de hipótesis

**Tabla 11.**

Prueba de efectos inter – sujetos

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DOSIS	DBO	318,270	1	318,270	22,590	,001
	DQO	3434,083	1	3434,083	11,605	,009
	SST	7400,333	1	7400,333	176,90	,000
	AyG	494,083	1	494,083	137,85	,000
VMR	DBO	1628,670	1	1628,670	115,59	,000
	DQO	6486,750	1	6486,750	21,921	,002
	SST	120,333	1	120,333	2,876	,008
	AyG	1140,750	1	1140,750	318,27	,000
DOSIS * VMR	DBO	106,803	1	106,803	7,581	,025
	DQO	1656,750	1	1656,750	5,599	,046
	SST	40,333	1	40,333	,964	,045
	AyG	36,750	1	36,750	10,253	,013
Error	DBO	112,713	8	14,089		
	DQO	2367,333	8	295,917		
	SST	334,667	8	41,833		
	AyG	28,673	8	3,584		

#### Interpretación:

En la tabla 16, se evidencia los estadísticos univariados referidos a los efectos intra- sujetos. La información obtenida al efecto individual de los factores dosis y velocidad mezcla rápida, se evidencian valores críticos mínimos (Sig.=0,000); adicionalmente que las características fisicoquímicas que presente el agua no es la misma en los cuatro tratamientos. Referente al efecto de la interacción de los factores dosis\*velocidad de mezcla rápida, se obtiene valores por debajo de 0,05, por lo que permite concluir que existe efecto significativo en el uso de carbón activado de *coffea arabica* en la mejora de la calidad fisicoquímica del efluente lavado vehicular, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **la aplicación del carbón activado de pulpa de *coffea arabica*, mejora la calidad del efluente del lavado vehicular, Tarapoto 2020.**

## V. DISCUSIÓN

En nuestro país existen muchos establecimientos dedicados al lavado vehicular, en donde se eliminan sus efluentes sin ningún tipo de tratamiento previo a la red de alcantarillado público, ocasionando el deterioro de estas. La presente investigación demuestra que el lugar escogido para la toma de muestras de estos efluentes evidencia una alta carga contaminante según los resultados obtenidos de acuerdo al DS. 010-2019, siendo la demanda química de oxígeno con 1004 mg/L y el parámetro de sólidos suspendidos con un total de 1046 mg/L que sobrepasan los Valores máximos admisibles establecidos en la norma, sin embargo, los parámetros evaluados tales como demanda bioquímica de oxígeno y el de aceites y grasas presentan valores de 380 mg/L, y 56.7 mg/L estando dentro de lo permitido según la norma, por la cual urge ser tratados por presentar una alta carga contaminante. Los valores obtenidos no guardan relación con los que obtuvieron Fall y otros (2017, p.175) que en su investigación manifiestan que este tipo de efluentes presentan 4500 mg/L de DQO, 3500 mg/L de sólidos y 1100 mg/L de aceites y grasas, se aduce que los resultados difieren a los obtenidos por Fall debido al lugar de la zona de estudio son diferentes. Adicionalmente se concuerda con lo manifestado por Gonçalves, Tavares y Antuanes (2011, p.186), los cuales manifiestan que los efluentes de lavado vehicular poseen una gran cantidad de sólidos suspendidos totales, DQO y DBO.

Así mismo los 4 tratamientos utilizados en la presente investigación muestran una reducción de los parámetros evaluados, de acuerdo a la prueba de Tukey aplicada en cada parámetro evaluado; se evidencia que el tratamiento 4 conformado por 6 gramos de carbón y una velocidad de mezcla rápida de 300 RPM muestra resultados más sobresalientes, por lo que se puede llegar a la deducción de que a mayor dosis, la remoción será más significativa, dicho tratamiento permite que el valor de sólidos suspendidos y demanda química de oxígeno se encuentre dentro del rango establecido en la norma. Frente a lo manifestado se puede comparar la capacidad que posee el carbón activado para el tratamiento de efluentes no domésticos y se acepta lo que mencionan Grisales y Rojas (2016) en su trabajo los cuales indican que la pulpa de café

es útil para la producción de carbón activado y tienen una alta capacidad de depuración.

Con respecto a la eficiencia, se ha podido establecer que el tratamiento número 4 conformado por 6 gramos de carbón activado + 300 RPM de velocidad mezcla rápida presentan una eficiencia para la mejora de DBO Y DQO de 96.12% y 83.79% respectivamente, mientras que remueve los sólidos suspendidos en un 93.09% y aceites y grasas en un 95.30%. Los resultados obtenidos demuestran que el carbón de cascarilla de ***coffea arabica*** es más eficiente que el carbón activado de Tusa de maíz utilizada por Chaves (2017) puesto que manifiesta que la eficiencia en la remoción de DQO es del 67% mientras que DBO el 61%. Adicionalmente los resultados obtenidos guardan una mínima relación con los obtenidos por Rivera (2017) en la cual determinó que la aplicación de moringa y carbón activado tienen una eficiencia del 98% para remover DBO, 96% para DQO, y un 99% de AyG. Logrando concluir que el uso de coagulantes naturales y carbón activado son una buena opción para tratar efluentes. Sin embargo, los resultados obtenidos por Ruiz y Orbegoso (2018) en la cual estimaron la eficacia del carbón activado de endocarpio de coco y semilla de aguaje, para la eliminación de la DBO<sub>5</sub> de los efluentes domésticos del distrito de Habana, donde tuvieron resultados de la eficiencia de ambos carbones con un 100% para DBO<sub>5</sub> inicial de 130 mg/L, mostraron mejor eficiencia que el carbón de ***coffea arabica*** en la remoción de DBO<sub>5</sub>.

Por otro lado, podemos decir que el carbón activado de ***coffea arabica*** presenta una superficie alta, por lo que podemos aceptar la teoría propuesta por Peralta, Sun y Bendezú (2008, p.232) los cuales indican que el carbón activado absorbe cualquier tipo de moléculas orgánicas.

La presente investigación fue ejecutada en el Distrito de Tarapoto y se tomó efluentes de un lavadero de vehículos motorizados en los cuales se obtuvo una muestra representativa de sus efluentes. Consideramos que el presente trabajo de investigación es un aporte que permitirá a contribuir en nuevas investigaciones y métodos nuevos de abordaje con el fin de realizar el tratamiento de efluentes no domésticos, en otras empresas como salones de belleza, restaurantes, clínicas, entre otros.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1** La aplicación de carbón activado de *coffea arabica* permite mejorar la calidad de efluente no domestico proveniente del lavado vehicular del distrito de Tarapoto, 2020 esto se permite demostrar por medio de la prueba de factor- intra sujetos.
- 6.2** Los parámetros físicos y químicos de agua residual de lavado vehicular presentaron valores iniciales de 380 mg/L de demanda bioquímica de oxígeno, 1004 mg/L de demanda química de oxígeno, 1056 mg/L de solidos suspendidos totales y 56.7 mg/L de aceites y grasas, se concluye que los parámetros de demanda química de oxígeno y solidos suspendidos totales sobrepasan los valores máximos admisibles. Sin embargo, los demás parámetros evaluados presentan una alta carga contaminante.
- 6.3** De acuerdo a la prueba de Tukey, se puede determinar que la dosis optima de carbón activado para la mejora de las características fisicoquímicas del efluente no domestico proveniente del lavado vehicular es de 6 gramos, mientras que la velocidad de mezcla rápida para una mejor remoción es de 300 revoluciones por minuto.
- 6.4** La eficiencia del carbón activado de *coffea arabica* es de 96.12% para la remoción de demanda bioquímica de oxígeno, 83.79% para la demanda química de oxígeno, mientras que presenta un 95.30% y 93.09% para la remoción de aceites y grasas; y solidos suspendidos totales respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1** Debido a los resultados obtenidos mediante el uso del carbón activado de *coffea arabica* en el tratamiento de efluentes no doméstico de lavado y evidenciar la mejora de la calidad físicoquímica del agua residual, se recomienda el reúso de en la actividad de lavado, siempre que se cumpla con las mínimas condiciones del agua para su reciclaje o reúso, teniendo en cuenta que debe presentar cantidades bajas de sólidos suspendidos totales y aceites y grasas, y de presentar concentraciones bajas de DBO y DQO.
- 7.2** A la entidad prestadora de servicios EMAPA- San Martín velar por el cumplimiento de los valores máximos admisibles establecidos en el DS. 010-2019-VIVIENDA para descargas al sistema de alcantarillado, con el propósito de prevenir el daño a la tubería del sistema de alcantarillado público en nuestra ciudad, además de la prevención de la contaminación ambiental y salvaguardar la salud de la población.
- 7.3** A las empresas dedicadas al lavado de vehículos motorizados, diseñar y proponer sistemas de tratamiento preliminar de sus efluentes que generen por medio de la utilización de carbón activado de *coffea arabica* como absorbente con el fin de reducir la carga contaminante orgánica que presenta, además de ser de bajo costo y no genera efectos negativos hacia el ambiente.
- 7.4** A los futuros investigadores hacer uso de la presente investigación y proponer el tratamiento de efluentes no domésticos provenientes de restaurantes, centros estéticos, clínicas odontológicas, lavanderías, hospitales, laboratorios, mediante la aplicación de carbón activado de *coffea arabica*.



## REFERENCIAS

- ARIAS, Fidas. El proyecto de investigación [en línea]. 6.<sup>a</sup> ed. Venezuela: Episteme, 2012 [Fecha de consulta: 6 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=W5n0BgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=arias+2alse> ISBN 9800785299
- Asociación Automotriz del Perú. Informe estadístico Automotor [En línea]. 1.a ed. Perú: Comunicación y Marketing, 2019. [fecha de consulta: 30 de abril de 2020]. Disponible en: <https://aap.org.pe/informes-estadisticos/diciembre-2019/>
- AZABACHE, Yrwin. Efecto del carbón activado, obtenido experimentalmente a partir de cáscara de café (Coffea Arabica L.), en la adsorción de metales pesados, en aguas del acuífero del distrito de Yantaló, Moyobamba, 2017. Trabajo de investigación. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3500>
- BARON, Laura. Evaluación de la cascarilla de café como material adsorbente para la remoción de iones plomo pb<sup>2+</sup> presente en soluciones acuosas. Tesis (Ingeniería Ambiental). Bogotá: Universidad Libre, 2014. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/11234?show=full>
- BANSAL, Roo y GOYAL, Menakshi. Activated carbon adsorption [en línea]. Estados Unidos: Taylor & Francys Group, 2005. [Fecha de consulta: 08 de junio de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=VUluBwAAQBAJ&pg=PP9&dq=hemical+composition+activated+carbon&hl=es-419&sa=X&ved=2ISBN9780824753443>
- BUNGE, Mario. La investigación científica su estrategia y filosofía [en línea]. 3.<sup>a</sup> ed. Argentina: Siglo XXI Editores, 2004 [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=iDjRhR&pg=PA589&d> ISBN 9682322251

- CAMPOS, Irene. Saneamiento ambiental [en línea]. 2ª ed. Costa Rica: Universidad estatal a distancia, 2003. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=lsgrGBGIGeMC&pg=PA48&dq=calidad+de+agua+definicion&hl=es419&sa=X&ved=%20definicion&f=false>
- CARRIAZO, José, SAAVEDRA, Martha y MOLINA, Manu0el. Propiedades adsorptivas de un carbón activado y determinación de la ecuación de Langmuir empleando materiales de bajo costo. Revista ScienceDirect [en línea]. Julio 2010, n.º 3 [Fecha de consulta: 22 de mayo] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X18300879>  
ISSN: 1878-93X18
- CHAVEZ, Jeny. Eficiencia de remoción de materia orgánica mediante carbón activado de tusa de maiz, en agua residual de la industria lechera. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garabito, 2019. Disponible en: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/990/1/Chaves%20Contreras%2c%20Jenny%20Paola-2019.pdf>
- CUESTA, Marcelino. Introducción al muestreo [en línea]. España: Universidad de Oviedo. [fecha de consulta: 06 de mayo de 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/30425968/TEMA\\_INTRODUCCION\\_AL\\_MUESTREO\\_1s](https://www.academia.edu/30425968/TEMA_INTRODUCCION_AL_MUESTREO_1s)
- DHOTE, Jayashree, INGOLE, Sangita y CHAVHAN, Arvind. Review on Waste Water Treatment Technologies. International Journal of Engineering Research and Technology [en línea]. Julio 2012, n.º 3. [fecha de consulta: 22 de mayo de 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/230595234\\_Review\\_on\\_Waste\\_Water\\_Treatment\\_Technologies](https://www.researchgate.net/publication/230595234_Review_on_Waste_Water_Treatment_Technologies) ISSN 2278 - 0181.
- ELIAS, Xavier. Reciclaje de residuos industriales [en línea]. 2 ed. España: Ediciones Diaz de Santos, 2012. [fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=8yWSZEBqSXgC&pg=PA312&dq>

[=fen%C3%B3menos+de+adsorci%C3%B3n+fisisorci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj0pN](#) ISBN 9788499693668

FALL, Cesar. Carwash wastewaters: characteristics, volumes, and treatability by gravity oil separation. Revista Mexicana de Ingeniería Química [en línea]. Marzo 2007, n.º 6. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2020]. Disponible en:

<https://pdfs.semanticscholar.org/2148/e37eaf630b1f0fc5119d5e5ed6c18298bad1.pdf> ISSN: 1665-2738

FITCH, Gregory y ODEH, Ibrahim. Economic Sustainability of DBO Water Based on Wastewater Projects in the U.S.: Three Case Studies. Revista de Ingeniería y Gestión de la Construcción [en línea]. Febrero, 2015, n.º 03, [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en: [10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000967](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000967) ISSN 1943-7862

GONÇALVES, Luciene, TAVARES, José y ANTUNES, Vera. Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais. Revista Ambiente e Água [en línea]. Diciembre 2011, n.º6. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edo&AN=83517841> ISSN: 1980-9930

GUYER, Paul. An Introduction to Ion Exchange Techniques for Water Desalination [en línea]. California: The club house Press. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=i0NMDwAAQBAJ&pg=PA3&dq=tatal+suspended+solid+DEFINITIO>

GRISALES, Angela y ROJAS, Wilmer. Obtención de carbón activado a partir de activación química de pulpa de café y su aplicación en la remoción de colorantes en aguas residuales industriales. Tesis (Tecnólogo Químico). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2016. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6965/628162G869.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HAGER, Willi. Wastewater Hydraulics [en línea]. London: Springer, 2011. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Z-1pC0kQyrIC&pg=PA289&dq=wastewater+structure&hl=es-419&sa=X> ISBN 9783642113833

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación científica. 6.<sup>a</sup> ed. Mexico: McGRAW-HILL, 699 pp. ISBN 978-1-4562-2396-0

HIDALGO, Nicols. Determinación de los valores máximos admisibles de efluentes no domésticos en lavaderos de vehículos motorizados con autorización, Moyobamba -2018. Tesis (Ingeniería Ambiental). Moyobamba: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30665>

INTRACTEC. Activated Carbon Production from Coconut Shell [en línea]. Estados Unidos: INTRACTEC, 2019. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=rxiwDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=activated+carbon&hl=es->

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. DEMANDA BIOQUÌMICA DE OXÌGENO 5 días, INCUBACIÒN Y ELECTROMETRÌA. Colombia, 2007. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa>

KWIATKOWSKI, James. Activated Carbon: Classifications, Properties and Applications [ en línea]. Estados Unidos: Nova Science Publishers, 2011. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=EuE9YgEACAAJ&dq=activated+carbon&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKewi4TAG> ISBN 9781612096841

KEMP, Christian, SEUNG, Bin y WANG, Lee. Activated carbon derived from ground coffee residues for stable methane storage. Nanotechnology [en

[línea]. Setiembre- 2020. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].  
Disponibile en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0957-4484/26/38/385602>

LAZO, ROBERTO. Operaciones y procesos para la producción de carbón activado a partir de la cáscara de coco. Trabajo de investigación. Lima: Universidad Nacional del Callao, 2015. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4043/ruiz-menendez-amparo-patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LOPEZ, Serio y MARTIN, Sonia. Depuración de aguas residuales [en línea]. España: Editorial Elearning, 2015. [fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=9cJWDwAAQBAJ&pg=PA185&dq=ACEITES+Y+GRASAS+agua+definicio+ISBN+9788416360147>

MARSH, Harry y RODRIGUEZ, Francisco. Activated carbon [en línea]. Estados Unidos: El servier, 2006. [Fecha de consulta en línea: 28 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=UaOXSk2vFVQC&printsec=frontcover&dq=activated+carbon&hl=es-ISBN+9780080444635>

MENÉNDEZ, Julio y GULLÓN, Ítalo. Activated carbon surfaces in environmental remediation [en línea]. 7.<sup>a</sup> ed. Estados Unidos: ELSERVIER, 2006 [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=IQd6HXVZjMwC&pg=PR7&dq>  
ISBN 0123705363

Ministerio de Vivienda construcción y Saneamiento (Perú). Decreto Supremo N° 001-2015-VIVIENDA: Se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N° 021-2009 VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, así como de su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2011 VIVIENDA y modificado por el Decreto Supremo N° 010-2012-VIVIENDA. Lima, 2015, 9 pp.

- Ministerio de Vivienda construcción y Saneamiento (Perú). Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA: aprueban el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Lima, 2019, 45 pp.
- MORALES, Valeria. Aprovechamiento de los residuos de café (borra) con cáscara de cacao como base de un filtro para reducir plomo de agua contaminada del río chirinos, san ignacio-cajamarca, 2018. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33360>
- OEFA. Fiscalización ambiental en aguas residuales [En línea]. 1.a. ed. Perú: Billy Víctor Odiaga Franco, 2015. [fecha de consulta: 28 de abril de 2020]. Disponible en: [http://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](http://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- ONU. Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 2017: Aguas residuales: el recurso no explotado [En línea]. 1.a. ed. Estados Unidos: Ryder Guy, 2017. [fecha de consulta: 28 de abril de 2020]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647> ISBN:978-92-3-300058-2
- PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. Metodología de la Investigación Cuantitativa. 2.ª ed. Caracas: FEDUPEL, 283 pp. ISBN 9802734454
- PERALTA, Jacqueline; SUN, María y BENDEZU, Salvador. Preparación, caracterización de carbones activados con KOH y H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> y su aplicación en la adsorción de Cd (II). Revista de la Sociedad Química del Perú [en línea]. Junio 2008, n.º 4. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2008000400002](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000400002) ISSN 1810-634X
- PACHECO, Johana. Evaluación de la cascarilla de café como material adsorbente para la remoción de iones plomo pb<sup>2+</sup> presente en soluciones acuosas. Tesis (Maestría en Ingeniería Ambiental). Bogotá: Universidad

Libre, 2018. Disponible en:  
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11234>

RAMÍREZ, Cristhian. El Carbón activado para el tratamiento del agua. Tesis (Ingeniería Química). Mexico: Universidad de Sonora, 2009.  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18550/Millones\\_VKE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18550/Millones_VKE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

REYES, Romy. Optimización de las condiciones de obtención del carbón activado de cascarillas de café y cacao para la remoción de níquel (II). Tesis (Ingeniero Metalurgia y Materiales). Moa: Instituto superior minero-metalúrgico de Moa, 2018. Disponible en:  
<http://ninive.ismm.edu.cu/bitstream/handle/123456789/1704/ReyesReguero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RINCÓN, José et al. Activated carbon production by physical methods using El Cerrejón coal and its application to waste water treatment from textile industries. *Rev. acad. colomb. cienc. exact. fis. nat.* [en línea]. 2015, n.151 [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2020]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082015000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082015000200004&lng=en&nrm=iso). ISSN 0370-3908.

RIVERA, Ana. Uso de moringa oleífera y carbón activado para el mejoramiento de la calidad del agua residual de lavado vehicular en el distrito de san martín de Porres – Lima 2017. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/3595>

RUIZ, Lenin y OBERGOSO, Kristill. Eficiencia del carbón activado obtenido a partir del endocarpo de “coco” (*Cocos nucifera*) y semilla de “aguaje” (*Mauritia flexuosa*), en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas en el distrito de Habana – Moyobamba, 2018. Tesis (Ingeniería Ambiental). Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín. San Martín, 2018. Disponible en:  
<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3345>

SANCHEZ, Hugo y REYES, Carlos. Metodología y diseño de la investigación científica. Lima: Visión Universitaria, 2006. 222 pp. ISBN 9972969533

SANCHEZ, Sara y TOCÓN, Fabian. Adsorción de hg(ii) con carbón activado obtenido a partir de cascarilla de café pretratada con explosión de vapor. Tesis (Ingeniería Química). Bogotá: Universidad Libre, 2018. Disponible en:

[https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/2677/ADSORCI%  
c3%93N%20DE%20Hg%28II%29%20CON%20CARB%20](https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/2677/ADSORCI%c3%93N%20DE%20Hg%28II%29%20CON%20CARB%20)

SRINIVASAN, Tomas. Environmental Biotechnology [en línea]. India: New Age International Publisher, 2008. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=QtF64MdyCkcC&pg=PA10&dq=CHEMICAL+OXYGEN+DEMAND&hl=ES> ISBN 9788122422863

SEGURA, Horacio. Influencia del carbón activado obtenido de huarango(Acacia macracantha) en la remoción de cloro libre residual en agua potable, Celendín. Tesis (Ingeniería Ambiental). Universidad Nacional de Cajamarca, 2017. Disponible en:

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1732/%E2%80%9CI%20N%20LA%20REMOCION%20DE%20CLORO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SOLÍS, Julio y MORALES, Maribel. Obtención de carbón activado a partir de residuos agroindustriales y su evaluación en la remoción de color del jugo de caña. Revista tecnología, ciencia y educación [en línea]. Enero- junio, n.º 3, 2012. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/482/48224413006.pdf> ISSN: 0186-6036

SCHUMACKER, Randall y TOMEK, Sara. Understanding Statistics Using R [en línea]. New York: Springer, 2013. [fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=UcA\\_AAAQBAJ&pg=PA42&dq=](https://books.google.com.pe/books?id=UcA_AAAQBAJ&pg=PA42&dq=)



population+statistical+definition&hl=es-419&sa=X&ved=2 ISBN  
9781461462279

TRATAMIENTO biológico de aguas residuales: principios, modelación y diseño por López Carlos [et al.]. Estados Unidos: IWA Publishing. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=lxNBDwAAQBAJ&pg=PA46&dq=COMPOSICION+AGUAS+RESIDUALES&hl=es-419> 9781780409146

WALSH, Mark y Lynne WIGENS, Introduction to research [en línea]: Croacia: publicación, 2003. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=UhPvq66yVkQC&pg=PA1&dq=research+investigation&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj\\_-7Tr3Z3qAhVYEbkGHTkWB2kQ6AEIITAD#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=UhPvq66yVkQC&pg=PA1&dq=research+investigation&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj_-7Tr3Z3qAhVYEbkGHTkWB2kQ6AEIITAD#v=onepage&q&f=false) ISBN 0 7487 7118 2

# ANEXOS

## Anexo 1

### Instrumentos de recolección de datos

	<b>Tratamiento del agua residual del lavado vehicular mediante la aplicación del carbón activado de coffeea arábica, Tarapoto, 2020.</b>	Calidad y gestión de los recursos naturales
		Anexo:

#### FORMATO DE HOJA DE CAMPO PARA TOMA DE MUESTRA DE ÁGUA

UBICACIÓN		
Distrito: Tarapoto	Provincia: San Martín	Departamento: San Martín
Coordinadas UTM X: 349111 Y: 9282448	Dirección del predio:	Tipo de muestreo
		Muestreo puntual
Muestreadores:	Jorge Adolfo Altamirano Silva	Joseph García Arellano

Empresa de servicio: Lavadero Car Wash - Tarapoto		
Efluente: No domestico		
Tipo de muestra de agua: Agua residual no domestica		
Fecha	Hora	Observaciones
16/10/2020	11:30 AM	

Transporte	VÍA AÉREO	
Recepción	Bello Salinas Fredy.	DNI:45513492

FICHA DE REGISTRO DE ANÁLISIS DE DOCUMENTOS						
Realizado por:	ALTAMIRANO SILVA JORGE ADOLFO Y GARCIA ARELLANO JOSEPH					
Datos de Campo						
Lugar de muestreo:	CAR WASH- TARAPOTO					
Departamento:	SAN MARTÍN	Provincia:	SAN MARTÍN	Distrito:	TARPOTO	Fecha: 16/10/2020
Datos de laboratorio						
Parámetros iniciales	PARÁMETROS				Observaciones	
	DBO	DQO	SST	AyG		
	1	1	1	1		
ITEM	CÓDIGO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO				
01	T0	MUESTRA TESTIGO				
02	T1	1LTDA+D1+VMR1				
03	T1-1	1LTDA+D1+VMR1				
04	T1-2	1LTDA+D1+VMR1				
05	T2	1LTDA+D1+VMR2				
06	T2-1	1LTDA+D1+VMR2				
07	T2-2	1LTDA+D1+VMR2				
08	T3	1LTDA+D2+VMR1				
09	T3-1	1LTDA+D2+VMR1				
10	T3-2	1LTDA+D2+VMR1				
11	T4	1LTDA+D2+VMR2				
12	T4-1	1LTDA+D2+VMR2				
13	T4-2	1LTDA+D2+VMR2				

## Anexo 2

### Fichas de Campo para toma de muestra

#### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

##### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Lozano Chung, Andi  
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de Campo para toma de muestra  
 Autor (s) del instrumento (s) : Altamirano Silva, Jorge Adolfo  
 García Arellano, Joseph

##### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>Efluente del lavado vehicular</b>				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						43

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

##### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

43

Tarapoto 25 de junio de 2020



**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Mendoza López, Karla Luz  
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de Campo para toma de muestra  
 Autor (s) del instrumento (s) : Altamirano Silva, Jorge Adolfo  
 García Arellano, Joseph

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>Efluente del lavado vehicular</b>				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>4.8</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

*Es Aplicable*

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.8

Tarapoto 25 de junio de 2020



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Ríos Córdova Sara Isabel  
 Institución donde labora : Consorcio Supervisor Tarapoto  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de Campo para toma de muestra  
 Autor (s) del instrumento (s) : Altamirano Silva, Jorge Adolfo  
 García Arellano, Joseph

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						4.6

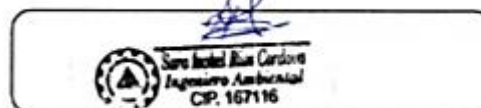
(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.6

Tarapoto 2 de Julio de 2020



## Anexo 3

### Fichas de Registro de análisis de documento.

#### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

##### II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Lozano Chung, Andi  
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de registro de análisis de documento  
 Autor (s) del instrumento (s): Altamirano Silva, Jorge Adolfo  
 García Arellano, Joseph

##### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los items están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los items del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los items del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los items del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los items del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los items del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los items del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los items concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						44

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

##### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento esta listo para su aplicacion

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.7

Tarapoto 25 de junio de 2020





**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**II. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Mendoza López, Karla Luz  
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de registro de análisis de documento  
 Autor (s) del instrumento (s) : Altamirano Silva, Jorge Adolfo  
 García Arellano, Joseph

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>Efluente del lavado vehicular</b>				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					4.8	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

Es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.8

Tarapoto 25 de junio de 2020



**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**II. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Ríos Córdova Sara Isabel  
 Institución donde labora : Consorcio Supervisor Tarapoto  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de registro de análisis de documento  
 Autor (s) del instrumento (s) : Altamirano Silva, Jorge Adolfo  
 García Arellano, Joseph

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Efluente del lavado vehicular</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					4.6	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente", sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

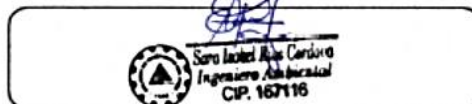
**IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

El instrumento es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.6

Tarapoto 02 de Julio de 2020









## Anexo 5

### Resultados de laboratorio



Inspection & Testing Services del Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 120



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

Registro N°LE-120

---

**INFORME DE ENSAYO 02291.07**
FR-044

N° de Orden de Servicio	: O.S. 200928.01 DA
N° de Protocolo	: 02291.07
Cliente	: <b>KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.</b>
Dirección legal del cliente	: Jr. Dos de Mayo N° 339 - Lamas
Muestra(s) declarada(s)	: Agua residual
Procedencia de la Muestra	: Proporcionado por el cliente Nombre del Proyecto: Mejora de las características fisicoquímicas de las aguas residuales Lugar del Proyecto: Lavadero Car Wash - Tarapoto
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 05 muestras
Forma de Presentación	: 01 frasco de plástico de primer uso de 500mL 02 frascos de plástico de primer uso de 1000mL 01 frasco de vidrio ámbar de 1000mL por muestra
Identificación de la Muestra	: Código de laboratorio del 10-17007.01 al 10-17007.05
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2020-10-17
Fecha de Inicio del Análisis	: 2020-10-17
Fecha de Emisión de Informe	: 2020-10-26

Código de Laboratorio	10-17007.01	10-17007.02	10-17007.03
Código de Punto de Muestreo	T0	T1	T1-1
Descripción del Punto de Muestreo	MUESTRA TESTIGO	1LTDA-D1 +VMR1	1LTDA-D1 +VMR1
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	16-10-2020 09:00 Hrs	16-10-2020 08:00 Hrs	16-10-2020 08:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo	16-10-2020 17:00 Hrs	16-10-2020 09:00 Hrs	16-10-2020 09:00 Hrs
Tipo de Muestra	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Coordenadas del Punto de Muestreo	E 0343447 N 9282448	E 0343447 N 9285011	E 0343447 N 9285011

Parametros fisicoquímicos					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados
Aceites y Grasas	mg/L	2.0	56.7	35	36
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	380	49	47
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6.0	1004	233	247
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	1.0	1056	132	127

Código de Laboratorio	10-17007.04	10-17007.05
Código de Punto de Muestreo	T2	T2-1
Descripción del Punto de Muestreo	1LTDA-D1 +VMR2	1LTDA-D1 +VMR2
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	16-10-2020 10:00 Hrs	16-10-2020 10:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo	16-10-2020 11:00 Hrs	16-10-2020 11:00 Hrs
Tipo de Muestra	Agua residual	Agua residual
Coordenadas del Punto de Muestreo	E 0343447 N 9285011	E 0343447 N 9285011

El Informe de ensayo sólo es válido para las muestras recibidas en el presente informe. No podemos extenderse los resultados de información alguna otra entidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El Informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su reproducción o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplican a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Rev.04  
Fecha de revisión: 2020-10-08

Pág. 1 de 2

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú  
Teléfono: (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web: www.itsper.com

**INFORME DE ENSAYO 02291.07**

FR-044

Continuación...

Parametros fisicoquímicos				
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados
Aceites y Grasas	mg/L	2.0	34	14
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	49	23
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6.0	249	235
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	1.0	128	122

**Metodologías**

Parámetro	Método de Referencia
ACEITES Y GRASAS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



*[Handwritten Signature]*  
Quím./Fred A. Arcondó Sevilla  
Supervisor de Laboratorio de  
Fisicoquímica

FIN DE DOCUMENTO

El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público; su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.  
Rev.04  
Fecha de revisión: 2020-10-08

Pág. 2 de 2

**INFORME DE ENSAYO 02291.10**

FR-044

N° de Orden de Servicio : O.S. 201004.01 DA  
 N° de Protocolo : 02291.10  
 Cliente : **KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.**  
 Dirección legal del cliente : Jr. Dos de Mayo N° 339 - Lamas  
 Muestra(s) declarada(s) : Agua residual  
 Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el cliente  
**Nombre del Proyecto:** Mejora de las características fisicoquímicas de las aguas residuales  
**Lugar del Proyecto:** Lavadero Car Wash - Tarapoto  
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 07 muestras  
 Forma de Presentación : 01 frasco de plástico de primer uso de 500mL  
 02 frascos de plástico de primer uso de 1000mL  
 01 frasco de vidrio ámbar de 1000mL por muestra  
 Identificación de la Muestra : Código de laboratorio del 10-17010.01 al 10-17010.07  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2020-10-17  
 Fecha de Inicio del Analisis : 2020-10-17  
 Fecha de Emisión de Informe : 2020-10-26

Código de Laboratorio	10-17007.01	10-17007.02	10-17007.03		
Código de Punto de Muestreo	T2-2	T3	T3-1		
Descripción del Punto de Muestreo	1LTD+A+D1 +VMR2	1LTD+A+D2 +VMR1	1LTD+A+D2 +VMR1		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	16-10-2020 11:00 Hrs	16-10-2020 12:00 Hrs	16-10-2020 12:00 Hrs		
Fecha Final / Hora de Muestreo	16-10-2020 12:00 Hrs	16-10-2020 13:00 Hrs	16-10-2020 13:00 Hrs		
Tipo de Muestra	Agua residual	Agua residual	Agua residual		
Coordenadas del Punto de Muestreo	E 0343447 N 9285011	E 0343447 N 9285011	E 0343447 N 9285011		
Parametros fisicoquímicos					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados
Aceites y Grasas	mg/L	2.0	10	22	18
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	35	41	46
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6.0	215	230	233
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	1.0	128	84	86

Código de Laboratorio	10-17007.04	10-17007.05
Código de Punto de Muestreo	T3-2	T4
Descripción del Punto de Muestreo	1LTD+A+D2 +VMR1	1LTD+A+D2 +VMR2
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	16-10-2020 12:00 Hrs	16-10-2020 13:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo	16-10-2020 13:00 Hrs	16-10-2020 14:00 Hrs
Tipo de Muestra	Agua residual	Agua residual
Coordenadas del Punto de Muestreo	E 0343447 N 9285011	E 0343447 N 9285011



El informe de ensayo solo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.  
 Rev. 04  
 Fecha de revisión: 2020-10-08

**INFORME DE ENSAYO 02291.10**

FR-044

Continuación...

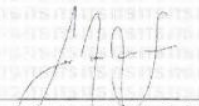
Parametros fisicoquímicos				
Parametro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados
Aceites y Grasas	mg/L	2.0	16	2.7
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	45	14.7
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6.0	235	185
Sólidos Totales Suspendedos	mg/L	1.0	86	84
Código de Laboratorio			10-17007.04	10-17007.05
Código de Punto de Muestreo			T4-1	T4-2
Descripción del Punto de Muestreo			1LTDA+D2 +VMR2	1LTDA+D2 +VMR2
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			16-10-2020 13:00 Hrs	16-10-2020 13:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			16-10-2020 14:00 Hrs	16-10-2020 14:00 Hrs
Tipo de Muestra			Agua residual	Agua residual
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0343447 N 9285011	E 0343447 N 9285011
Parametros fisicoquímicos				
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados
Aceites y Grasas	mg/L	2.0	2.7	2.6
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	14.7	14.9
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6.0	175	128
Sólidos Totales Suspendedos	mg/L	1.0	74	61

**Metodologías**

Parámetro	Método de Referencia
ACEITES Y GRASAS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



  
Quím. Fred A. Arcondo Sevilla  
Supervisor de Laboratorio de  
Fisicoquímica

FIN DE DOCUMENTO

El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron reportados. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.  
Rev. 04

Fecha de revisión: 2020-10-05

Pág. 2 de 2